



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CD. JUÁREZ

Instituto de arquitectura diseño y arte

**DIGITALIZACIÓN DE MAPAS PARA DETERMINAR
RIESGO A INUNDACIÓN Y POTENCIAL DE PÉRDIDAS
ECONÓMICAS EN EL SECCIONAL DE ANAHUAC,
CUAUHTEMOC, CHIHUAHUA: MEDIANTE SISTEMAS
DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.**

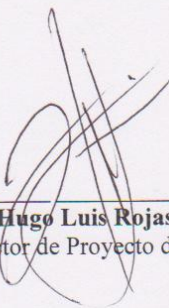
Proyecto de titulación que presenta:
Francisco Javier Domínguez Chávez

Como requisito parcial para obtener el grado de:
Licenciado en Geoinformática

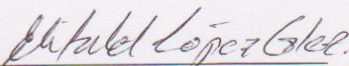
Cd. Cuauhtémoc, Chih.

16/04/13

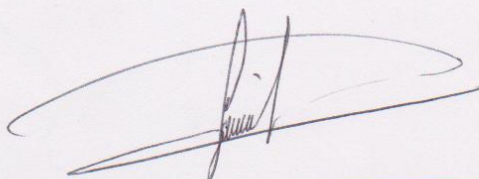
Proyecto de titulación fue aceptado por la academia del programa de Geoinformática de la Universidad Autónoma de Cd. Juárez como requisito parcial para optar al grado Licenciado en Geoinformática



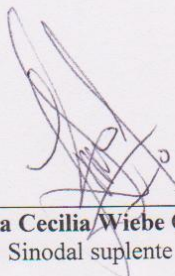
[M.C. **Hugo Luis Rojas Villalobos**]
Director de Proyecto de titulación



[Dr. **Elifalet López González**]
Sinodal titular



[Dr. **Luis Carlos Alatorre Cejudo**]
Sinodal titular



[M.C. **Lara Cecilia Wiebe Quintana**]
Sinodal suplente

DEDICATORIA

A dios por darme bien estar y salud dándome la oportunidad de vivir momentos inolvidables, dejándome lograr una carrera, por ayudarme a pasar los obstáculos más difíciles de mi vida y por llenarme de tantas bendiciones.

A mis padres y a mi hermana quienes sacrificaron gran parte de su vida para educarme y enseñarme a valorar las cosas que en verdad son importantes, gracias por su comprensión, por contar siempre con ustedes en los momentos buenos y malos, siempre habían tenido la ilusión de verme convertido en un hombre de bien y que hoy tengo el honor de hacerlos sentir orgullosos de mi por mis estudios. Mil palabras no bastan para agradecerles el apoyo incondicional gracias a ellos y a todas aquellas personas que comparten conmigo este triunfo.

Gracias.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ) por darme la oportunidad de estudiar y lograr una licenciatura.

A mis compañeros de clase, por los momentos buenos y malos durante el transcurso de nuestros estudios y la convivencia académica que llevamos juntos.

A mis mejores amigos Jaime Iván rojo y Javier Enríquez que siempre juntos resolvimos los problemas dentro y fuera de la universidad, por apoyarnos mutuamente en nuestra formación académica.

A Al M.C Hugo Luis Rojas Villalobos, mi director de tesis, gracias a sus conocimientos, consejos y paciencia hoy termino mis estudios.

Al Dr. Rolando Enrique Díaz Caravantes, por siempre motivarme durante el tiempo que fue parte de la institución, las enseñanzas, escucharme y por darme siempre buenos consejos.

Al Dr. Luis Carlos Bravo Peña, Dr. Luis Carlos Alatorre Cejudo, M.C Lara Cecilia Wiebe Quintana, Dra. María Elena Torres Olave. Dr. Elifalet López Gonzáles.

A la presidencia seccional de Anáhuac, por el apoyo a este proyecto de titulación, a Efraín Castro encargado de departamento de catastro de presidencia.

Digitalización de mapas para determinar riesgo a inundación y potencial de pérdidas económicas en el seccional de Anáhuac, Cuauhtémoc, Chihuahua: mediante sistemas de información geográfica.

Francisco Javier Domínguez Chavez¹

¹ División Multidisciplinaria de la UACJ en Cuauhtémoc, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, CP 31579 Cuauhtémoc, Chihuahua, México.

Resumen: Las inundaciones son un exceso de agua que supera la capacidad del cauce, escurriendo hacia las partes más bajas, lo que ocasiona efectos catastróficos para la población, infraestructura urbana, y daños al medio ambiente por la acumulación de grandes cantidades de agua. Atraves de los años se han delimitado las zonas afectadas por inundación en el seccional de Anáhuac Chihuahua mediante mapas análogos. En este estudio se aplicó el uso de tecnologías avanzadas para convertir la información analógica a digital, la captura, manejo y análisis de datos e información geográfica

mediante sistemas de información geográfica (SIG). Se determinó el riesgo a pérdidas económicas exclusivamente a la afectación de bienes inmuebles en zonas potenciales a inundación, se obtuvieron mapas digitales de zonas en riesgo y posibles pérdidas económicas.

Palabras clave: Digitalización, Zonas en Riesgo, Anáhuac Chihuahua, Inundación, Pérdidas económicas.

Digitization of maps to determine flood risk and potential economic losses by geographic information systems, a case study of the city Anáhuac, Cuauhtémoc, Chihuahua

Abstract: Flooding is an excess of water exceeding the capacity of the stream, draining into the lower parts, causing catastrophic effects for the population, urban infrastructure and environmental damage by the accumulation of water. The passages of time have been identified flood affected areas in Chihuahua Anahuac by analog maps. In this study is applied the use of advanced technologies to convert

analog information to digital, the capture, management and analysis of data and geographic information using geographic information systems (GIS). Is determined the risk of economic losses of property in potential flood areas, obtaining digital maps of areas at risk and potential economic losses.

Keywords: Digitizing, Risk Areas, Anahuac Chihuahua, Flood, Economic losses

INTRODUCCIÓN

El agua es uno de los recursos naturales más valiosos de cualquier país debido a los beneficios sociales y económicos que se derivan de su consciente explotación; sin embargo, junto con las ventajas existen también situaciones extremas tales como las inundaciones y las sequías. Las inundaciones son consideradas como uno de los fenómenos de mayor impacto en el ámbito mundial, debido al efecto que producen en grandes extensiones territoriales densamente pobladas (Domínguez, 1999).

Una inundación es el proceso que se produce cuando el gasto de una avenida generada en una cuenca supera la capacidad del cauce, por lo que el exceso de agua escurre fuera del mismo hacia las partes más bajas. Las inundaciones, son fenómenos naturales que se convierten en peligro cuando los espacios ocupados por las poblaciones abarcan las llanuras de inundación (Montecelos, 2011).

La intensidad y volumen de la precipitación conlleva a la inundación, que genera como consecuencia de ello extensos y cuantiosos daños: pérdidas económicas a viviendas, pérdidas humanas así como efectos catastróficos para la población, la infraestructura urbana, daños al medio ambiente, servicios básicos entre otros, en gran parte del territorio nacional (CEPAL, 2000)

La inadecuada planeación en el ordenamiento del territorio, es la principal causa de que se desarrollen asentamientos humanos en las zonas aledañas a los cuerpos de agua, lo que provoca inundaciones cuando se desborda una corriente.

La degradación del medio ambiente, tal como la deforestación, la erosión, entre otras, modifica la respuesta hidrológica de las cuencas, lo que incrementa la ocurrencia y la magnitud de inundaciones

(CENAPRED, 2007). La modificación del terreno en las cuencas debido a cambios en los usos del suelo, produce daños cada vez más considerables por el efecto de las inundaciones, debidos a que:

- El incremento en las crecientes a las que históricamente habían ocurrido, cuando no existían modificaciones en el terreno o la degradación del medio ambiente, era mínima (Salas, 2007).

- El tiempo que debe transcurrir para que los efectos de una inundación sean percibidos por la población ha disminuido, provocando que en ocasiones la respuesta de las autoridades y de la población se vea comprometida (Salas, 2007).

La vulnerabilidad es la medida de la susceptibilidad de un bien expuesto a la ocurrencia de un fenómeno perturbador. De dos bienes expuestos uno es más vulnerable, ante la ocurrencia de fenómenos perturbadores con la misma intensidad, por lo que sufre mayores daños (Ordaz, 1996). El peligro, que está definido por los patrones climáticos (la naturaleza) , debido a ello es difícil modificarlo.

La vulnerabilidad es una variable que el hombre tiene la posibilidad de disminuir, haciendo planes de mitigación, recuperación y compensación. Para obtener la función de vulnerabilidad, es necesario planear un censo de la población que esté en zonas potencialmente inundables. Para ello, se deberán diseñar encuestas que permitan evaluar los bienes expuestos para cada vivienda, así como tener acceso a programas de cómputo necesarios para ir creando las bases de datos que servirán para su ubicación dentro de la zona urbana (Salas, 2007).

Las personas que viven en la planicie son más vulnerables ante las inundaciones que los que viven en lugares más altos. Vulnerabilidad económica se refiere a personas o familias de pocos recursos económicos, muchas veces ocupan zonas de

alto riesgo, alrededor de las ciudades, porque no tienen suficientes opciones de elegir lugares más seguros.

La cartografía de las zonas con peligro de inundaciones, es una tarea de suma importancia para preservar la vida y las propiedades en muchas partes del planeta, debido a que este tipo de peligro natural afecta a regiones muy diferentes en todo el mundo.

Los análisis de zonas inundables y la evaluación de sus riesgos potenciales son esenciales para las actividades de protección y mitigación contra las afectaciones por inundaciones, de donde se obtienen resultados que orientan hacia una mejor planeación para el desarrollo territorial que prevén los fenómenos meteorológicos y sus riesgos (Montecelos, 2011).

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son definidos como la captura, manejo y análisis de datos e información geográficamente representados. Son amplia y mundialmente implementados por instituciones gubernamentales, no-gubernamentales y académicos, como una herramienta indispensable para la planeación territorial, manejo integrado de cuencas, evaluación y mitigación de desastres, así como para la conservación de recursos naturales (Ellis, 2012).

En la actualidad existe una amplísima gama de procedimientos adoptados para la realización de mapas de inundaciones con el empleo de las herramientas presentes en los SIG. La delimitación, la clasificación, y la cartografía constituyen un arduo trabajo, en los que el uso de los SIG es de gran ayuda, ya que permite contar con una serie de elementos, tanto en el almacenamiento como la actualización de la información de los componentes, así como la existencia de una base cartográfica única para cada uno de ellos, lo que nos da la posibilidad de integrar toda la información en un mapa preliminar de inundaciones, a partir del esquema

metodológico general para la realización del mismo mediante el empleo de las herramientas del SIG (Montecelos, 2011).

Los grandes avances tecnológicos de las últimas décadas han provocado profundos cambios en las metodologías de estudio de las Ciencias de la Tierra y disciplinas afines. En la actualidad, tanto los trabajos de investigación básica como los aplicados hacen un uso intensivo de herramientas geoinformáticas como las imágenes satelitales y SIG. Estos últimos en particular, son programas diseñados para el tratamiento eficiente de información espacial con fines de apoyo a la toma de decisiones, cuyas capacidades van desde la captura de los datos espaciales, su almacenamiento y organización mediante una base de datos, hasta su procesamiento mediante funciones de análisis espacial y representación final de la información generada con salidas gráficas.

Los SIG permiten la integración de datos provenientes de fuentes muy diversas (imágenes, mapas, datos de campo, GPS, planillas electrónicas, entre otras) y a partir de ellos, elaborar un modelo en capas (layers) de la realidad. Esto facilita y potencia la extracción de datos y el análisis espacial en gabinete, en tareas previas y posteriores a las del terreno.

Las inundaciones en Anáhuac Chihuahua están asociadas a problemas tales como: modificaciones del terreno producidas por tala de árboles, urbanización y otras intervenciones impropias en el medio ambiente o las combinaciones de ellas. Por lo que en gran medida se ve afectado por las inundaciones fluviales relacionadas generalmente a eventos meteorológicos con alta precipitación, generalmente las fuertes lluvias se presentan en la temporada junio-agosto para esta región.

Los problemas relacionados con las inundaciones y la vulnerabilidad de la población se han incrementado debido a un

desordenado proceso de cambios de uso de suelo, urbanización, asentamientos ilegales y viviendas construidas de manera inadecuadas y en zonas que incrementan el nivel de riesgo (Guarin et al., 2005). Estos problemas no han podido ser solucionados con obras estructurales. Se observa que nuevos problemas aparecen a un ritmo mayor que la generación de soluciones. Por lo tanto acciones de tipo no estructurales son necesarias como el control de uso y ocupación del suelo en zonas con riesgo de inundación. La base técnica de estas soluciones es el desarrollo de estudios de inundación que produzcan cartografía que represente las zonas de alto riesgo.

En base a todo lo anteriormente descrito está investigación tiene como objetivo determinar la vulnerabilidad que presentan las casas habitación localizadas en el seccional de Anáhuac, Cuauhtémoc, Chihuahua, a ser inundadas, integrando las técnicas SIG, la vulnerabilidad en este trabajo estará supeditada por la localización de las casas habitación, principalmente en las zonas que se encuentran en áreas que de manera recurrente presentan la acumulación repentina de caudales, ya que la red hidrográfica urbana hace que se concentre el agua producto de las precipitaciones lo que ocasionan inundaciones.

Por otra parte el segundo objetivo es determinar el riesgo a pérdidas económicas, donde para determinar las pérdidas económicas se hará referencia única y exclusivamente a la afectación de bienes inmuebles. La integración de mapas de inundación analógicos a información digital mediante los Sistemas de información geográfica (SIG), es una fuente de información lo bastante robusta como para diagnosticar la vulnerabilidad económica de las familias que habitan en las zonas de riesgo.

AREA DE ESTUDIO.

El seccional de Anáhuac se ubica en el municipio Cuauhtémoc, en el estado de Chihuahua. Se encuentra ubicado en las coordenadas geográficas: latitud 28.480000 y longitud -106.744167, a una altura media de 1905 metros sobre el nivel del mar (msnm) (Figura 1).

El seccional de Anáhuac está localizada en una zona de clima semiseco templado, por lo cual tiene veranos de temperatura templada, pero sus inviernos son fríos, pudiendo descender las temperaturas incluso por debajo de los -10 °C, así mismo es conocida por sufrir en verano periódicas tormentas. La temperatura media anual es de 10 a 14 °C y la precipitación media anual es de 500 a 600 mm (INEGI, 2005). Cuenta con un total de 2667 hogares. De estas 2679 viviendas, 14 tienen piso de tierra y unos 84 consisten de una sola habitación, 2407 de todas las viviendas tienen instalaciones sanitarias, 2617 son conectadas al servicio público, 2620 tienen acceso a la luz eléctrica. La estructura económica permite a 605 viviendas tener una computadora, a 2376 tener una lavadora y 2619 tienen una televisión. (INEGI, 2005). La población total del seccional Anáhuac es de 9253 personas, las cuales 4485 son masculinos y 4768 femeninas (INEGI 2005).

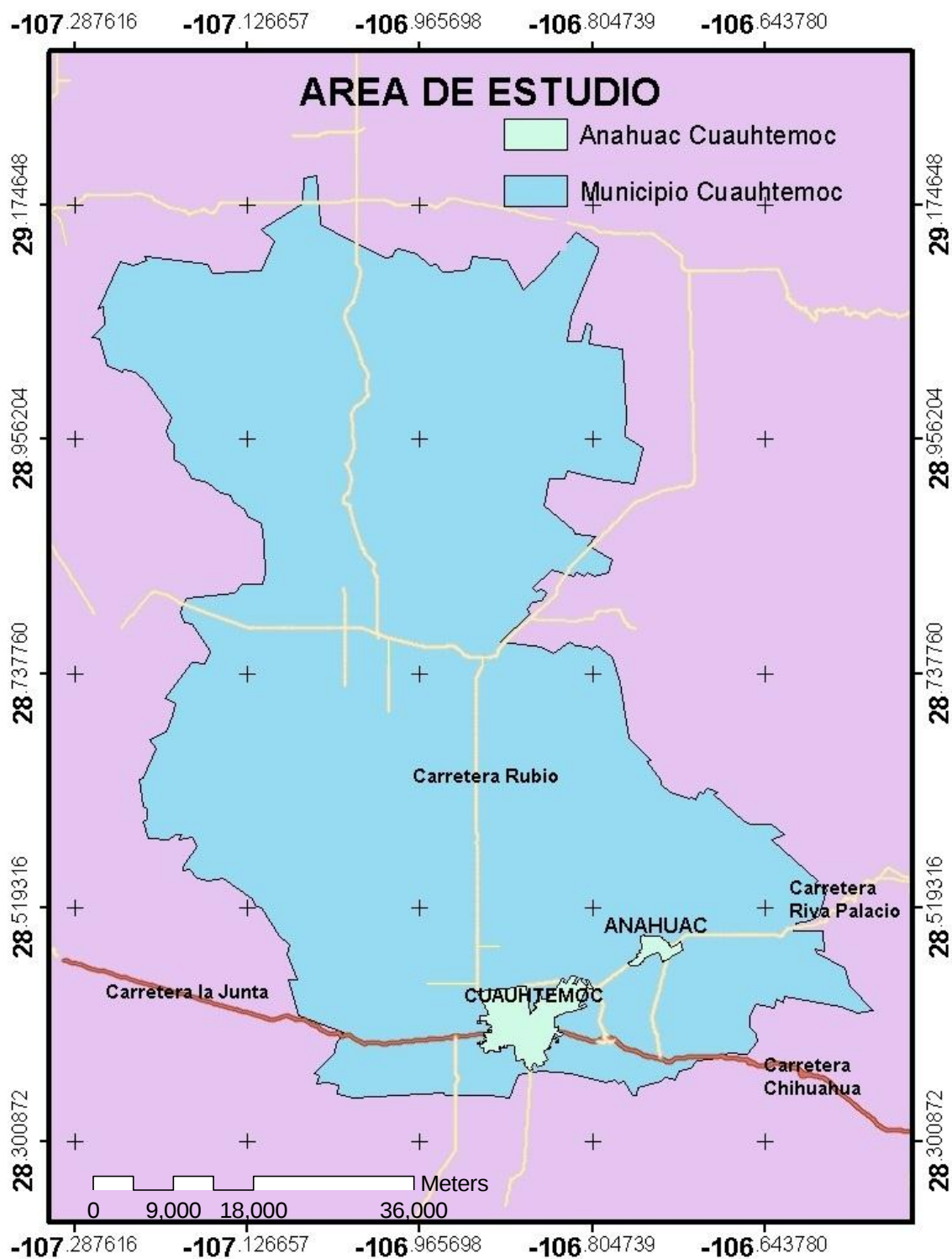


Figura 1.- Ubicación de zona de estudio.

MATERIALES Y METODOS

La digitalización es una forma de conversión de datos analógicos a digitales, la cual consta de tres etapas sucesivas: Preparación de datos, digitalización y captura de datos (GIS).

El estudio que se presenta, comprende la integración de datos a un SIG para la digitalización de mapas y para el análisis de las zonas de inundación en seccional Anáhuac. Adicionalmente, se integraron las técnicas de SIG para la evaluación de propiedades en las zonas de riesgo, simulando las áreas susceptibles de inundación y posteriormente integrar los datos de vulnerabilidad de estas zonas de riesgo a los SIG.

La digitalización de la información analógica de mapas susceptibles a inundación del seccional Anáhuac se obtuvo mediante una serie de pasos para la obtención como resultado mapas digitales mediante los SIG:

- Preparación y obtención de la información del seccional.
- Manejo y uso de software.
- Conversión de información análoga a digital.
- Georeferenciación de mapas.
- Estimación de posibles pérdidas de zonas inundables.
- resultados

Para la digitalización de los mapas del seccional de Anáhuac, se empezó con la obtención de la información necesaria la cual fue proporcionada por el departamento de catastro del seccional. Para el procedimiento de la digitalización se utilizó lo siguiente:

- Mapas análogos de las zonas de inundación del seccional para su digitalización, para su posterior vectorización.

- Mapas de seccional de Anáhuac donde incluyen manzanas y lotes en formato DXF (AutoCAD).
- Obtención de imagen satelital de seccional de Anáhuac.
- Manejo y uso de software ArcGis-ArcMap y AutoCad.
- Uso de mapas (basemaps) de ArcMap.
- Encuestas para la obtención de información de costos monetarios y número de habitantes por viviendas afectadas en caso de inundaciones para estimar la vulnerabilidad económica y humana.

Para la digitalización de mapas del seccional de Anáhuac se trabajó con los mapas analógicos obtenidos en el departamento de catastro en la presidencia del seccional de Anáhuac. Mapas que muestran las zonas más vulnerables a inundación identificadas por dicho departamento, zonas que delimitan las áreas afectadas a través de los años, mediante los registros históricos.

Se utilizaron mapas analógicos de ubicación de colonias del seccional, para identificar las zonas con potenciales afectaciones por colonias.

Para la digitalización se procedió a usar el software ArcGIS que es uno de los programas más utilizados por empresas y administraciones públicas, el cual cuenta con los módulos ArcMap, ArcToolbox y ArcCatalog, para un mejor desempeño. El programa es utilizado para trabajar bajo los SIG, utiliza datos geográficos de diferentes fuentes, crea bases de datos geoespaciales así como su modificación y su mejora, análisis espacial, edición geométrica, topología, entre otras.

Se utilizó el software ArcMap, la cual nos permitió añadir información del material analógico a digital, obteniendo como un

resultado shapefiles con información de zonas en riesgo a inundación del seccional de Anáhuac para sus posteriores estudios.

Con los mapas de manzanas y lotes en formato DXF (AutoCAD) (Figura 2), se

convirtió este formato a shapefiles y posteriormente a realizar un proceso de georeferenciación.



Figura 2. Plano de cuadras y lotes del seccional Anáhuac DWG (AutoCAD).

La georeferenciación de imágenes son pasos y secuencias que consisten en relacionar la información digital al espacio geográfico que realmente ocupa, esto consiste en buscar objetos bien definidos dentro de las imágenes, tales como intersecciones de caminos o las características de la tierra y ubicándolos en las imágenes de ayuda basemap de ArcMap. De esta manera se puede estar seguro de que se está haciendo referencia a la misma ubicación en el conjunto de datos raster y datos alineados.

Una vez que se obtuvieron los mapas de zonas inundación, el mapa de manzanas y de lotes del seccional de Anáhuac, se hizo una

sobreposición de los tres mapas para su interpretación de la diversa información generada, y así obtener como resultado las zonas afectadas divididas con manzanas y lotes. Este proceso ayudo a identificar las manzanas y los diferentes lotes que se encuentran en zonas inundables.

Para calcular los costos de potenciales pérdidas económicas por una inundación, se realizó una encuesta en las zonas de riesgo de inundación identificadas en los mapas generados, se trató de levantar la información necesaria por lote para cuantificar las posibles pérdidas de bienes, y posteriormente evaluar el costo de las

pertenencias de los habitantes de las zonas en riesgo.

Esta encuesta consistió de preguntas acerca de bienes con los que cuenta en cada casa habitación y sus condiciones para hacer la estimación de costos, principalmente productos indispensables para la ocupación de un hogar. En la encuesta se busca información sobre:

1. Tipo de lote: hogar, negocio, escuela, parque, iglesias, otro.
2. Personas que habitan.
3. Número de recamaras.
4. Número y tipo de televisiones.
5. Número de salas o estancias.
6. Cuenta con estufa.
7. Cuenta con comedor.
8. Cuenta con refrigerador.
9. Cuenta con micro ondas.
10. Condiciones de cocina o cocineta.
11. Cuenta con lavadora y secadora.
12. Colchones y bases de recamaras.

Para la estimación de costos de los artículos mencionados en la encuesta, se tomaron los precios como referencia en tiendas de segunda mano, bazares y mueblerías como se muestra en el tabla 1.

Tabla 1. Precios estimados de bienes de hogares.

Tipo	Precio 1	Precio 2	Precio 3
Televisión			
Normal	600	850	1,200
Pantalla plana	1,200	1,600	2,600
Lcd 32-43"	3,000	3,500	5,500
Plasma	8,000	9,000	11,000
Sala o Estancia			
Regular	800	1,100	1,200
Bien	3,500	3,650	4,500
Muy bien	5,500	6,000	6,500
Exelente	10,000	13,500	14,000

Estufa			
Regular	800	999	1,200
Bien	1,500	1,600	1,700
Muy bien	2,000	2,400	3,000
Exelente	3,400	3,500	3,600
Comedor			
Regular		800	900
Bien	2,800	3,500	
Muy bien	4,000	4,300	7,000
Exelente	10,000		12,000
Refrigerador			
Regular	550	850	1,000
Bien	1,200	1,500	2,000
Muy bien	2,500	3,000	4,000
Exelente	6,000		6,500
Cocina			
Regular	2,300		
Bien	5,500		
Muy bien	10,000		
Exelente	20,000		
Micro			
Regular	50	350	
Bien	400	700	
Muy bien	800	900	
Exelente	1,200	1,250	
Lavadora			
lavadero	0		
Bien	700		
Muy bien	1,500	2,100	2,800
Exelente	4,800		7,000
Recamara	colchon	respaldo base	total
Regular	900	500	1,400
Bien	1,500	1,000	2,500
Muy bien	3,500	3,500	7,000
Exelente	5,000	6,000	11,000
Secadora			
Regular	900	500	1,400
Bien	1,500	1,000	2,500
Muy bien	3,500	3,500	7,000
Exelente	5,000	6,000	11,000

Esta información generada a partir de las encuestas fue capturada en cada uno de los atributos del polígono que representa un lote dentro de las zonas de riesgo y se buscó estimar cual es el costo de recuperación.

Mapa de zonas potenciales a inundación en el seccional Anáhuac dividido por colonias.

Mediante la digitalización de los mapas analógicos se obtuvieron los mapas de zonas potenciales a inundación, identificando las colonias con riesgo, (Figura 3). La imagen nos muestra un mapa de colonias con riesgo potencial a inundación en el seccional de Anáhuac (Figura 3). Este mapa se obtuvo mediante la digitalización de la información proporcionada por el departamento de catastro del seccional. En este se identifican las zonas afectadas por posible inundación, su ubicación y las calles donde ocurre la acumulación del agua. La Figura 3 muestra las colonias potenciales a inundación que se pueden observar en los diferentes colores:

naranja representa el Barrio el Ojito, azul rey representa la Colonia Francisco Villa, amarillo representa la Colonia Habitación o conocida como Colonia Damnificados, morado representa la Colonia los Manzanos, azul cielo representa el Fraccionamiento Progreso, verde representa la Colonia San José, y el rojo la Zona Centro del seccional, siendo un total de siete las colonias con potencial a inundación. Se ubicaron tres colonias en riesgo por su ubicación en zonas bajas donde se presenta la acumulación de agua: la colonia San José, zona Centro, y barrio el Ojito. Se encuentra, como resultado de este trabajo que las colonias Francisco Villa, Colonia Habitación, Colonia los Manzanos, y el Fraccionamiento Progreso tienen riesgo a inundación. Esto se debe a la ubicación cercana de un depósito de agua de menores dimensiones a una presa, que al momento de una fuerte precipitación tiende a desbordamientos provocando inundaciones en las colonias aledañas (Figura 3).

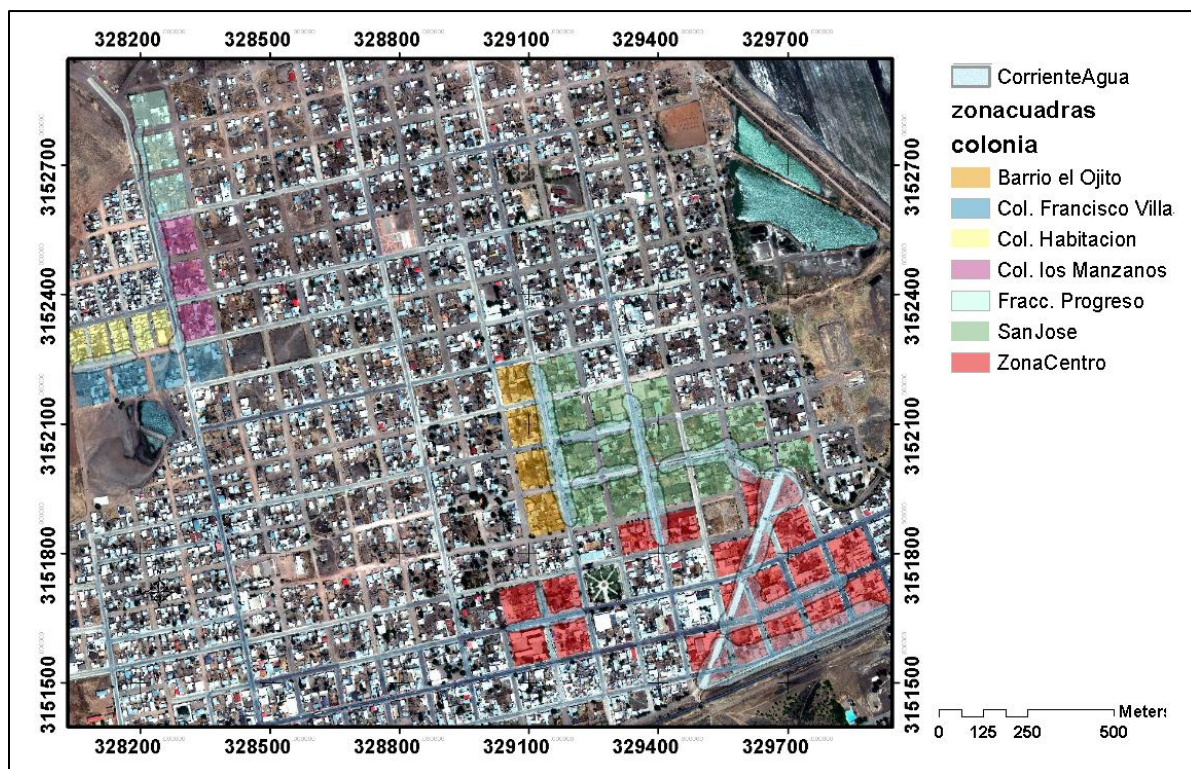


Figura 3.- Zonas en riesgo de inundacion

Mapa de lotes potenciales a inundación en el seccional Anáhuac dividido por colonias.

A partir del mapa de zonas de riesgo de inundación (Figura 3), y su división en colonias más vulnerables a ser inundadas se procedió a identificar los lotes con potencial riesgo a inundación dividido por colonias (Figura 4). Este mapa se obtuvo mediante trabajo de campo, identificando los lotes expuestos en las diferentes zonas potenciales a inundación que da una clasificación según su tipo: hogares, negocios, parques, iglesias, funerarias, escuelas, casas no habitadas y lotes baldíos, se asigna un color diferente para identificarlas (figura 4).

El mapa muestra como la mayoría de lotes con potencial de afectación corresponde a hogares o casa habitación en todas las colonias, representando el 50.05 % del total de lotes (Tabla 2). Las zonas con más potencial de afectación son: la colonia San José y la Zona Centro del seccional. Se aprecia que hay más números de lotes con riesgo que en las otras colonias. En general se concluye que las zonas con potencial de inundación se relacionan con hogares.

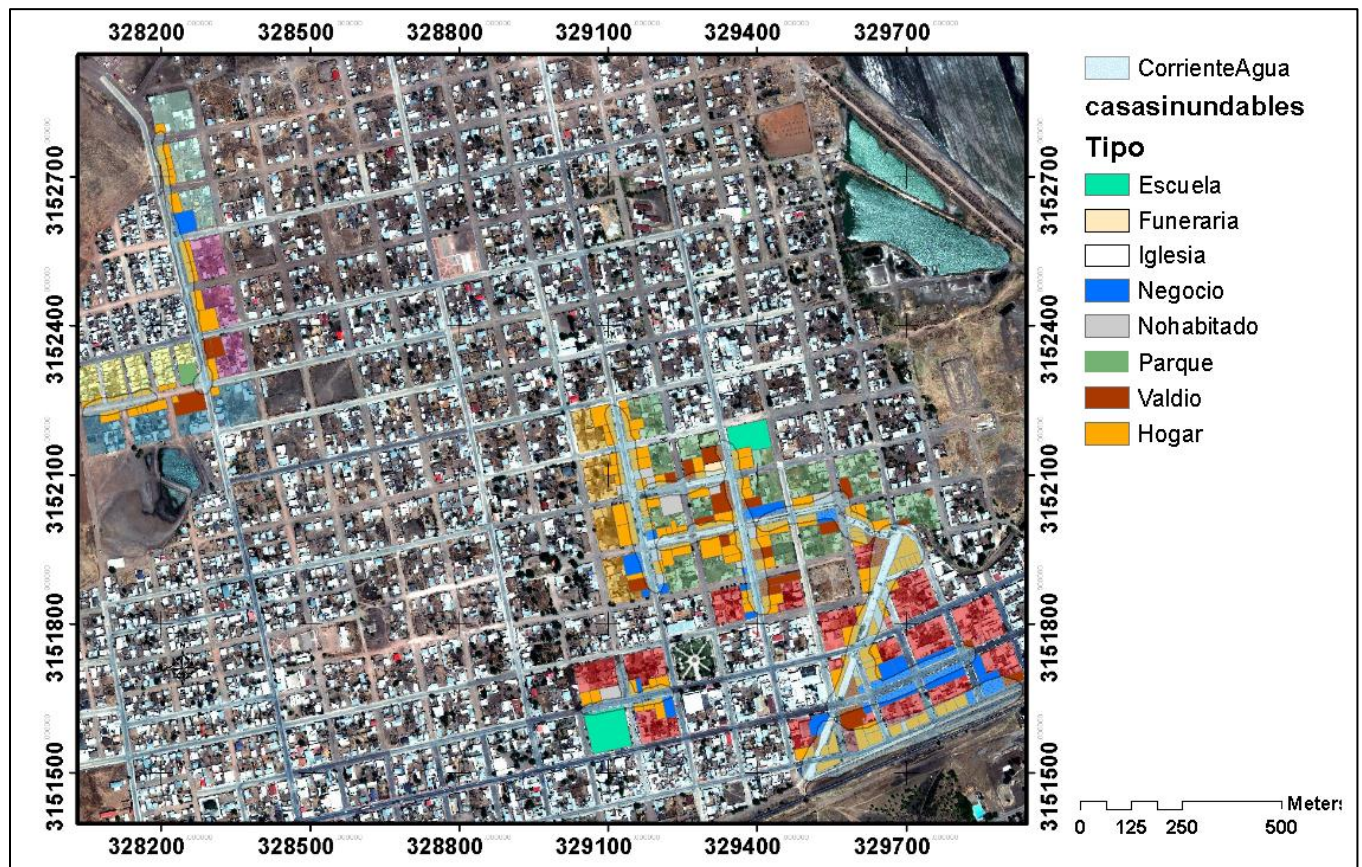


Figura 4.-Clasificación de lotes en riesgo a inundación.

Mapa de clasificación de lotes potenciales a inundación en Colonia Francisco Villa, Colonia Habitación, Colonia los Manzanos y Fraccionamiento Progreso

A partir del mapa de clasificación de lotes en riesgo a inundación (Figura 4), y su división en colonias más vulnerables a ser inundadas, se realizó una imagen más detallada por colonias para identificar y cuantificar los lotes con potencial riesgo a inundación y su clasificación (Figura 5). Este mapa muestra con más detalle los lotes con potencial riesgo a inundación dividido por colonias (Figura 5). Se identifican los lotes clasificados por tipo. Estas colonias son afectadas por la corriente excesiva de

agua. El problema se identificó a través de los años, por registros históricos.

La Figura 5 muestra la potencial afectación de cinco hogares y un negocio con un área de terreno de 5,214 m² en el Fraccionamiento Progreso, seis hogares, y un lote baldío con un área de 6,968 m² en la colonia los Manzanos, ocho hogares, y un parque con un área de 3,209 m² en la colonia Habitación, siete hogares y un lote baldío con un área de 5,440 m² en la colonia Francisco Villa, como se muestra en la Tabla 2. Haciendo un total de 26 hogares y familias con potencial de afectación de inundación, identificados en la imagen (Figura 5).

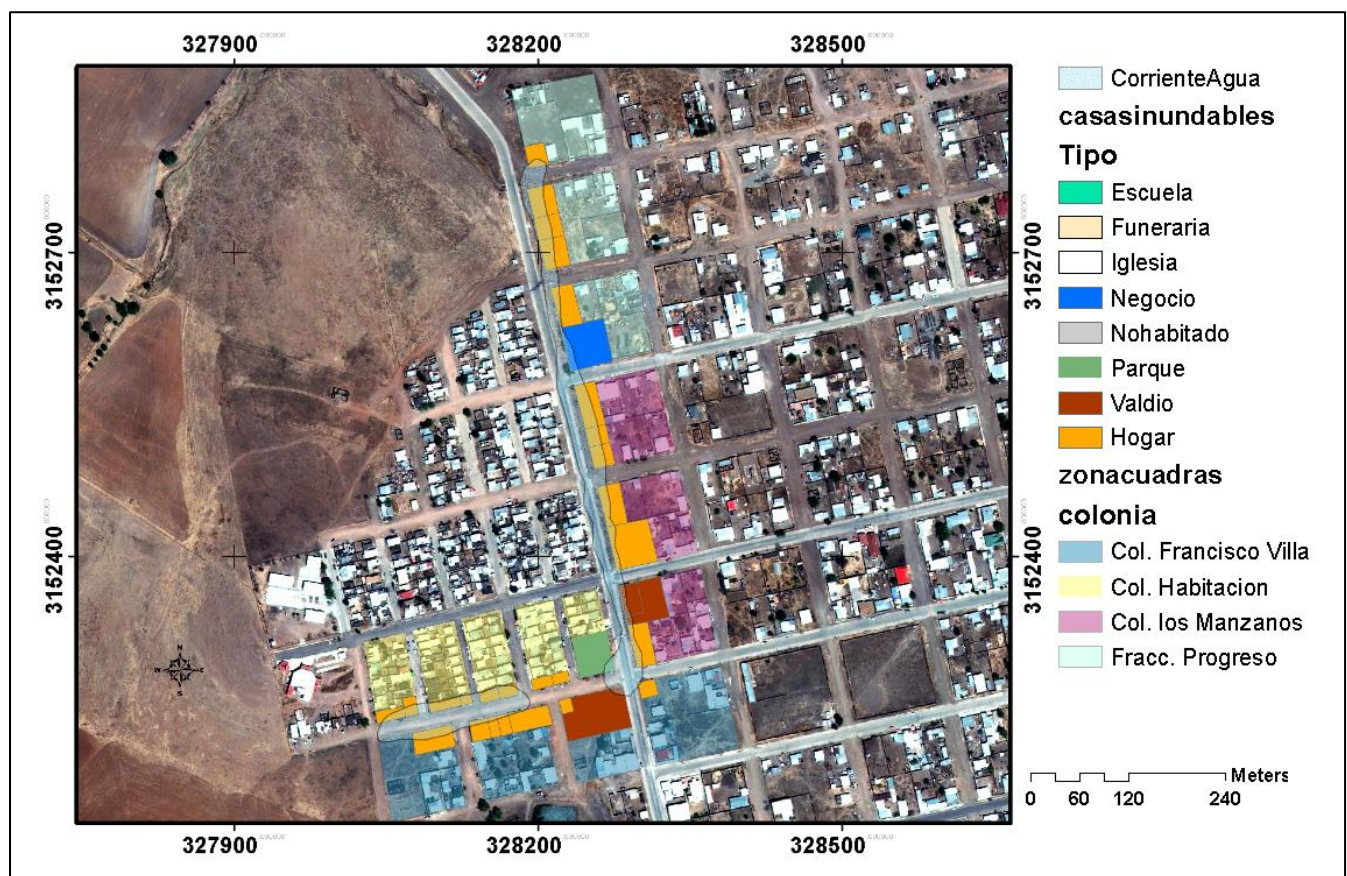


Figura 5.- Clasificación de lotes en riesgo a inundación por colonias: Colonia Francisco Villa, Habitación, Manzanos y Fraccionamiento Progreso.

Tabla2.- Área en m² de lotes clasificados en riesgo por colonias.

Colonia	Hogares	Negocios	Baldíos	Parques	No habitado	Escuelas	Iglesias	Funeraria	Total
Progreso	3,394	1,820	0	0	0	0	0	0	5,214
Manzanos	5,276	0	1,692	0	0	0	0	0	6,968
Habitacional	1,807	0	0	1,402	0	0	0	0	3,209
Fco Villa	2,923	0	2,517	0	0	0	0	0	5,440
Ojito	7,877	1,702	939	0	396	0	0	0	10,914
San José	24,503	3,705	9,489	0	5,912	4,257	1,194	1,095	50,155
Centro	26,562	15,267	7,969	0	2,386	6,573	1,037	0	59,794
Total	72,342	22,494	22,606	1,402	8,694	10,830	2,231	1,095	141,694
%	50.05	15.87	15.95	.98	6.13	7.64	1.57	.77	100

Mapa de clasificación de lotes potenciales a inundación en Colonia San José, Barrio el Ojito y Zona Centro.

A partir del mapa de clasificación de lotes en riesgo a inundación (Figura 4), y su división en colonias más vulnerables a ser inundadas, se realizó una imagen más detallada por colonias para identificar y cuantificar los lotes con potencial riesgo a inundación y su clasificación (Figura 6).

La Figura 6 nos muestra un mapa más detallado de lotes con potencial riesgo a inundación dividido por colonias. Se identifican los lotes clasificados por tipo. Estas colonias son afectadas por la ubicación en zonas bajas del seccional donde se presenta la acumulación de agua al momento de las precipitaciones.

La Figura 6 muestra la potencial afectación de nueve hogares, un lote baldío y dos negocios con un área de terreno de 10,914m² en el Barrio Ojito, cuarenta y dos hogares, nueve casas no habitadas, trece lotes baldíos, una funeraria, una escuela, una iglesia y cinco negocios con un área de 50,155 m² en la colonia San José, cincuenta y tres hogares, una iglesia, una escuela, cuatro casas no habitadas, cuatro lotes baldíos y treinta y cinco negocios con un área de 59,794 m² en la zona Centro, como se muestra en la Tabla 2. Haciendo un total de 104 hogares y familias con potencial de afectación de una inundación, identificados en la imagen (Figura6).

Se hizo la estimación de un total de 130 hogares y familias con potencial riesgo a inundación en el seccional de Anáhuac.

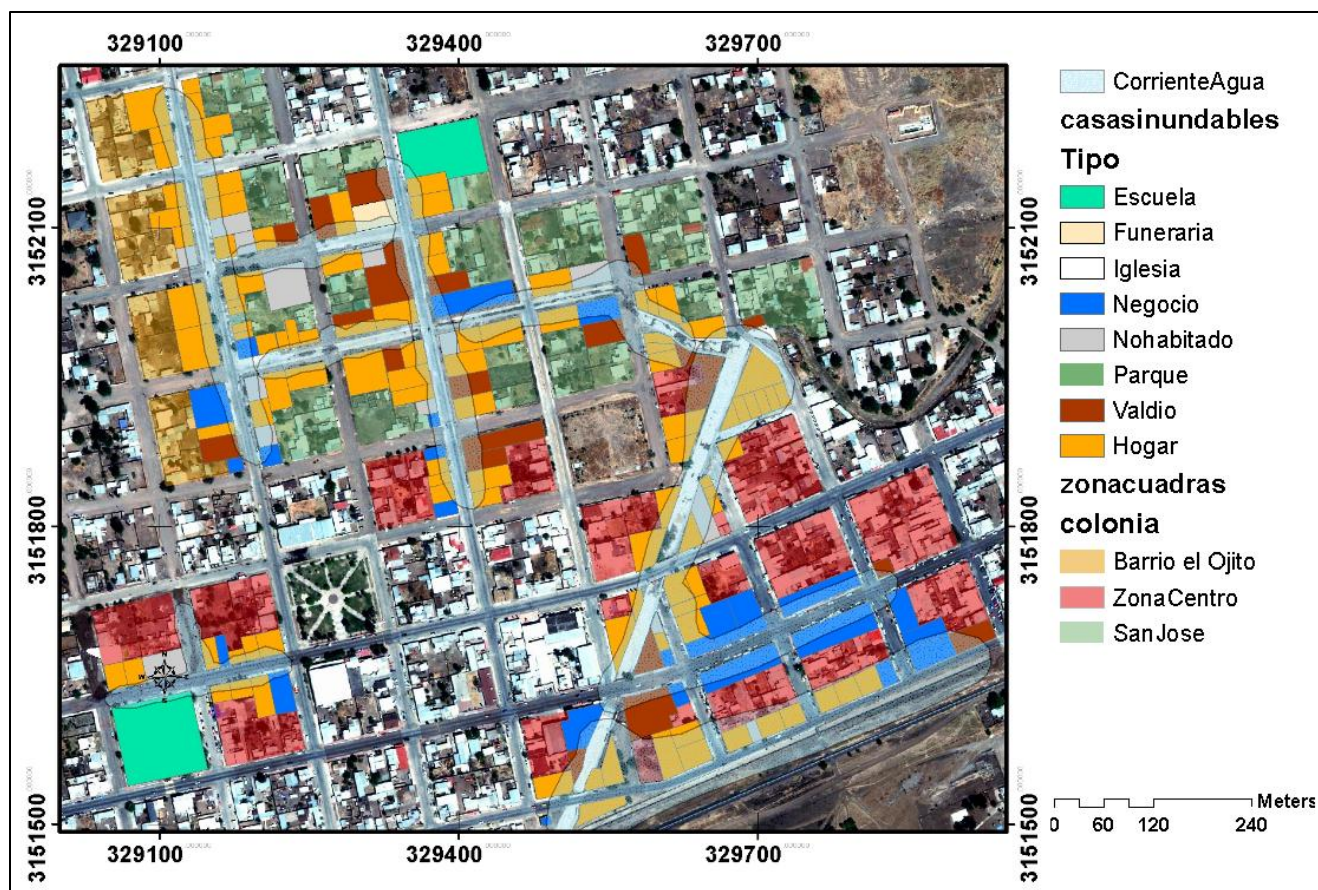


Figura 6.- Clasificación de lotes en riesgo a inundación por colonias: Barrio Ojito, San José y Zona Centro.

Mapas por colonias potenciales a inundación, representando el riesgo a pérdidas económicas a hogares.

A partir del mapa de clasificación de lotes en riesgo a inundación (Figura 4), y su división en colonias más vulnerables a ser inundadas, y mediante la encuesta realizada para la estimación de costos de bienes de hogares, se realizó dos imágenes detalladas por colonias para identificar y cuantificar los lotes en riesgo estimando las pérdidas económicas (Figura 7 y 8).

Las imágenes nos muestran como resultado, mapas donde se observa las potenciales pérdidas económicas en las diferentes áreas susceptibles a inundación, se muestran las colonias en riesgo y las perdidas clasificadas (Figura 7 y 8).

Mediante la aplicación de técnicas de SIG se evaluaron los potenciales impactos socioeconómicos relacionados con las áreas susceptibles donde se observa una clasificación por la estimación de pérdidas económicas según las encuestas realizadas en las diferentes zonas de inundación.

La clasificación solo estima a los hogares. Los negocios, iglesias funerarias y escuelas tienen pérdidas económicas más considerables, superando los rangos económicos más altos que el de las viviendas. Las Figuras 7 y 8 muestran las parcelas sin valor donde no hay pérdidas económicas por ser lotes baldíos, casas no habitadas o parques.

La clasificación consta de tres rangos: bajo, medio y alto. Las pérdidas van de 7,050 a 93,250 pesos mexicanos a hogares:

clasificadas en un nivel bajo son de 7,050 a 35,783 pesos, las de nivel medio son de 35,784 a 64,516 pesos y las de nivel alto son de 64,517 a 93,250 pesos.

Los negocios superarían esta estimación en pérdidas económicas de bienes, por esta razón en este estudio las encuestas solo se realizaron a hogares. La Figura 7 muestra las colonias Francisco Villa, progreso,

Habitación y Manzanos donde la estimación de las posibles pérdidas económicas de bienes en hogares, en su mayoría es de nivel bajo.

La Figura 8 muestra las colonias Ojito, San José y Zona Centro. La estimación de las posibles pérdidas económicas de bienes en hogares, en su mayoría es de nivel bajo

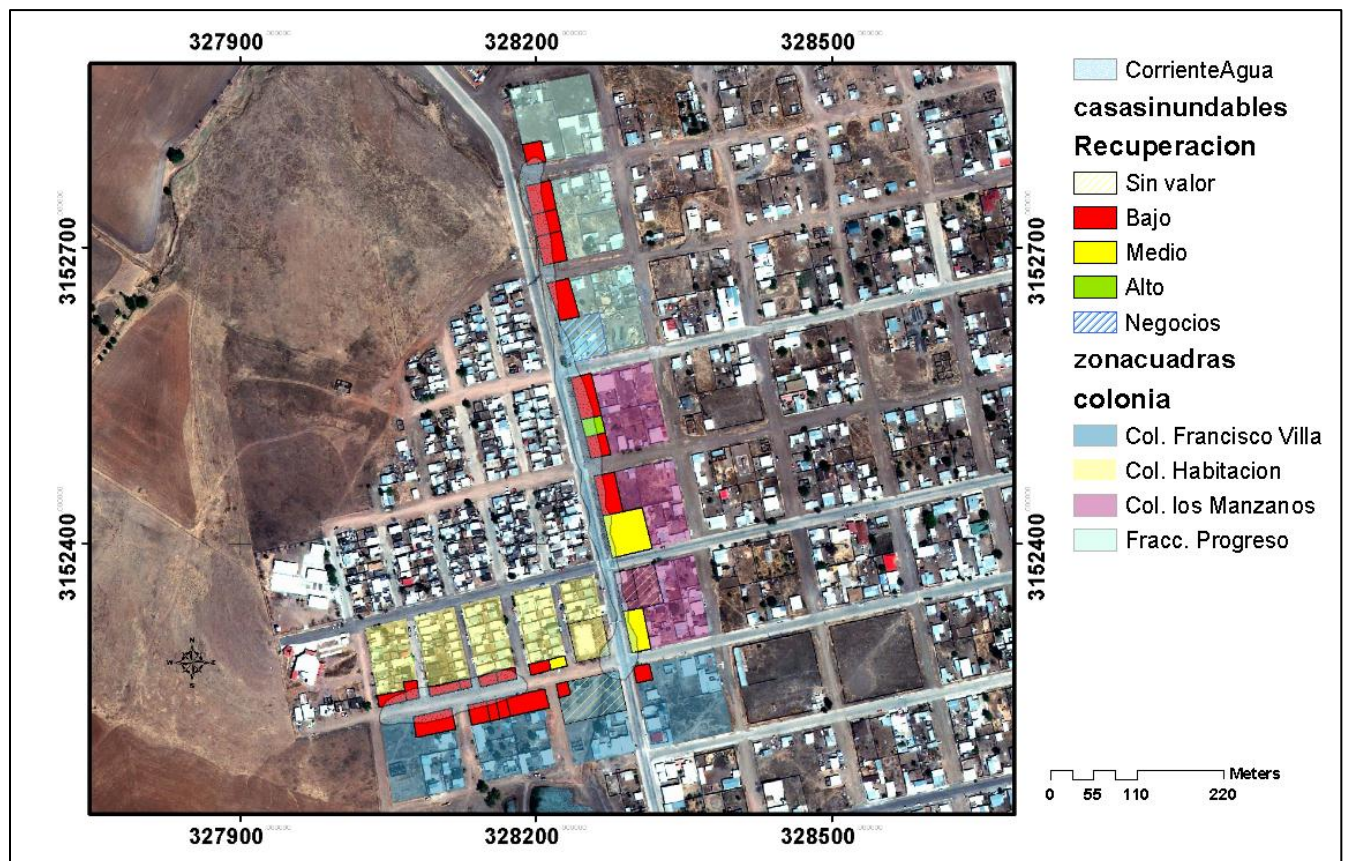


Figura 7.-Perdidas económicas: altas, medias y bajas.

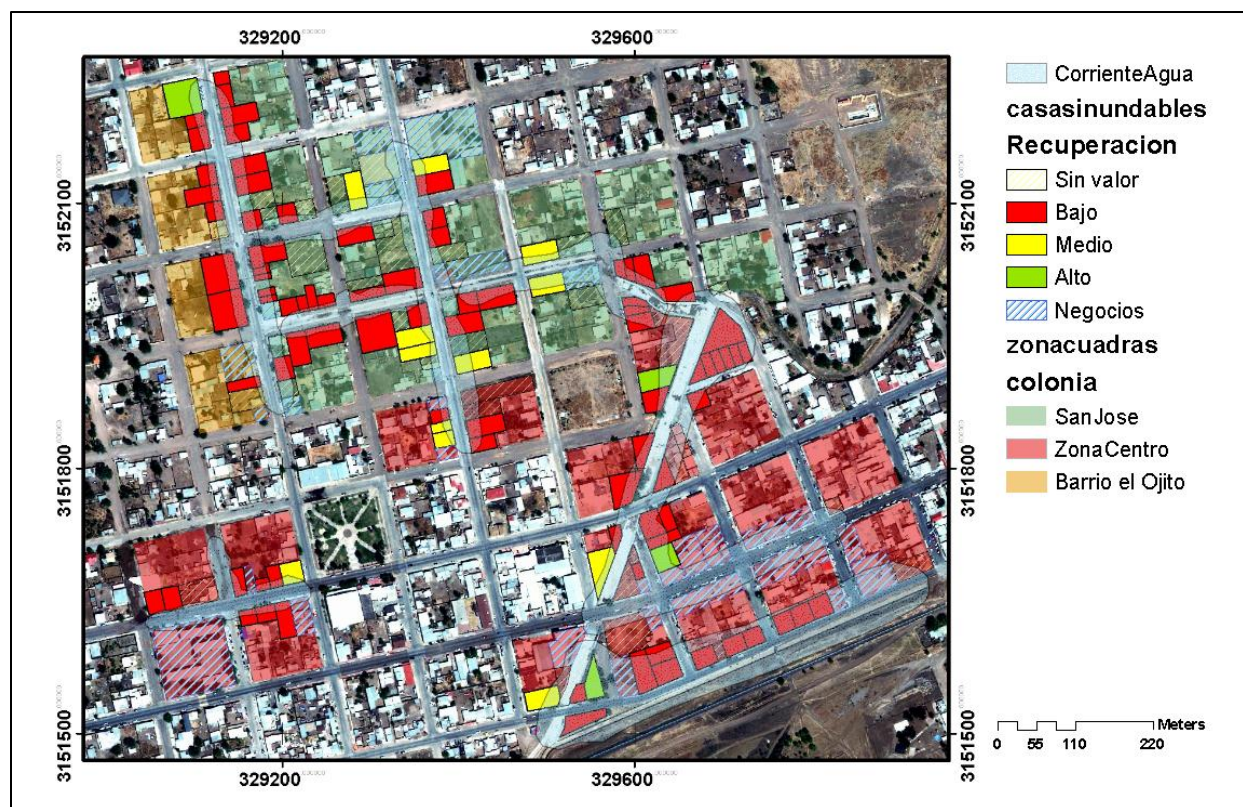


Figura 8.- Pérdidas económicas: altas, medias y bajas.

Tabla 4. Estimación de pérdidas económicas a hogares dividida por colonias.

PERDIDAS ECONOMICAS DE BIENES POR RISGO A INUNDACION	
COLONIAS	PRECIO
PROGRESO	\$117,110
MANZANOS	\$217000
HABITACION	\$172,947
FRANCISCO VILLA	\$90,997
OJITO	\$287,800
SAN JOSE	\$947,100
ZONA CENTRO	\$1,497,449
TOTAL	\$3,410,803

La Tabla 4 muestra los resultados de las estimadas perdidas económicas por colonias. Muestra que en la Zona Centro presenta una mayor afectación de bienes a hogares,

seguida de la colonia San José. Esto se debe a que el número de viviendas en riesgo a inundación en esta zona, es mayor. Obteniendo un total de 3, 410,803 pesos, la

cual es una cantidad considerable en pérdidas económicas estimadas para el seccional Anáhuac, se tiene un aproximado de 130 hogares en posible riesgo a inundación, con pérdidas económicas de 7050 a 93250 pesos por hogar, siendo el ingreso mensual por familia de 2325.8 pesos.

El ingreso mensual promedio total por hogar es el resultado de dividir el conjunto total de percepciones de los miembros de la familia entre el total de hogares a nivel nacional y por entidad federativa. Los hogares mexicanos perciben un ingreso promedio mensual de 2325.8 pesos (INEGI, 2000). Chihuahua tiene un ingreso mensual de 2,931.8 pesos mexicanos, teniendo un ingreso semanal de 665.6 pesos mexicanos, siendo la resiliencia para este estudio, la capacidad que se tiene de recuperación, difícil por los ingresos percibidos mensualmente por familia.

CONCLUSIONES

El objetivo de este estudio fue el de integrar las técnicas de SIG para identificar las áreas vulnerables al riesgo de inundación así como la digitalización de los mapas de inundación, y con ellos evaluar las posibles pérdidas económicas de bienes en las zonas potenciales a inundación en el seccional Anáhuac. Este estudio aporta información importante para compatibilizar criterios entre las distintas disciplinas involucradas en la planificación urbana, y como resultado, la planificación de las medidas no-estructurales a llevar a cabo conjuntamente con la legislación asociada para futuros procesos de urbanización.

El uso de los SIGs constituye una herramienta de gran ayuda a la hora de elaborar un mapa de peligrosidad por inundaciones ya que permite contar con una serie de elementos, tanto para el almacenamiento como la actualización de la información de los componentes, así como

la elaboración de una base cartográfica única para cada uno de ellos, lo que da la posibilidad de integrar toda la información en un mapa preliminar de inundaciones.

BIBLIOGRAFIA

Centro Nacional de Prevención de Desastres (Cenapred). (2007). *Serie Fascículos: Inundaciones*. Secretaría de Gobernación. México, D. F.

CEPAL. 2000. .Los efectos socioeconómicos de las inundaciones y deslizamientos en Venezuela en 1999.

Domínguez, R., et al, (1999), "Inundaciones", serie fascículos, no. 3, segunda edición, CENAPRED, México.

Decimoséptima Conferencia Internacional de Estadísticos del Trabajo (2003). Estadísticas de ingresos y gastos de los hogares.

Ellis, E. A. Romero, J. A. Hernández, I.U. Gallo, C. A. Alanís, J. L.(2012). Evaluación geográfica de áreas susceptibles a inundación en la cuenca del río Tuxpan, Veracruz.

Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 2010. INEGI (2010).

Gerardo Adrián Riccardi, (1997). Elaboración de mapas de riesgo de inundación por medio de la modelación matemática hidrodinámica.

Guarin, G. P.; van Westen, C. J. y Montoya, L. (2005). Community-Based Flood Risk Assessment Using gis for the Town of San Sebastián, Guatemala. Human Security & Development.

GIS-04_Entrada de datos.ppt.
https://www.ucursos.cl/forestal/2009/1/E/F078/1/material_docente/previsualizar?id

material=480145(accesado (Accesado el 4 de noviembre del 2012).

tencia contribuyente/informacion frecuencia/salarios minimos/ (Accesado el 4 de enero del 2013).

Montecelos Zamora Yalina, Batista Sánchez Daulemis, Ramón Puebla Adonis, Zaldivar Suarez Nircia, Batista Cruz Yosvanis.(2011).Diseño metodológico para la elaboración de mapas de peligrosidad por inundaciones

INEGI. 2005. Censo económico 2005.
<http://www.ocdemexico.org.mx/Chihuahua/Colonia-Anahuac/> (Accesado el 4 de noviembre del 2012).

INEGI (2000), Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Indicadores de hogares y familias por entidad federativa.

Salas Salinas M.A., Jiménez Espinoza M. (2007). Inundaciones 2007 CENAPRED Centro Nacional De Prevención De Desastres.

Sánchez, M.; Batista, J. 2005. Evaluación del peligro ante la ocurrencia de Inundaciones. Cuenca del Cauto. Cuba.

Salas Salinas Marco Antonio, Jiménez Espinosa Martin. (2007). Inundaciones (CENAPRED).

Servicio de Administración Tributaria
http://www.sat.gob.mx/sitio_Internet/asis