



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil

INVENTARIO DE ÁREAS DE INUNDACIÓN EN LA CIUDAD DE GUATEMALA

Berenise Aura Morales Ramos

Asesorado por el Ing. Claudio César Contreras Castañón

Guatemala, septiembre de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

INVENTARIO DE ÁREAS DE INUNDACIÓN EN LA CIUDAD DE GUATEMALA

TRABAJO DE GRADUACION

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA
DE LA FACULTAD DE INGENIERIA
POR

BERENISE AURA MORALES RAMOS

ASESORADO POR EL ING. CLAUDIO CÉSAR CONTRERAS CASTAÑÓN

AL CONFERIRSELE EL TITULO DE

INGENIERA CIVIL

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NOMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Luis Diego Aguilar Ralón
VOCAL V	Br. Christian Daniel Estrada Santizo
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÒ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Carlos Salvador Gordillo García
EXAMINADOR	Ing. Mario Estuardo Arriola Ávila
EXAMINADOR	Ing. Marco Antonio García Díaz
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE COMITÉ EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

INVENTARIO DE ÁREAS DE INUNDACIÓN EN LA CIUDAD DE GUATEMALA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 15 de noviembre del 2017.

Berenise Aura Morales Ramos

Guatemala, 15 de mayo del 2019

Ingeniero

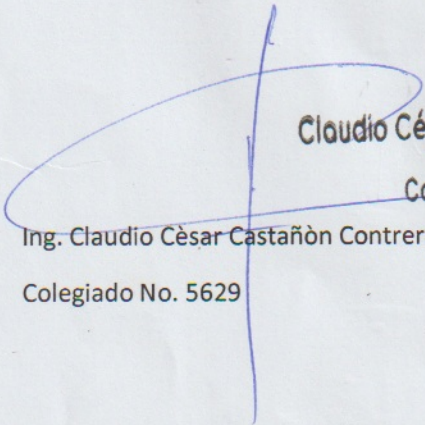
Luis Manuel Sandoval Mendoza

Jefe del Departamento de Hidráulica

Facultad de Ingeniería

Después de revisar el trabajo de graduación de la estudiante Berenise Aura Morales Ramos, quien se identifica con Carné No. 2001-12306. Titulado INVENTARIO DE ÀREAS DE INUNDACIÓN EN LA CIUDAD DE GUATEMALA, y haber hecho las correcciones necesarias al mismo, lo doy por aprobado y lo autorizo para continuar con el proceso correspondiente.

Sin otro particular, me despido atentamente.



Claudio César Castañón Contreras
Ingeniero Civil
Colegiado No. 5,629

Ing. Claudio César Castañón Contreras

Colegiado No. 5629



Guatemala, 17 de Mayo de 2019

Ingeniero
Hugo Leonel Montenegro Franco
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería

Estimado Ingeniero

Le informo que he revisado el trabajo de graduación titulado **"INVENTARIO DE ÁREAS DE INUNDACIÓN EN LA CIUDAD DE GUATEMALA"**, desarrollado por la estudiante de ingeniería civil Berenise Aura Morales Ramos, quien contó con la asesoría del ingeniero Claudio César Castañón Contreras.

Considero que este trabajo está bien desarrollado y habiendo cumplido con los objetivos doy mi aprobación al mismo, solicitando darle el tramite respectivo.

Sin otro particular, me despido atentamente.



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

Dr C. Ing. Luis Manuel Sandoval Mendoza
Jefe del Departamento de Hidráulica





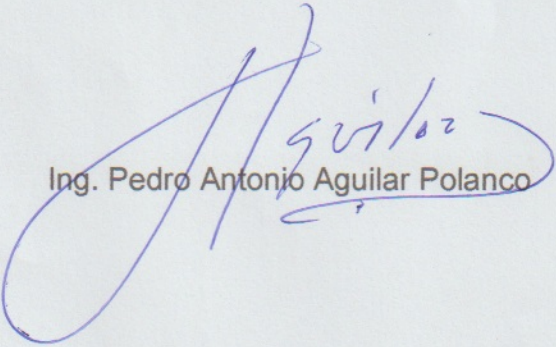
USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Claudio César Castañón Contreras y Coordinador del Departamento de Hidráulica Ing. Luis Manuel Sandoval Mendoza, al trabajo de graduación de la estudiante Berenise Aura Morales Ramos **INVENTARIO DE ÁREAS DE INUNDACIÓN EN LA CIUDAD DE GUATEMALA** da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

Guatemala, septiembre 2019

/mmm.

Más de 138 años de Trabajo y Mejora Continua



Universidad de San Carlos
de Guatemala

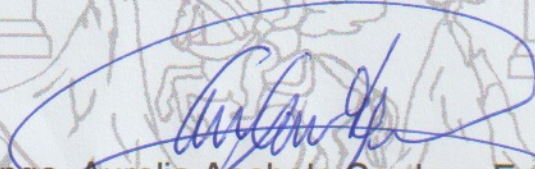


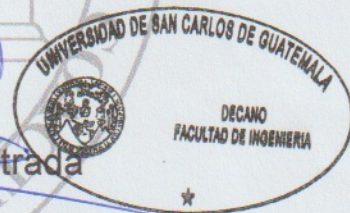
Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref.DTG.333.2019

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **INVENTARIO DE ÁREAS DE INUNDACIÓN EN LA CIUDAD DE GUATEMALA**, presentado por la estudiante universitaria: **Berenise Aura Morales Ramos**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Inga Aurelia Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, Septiembre de 2019

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Por ser quien me ha permitido tener lo necesario para terminar mi carrera, por su gracia y misericordia he llegado a este momento.

Mis padres:

Justiniano Lorenzo Morales Chun y Miriam Ramos Gómez. Su amor será siempre mi inspiración.

Mis hermanos:

David y Sergio; mi cuñado Jonathan Lázaro, por su amistad y apoyo.

Mis hermanas:

Susana, Isabel y Yadira por su apoyo incondicional a lo largo de esta carrera.

Mi beba:

Por ser la fuerza y motivo para terminar con esta etapa de mis estudios.

AGRADECIMIENTOS A:

- Universidad de San Carlos de Guatemala:** Por ser la *Alma Mater* que me dio la oportunidad de estar en sus aulas.
- Facultad de Ingeniería:** Por ser el centro de estudios que me brindo los conocimientos y bases del saber, para dar aporte a la sociedad.
- Mis amigos de la Facultad:** Eddy Waldemar Sandoval Villatoro y Eder Iván Cano por su apoyo y amistad a lo largo de la carrera. Amigos(as) del Grupo Evangélico Universitario por su amistad y apoyo.
- Ingeniero:** Claudio César Castañón Contreras, por sus enseñanzas, asesorías, aporte, paciencia y acompañamiento continuo en el proceso final de mi carrera.
- Mis catedráticos:** Por el conocimiento impartido en especial a Mario Rodolfo Corzo Ávila y Luis Manuel Sandoval Mendoza, por sus enseñanzas académicas y de vida.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. INUNDACIONES	1
1.1. Inundación	1
1.1.1 Inundación urbana	1
1.2. Inundaciones según su origen.....	2
1.2.1. Inundaciones pluvial	2
1.2.2. Inundaciones fluviales	3
1.2.3. Inundaciones costeras	4
1.2.4. Inundaciones lacustres	5
1.2.5. Inundaciones según el tiempo de respuesta	6
1.2.6. Inundaciones repentinas o súbitas	6
1.2.7. Inundaciones lentas o pasivas.....	7
1.3. Causas principales de la inundaciones	7
1.3.1. Ciclones tropicales.....	7
1.3.2. Tormentas convectivas	8
1.3.3. Granizo	9
1.3.4. Por falla de infraestructura hidráulica	10
1.4. Valle de la ciudad de Guatemala.....	11
1.4.1. Clima	11

1.4.2.	Fisiografía.....	12
1.4.3.	Geología y geomorfología	13
1.4.3.1.	Geología.....	13
1.4.3.2.	Estructura del Valle de Guatemala	16
1.4.4.	Hidrogeología	18
1.4.5.	Uso de suelos.....	19
1.4.6.	Inundaciones	20
2.	ÁREA DE ESTUDIO	21
2.1.	Selección de áreas.....	21
2.2.	Localización y ubicación.....	23
2.3.	Población y accesibilidad	24
2.3.1.	Población.....	24
2.3.2.	Accesibilidad	25
2.4.	Topografía.....	26
2.5.	Hidrografía	27
2.6.	Crecimiento del Valle de la Ermita	31
2.6.1.	Fundación ciudad de Guatemala.....	31
2.6.2.	Período de 1776 a 1871	31
2.6.3.	Período de 1871 al 1917	32
2.6.4.	Período de 1917 a 1963.....	33
2.6.5.	Reurbanización de la ciudad de Guatemala.....	34
2.6.6.	Período de 1964 a 1973.....	36
2.6.7.	Período de 1974 a 1983.....	37
2.6.8.	Período de 1984-1993.....	37
2.6.9.	Situación actual	39

3.	DETERMINACIÓN DE ÁREAS DE INUNDACIÓN.....	43
3.1.	Áreas de Inundación según periódicos nacionales.....	43
3.2.	Descripción de áreas de inundación.....	44
3.3.	Determinación de las causas por inundación	44
4.	REGISTRO DE INUNDACIÓN Y LLUVIA	47
4.1.	Registro de inundación en ciudad de Guatemala	47
4.2.	Registro de lluvia en Insivumeh.....	53
4.3.	Registro de lluvia de Conred	57
4.4.	Mapeo de inundaciones.....	57
	CONCLUSIONES	61
	RECOMENDACIONES.....	63
	BIBLIOGRAFÍA.....	65
	APÉNDICES	69
	ANEXOS	79

INDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Puente El Naranjo	2
2.	Inundaciones en la ciudad de Guatemala	3
3.	Inundación en Escuintla	4
4.	Incomunicados por inundación.....	5
5.	Lago de Petén Itzá	6
6.	Inundación por granizo.....	10
7.	Ciudad de Guatemala	13
8.	Ubicación de la ciudad de Guatemala en el Mapa en Relieve	14
9.	La topografía de la ciudad es variable entre Chinautla y Palencia.....	15
10.	Plan de Ordenamiento Territorial	20
11.	Croquis de la ciudad de Guatemala	21
12.	Croquis de zonas de la ciudad de Guatemala.....	22
13.	Mapa localizador de la ciudad de Guatemala	22
14.	Zonas de la ciudad de Guatemala	23
15.	Ubicación de la ciudad de Guatemala.....	24
16.	Accesibilidad a la ciudad de Guatemala.....	25
17.	Los volcanes Agua, Fuego y Acatenango	26
18.	Ríos de la ciudad de Guatemala	27
19.	Ríos ubicado en las zonas de la ciudad de Guatemala.....	28
20.	Amenaza por inundaciones en la República de Guatemala.....	30
21.	Crecimiento poblacional	40
22.	Crecimiento de la mancha urbana	41
23.	Crecimiento poblacional-según censos 1981,1994,2002	42

24.	Inundación durante los meses de más precipitación en la ciudad	47
25.	Inundación en carreteras cerca de la ciudad	48
26.	Inundación en calzadas	48
27.	Inundación en bulevares.....	49
28.	Inundación en avenidas	49
29.	Inundación en puentes.....	50
30.	Inundación en zonas de la ciudad de Guatemala	50
31.	Inundación anual en la ciudad de Guatemala.....	51
32.	Inundación por décadas en la ciudad de Guatemala.....	52
33.	Resumen de precipitación	53
34.	Precipitaciones máximas en la ciudad de Guatemala.....	55
35.	Inundaciones en la ciudad de Guatemala de 1988-2017.....	58
36.	Inundaciones en vías de comunicación de 1988-2017	60

TABLAS

I.	Precipitación media mensual según datos del Insivumeh de..... 1988 a 2017	54
II.	Precipitación máxima en la ciudad de Guatemala de 1988-2017	56

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
'	Minutos
"	Segundos
%	Porcentaje
°C	Grados celsius
cm	Centímetros
g	Aceleración de la gravedad
hab/ha	Habitante por hectárea
Km	Kilómetros
Km ²	Kilómetros cuadrados
I	Pendiente
l/s	Litro por cada segundo
m	Metros
mm	Milímetros
°	Grados
Q	Caudal

GLOSARIO

Agua subterránea:	Agua del suelo que encuentra en la zona de saturación y que alimenta pozos, manantiales y escorrentía subterránea.
Agua superficial:	Agua sobre la superficie del suelo.
Anegación:	Inundación de un terreno.
Año hidrológico:	División anual que principia en el mes en el que se considera que empieza la época de lluvias o invierno en los diferentes países. En el caso de Guatemala, el año hidrológico inicial el 1 de mayo y finaliza el 30 de abril del siguiente año.
Araucarias:	Un género de coníferas de la familia Araucariaceae. Son principalmente árboles grandes con un vástago erguido masivo, alcanzando una altura de 30 a 80 m. Las ramas suelen ser horizontales, y bien separadas; estando cubiertas con hojas coriáceas o aciculares.
Capacidad de infiltración:	Ritmo máximo con que el suelo, bajo condiciones dadas, puede absorber el agua de lluvia o de fusión de nieve.

Cauce:	Conducto abierto, creado natural o artificialmente, el cual contiene agua en movimiento periódico o continuamente.
Caudal:	Magnitud del flujo de una corriente en un lugar determinado de su curso, o del flujo que emana de una fuente. Se mide por el volumen de agua que en la unidad de tiempo pasa por la sección transversal de la corriente o es vertida por la fuente. En un río, el caudal suele expresarse en metros cúbicos por segundo.
Caudal medio:	Media aritmética de los caudales de todos los años.
Crecida:	Flujo relativamente alto de una corriente.
Época de estiaje:	Época de menor caudal en ríos debido a la escasa precipitación en esta estación.
Escorrentía:	Parte de la precipitación que se manifiesta más tarde como corriente de superficie.
Escorrentía agua subterránea:	Aquella parte del flujo de una corriente que tiene su origen en la precipitación que, después de filtrarse en el suelo, se une a las aguas o subterráneas, y entonces, después de días, semanas e incluso periodos más largos, se abre camino a través del suelo hacia la corriente.

- Escorrentia superficial:** Aquella parte del agua precipitada sobre la superficie del suelo, que se abre camino hacia el cauce de una corriente sin filtrarse en el suelo. Para los efectos prácticos dentro del concepto de escorrentía superficial puede incluirse también la escorrentía de aguas sub-superficiales, por comportarse esta de manera parecida a la primera, llegando a alcanzar la corriente tan rápidamente que casi siempre resulta imposible distinguirla de la escorrentía superficial.
- Estructura de Horts:** Llamado también pilar tectónico, muestra un movimiento hacia arriba en su interior, es decir el sector central está construido por rocas más antiguas como el sector lateral.
- Capacidad de infiltración:** Ritmo máximo con que el suelo, bajo condiciones dadas, puede absorber el agua de lluvia o de fusión de nieve.
- Cauce:** Conducto abierto, creado natural o artificialmente, el cual contiene agua en movimiento periódico o continuamente.
- Flujo superficial:** El flujo del agua de lluvia o de la fusión de la nieve sobre la superficie de la tierra hacia los cauces de las corrientes. Una vez entra en la corriente se convierte en escorrentía.

Graben:	Conjunto de dos fallas normales paralelas con inclinación opuesta en un ambiente tectónico expansiva. Sinónimo de fosa tectónica.
Hidrología:	Ciencia que trata de las características y propiedades del agua sobre el suelo y en su interior, y principalmente de la distribución del agua procedente de lluvias recientes o de la fusión de las nieves.
Infiltración:	Movimiento del agua desde la superficie hacia el interior del suelo. La infiltración es igual a la precipitación total menos las pérdidas debidas a la interceptación por la vegetación, a la retención en depresiones, a la evaporación y a la escorrentía superficial.
Insivumeh:	Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología.
Intervalo de precipitación:	Cantidad de agua recogida durante un intervalo de tiempo dado, por unidad de superficie.
Inundación:	Invasión de las tierras situadas junto a un cauce por el desbordamiento de sus aguas, debido a crecidas del caudal causado por lluvias abundantes o fusión de las nieves y hielos en la cuenca correspondiente.

Modelo <i>Pull Apart</i> Basins:	Se desarrollan en conjunto con dos fallas de rumbo (strike slip), donde en el centro de ambas fallas (mega fallas) se genera un sector que muestra subsidencia. La subsidencia forma algunas veces cuencas que se rellenan con sedimentos y material orgánico. Son parte del grupo de fallas de transtensión.
Nivel de agua freática:	Superficie superior de la zona de saturación.
Permeabilidad:	Capacidad variante con la que el agua penetra en el suelo bajo la fuerza de la gravedad. Por consiguiente expresa la intensidad de la percolación.
Precipitación:	Hidrometeoro constituido por una agregación de partículas acuosas, líquidas o sólidas, que cae de una nube o grupo de nubes y que llega a alcanzar la superficie de la tierra. Las unidades de precipitación son los milímetros o las pulgadas (sistemas decimal o inglés, respectivamente). En algunos documentos, la precipitación se presenta en litros por metro cuadrado, que numéricamente es igual a la altura en milímetro.
Río:	Corriente de agua superficial que va a desembocar a otro o al mar.
Temporada seca:	Período caracterizado por la escasez de precipitaciones.

Temporal:

Es un periodo de lluvias permanentes y generales.

RESUMEN

Se obtuvieron los datos de precipitación del Insivumeh y se identificaron los días de precipitación en la ciudad de Guatemala. Al tener identificados estos días se toman como referencia los periódicos nacionales para obtener los reportes de inundación en la Ciudad de Guatemala de 1988-2017. En los años 1980-1990 se consultó: El Gráfico. En los años 1990-2017 se consultó: Al Día y Nuestro Diario, durante el periodo de los meses lluviosos de mayo a octubre.

Con la información obtenida se han plasmado los datos clasificándose en: identificación de puntos de inundación por calzadas, por zonas y por direcciones específicas. Teniendo como datos finales que los puntos que año con año se inundan son: Calzada Roosevelt, Calzada San Juan, tramos del Periférico, avenida Hincapié, en los Próceres, tramos de la Calzada la Paz, tramos de la Aguilar Batres. Existen puntos específicos que son recurrentemente inundados: 13 calle de la Calzada Aguilar Batres, en el Periférico tramos como: frente a la colonia Centroamérica, por Campos Sejusa, en Novicentro, entrada a la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC).

Las razones por las que se provocan las inundaciones en la ciudad de Guatemala son: lluvia intensa en lugares específicos, crecimiento urbano, infraestructura que está abarcando la superficie terrestre impermeabilizándola, la basura en las calles y el crecimiento de las Araucarias a lo largo de las Calzadas San Juan y Roosevelt.

Las inundaciones tienen consecuencias en la economía y en la salud de la población, por ende en el paro en la economía en la ciudad al quedar parado el transporte atrasando el desplazamiento de insumos, productos, materiales y materias primas.

OBJETIVOS

General:

Realizar un inventario descriptivo y de ubicación, de las áreas de inundación en la ciudad de Guatemala.

Específicos:

1. Identificar las áreas que son recurrentes a inundaciones en la ciudad de Guatemala del año 1988 hasta el año 2017.
2. Diseñar un mapa de áreas de inundación de la ciudad de Guatemala.
3. Trazar las vías de comunicación con inundación en la ciudad de Guatemala.

INTRODUCCIÓN

Las inundaciones son provocadas sobre la superficie terrestre debido a factores como: la pendiente, el uso de suelo, el crecimiento poblacional y la intervención del hombre. Otra causa son los fenómenos meteorológicos que han afectado a Guatemala como: el huracán Mitch en 1998, el huracán Adrián y el Stand en el 2005 y la tormenta tropical Agatha en el 2010.

A partir del siglo XIX con la revolución industrial que comenzó a producirse el éxodo poblacional a la ciudad. Para proveer de vivienda e infraestructura a 994 604 habitantes en el municipio de Guatemala, según proyecciones del INE para el año 2017. Ha propiciado una extensa impermeabilización de terrenos, causando riesgos de sobrecarga, inundaciones urbanas, alteraciones en los procesos hidrológicos, el suelo ha perdido su capacidad drenante, ha aumentado la escorrentía superficial y una disminución en la evapotranspiración, al reemplazar gran parte de la vegetación natural.

Las inundaciones que se producen en la ciudad de Guatemala generan problemas de distinto tipo como: congestionamiento vehicular, accidentes, pérdidas materiales y acumulación de desechos en la red de drenaje.

Los daños ocasionados por las inundaciones es un tema que les compete a las autoridades estatales de Guatemala; debido a que necesitan tomar decisiones de ordenamiento territorial, manejo de inundaciones y creación de planes para atender a la población. Para ello requiere de un estudio minucioso de las causas, consecuencias y ante todo soluciones.

1. INUNDACIONES

1.1. Inundación

De acuerdo con el glosario internacional de hidrología (OMM/UNESCO, 1974), la definición oficial de inundación es: “Aumento del agua por arriba del nivel normal del cauce”¹. Considerando el nivel normal del agua como la elevación media en dicho cauce; que no causa pérdidas ni daños.

1.1.1 Inundación urbana

Anegación que se produce en una superficie en la que el paisaje natural ha sido pavimentado y se han colocado desagües.

La tierra pasa de ser un campo o un bosque a ser una calle asfaltada, áreas urbanizadas, de modo que pierde su capacidad para absorber la lluvia. La urbanización aumenta los efectos de 2 a 6 veces de lo que ocurriría en un terreno natural. Durante períodos de inundaciones urbanas, las calles pueden llegar a ser ríos que se mueven de un lugar a otro, mientras que las aceras y los viaductos pueden convertirse en trampas mortales a medida que se llenan de agua².

¹ OMM/UNESCO. *Glosario internacional de hidrología*. p. 316.

² Spokes, Lucinda. http://klimat.czn.uj.edu.pl/enid/1_Inundaciones_Tempestades/_Inundaciones_rel_mpago_3i5.html. Consulta: enero de 2018.

Figura 1. **Puente El Naranjo**



Fuente: Archivos fotográficos de Soy502, 2017.

1.2. Inundaciones según su origen

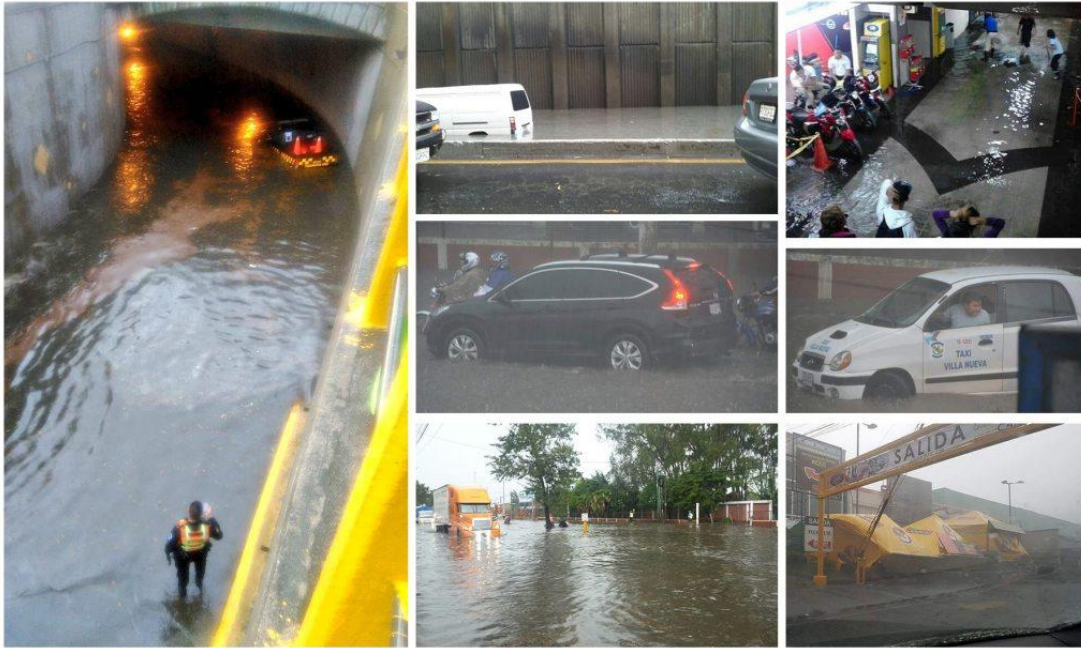
Las inundaciones son eventos socio naturales, debido a que ocurre por la ocupación lenta de agua en áreas donde normalmente esta libre de esta. A continuación se describe según su origen.

1.2.1. Inundaciones pluvial

Son precipitaciones de agua que desciende sobre una superficie terrestre, formándose estas en la atmósfera que luego de un proceso de condensación. Cuando el índice de infiltración es menor al índice es saturación, provoca que el terreno se sature totalmente y se forme la inundación por horas o por días.

La precipitación que satura este terreno es proveniente de precipitación directa, es decir que no viene por precipitación que haya caído es un lugar más elevado de la cuenca.

Figura 2. **Inundaciones en la ciudad de Guatemala**



Fuente: Archivos fotográficos de Soy502, 2017.

1.2.2. **Inundaciones fluviales**

Son las causadas por desbordamientos de ríos, si en los alrededores de los ríos no existen habitantes este tipo de inundación no implica algún problema.

Normalmente en Guatemala los alrededores de los ríos se encuentran con poblados pequeños que utilizan en agua del mismo para su uso personal, esta situación hace que cada época lluviosa o cada temporal sea motivo de amenaza a estas comunidades. Al saturarse los suelos la tierra se suelta y vienen los desbordamientos, produciendo los llamados “desastres naturales”.

Figura 3. Inundación en Escuintla



Fuente: Prensa Libre, 2016.

1.2.3. Inundaciones costeras

Estas inundaciones suceden cuando el nivel medio del mar sube debido a la marea, cubriendo grandes extensiones de terreno debido a que los niveles de superficie casi son iguales.

La marea de tormenta es generada por los vientos de los ciclones tropicales sobre la superficie del mar y por la disminución de la presión atmosférica en el centro de estos meteoros. Por su parte, el oleaje en el océano puede ser provocado por diferentes factores; sin embargo, su causa más común es el viento. La suma de los efectos de ambos fenómenos, puede causar importantes estragos.

En la antigüedad las comunidades estaban conscientes de los fenómenos naturales y podían determinar si venía alguna inundaciones. Tenían la costumbre de utilizar las orillas para su trabajo, pero sus viviendas las construían en las áreas altas o elevadas considerando la altura de las inundaciones, para evitar pérdidas.

Figura 4. **Incomunicados por inundación**



Fuente: Prensa Libre, 25 de octubre de 2017.

1.2.4. Inundaciones lacustres

El término lacustre viene del término latín *lacus* que significa lago. Esto significa que estas inundaciones son provocadas por el desbordamiento de lagos provocados por precipitaciones directas o indirectas.

Estas anegaciones abarcan los perímetros de lagos independientemente de la condición física o geológica de la superficie.

Figura 5. **Lago de Petén Itzá**



Fuente: http://gt.geoview.info/guatemala_pasarela_entre_islas_lago_peten_itza,17290941p.
Consulta: 6 de noviembre de 2018.

1.2.5. Inundaciones según el tiempo de respuesta

Cuando sucede una inundación el tiempo que se tiene disponible para alertar y evacuar a los habitantes es crucial, dependiendo de este tiempo así será la respuesta que se pueda dar ante este evento.

1.2.6. Inundaciones repentinas o súbitas

Estas inundaciones son producidas en poco tiempo sin dar margen a las autoridades a alertar o tomar medidas de prevención. Se producen con caudales elevados ocurridos en corto tiempo; por lluvias, tormentas o huracanes.

Se pueden formar en dos formas; cuando llevan grandes cantidades de agua van arrasando rocas y árboles a su paso, botando construcciones y

estructuras; provocando que se forme una obstrucción o represamiento en la cuenca aguas arriba produciendo una inundación repentina.

1.2.7. Inundaciones lentas o pasivas

Son inundaciones que se localizan sobre superficies planas, con poca pendiente o con una hondonada que tienen poco drenaje. De tal manera que inunda viviendas, estructuras y cultivos.

Son producidas por saturación de los suelos tanto los micro como los macro poros de la tierra se encuentran totalmente llenos y la superficie inicia a llenarse con la lluvia, provocando desborde en los ríos y cauces aledaños; provocando que por horas o días este la superficie inundada.

Las precipitaciones de este tipo son cíclicas en cada temporada anual, por lo que se consideran normales y los habitantes tienen conocimiento en que fechas va a precipitar.

1.3. Causas principales de las inundaciones

Las inundaciones tienen diferentes causas desde causas aparentemente naturales, es decir por comportamiento de la naturaleza; pero de fondo es por que el hombre la ha intervenido desfavorablemente y otra causa es por infraestructuras que fallan. A continuación las principales causas de las inundaciones.

1.3.1. Ciclones tropicales

Es un término meteorológico que se refiere a un sistema tormentoso formado por una circulación cerrada alrededor de un centro de presión baja y

que produce abundante lluvia y fuertes vientos, extrayendo su energía de la condensación del aire húmedo. Dependiendo de su fuerza un ciclón tropical puede tener distintos nombres como: depresión tropical, huracán y dependiendo de su localización se pueden llamar tifón o ciclón.

Ciclón se refiere a la naturaleza ciclónica de las tormentas, con una rotación en el sentido contrario de la agujas del reloj en el hemisferio norte y en el sentido de las agujas del reloj en el hemisferio sur.

“Los sistemas tropicales son conducidos por vientos direccionales hacia la tropósfera; si las condiciones continúan siendo favorables, la perturbación tropical se intensifica y puede llegar a desarrollarse un ojo, y pierden su fuerza cuando penetran en tierra o si las condiciones alrededor del sistema se deterioran este se disipa”³.

1.3.2. Tormentas convectivas

Se originan en el calentamiento de la superficie terrestre, ya que algunas áreas de la superficie de la tierra absorben más los rayos solares, al entrar en contacto el aire con estas -zonas cálidas- se calienta más que sus alrededores produciendo corrientes verticales ascendiendo el aire caliente húmedo. Cuando estas corrientes llegan a la troposfera, se enfrían muy rápido produciendo la condensación del vapor del agua, formándose nubes densas llamadas cúmulos o nubes macizas. Se producen en zonas llanas o con pequeñas irregularidades topográfica.

³ SÁNCHEZ GONZALES, DIEGO. *Peligrosidad y exposición a los ciclones tropicales en ciudades del Golfo de México.* p 50.

1.3.3. Granizo

El granizo se forma en las tormentas eléctricas, cuando las gotas de agua o los copos de nieve formados en las nubes cumulonimbos son arrastrados verticalmente por corrientes de aire turbulento, característico de las tormentas. Las piedras de granizo crecen por las colisiones de estas partículas de agua fría a una temperatura menor que la de su punto de congelación, permaneciendo en estado líquido. Cuando las partículas de agua llegan a ser demasiado pesadas para las corrientes de aire que las sostienen, caen por efectos de la gravedad al suelo.

Las piedras de granizo tienen diámetro que varían de 2mm-13cm. En ocasiones. La magnitud de los daños que puede provocar la precipitación en forma de granizo depende de su cantidad y tamaño.

En las zonas rurales, los granizos destruyen siembras y plantíos, a veces causan la muerte de animales. En las viviendas cuyas techumbres están construidas con cartón, material natural, entre otros, los daños pueden ser graves. En regiones urbanas: afectan a las viviendas, construcciones y áreas verdes. En ocasiones, el granizo se acumula en cantidad suficiente dentro del drenaje para obstruir el paso del agua y genera encharcamientos e inundaciones durante algunas horas; la acumulación de granizo en techos precarios resulta peligrosa para la estabilidad de la vivienda⁴. (Ver figura 6).

En Guatemala la lluvia acompañada con granizo es escasa, por esta razón en pocas ocasiones existen consecuencias por el granizo.

⁴ Secretaria de Protección Civil del Estado de Veracruz. *Recomendaciones y medidas preventivas de protección civil por tormentas de granizo, "granizadas"*. p 2.

Figura 6. **Inundación por granizo**



Fuente: Prensa Libre, 27 de abril de 2017.

1.3.4. Por falla de infraestructura hidráulica

Según CENAPRED “Existe una causa que puede generar una inundación, aún más grave que las antes mencionadas; si la capacidad de las obras destinadas para protección es insuficiente, la inundación provocada por la falla de dicha infraestructura será mayor que si no existieran obras. Afortunadamente las inundaciones por insuficiencia de obras de almacenamiento y control han sido poco frecuentes”⁵.

⁵ (CENAPRED) Centro Nacional de Prevención de Desastres. Secretaría de Gobernación, México. <https://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/3> FASCICULOINUNDACIONES.PDF. p 10

Las obras de infraestructura hidráulica pueden presentar fallas en su funcionamiento a causas como:

- 1. Diseño escaso: se produce al momento de la etapa de la planificación por la falta de información hidrológica de la cuenca o la climatología del lugar, el empleo de criterios o metodologías inapropiadas u obsoletas para al diseño de la infraestructura.
- 2. Mala operación: se refiere al funcionamiento de presas con compuertas. En un caso cuando la puerta se abre más de lo necesario produciendo desbordamiento en el río aguas abajo o por otro lado cuando la compuerta no deja pasar agua provocando un rebalse en la compuerta, poniendo en peligro la cortina de la compuerta.
- 3. Falta de mantenimiento o término de la vida útil de la obra: pueden suceder en obras pequeñas como bordos de protección y algunas presas antiguas.

1.4. Valle de la ciudad de Guatemala

La ciudad de Guatemala se funda en 1524, en el Valle de la Virgen de la Asunción, conocido hoy como Valle de Guatemala. Tiene características muy exquisitas para sus habitantes con una temperatura agradable. A continuación se describen sus características.

1.4.1. Clima

El clima en la ciudad de Guatemala es templado debido a que se encuentra en el trópico del cáncer, las cuatro estaciones no se notan debido a que su temperatura varía poco al cambio de las estaciones, y es llamado el clima de la eterna primavera.

Las temperaturas en el Valle de Guatemala oscilan entre los 12 a 28 grados *celsius*.

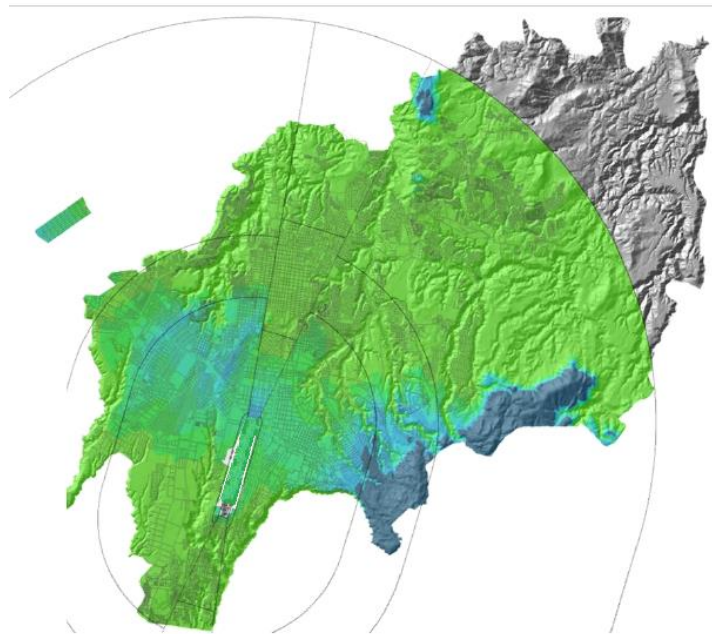
El clima templado de este Valle hace que sea un lugar llamativo para vivir y por lo tanto año con año el conglomerado habitacional va en aumento.

1.4.2. Fisiografía

Con base a la información que se tiene de topografía, geología y climatología, se pueden obtener datos sobre la forma de la superficie terrestre de Valle de Guatemala.

Como se podrá ver en la figura 7; la ciudad se encuentra en lugares altos y en sus alrededores se pueden observar las pendientes sombreadas que van a los ríos. En estas pendientes se encuentran asentamientos humanos.

Figura 7. **Ciudad de Guatemala**



MAPA FISIAGRÁFICO - CIUDAD DE GUATEMALA

Fuente: MORATAYA ORTIZ, Eddy Leonel. *Encuesta CIMES, ciudad de Guatemala*.
https://desarrollourbanoyterroterial.duot.upc.edu/sites/default/files/Encuesta%20CIMES_Ciudad%20de%20Guatemala_Morataya_MDUT%202011.pdf.
Consulta: junio de 2018.

1.4.3. Geología y geomorfología

La ciudad de Guatemala que está conformada por 23 zonas, se encuentra ubicada entre dos fallas, que a continuación se describen.

1.4.3.1. Geología

El municipio de Guatemala está situado a 1 502,32 msnm, en el banco de marca ubicado en el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH), llamado anteriormente la: D.G. de C.

en el Observatorio Nacional Meteorológico y Sismológico, ubicado en la zona 13 de la Ciudad de Guatemala.

El municipio de Guatemala tiene una extensión territorial de 108 888 km² se encuentra en la Zona de Falla Motagua Polochic.

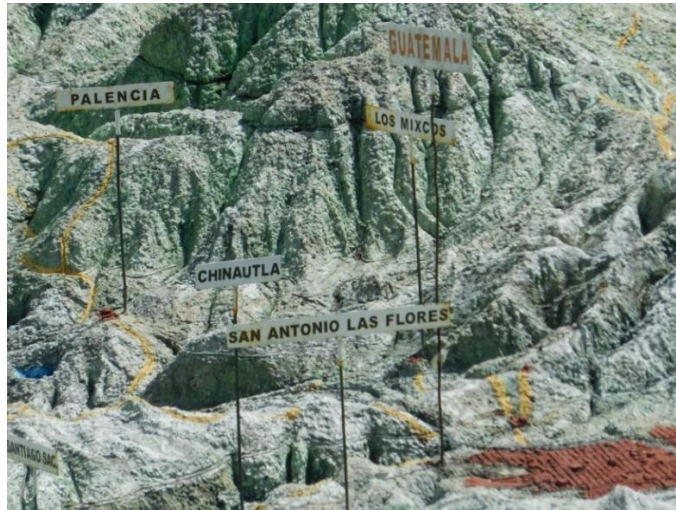
El Graben de la ciudad de Guatemala, es una depresión estructural originada por el movimiento vertical sobre fallas de gran ángulo: Falla de Mixco y Falla de San José Pinula, es un Valle en forma de “U” cuyo fondo ha sido rellenado por depósitos piroclásticos recientes.

Figura 8. **Ubicación de la ciudad de Guatemala en el Mapa en Relieve**



Fuente: elaboración propia.

Figura 9. **La topografía de la ciudad es variable entre Chinautla y Palencia**



Fuente: elaboración propia.

La forma de la ciudad de Guatemala es irregular, con barrancos en sus alrededores, y con pendientes en el trayecto de la misma. Las pendientes y los barrancos sobrepoblados que tiene actualmente hace que se provoquen inundaciones y deslizamientos en época de lluvia, aumentando este fenómeno en los alrededores.

En temporales es normal encontrar los puntos específicos inundados, como paradas de buses, mercados y desniveles. Al igual que en pendientes muy pronunciadas como la de Villa lobos.

Cuando la época lluviosa se torna más intensa o sucede algún fenómeno meteorológico existen deslizamientos en las orillas de peñascos, que en su mayoría existe viviendas en la parte superior como en el deslizamiento del cambray.

La ciencia de la Geología estudia la estructura de los suelos tanto interna como superficial.

“Según el Modelo Tectónico de Graben. Se ha aceptado por la comunidad geo científica, que la estructura del Valle de la ciudad de Guatemala es una depresión de origen tectónico, tipo graben, delimitada por las fallas de Mixco y Pinula (Weyl 1980; Parker, 1978; Bonis, 1978; Bonis, 1993); de acuerdo al relieve actual, el desnivel entre los bloques levantados y el graben, donde se encuentra el Valle es de 1 503,32 msnm.

En la interpretación de la estructura del graben de la Ciudad de Guatemala, las fallas de Mixco y Pinula, son fallas normales de gran ángulo, aproximadamente paralelas de 20 km de largo, con una orientación norte a noreste, que por su actividad han provocado la depresión tectónica que se ha rellenado por materiales procedentes de una serie de eventos de flujos de piro clastos.

El graben se encuentra delimitado en el norte por rocas intrusivas y metamórficas del Cretácico, al sur de la falla del Motagua; al sur lo limita la cordillera volcánica del Cuaternario, específicamente por los volcanes de Agua y Pacaya.

1.4.3.2. Estructura del Valle de Guatemala

De acuerdo a estas evidencias, se concluye que bajo el Valle de la ciudad de Guatemala ha sido formado como una estructura de tipo pull apart basin, delimitado al norte por la falla del Motagua, al sur por la falla de Jalpatagua y en el centro se ha generado una la zona de distensión que formó la depresión en la

que se encuentra la ciudad. La zona de distensión primero fue aprovechada por la actividad volcánica representada por los volcanes Pinula y El Naranjo.

Al continuar los movimientos tectónicos colapsaron las estructuras volcánicas formando el sistema de fallas de Mixco, cuyas trazas se evidenciaron en superficie durante el terremoto de 1976. Estas estructuras han sido cubiertas por un potente espesor de materiales piro clásticos que han encubierto y ocultado su origen.

De acuerdo a la presente interpretación, el patrón del fracturamiento del Valle de Guatemala provocado por el terremoto de 1976 ha evidenciado que la zona de fallamiento coincide únicamente con la falla de Mixco, que es un sistema de fallas normales, escalonadas, cuya forma está gobernada por las estructuras volcánicas subyacentes. Lo que hasta ahora se conoce como falla Pinula, representa las faldas del relicto de la estructura volcánica. La estructura del relicto volcánico se adentra en el Valle de Guatemala hasta el sector de El Trébol, siendo el contorno exterior, el formado por los altos estructurales que se encuentran dentro del Valle de Guatemala. Hacia el oeste de este contorno, se inicia la zona de fallamiento activo.

Debido a las formaciones de las placas que atraviesan en medio de la ciudad ha sido necesaria la construcción de desniveles y puentes. Los cuales en las épocas lluviosas son puntos de inundación. Otro factor que se observa en la ciudad son los niveles variados de las capas tectónicas, esto provoca que los puntos más bajos sean sectores propicios para inundaciones, debido a que recogen las precipitaciones de los niveles elevados.

1.4.4. Hidrogeología

El Valle de la ciudad de Guatemala, se encuentra ubicada a 1 500 msnm, es decir que se encuentra rodeada de ríos que por temporadas se secan. Estos ríos van con pendiente de norte a sur y viceversa.

En la hidrogeología se encuentra la descripción de los suelos hídricos de la ciudad de Guatemala, se presenta la descripción de la cuenca del sur:

En el sur de la ciudad de Guatemala se encuentra el sector del Ojo de Agua, en este lugar se existe un campo de pozos que produce el 72 % del cauce extraído de los acuíferos del Valle Central y un poco más del 20 % de la producción total para la ciudad de Guatemala.

Este sector sur es de suma importancia para el abastecimiento de agua potable, siendo necesario seguir aprovechando este acuífero. La geología de esta área tiene lavas, sedimentos y piro clastos de permeabilidad variable, dando origen a dos acuíferos el superior e inferior.

El superior está constituido por material de relleno de piro clastos y sedimentos fluviales, con permeabilidad primaria, de tipo libre, con valores de transmisividad para los piro clastos de 50 a 750 m²/día, y de 150 a 2 000 m²/día para los sedimentos. Los valores de coeficiente de almacenamiento de los piro clastos es 0,09 y para los depósitos aluviales de 0,20.

El acuífero inferior presenta una permeabilidad secundaria, encontrándose también bajo condiciones de confinamiento. La transmisividad oscila entre 1 600 y 9 500 m²/día en los pozos de Ojo de Agua, con un valor de coeficiente de almacenamiento para rocas volcánicas fracturadas de 0,014. Los niveles

estáticos de los pozos de Ojo de Agua han descendido hasta 13,2 m con un promedio de 9 m en más de 20 años.

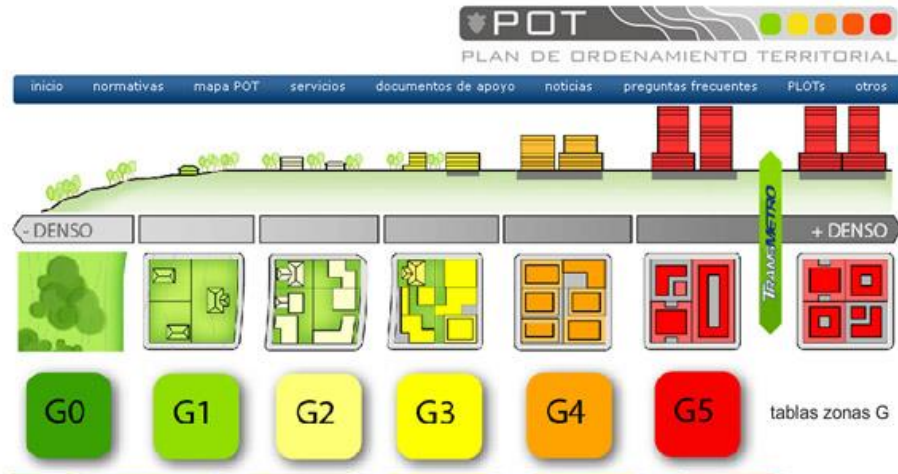
Actualmente, la profundidad del nivel de agua subterránea con respecto al nivel del suelo varía de 12 y 14m, existiendo anteriormente manantiales surgentes. El caudal de los principales pozos varía de 134 a 232 l/s, con un caudal total de 1 675 l/s. La dirección de flujo de las aguas subterráneas es principalmente de norte a sur y tiene un control tectónico por un sistema de fallas con orientación N-S, que ha originado estructuras de horsts y grabenes en las cercanías⁶.

1.4.5. Uso de suelos

El uso de suelos en la ciudad de Guatemala está reglamentado a través del POT (Plan de Ordenamiento Territorial), en el cual se definen los usos permitidos para cada zona; este plan está contemplado para el periodo interesal 2016-2020. Existen distintas clasificaciones de uso de suelos, entre los cuales están, del G0 al G5. Siendo el G0: lugares del cinturón de vegetación, conforme van las descripciones de los G, se llega al G5: que es el área más densa poblacionalmente, es decir, donde se ubican los edificios multifamiliares.

⁶ PEREZ CARLOS *Estructura geológica del Valle de la Ciudad de Guatemala, interpretado mediante un modelo de cuenca por distensión.* p 72.

Figura 10. **Plan de Ordenamiento Territorial**



Fuente: Municipalidad de Guatemala.

1.4.6. Inundaciones

Las inundaciones ocurridas en la ciudad de Guatemala se deben a desbordamientos de los ríos que se encuentran en los alrededores del centro de la ciudad afectando a poblaciones que se encuentran a las orillas de los asentamientos. Ocurren en los desniveles, las paradas de buses y en los mercados, debido a las áreas asfaltadas y pavimentadas, en donde la precipitación se concentra.

Suelen ocurrir con empozamientos como una altura máxima de 90 cm en casos extremos, en su mayoría son con una altura de 20 cm. a 40 cm.

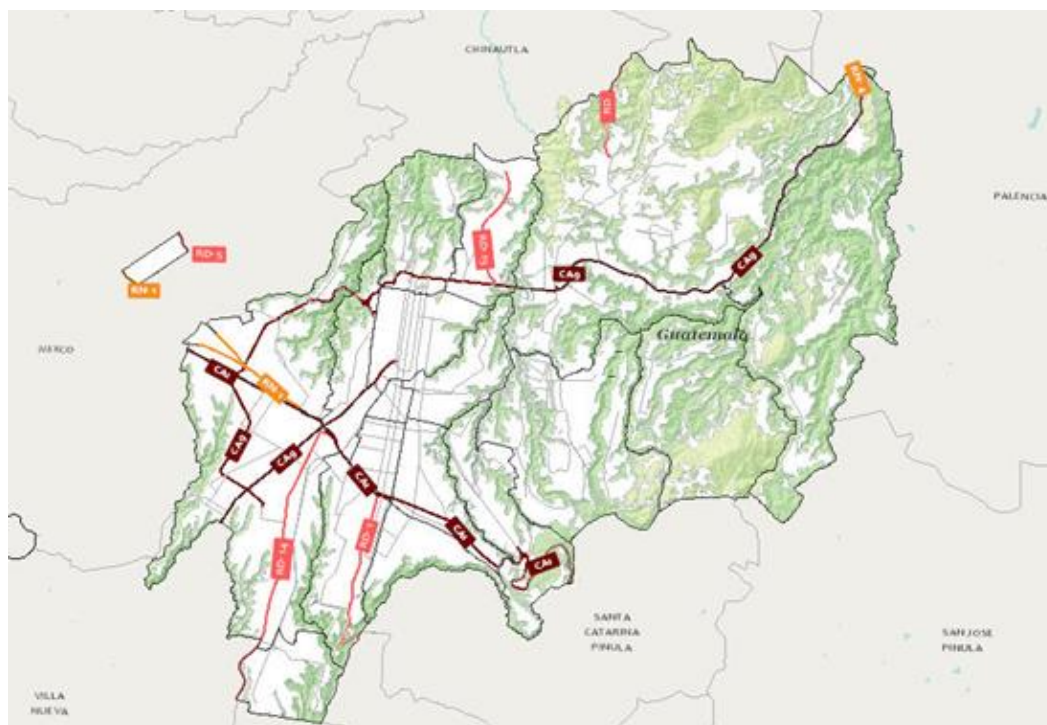
2. ÁREA DE ESTUDIO

2.1. Selección de áreas

La ciudad de Guatemala tiene 17 municipios y el municipio de Guatemala es el área a analizar, como muestra un croquis del municipio en la figura 11.

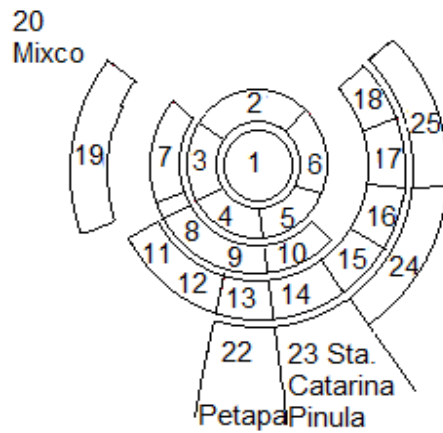
El área que se contempla abordar en la presente investigación es el municipio de Guatemala con sus zonas correspondientes, como se muestra en la figura 12.

Figura 11. Croquis de la ciudad de Guatemala



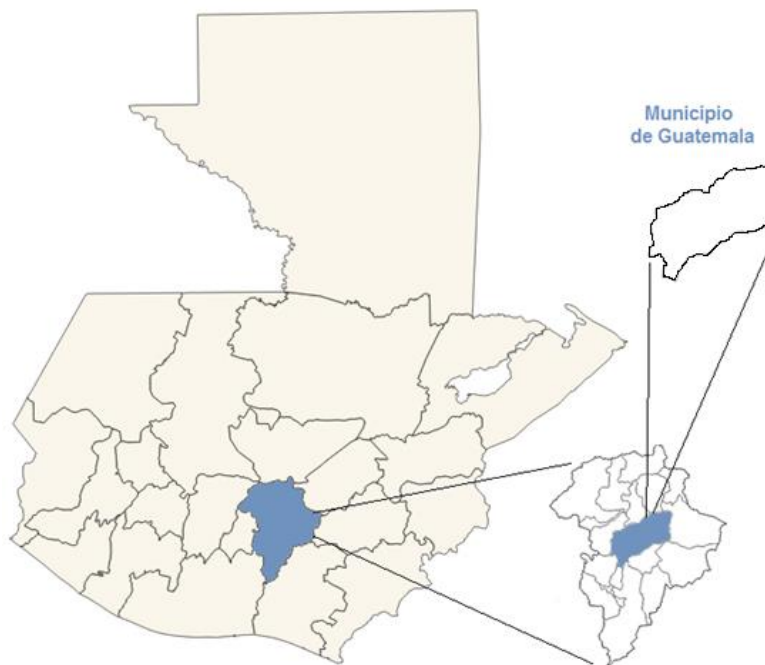
Fuente: Datos del mapa © Google 2018.

Figura 12. **Croquis de zonas de la ciudad de Guatemala**



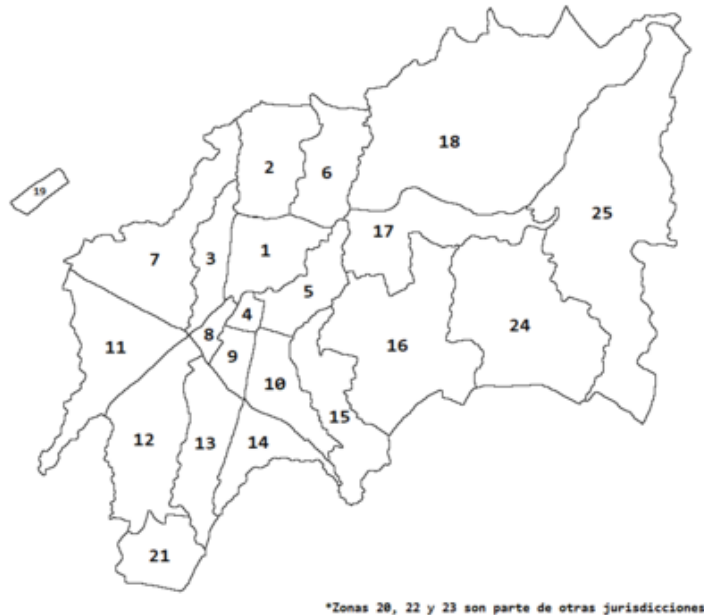
Fuente: elaboración propia, empleando Paint.

Figura 13. **Mapa localizador de la ciudad de Guatemala**



Fuente: elaboración propia, empleando Paint.

Figura 14. **Zonas de la ciudad de Guatemala**



Fuente: Municipalidad de Guatemala. Plan de Ordenamiento Territorial.

2.2. Localización y ubicación

La ciudad de Guatemala está ubicada en el «Valle de la Ermita» con alturas que varían entre los 1 500-1 600 (msnm) y las temperaturas medias oscilan entre los 12 y 28 Celsius.

Altitud: 1 502,32 metros.

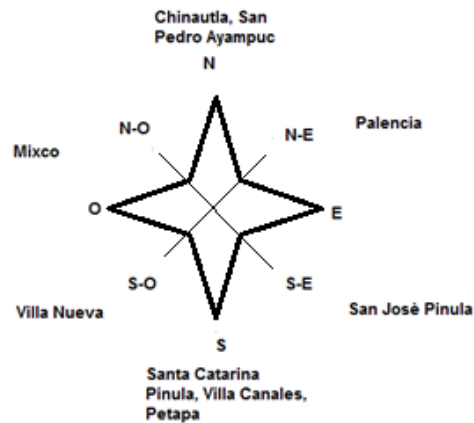
Latitud: 14° 35' 11" N

Longitud: 90° 15' 58" O

Extensión: 108 888 km²⁷.

⁷ Diccionario geográfico de Guatemala. Tomo I. p.308.

Figura 15. **Ubicación de la ciudad de Guatemala**



Fuente: elaboración propia, empleando Paint.

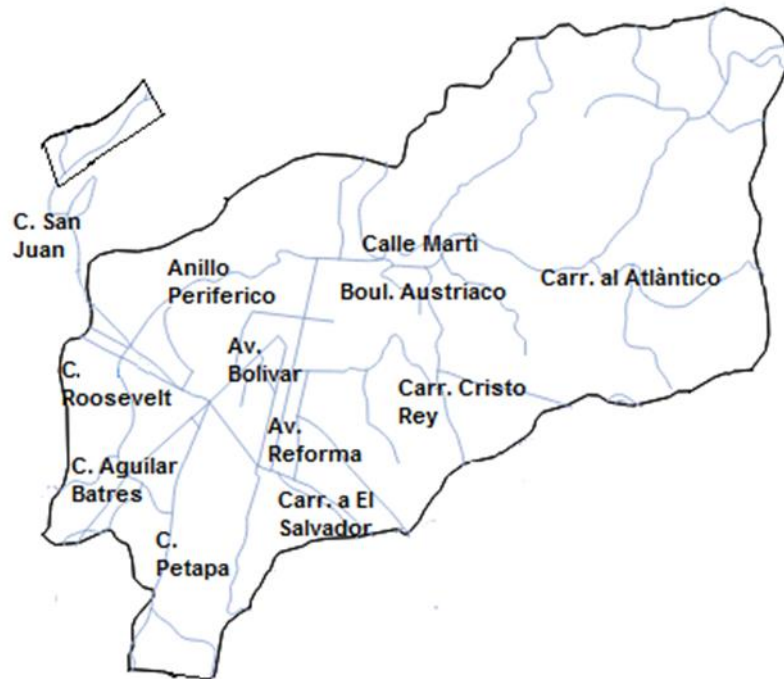
2.3. Población y accesibilidad

La ciudad de Guatemala esta en un punto de hacinamiento poblacional y con ello aumenta el área asfalta o revestida de concreto, los residuos humanos; aumentando con ello las inundaciones. A continuación se describen datos de población y accesibilidad.

2.3.1. Población

La ciudad de Guatemala tiene proyectada una población de 994 887 habitantes, esto representa un 20 % de la población total, para el 2018, según censo del 2002 del Instituto Nacional de Estadística (INE. La concentración poblacional es la mayor de los 22 departamentos del país de Guatemala.

Figura 16. **Accesibilidad a la ciudad de Guatemala**



Fuente: elaboración propia, empleando Qgis.

2.3.2. **Accesibilidad**

Las vías de comunicación al municipio de Guatemala son a través de las carreteras que vienen de los municipios aledaños; dentro del municipio existen calzadas, bulevares, avenidas para su comunicación.

2.4. Topografía

La ciudad de Guatemala cuenta con una variedad topográfica, el centro es un área llana y en sus alrededores existen los llamados barrancos, que actualmente se encuentra saturados poblacionalmente.

Figura 17. **Los volcanes Agua, Fuego y Acatenango**



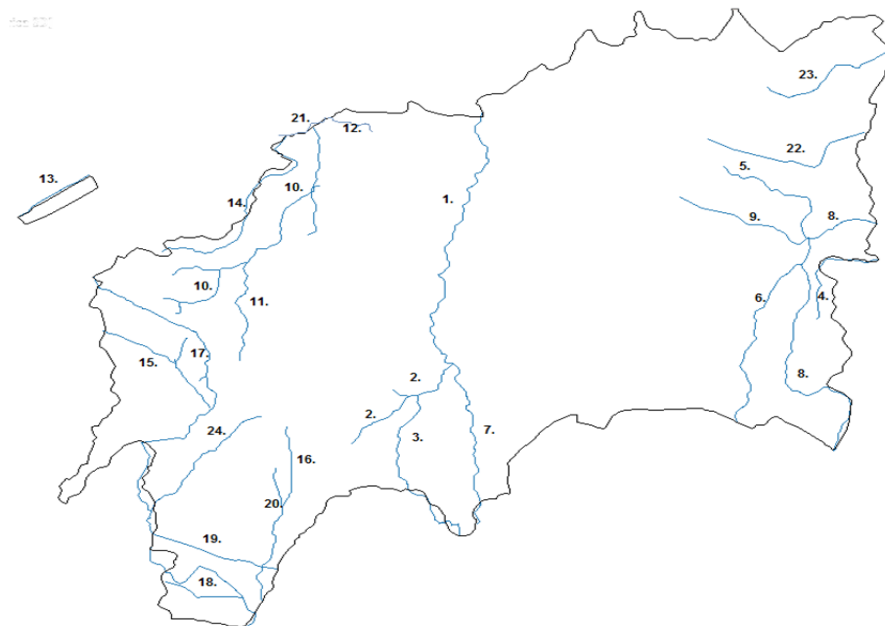
Fuente: Wikipedia 2018.

La configuración topográfica de la zona metropolitana de Guatemala muestra un Valle central de orientación aproximada norte, sur bordeado por áreas montañosas al occidente y oriente a lo largo de la evaluación urbanística y demográfica del Valle de la ciudad de Guatemala, las áreas planas en las mesetas centrales han sido utilizadas para el establecimiento de la zona residenciales, colonias y áreas planas en las mesetas centrales, áreas industriales y comerciales. En contraste las zonas de los barrancos y laderas han servido para el establecimiento humano en condiciones precarias con alta susceptibilidad a deslizamientos frecuentes, en estas áreas de asentamientos se presentan desastres relacionados a derrumbes y flujos de lodo y tierra en época lluviosa.

2.5. Hidrografía

Guatemala cuenta con variados accidentes geográficos e hidrográficos superficial y subterránea para el consumo humano. El municipio de Guatemala cuenta con los siguientes accidentes hidrográficos (figura 16).

Figura 18. Ríos de la ciudad de Guatemala

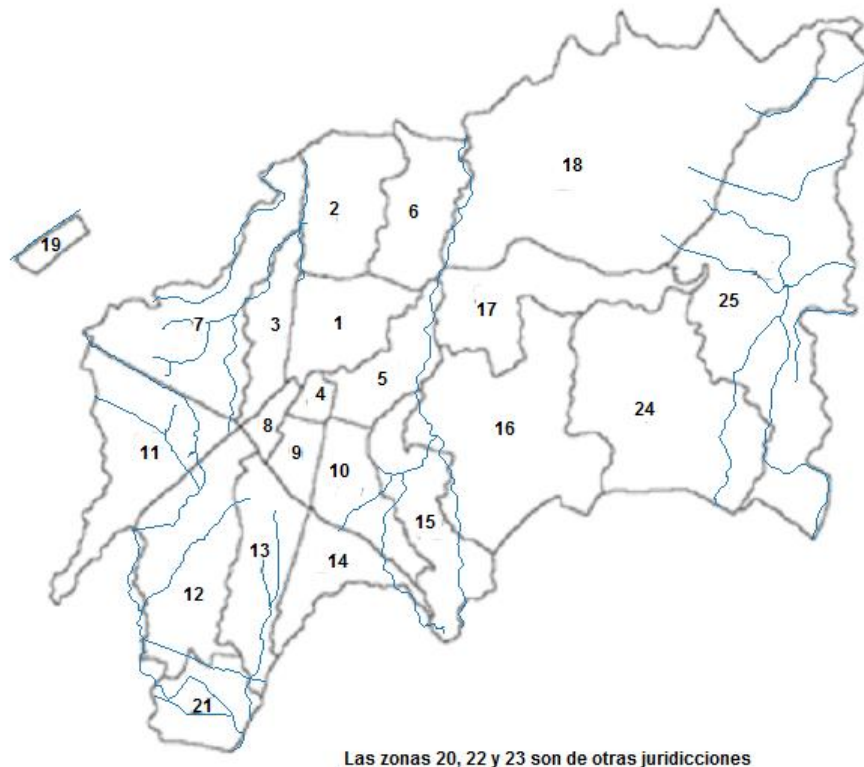


1. Río Las Vacas	9. Río Aceituno	17. Río Molino
2. Río Negro	10. Río Las Barranca	18. Río El Arenal
3. Río Contreras	11. Río Del Bosque	19. Río San Lucas
4. Río Agua Tibia	12. Río El Marrullero	20. Río Villalobos
5. Río Mendez	13. Río Sayalá	21. Río El Zapote
6. Río Las Monjas	14. Río El Naranjo	22. Quebrada El Toro
7. Riachuelo de Santa Rosita	15. Río Mariscal	23. Quebrada El Jute
8. Río Canalitos	16. Río El Guadroncito	24. Quebrada El Arenal ⁸

Fuente: elaboración propia.

⁸ Diccionario geográfico de Guatemala. Tomo I. p 306-307.

Figura 19. **Ríos ubicado en las zonas de la ciudad de Guatemala**



Fuente: elaboración propia, empleando Paint.

- **Agua superficial**

Los recursos de agua superficiales son abundantes, están distribuidos desigualmente, son altamente estacionales y casi siempre contaminados. En época de estiaje muchos arroyos y riachuelos bajan su nivel y algunos dejan de fluir.

La deforestación y fisiografía afectan la cantidad de agua superficial disponible en la ciudad.

- Agua subterránea

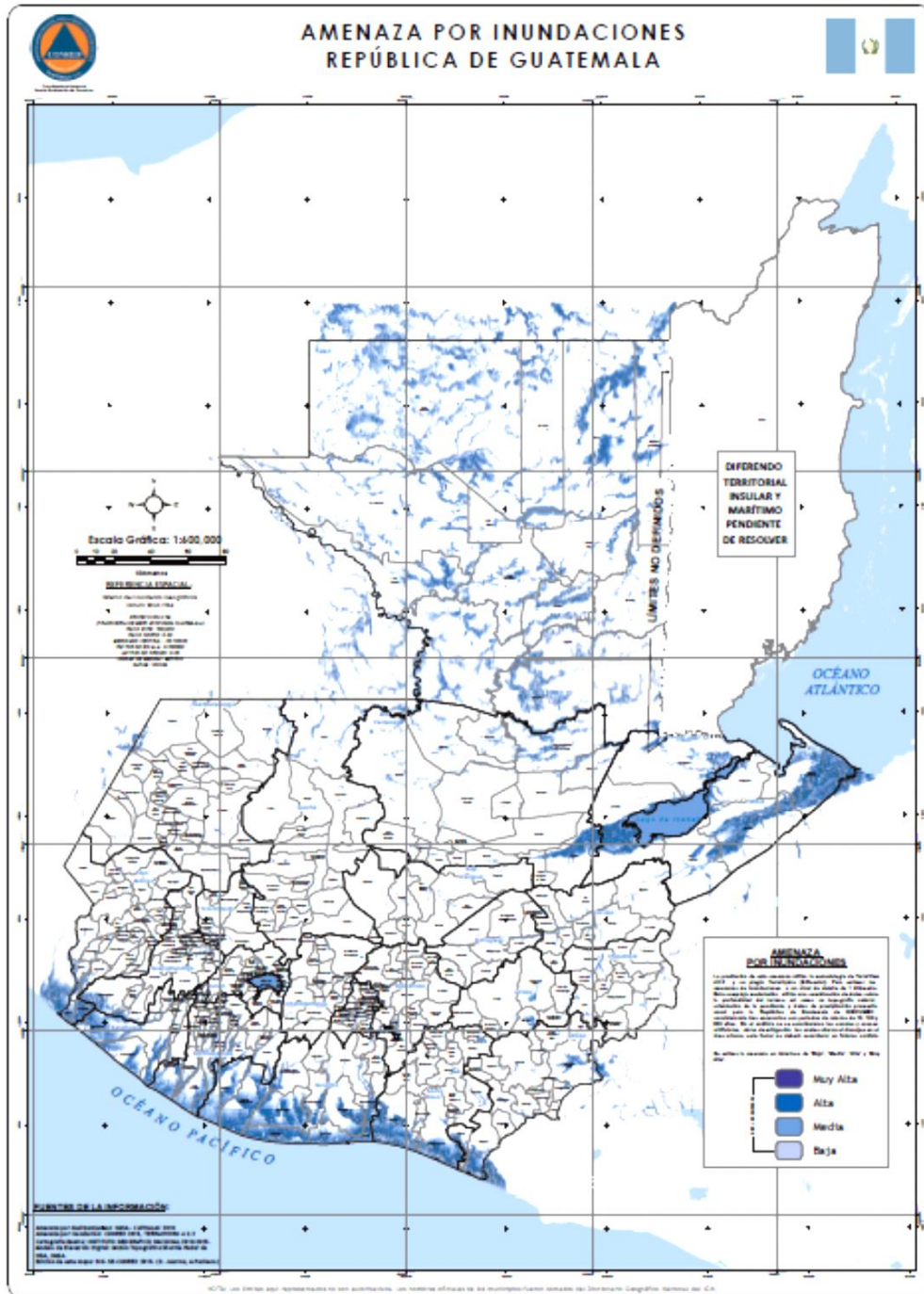
Las mejores áreas para la exploración de agua subterránea están localizadas en los acuíferos volcánicos., esta cubre aproximadamente el 75 por ciento del departamento en las partes central y sur. Agua dulce subterránea está generalmente disponible en muy pequeñas a muy grandes cantidades, pero las pendientes empinadas, la densa vegetación y las condiciones inestables del suelo, impiden el acceso. Estos acuíferos son utilizados para el suministro doméstico y la irrigación, y son apropiados para pozos de bombas de mano y tácticos. La mayor parte del suministro de agua (aproximadamente el 60 por ciento) para la ciudad de Guatemala proviene de recursos de agua subterránea. Hasta 1998, un total de 86 pozos suministraban 1 metro cúbico de agua por segundo a la ciudad. Aproximadamente el 64 por ciento del suministro de agua para el área metropolitana de Guatemala proviene de recursos de agua subterránea⁹.

Los recursos hidrográficos en época lluviosa se inundan debido a los aumentos de los niveles de caudales.

A continuación, se observa el mapa con la amenaza de Inundación en la República de Guatemala, este ha sido obtenido de los archivos de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (Conred).

⁹ THOMAS SPILMAN. Evaluación del recurso agua en Guatemala. Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos de América. Distrito de Mobile y Centro de Ingeniería Topográfica. p 106.

Figura 20. Amenaza por inundaciones en la República de Guatemala



Fuente: Conred 2018.

2.6. Crecimiento del Valle de la Ermita

Situaciones como la migración interna y externa, la tasa de nacimientos en la ciudad, son causas del crecimiento poblacional elevado. A continuación se describe por periodo los cambios que ha tenido la ciudad desde su fundación a la fecha.

2.6.1. Fundación ciudad de Guatemala

En la ciudad de Santiago de los Caballeros, don Pedro de Alvarado funda en Iximchè la Ciudad de Guatemala, el 27 de julio de 1524.

El 22 de noviembre de 1524, es trasladada al Valle de Almolonga en las faldas del volcán de Agua. El 11 de septiembre de 1541, esta ciudad fue destruida por una corriente de agua que bajo del volcán cercano y trasladada al Valle de Panchoy el 16 de marzo de 1543. En 1773, se destruyó por los terremotos de Santa Marta y trasladada por medio de una carta el 30 de enero de 1776, al Valle de la Virgen de la Asunción.

2.6.2. Período de 1776 a 1871

El 23 de mayo de 1776, la ciudad de Guatemala se denomina “Nueva Ciudad de la Asunción”. En el censo de 1778, la población en la nueva sede era cerca de 11 000 habitantes, en el asentamiento que actualmente es la Parroquia. Su extensión territorial fue diseñada para el crecimiento poblacional, pero a mediados del siglo pasado el crecimiento poblacional se densificó.

En 1791 sucedió la primera subdivisión administrativa, dividiendo la ciudad en 6 cuarteles con 2 barrios cada uno. Teniendo modificaciones en la parte de la plaza Mayor; se eliminaron las manzanas que correspondían al cabildo

secular y a la aduana, el correo y el tabaco; pero se mantuvieron más grandes las del Real Palacio y la Audiencia, la de Catedral y el Palacio Arzobispal. Se reubicaron las cuatro plazas para las parroquias, colocándolas hacia los extremos de la traza; en línea recta respecto de la plaza mayor para los tres grandes conventos: San Francisco, Santo Domingo y la Recolectión. Se ampliaron los solares por la unión de varias manzanas e igual se hizo para el Hospital San Juan de Dios y la Merced, se aumentó el número de manzanas y se extendió la traza hacia el Sur y el Suroriente.

2.6.3. Período de 1871 al 1917

En Guatemala inicia una nueva época “La Reforma”. En 1873 asumió la presidencia del General Justo Rufino Barrios, se introdujo el ferrocarril.

De 1870 a 1880 surgió la creación de nuevos cantones. En 1881 inicia el proceso de expansión de la ciudad hacia el sur, lo que hoy es la zona 9 en la finca Tívoli; extendiendo sus linderos hasta los arcos del Acueducto y desde la Avenida Reforma hasta la Avenida la Castellana, surge la lotificación del potrero de Bolaños, anexándose como cantón único. De 1883-1889 surgen los cantones la Reformita, San Pedro las Huertas, San Pedrito; se lotificó el llano de Matamoros. Un año después surge el Cantón de Cervantes, Barrios y Barillas.

Entre 1892-1898 gobernó el General José María Reyna Barrios, la ciudad se encuentra dividida en 10 cantones: Candelaria, Parroquia Vieja, Elena, Libertad, Barrios, Barillas, La Paz, La independencia y la Exposición, estando anexado al cantón La Paz, el nuevo Cantón La Reforma. Se construyó el Boulevard 30 de junio hoy la Avenida Reforma.

En 1894 se traza el parque de la Reforma, se construyó el Cuartel de Artillería y la Escuela Politécnica. En 1895 se inauguró el Palacio de la Reforma. En 1897 se construyó el Asilo Estrada Cabrera.

En 1901 se construye el emblemático templo de Minerva al Norte de la Avenida del Hipódromo.

2.6.4. Período de 1917 a 1963

En los terremotos de 1917 y 1918 se destruyeron edificios como: el Palacio Presidencial, el Palacio de la Reforma y el Teatro Colón entre otros.

Se adjudicaron terrenos para vivienda: del Potrero de Carrillo y El Recuerdo, Llano de Palomo al norte y sur de la avenida Elena.

Entre 1922-1924 se estaban construyendo el Instituto Nacional de Señoritas, la Escuela de Artes y Oficios, la Casa de Recogidas, el Conservatorio de Música, la Casa de la Moneda, se inauguró el nuevo Portal de Comercio, se construye la Escuela Práctica de Varones y se inician los trabajos de la escuela de medicina.

En el IV censo demográfico existían 14 cantones: Jocotenango, La Parroquia, Candelaria, Centro, Elena, Cervantes, La Urbana, La Libertad, Barillas, Independencia, Exposición, La Paz, Tívoli, Pamplona, Las Charcas, Barrios; y los campamentos: La Recolección, Cerro del Carmen, Aduana y Gerona.

En el gobierno del General Lázaro Chacón 1926 – 1930, fue notable el crecimiento poblacional; se construye el edificio de la Sociedad de Auxilios

Mutuo, el cual es la sede de la Corte Suprema de Justicia y se concluye la facultad de Medicina de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC). Se concluyó el Ferrocarril de los Altos, se inaugura el zoológico La Aurora, conjuntamente con la Escuela de Medicina de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Durante la administración del General Jorge Ubico 1931-1944, construyó El Palacio Nacional, la Casa Presidencial, El Palacio de la Policía Nacional, el Ayuntamiento, Correos, y Telégrafos, el edificio de Sanidad Pública, de Aduanas del Congreso de la República, El Teatro Lux, el Antiguo Aeropuerto La Aurora, las construcciones en el campo de la Feria de Noviembre.

2.6.5. Reurbanización de la ciudad de Guatemala

Ubico mandó a cambiar el pavimento de las calles, previamente construir los drenajes de aguas negras y pluviales, la introducción de nueva cañería de agua potable y contadores en cada casa, banquetas, postes de alumbrado eléctrico; continuando los trabajos luego de 1944. Las fuentes que abastecían la ciudad de Guatemala eran la de Acatán, Pinula, Mixco, Las Minas, Ojo de Agua y Teocinte.

En 1934- 1935 se funda el Museo Nacional de Historia y Bellas Artes, se construye el Nuevo Calvario y el Hemiciclo del Palacio Legislativo.

En 1939- 1940 se inaugura el asilo para ancianos, el Cuartel de Caballería se levanta frente al campo Marte, se inaugura lotes de casas en la colonia Presidente Ubico, en el barrio La Palmita, se inicia la lotificación de El Mariscal, se inaugura el primer balneario cantonal en la Colonia Ubico, se inaugura el sistema de drenaje en la Avenida Tecùn Umán.

En 1942 se inicia la construcción del Hospital Roosevelt, se amplía la ciudad hacia la Reformita, Tívoli y Santa Clara, se construye el Estadio Nacional Mateo Flores y los teatros; Capitol, Luz, Palace; los Cines Lido y Reforma.

Durante el proceso de revolución (1944-1954), se construyó la Ciudad de los Deportes, escuelas tipo Federación, La Biblioteca Nacional, el Archivo General de Centroamérica, la Hemeroteca Nacional y vivienda popular, se construye la Ciudad Olímpica, en las faldas del barranco aledaño surge el asentamiento La Limonada.

Se continúa concediendo títulos de propiedad en barrios: La Palmita y el Gallito, surgen áreas marginales como: colonias San Isabel, Trinidad y Bella Vista, La Palmita y El Progreso. El gobierno opta por la construcción de vivienda para alquilar en la colonia 20 de octubre y La Providencia, el 1 de julio de 1948 entra en vigor la ley de Edificación y Arrendamiento de Inmuebles.

El 25 de enero de 1952 el Consejo Municipal aprobó el proyecto elaborado por el Ingeniero Raúl Aguilar Batres y entro en vigor la zonificación de la Ciudad mediante la división en 25 zonas.

A mediados del siglo XX se da un crecimiento desordenado de la ciudad a pesar de estar implantada una visión urbanística, se hizo el trazo de Avenida de las Américas, el Trébol se convierte en punto focal las comunicaciones viales de los puntos cardinales y se construye el Boulevard Liberación.

Durante el Gobierno de Jacobo Arbenz la ciudad se divide en 14 cantones: Central, Jocotenango, Independencia, Exposición, La Palmita, La Parroquia, La Paz, Tívoli, Santa Clara, Miraflores, La Reformita, La Aurora y Las Américas.

En 1954 se construye el Palacio Municipal. El Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGGS), se inaugura el 15 de septiembre de 1959. Al finalizar la década de los 50 se construye la Ciudad Universitaria. Se urbanizó la residencial Vista Hermosa I, II y III; San Lázaro y San Rafael. El 1956 se construyó, la Colonia El Maestro antes de la Lotificación de Vista Hermosa. Surgen urbanizaciones con tendencia europea, entre ellas: Granai&Towson, Uatlán, Lomas de Pamplona, los multifamiliares de la zona 3 y los proyectos de la zona 6, se inaugura la Calle Martí.

2.6.6. Período de 1964 a 1973

En la época llamada contra revolucionaria, iniciada por el gobierno del Coronel Carlos Castillo Armas, se inaugura los mercados: La Presidenta, La Parroquia y la Terminal de buses.

En 1968 se financia la conclusión de la Terminal Aérea la Aurora, el Centro Cívico, la Ciudad Universitaria y la Municipalidad de Guatemala, proliferan las urbanizaciones con financiamiento del FHA. Se hacen proyectos habitacionales de interés social como la colonia Primero de Julio, surgen los primeros centros comerciales fuera del Centro Histórico e inicia la zona hotelera en la zona 10. Se construyó los edificios del Crédito Hipotecario Nacional y el Banco de Guatemala.

En la década de los sesenta se produjo una expansión de la mancha urbana, como se puede observar en la (figura 21), se construyeron las calzadas San Juan, Roosevelt, Aguilar Batres y José Milla y Vidaurre.

En 1965 surge la Colonia el Maestro, Primero de Julio, Justo Rufino Barrios, San Francisco; financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo.

En 1969 se construyó la Corte Suprema de Justicia y la Torre de Tribunales; se inaugura la Terminal Aérea La Aurora.

2.6.7. Período de 1974 a 1983

En 1974 se construyó el Edificio de Finanzas Públicas y el Instituto Guatemalteco de Turismo INGUAT. Se concluyen los edificios de la Corte Suprema de Justicia y Torre de Tribunales. En 1975 se culmina la primera parte del Puente del Incienso e inicia el auge de la construcción vertical, se realizan proyectos residenciales en San Cristóbal.

El 4 de febrero de 1976 es el terremoto que marca una etapa en la vida nacional; surgen los asentamientos en barrancos. En esta época se concluyó el “Centro Cultural Miguel Ángel Asturias”.

2.6.8. Período de 1984-1993

Con 2 millones de población en la metropolitana, se realizan nuevas avenidas, pasos a desnivel y las áreas residenciales buscan la carretera a El Salvador. En el gobierno municipal de Álvaro Arzú Irigoyen se construyó pasos a desnivel, como el Colom Argueta, se amplió la Avenida Petapa, la Calzada San Juan y la Aguilar Batres; se amplía parcialmente la Calle Martí y la Avenida Bolívar y el trazo del Boulevard Los Próceres. En 1986 se realiza el primer cambio en la Calzada Roosevelt.

Durante la alcaldía de Manuel Colom Argueta, se crea un Distrito Central. En 1978 surgen las colonias El Mezquital, Paraíso I y Los Granizos. Se inicia la construcción del Anillo Periférico, que conecta las zonas 1, 2, 3, 7, 11 y 12.

Entre 1985 y 1986 surgen movilizaciones en busca de tierra y vivienda, en terrenos como: La Carolingia, El Amparo, Los Granizos y Tierra Nueva. El gobierno toma los terrenos de Villa Lobos I y II, trasladando a las familias a Villa Canales y Mixco.

En el mes de julio 1990, fueron desalojadas familias que habían tomado terrenos cerca del Basurero Municipal y son trasladados a Ciudad Quetzal. A finales de este año 1 000 familias tomaron terrenos de Tierra Nueva II, Las Margaritas entre el final de la zona 12 y el Municipio de Villa Nueva.

En julio de 1993, 150 familias toman terrenos pertenecientes al BANVI en Nimajuyu zona 21. Para mayo de 1995 son tomados terrenos de Santa Isabel I y II, el presidente entregó los derechos de lotes de las colonias Santa Faz y Lomas de Santa Faz. En abril de 1996 familias toman áreas cercanas al Anillo Periférico, en los siguientes años la ciudad sigue expendiéndose con una serie de edificios, con urbanizaciones en las periferias de la ciudad capital y los municipios aledaños que contribuyen a la expansión del Área Metropolitana de Guatemala.

Por el crecimiento desmedido de la Metrópoli se extendió hacia otros municipios. Con el proyecto de desarrollo metropolitano “Metrópolis 2010” se continúa el proceso de modernización de la ciudad. Construyendo las obras: la Calzada la Paz, el circuito vial El Naranjo, los pasos a desnivel Tecùn Umán, el Obelisco y las Charcas. En la ciudad San Cristóbal se termina el segundo puente gemelo. Se construye Tikal Futura y Miraflores.

En 1996 se construye el edificio del Banco del Café sobre la Avenida de la Reforma y en 1997 el Banco Internacional. Como obra pública se construyó el Museo de los Niños, se empezaron los trabajos del polideportivo. Al iniciarse el

siglo XXI se construye dos viaductos en la Calzada Raúl Aguilar Batres y el distribuidor vial de la Calzada la Paz.

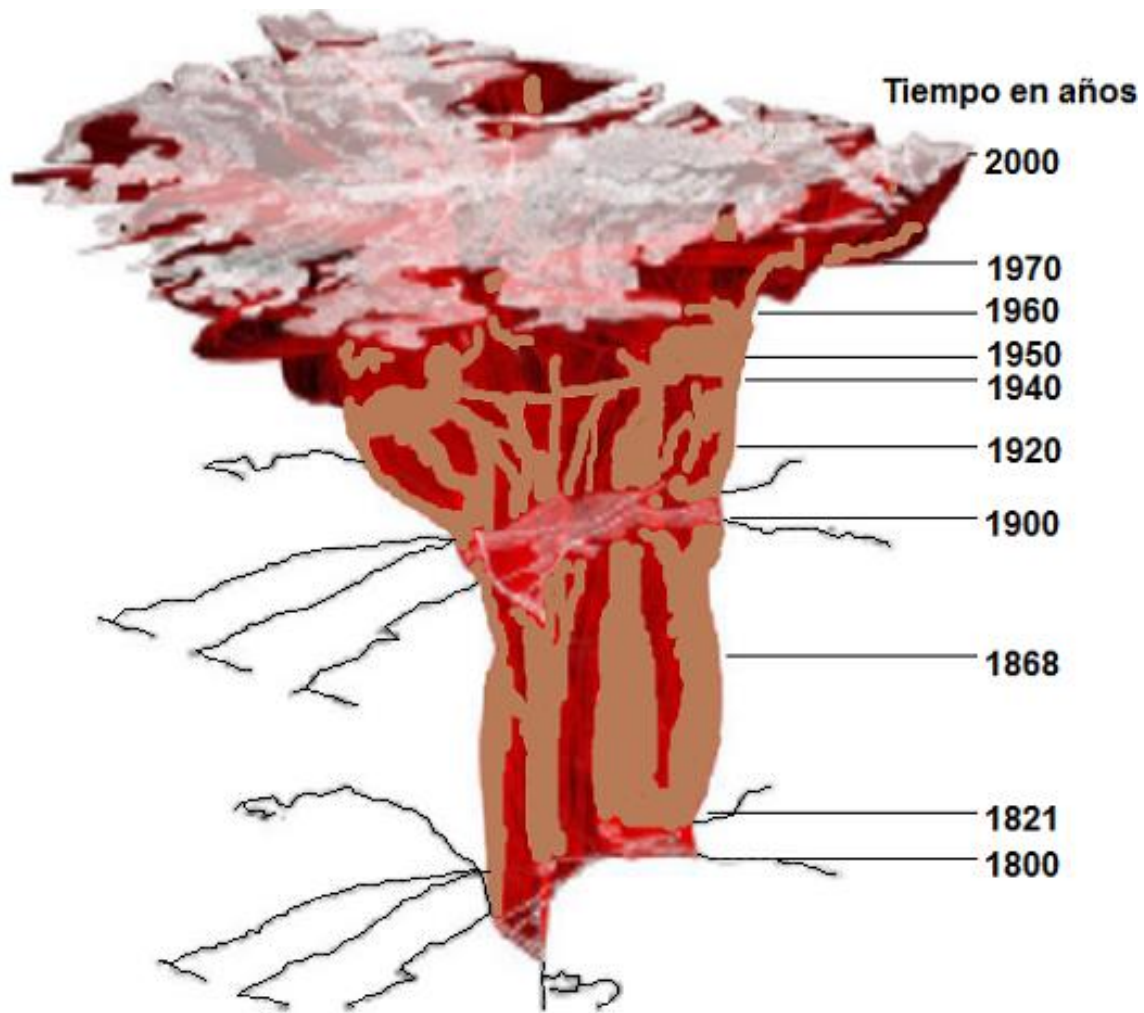
“Las estimaciones de la mancha urbana se duplicará para el 2020; esto quiere decir que el área urbanizada ligada al área metropolitana comenzaría a partir del kilómetro 40 en poblados como Ciudad Vieja, Zumpango, Palín y Palencia”¹⁰.

2.6.9. Situación actual

Está vigente el Plan de Ordenamiento Territorial (POT); en él se contempla corregir los severos desbalances urbanos que existen en la actualidad. Está distribuida la ciudad en sectores comerciales, industriales, de vivienda, áreas verdes protegidas y de servicios.

¹⁰ Municipalidad de Guatemala. *Plan de Ordenamiento Territorial, para el municipio de Guatemala*. Documento de Soporte. Plan de Desarrollo Metropolitano v4.3. Guatemala. p 39.

Figura 21. Crecimiento poblacional

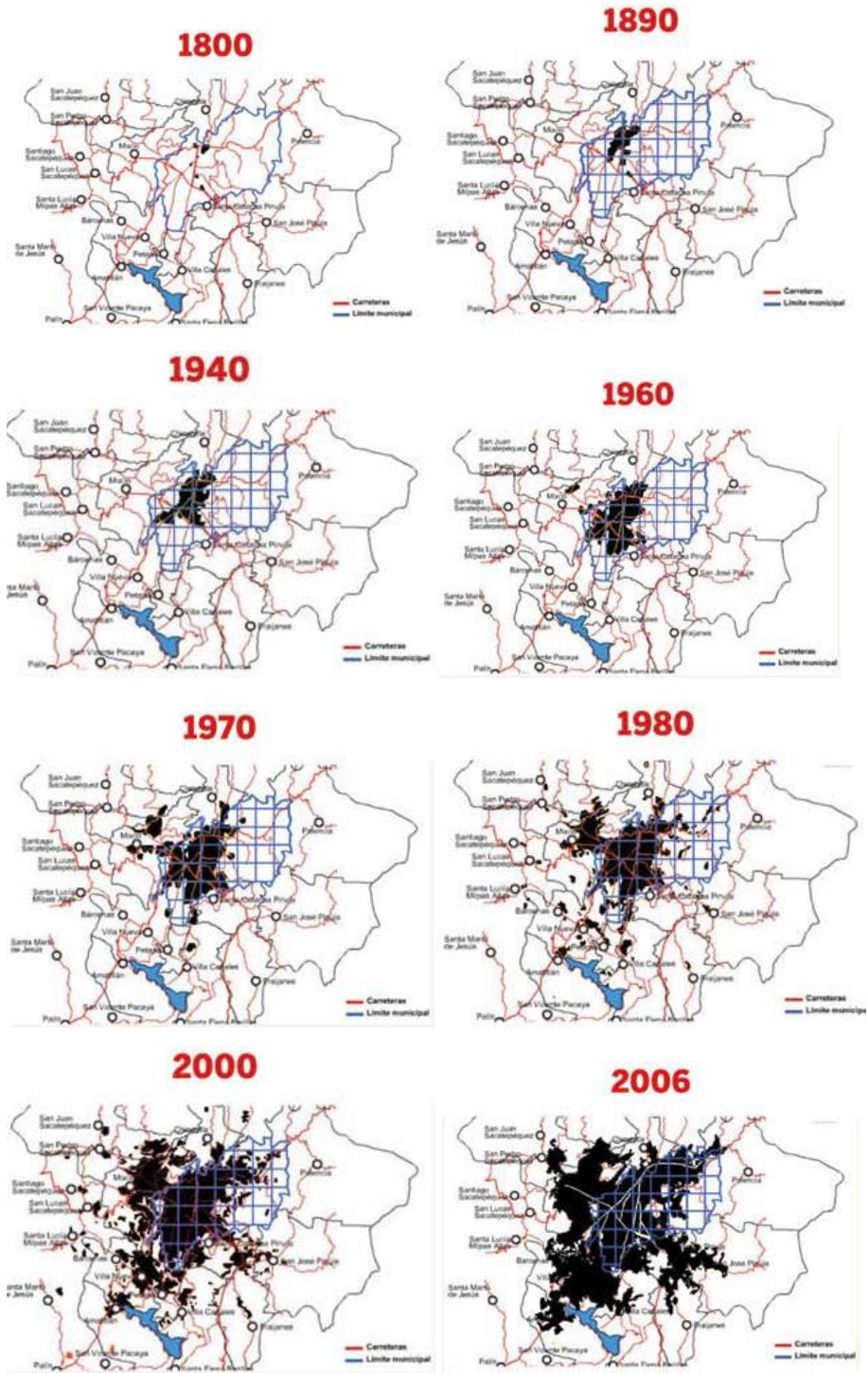


Fuente: Municipalidad de Guatemala, Plan de Ordenamiento Territorial.

https://pot.muniguate.com/docts-soporte/01_situacion_territorial.php.

Consulta: 15 de febrero de 2019.

Figura 22. Crecimiento de la mancha urbana

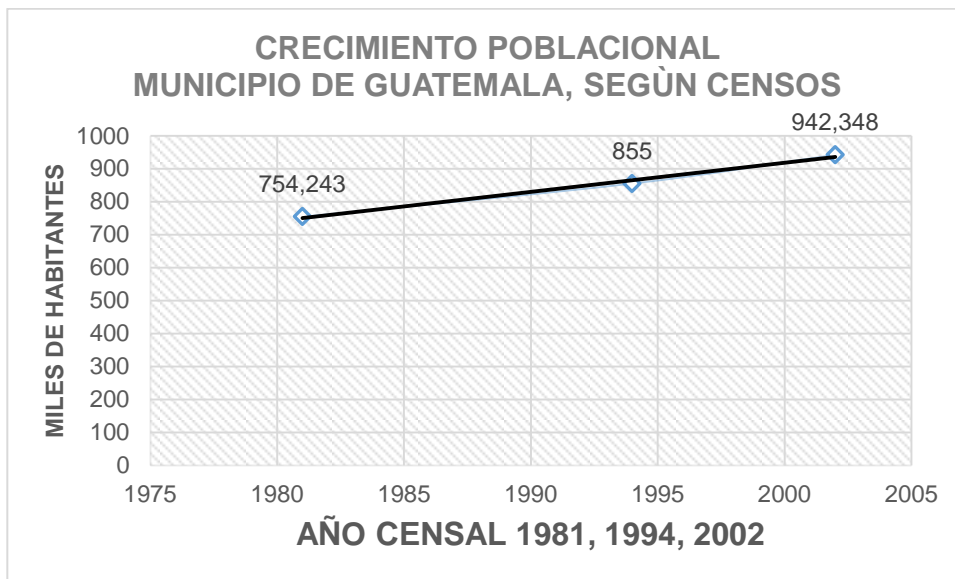


Fuente: Municipalidad de Guatemala.

El crecimiento de la población Guatemalteca, tanto a nivel de país como de municipio; debido a que ha habido censos retirados, la información que se tienen son proyección que se han calculado. En Guatemala ha habido censos poblacionales en 1981, 1994, 2002, siendo el más reciente en el 2018 (aún está en digitalización los datos).

En el Centro de Información del Instituto Nacional de Estadística (INE), existe información sobre la proyección poblacional a partir del 2000, en la Ciudad de Guatemala.

Figura 23. **Crecimiento poblacional-según censos 1981,1994, 2002**



Fuente: elaboración propia.

3. DETERMINACIÓN DE ÁREAS DE INUNDACIÓN

Las áreas de inundación son delimitadas según las fuentes de información existentes a través de las tres décadas que se han tomado datos. Las fuentes consultadas fueron: entrevistas realizadas al Subdirector de fuentes de producción de agua superficial de Empagua, Ingeniero Víctor Manuel Paz y la Directora de drenajes y alcantarillado de Empagua, Ingeniera Alicia Monzón.

Según la Ingeniera Alicia Monzón, las áreas que se inundan en la ciudad de Guatemala son: el Puente el Naranja, los Pasos a desnivel, los Columpios en Vista Hermosa, en la 5ª y 6ª avenida de la zona 9, los Boulevard, Vista Hermosa, Aguilar Batres, Colonia Maestros zona 17, tramos del Periférico.

Según la municipalidad de la Guatemala los puntos de inundación en la Ciudad de Guatemala son: los mercados de la ciudad, los pasos a desnivel y las paradas de buses. (Anexo).

En detalle se han establecido los puntos de inundación en la ciudad según los medios escritos en la ciudad, más adelante se detallan.

3.1. Áreas de Inundación según periódicos nacionales

En época de lluviosa existen inundaciones, desbordamientos de ríos, embalses y deslizamientos. El enfoque de esta investigación es específicamente las inundaciones únicamente en la ciudad de Guatemala. Estos datos buscados son muy específicos, minuciosos y el trabajo realizado ha sido de atención y paciencia.

La información que proveen los periódicos nacionales es general y a nivel nacional. Los periódicos consultados son Al Día, Nuestro Diario y El Gráfico.

Lo que se está buscando en este caso es; Identificar las zonas o puntos específicos de inundación en la ciudad de Guatemala, que por alguna causa o razón año con año sucede el mismo fenómeno.

3.2. Descripción de áreas de inundación

Las áreas de inundación en la ciudad de Guatemala tienen de duración de 15 a 20 minutos en descargarse, según la ingeniera Alicia Monzón, Directora del departamento de drenajes y alcantarillado de la municipalidad de Guatemala. En si el tiempo de descarga es poco, y una inundación provocada no requiere de movilización de las autoridades competentes para realizar su descarga.

En la ciudad sus áreas se encuentran en su mayoría recubiertas con concreto y asfalto.

3.3. Determinación de las causas por inundación

Las inundaciones en la Ciudad de Guatemala ocurren en los meses de mayo a octubre. Los fenómenos naturales como huracanes y tormentas suelen ocurrir en cualquier mes de época lluviosa aunque en ocasiones suele ocurrir en noviembre.

A lo largo del año, los meses que presenta más precipitación son los meses de junio y septiembre, según el Insivumeh (ver figura 28).

En la Ciudad de Guatemala las causas por las que se producen las inundaciones son: 1) El periodo de diseño de los alcantarillados ya ha caducado por lo que el crecimiento acelerado e incontrolado de la ciudad ha provocado que sistemas de alcantarillado ya sea insuficiente para captar las aguas grises. “El sistema utilizado de drenajes data entre 1930 y 1938, aunque los estudios habían dado inicio en 1926”¹¹. Muestra de estos sistemas caducados son los agujeros que han ocurrido en la zona 6 y zona 2, de la ciudad de Guatemala. 2). La red de recolección que se encuentra en la ciudad se ve afectada por la basura, que la población tira en las calles, cunetas y tragantes. La falta de educación, concientización y leyes en Guatemala para mantener una ciudad limpia es una de las causas por las que las tuberías de atascan y cuando viene el temporal provocan inundaciones. 3). Los Bulevares de la ciudad de Guatemala tienen árboles Araucarias en sus orillas; las raíces de estos árboles ingresan a las tuberías provocando obstrucción al flujo de los vehículos.

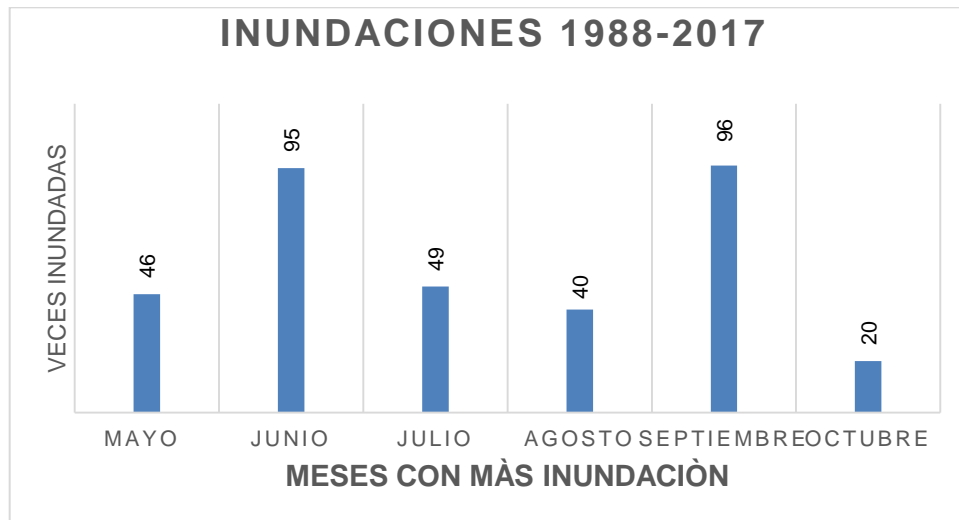
¹¹ FERNANDO MOLLINEDO. <http://mu.muniguate.com/index.php/component/content/article/40-empagua/40-historiaempagua>. Consulta: 12 de septiembre de 2018.

4. REGISTRO DE INUNDACIÓN Y LLUVIA

4.1. Registro de inundación en ciudad de Guatemala

Según los registros de la Hemeroteca Nacional en el período de 1988 a 2017; el municipio de Guatemala tiene reportado 346 inundaciones, según los periódicos de circulación en la República de Guatemala. Los puntos con inundación reportada son:

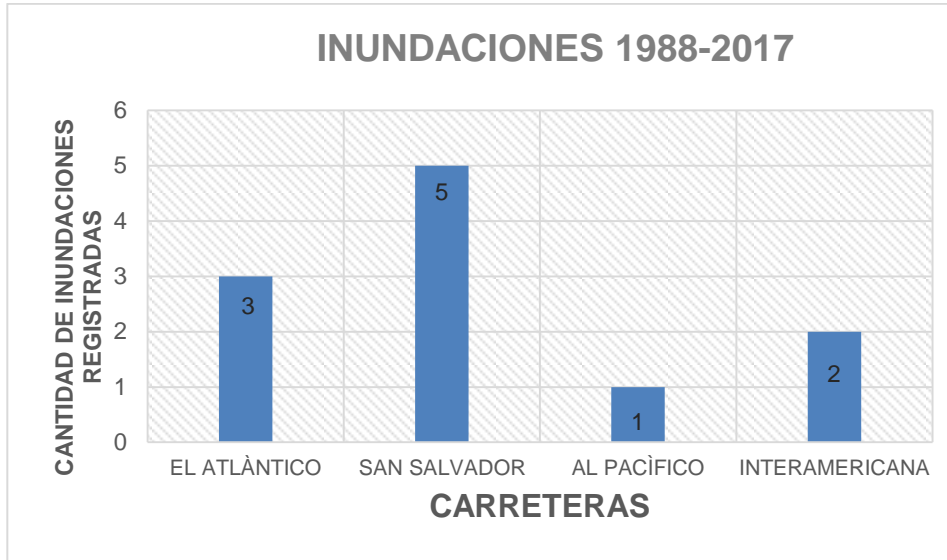
Figura 24. **Inundación durante los meses de más precipitación en la ciudad**



Fuente: elaboración propia.

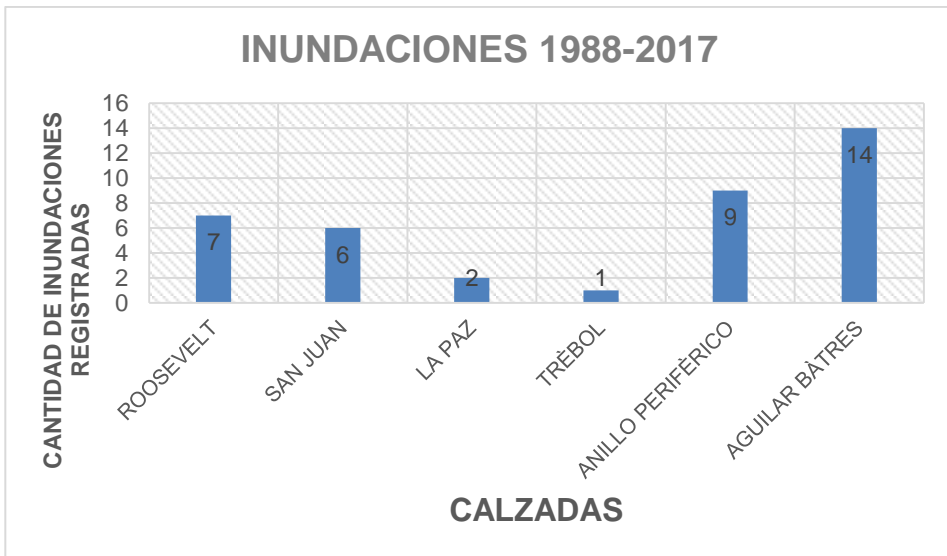
Los meses con más inundaciones registradas son los meses de junio y septiembre, es necesario tomar en cuenta que aquí están registradas únicamente las inundaciones, pero los deslaves y derrumbes se obvian.

Figura 25. **Inundación en carreteras cerca de la ciudad**



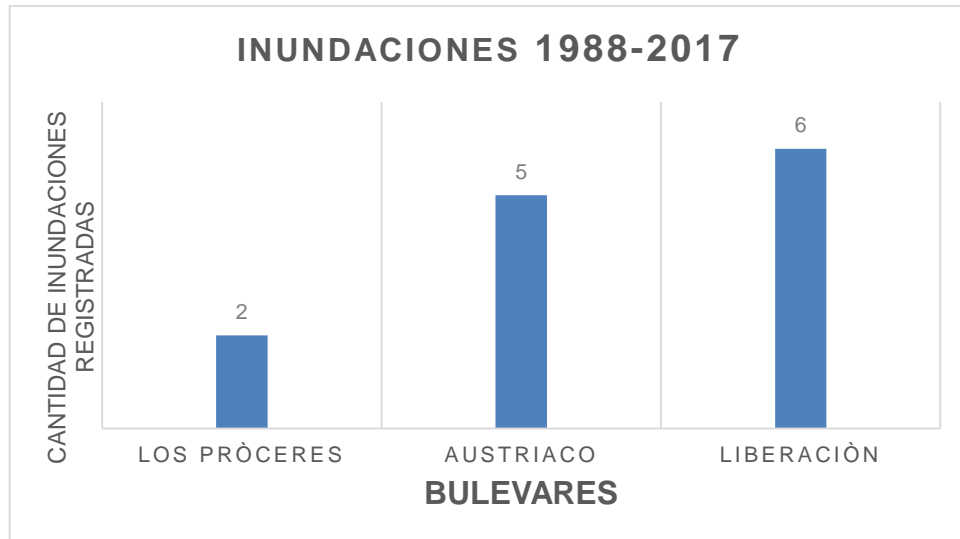
Fuente: elaboración propia.

Figura 26. **Inundación en calzadas**



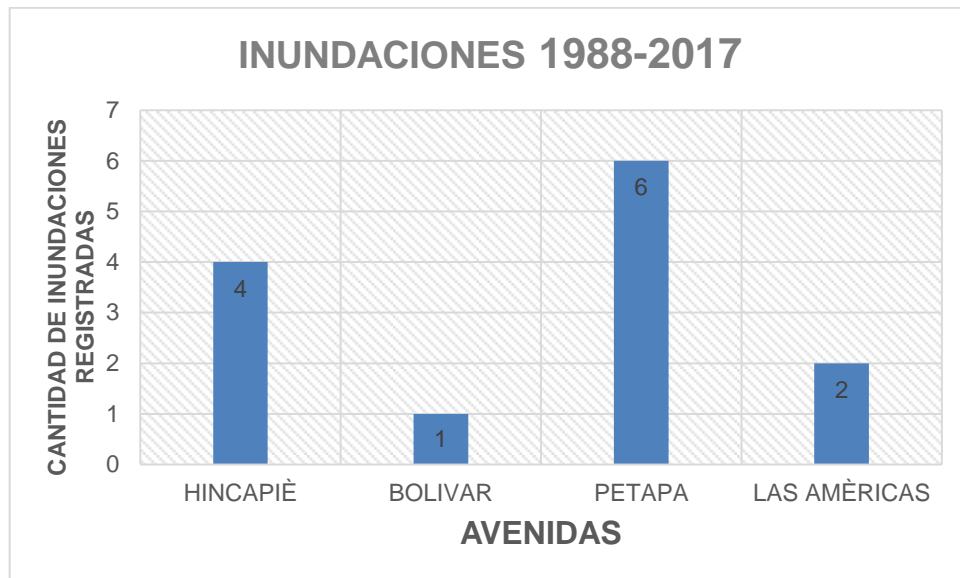
Fuente: elaboración propia.

Figura 27. **Inundación en bulevares**



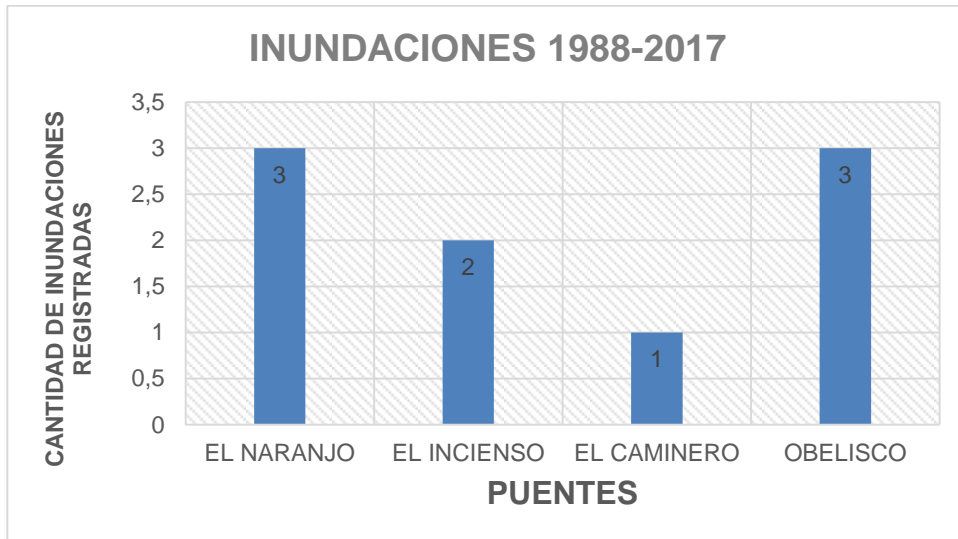
Fuente: elaboración propia.

Figura 28. **Inundación en avenidas**



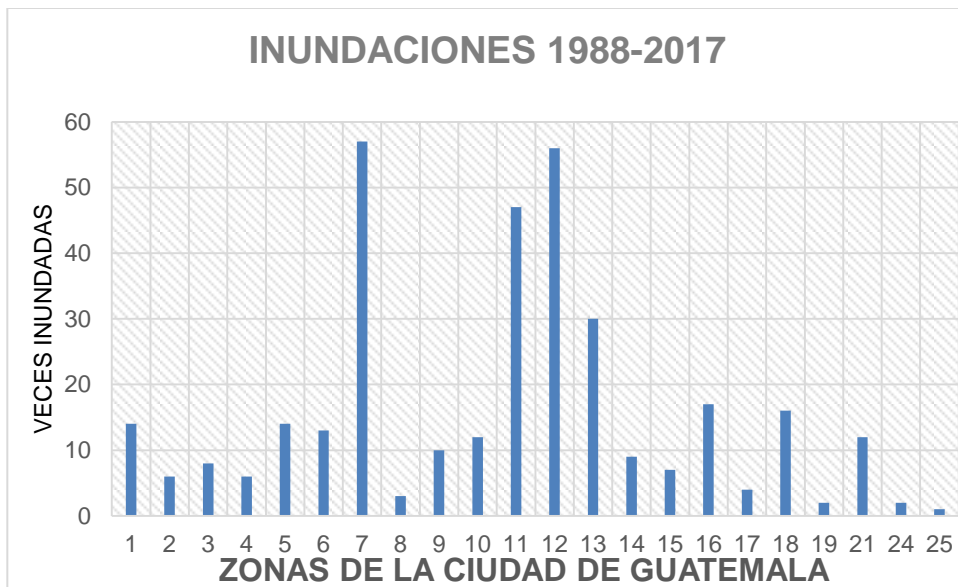
Fuente: elaboración propia.

Figura 29. **Inundación en puentes**



Fuente: elaboración propia.

Figura 30. **Inundación en zonas de la ciudad de Guatemala**



Fuente: elaboración propia.

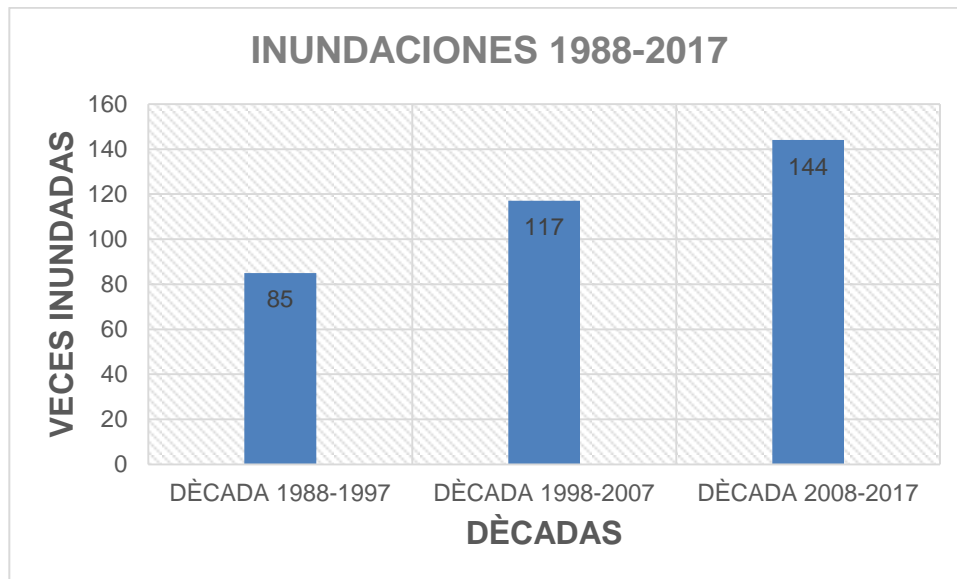
Figura 31. **Inundación anual en la ciudad de Guatemala**



Fuente: elaboración propia.

Los reportes de las inundaciones van en aumento año con año, esto se refleja tanto en la gráfica de Inundación por año (figura 31), y por décadas (figura 32). Esto es debido al crecimiento poblacional a través de las décadas analizadas, provocando menos infiltración en la superficie terrestre y más escorrentía.

Figura 32. **Inundación por décadas en la ciudad de Guatemala**



Fuente: elaboración propia.

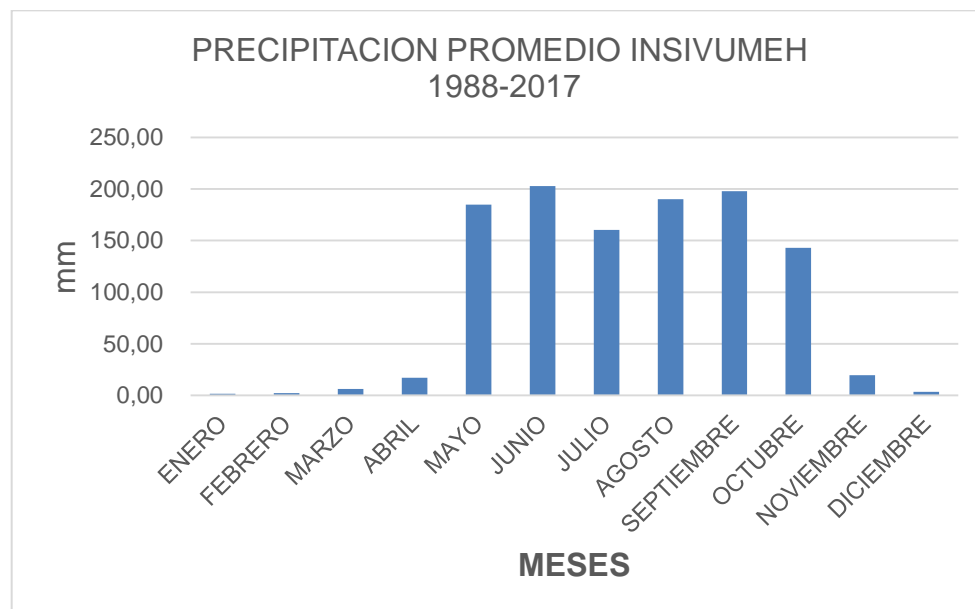
Puntos específicos: el puente El Naranjo, los pasos a desnivel en las distintas zonas, Columpios en la zona 15, 6 av. entre 9ª y 10ª calle de la zona 1 y 5ª avenida-15 calle de la zona 9 y Colonia el Maestro zona 17, el Cerrito del Carmen zona 2.

Sótano del Hospital Roosevelt, la entrada a la Universidad de San Carlos de Guatemala, Universidad Mariano Gálvez de la zona 2 y la entrada de la Universidad Landívar.

4.2. Registro de lluvia en Insivumeh

El Instituto Nacional de Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH), es el ente encargado del registro de lluvia en la ciudad de Guatemala, con esta información es que se han elaborado las gráficas de esta investigación. El Insivumeh se encuentra ubicado en la zona 13 del Valle de Guatemala.

Figura 33. Resumen de precipitación



Fuente: elaboración propia.

En la figura 31, se analizan los datos de la precipitación promedio de los meses de cada año durante el período en estudio según datos del Insivumeh.

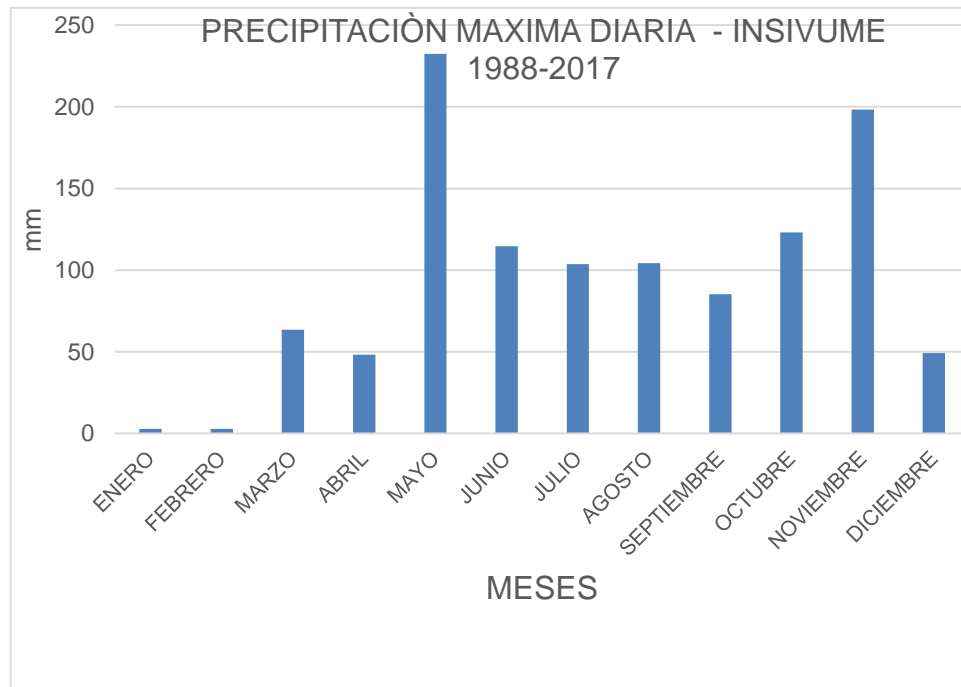
Tabla I. **Precipitación media mensual según datos del Insivumeh de 1988 a 2017**

MES	PRECIPITACIÓN MEDIA (mm)
ENERO	1,46
FEBRERO	2,20
MARZO	6,17
ABRIL	17,17
MAYO	184,95
JUNIO	202,72
JULIO	160,47
AGOSTO	190,02
SEPTIEMBRE	197,82
OCTUBRE	143,06
NOVIEMBRE	19,55
DICIEMBRE	3,34

Fuente: elaboración propia.

En la tabla anterior, se describen los datos de la precipitación promedio de los meses de cada año durante el período en estudio, según datos del Insivumeh.

Figura 34. **Precipitaciones máximas en la ciudad de Guatemala**



Fuente: elaboración propia.

En la figura 34 se analizan los datos de la precipitación de precipitación máxima diaria de los meses de cada año durante el período en estudio, según datos del Insivumeh.

Tabla II. **Precipitación máxima en la ciudad de Guatemala de 1988-2017**

MES	PRECIPITACIÓN MAXIMA DIARIA (mm)
ENERO	2,9
FEBRERO	2,9
MARZO	63,5
ABRIL	48,3
MAYO	232,5
JUNIO	114,7
JULIO	103,8
AGOSTO	104,3
SEPTIEMBRE	85,3
OCTUBRE	123,2
NOVIEMBRE	198,3
DICIEMBRE	49,2

Fuente: elaboración propia.

En la tabla anterior, se describe los datos de la precipitación máxima diaria de los meses de cada año durante el período en estudio, según datos del Insivumeh.

4.3. Registro de lluvia de Conred

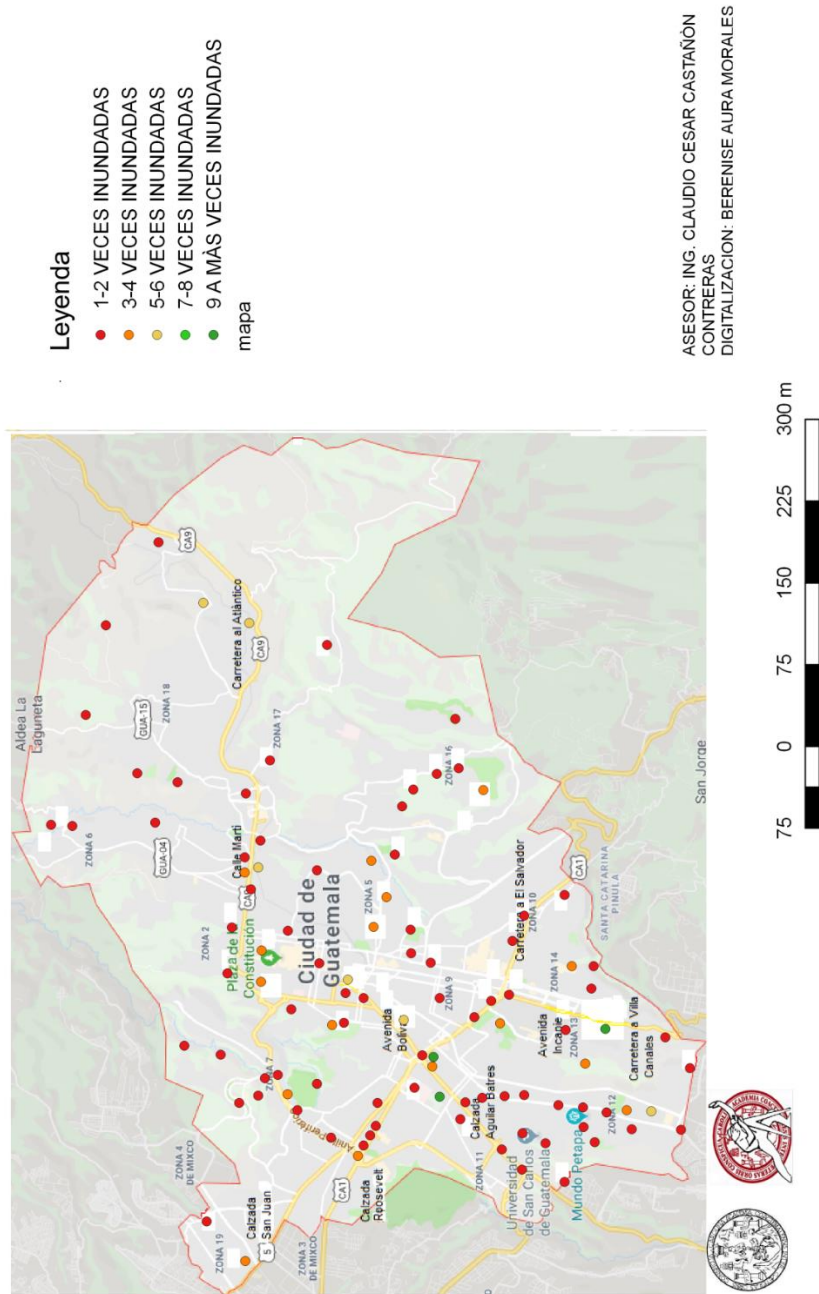
La Conred tiene como información sobre áreas de inundación en la ciudad de Guatemala con mapas, que muestran la intensidad de lluvia a través de colores y rangos establecidos.

4.4. Mapeo de inundaciones

Según un análisis de inundación, sobre el levantamiento obtenido de épocas lluviosas que han sucedido en el transcurso de tres décadas según registros en la Hemeroteca Nacional de Guatemala y en los periódicos nacionales.

Se presenta el análisis de las zonas de la ciudad de Guatemala en las que se han identificado inundaciones en la ciudad de Guatemala, identificados con colores, siendo los siguientes datos:

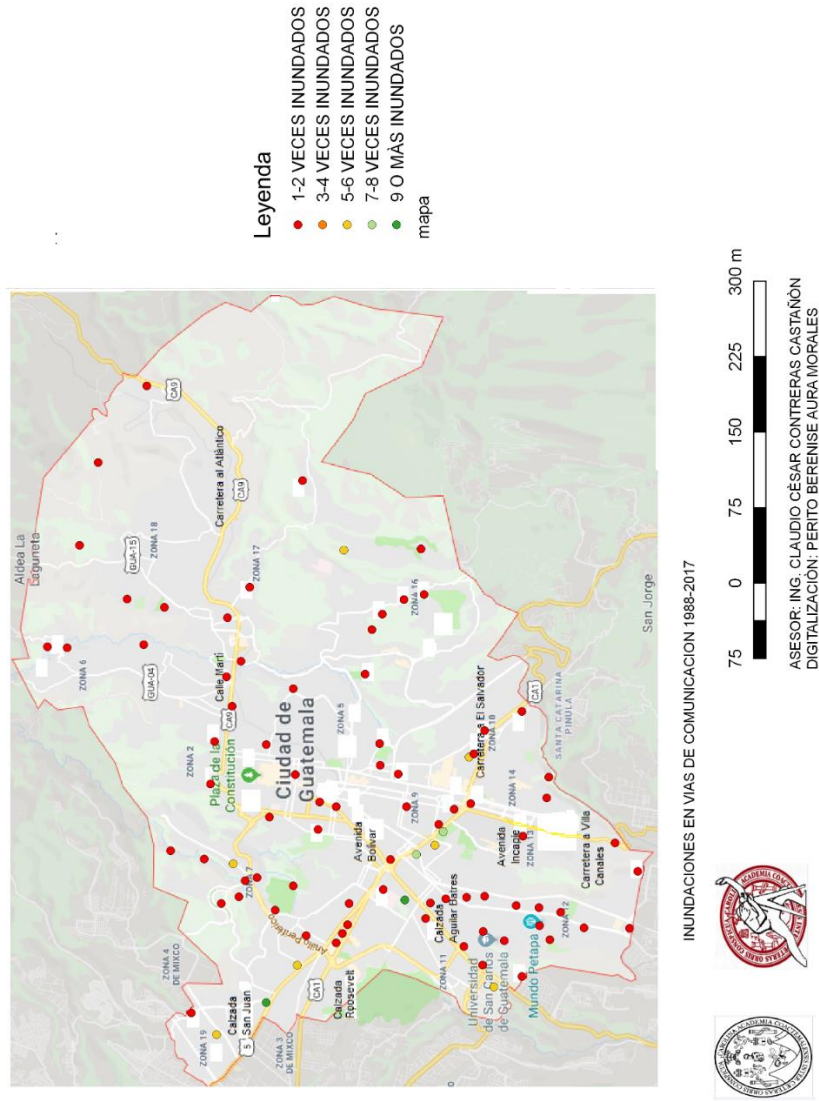
Figura 35. Inundaciones en la ciudad de Guatemala de 1988-2017



Fuente: elaboración propia, empleando Qgis.

Según un análisis de inundación, sobre el levantamiento obtenido de épocas lluviosas que han sucedido en el transcurso de tres décadas según registros en la Hemeroteca Nacional de Guatemala en los periódicos nacionales, se presenta el análisis de las Vías de Comunicación; como calzadas, carreteras, bulevares, avenidas, desniveles y puentes, en los que se han identificado inundaciones en la ciudad de Guatemala y se muestran con colores, según los siguientes datos:

Figura 36. Inundaciones en vías de comunicación de 1988-2017



Fuente: elaboración propia, empleando Qgis.

CONCLUSIONES

1. En la ciudad de Guatemala de los años 1988 hasta el año 2017, se identificaron 346 inundaciones.
2. Según la identificación que se realizó en un mapa, las zonas y puntos con mayor inundación en la ciudad de Guatemala son: zona 7,12 y las calzadas principales de ingreso a la ciudad.
3. De acuerdo a las noticias en los periódicos nacionales, se dibujaron las vías de comunicación como las calzadas, avenidas, bulevares y carreteras que se inundan en la ciudad de Guatemala.

RECOMENDACIONES

1. En los puntos donde existen más inundación, analizar las posibles causas, realizando estudio hidrológico e hidráulico a detalle.
2. Resolver la problemática que generan las inundaciones identificadas; monitoreando la cantidad de basura que pueda estar tapando los tragantes, identificar los diámetros existentes en tuberías de tragantes, los diámetros requeridos según las precipitaciones específicas, analizar los volúmenes de inundaciones en los puntos identificados y evitarlas en lo posible.
3. Las entidades encargadas del monitoreo vehicular y de carreteras, deben de tomar en cuenta los puntos identificados para tomar medidas de prevención antes de que empiece la época lluviosa.
4. La población debe de conocer los puntos de más inundación para tomar vías alternas en la época lluviosa.

BIBLIOGRAFÍA

1. ALVAREZ CONOZ, Leticia. *Evaluación de la vulnerabilidad físico estructural ante inundaciones de las viviendas del municipio de Patulul, Suchitepéquez*. Trabajo de graduación de Arquitectura. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Arquitectura, 2012. 116 p.
2. AHRENS C. DONALD 2000, *Meteorology Today: An Introduction to Wather, Climate, and he environment*, Cengage Learning, 2008. Minneapolis/St. 549 p.
3. APARICIO MIJARES, Francisco Javier. *Fundamentos de Hidrología de superficie*. México: Limusa, 1992. 303 p.
4. ARRIOLA, J. *Diccionario Enciclopédico de Guatemala*. Guatemala: Universitaria. Universidad de San Carlos de Guatemala, 2009. 628 p.
5. BARRIOS COMPARINI DE VELA, Gladys. *Incidencia del POT en el desarrollo de proyectos Inmobiliarios en la ciudad de Guatemala*. [en línea]. <<https://glifos.unis.edu.gt/digital/tesis/2012/28281.pdf>>. [Consulta: agosto de 2018].
6. CENAPRED (Centro Nacional de Prevención de Desastres) *Serie Fascículo Inundaciones*. Secretaria de Gobernación México. [en línea].

<<https://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/3-FASCICULOINUNDACIONES.PDF>>. [Consulta: agosto de 2018].

7. Centro de Información del Instituto Nacional de Estadística de Guatemala (INE). *Estimaciones y proyecciones de población 1950-2050*. Guatemala. 1985. 156 p.
8. Diccionario Geográfico de Guatemala, Tercera Edición, Tomo I. Guatemala. 1961. 450 p.
9. Geografía [en línea].
<<https://geografia.laguia2000.com/climatologia/guatemala-clima-y-vegetacion8>> [Consulta: enero de 2018].
10. Gobierno del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave. Folleto. *Recomendaciones y medidas preventivas de protección civil por tormentas de granizo "granizadas"*. 6 p.
11. GONZÁLEZ, D. *Compendio de Geografía de Centro América*. Estados Unidos: E. Goubard, 2008. 190 p.
12. Instituto Geográfico Nacional. *Mapa de cuencas de la República de Guatemala*. Hoja Cartográfica. Escala 1:500,000. Guatemala: IGN, 1985. 1 p.
13. Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología - INSIVUMEH. *Registro de precipitaciones diarias de ciudad de Guatemala, de 1970-2017*. Guatemala: INSIVUMEH, 2018. 278 p.

14. Inundaciones [en línea].
<http://klimat.czn.uj.edu.pl/enid/1_Inundaciones_Tempestades/_- _Inundaciones_rel_mpago_3i5.html>. [Consulta: 29 de mayo de 2018].
15. LINSLEY, Ray., KOHLER, Max., PAULUS Joseph, *Hidrología para Ingenieros*. Bogotá, Colombia: McGraw-Hill, 1977. 398 p.
16. MADRIGAL MARROQUÍN, Luisa Gabriela. *Acercamiento al imaginario e identidad del usuario del transporte urbano en la ciudad de Guatemala*. Trabajo de graduación de Antropóloga. Universidad de San Carlos de Guatemala, Escuela de Historia, 2012. 82 p.
17. MORATAYA ORTÍZ, Eddy Leonel. Encuesta CIMES ciudad de Guatemala[en línea]<https://desarrollourbanoyterrotorial.duot.upc.edu/sites/default/files/Encuesta%20CIMES_Ciudad%20de%20Guatemala_Morataya_MDUT%202011.pdf> [Consulta: Junio del 2018]
18. MOTA CHAVARRIA, Manuel Antonio. *Evaluación de la amenaza por deslizamientos para un área en el municipio de Chinautla, Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Geólogo. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. Centro Udel Norte, 1997. 112 p.
19. PÉREZ, CARLOS L. 2009: *Estructura geológica del Valle de la ciudad de Guatemala interpretada mediante un modelo de cuenca por distensión*. Revista Geológica de América Central. Guatemala, 2009. 78 p.

20. SANCHEZ GONZALES, DIEGO. *Peligrosidad y exposición a los ciclones tropicales en ciudades del Golfo de México: El cabo de Tampico*. Revista de Geografía Norte Grande, No. 50. Ciudad de México, 2011. 170 p.

21. THOMAS SPILMAN. *Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos de América. Evaluación del recurso agua en Guatemala*. USA: Distrito de Mobile y Centro de Ingeniería Topográfica, 2000. 106 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. Tabla de inundaciones

Año	Mes	Día	Zona	Lugar	Fuente
1988	6	19	6	Campos "Pishaco"	El Gráfico
1988	7	2		tramo carretero que comunica zona 5,16 y 18	El Gráfico
1988	7	2	6,7		El Gráfico
1988	7	2	1	3 av. y 22 calle	El Gráfico
1988	7	4	18	5 av. y 3 calle	El Gráfico
1988	10	28	14	14 av. 3-59	El Gráfico
1988	10	28	15	21 av. y 3 calle	El Gráfico
1988	10	29	12	Ciudad Real	El Gráfico
1989	6	7	4	9 av. ruta 4	El Gráfico
1989	8	21	3,7,8,9, 11,12,13		El Gráfico
1989	8	21	9	Frente a Capillas Señoriales	El Gráfico
1989	9	24		Carretera al Atlántico	El Gráfico
1989	9	24		Carretera Interamericana	El Gráfico
1989	9	25		Carretera al Atlántico	El Gráfico
1990	6	30	7	Colonia Belén	El Gráfico
1991	5	30	9	IGGS	El Gráfico
1991	5	30	13, 12		El Gráfico
1991	6	8	12	Escuela Villa Lobos 1, 25 calle y 6 av.	El Gráfico
1991	6	20	12,6,3		El Gráfico
1991	6	20		Boulevard Liberación	El Gráfico
1991	6	20		Tramos del Periférico por Villa Linda	El Gráfico
1991	6	21		13 calle del Periférico a calzada Aguilar Batres	El Gráfico
1991	7	5	13	Boulevard de La Normal	El Gráfico
1991	7	5	12	3 av. y 19 calle	El Gráfico
1991	7	5		Colonia El Carmen	El Gráfico
1991	7	5		Boulevard Liberación	El Gráfico
1991	7	5		Boulevard de Los Próceres	El Gráfico
1991	9	25		Calzada San Juan	El Gráfico
1991	9	25	1,2,3,5,6		El Gráfico

Continuación del apéndice 1.

1991	9	26	5	Colonia Lourdes	El Gráfico
1991	9	26	5		El Gráfico
1992	9	27		Periférico	El Gráfico
1993	6	22	12	1,2,3,5,6	El Gráfico
1993	6	22	4	La Terminal	El Gráfico
1993	6	23	10,2,3,8		El Gráfico
1993	6	23	1	14 y 17 calle, av. Centroamérica	El Gráfico
1995	5	19		14 av. 24-00	El Gráfico
1995	9	11		IGGS	El Gráfico
1995	9	11		La Terminal	El Gráfico
1996	5	17		Carretera a San Juan Sacatepéquez	El Gráfico
1996	6	24		Antigua carretera a El Salvador	El Gráfico
1996	6	24	10	2 av. Final	El Gráfico
1996	6	24	15	3 calle y 28 av.	El Gráfico
1996	6	24	12	Colonia El Carmen	El Gráfico
1996	6	24	11	Anillo Periférico, frente al Hospital Hermano Pedro	El Gráfico
1996	6	24	14	20 av. y 7 calle, Colonia Los Delfines	El Gráfico
1996	7	30	19	La Isla	El Gráfico
1996	7	30	12	Villalobos	El Gráfico
1996	7	30	13, 16		El Gráfico
1996	7	30	12	2 y 4 calle, colonia Guajitos	El Gráfico
1996	9	8		km 18 y 16 carretera al Atlántico	El Gráfico
1996	9	8	7	El Granizo, parada de bus	El Gráfico
1996	9	29	2	3 av. entre 3 y 7 calle	El Gráfico
1996	9	29	13	30 calle y 10 av. colonia Santa Fe	El Gráfico
1996	9	29		Carretera al Pacífico km 30	El Gráfico
1996	9	29		Anillo Periférico	El Gráfico
1997	9	13	7	Quinta Samayoa	El Gráfico
1997	9	13	7	Calzada Roosevelt	El Gráfico
1997	9	13	11	El Trébol	El Gráfico
1997	9	13		Calzada San Juan	El Gráfico
1997	9	1	15	Vista Hermosa, 5 calle y 22 av.	El Gráfico
1998	6	25		Jardines de Minerva	El Gráfico
1998	6	25		San Francisco	El Gráfico
1998	6	25		Residencial El Valle en Tierra Nueva	El Gráfico

Continuación del apéndice 1.

1998	8	8		Villa Hermosa, cerca Rio Pinula	Al Día
1998	9	29		3a av. entre 3 y 7 calle z. 2	Al Día
1998	9	29		Entrada a colonia El Caminero	Al Día
1998	10	19	18	km 18, colonia El Chato	Al Día
1999	6	5	7	Colonia El Rodeo, El Trébol, Calzada San Juan	Al Día
1999	6	16	6		Al Día
1999	6	16	2	Calle Martí hacia la 1a. Calle y de la 13 a la 15 av.	Al Día
1999	8	5	12,13,14 16		Al Día
1999	9	8	13	Bulevar Liberación	Al Día
1999	9	11	16	Colonia Sabana Arriba	Al Día
1999	9	22	12	37 calle y 22 av.	Al Día
1999	9	28	6	Colonia Santa Marta 1	Al Día
1999	10	17	7	Colonia Amparo 1	Al Día
1999	10	17	1	9 avenida y 11 calle	Al Día
1999	10	17	12	45 y 49 calles entre 14 y 16 av.	Al Día
1999	10	26	18	Colonia El Olvido, km 13 y 14	Al Día
1999	10	26		Colonia Mirador	Al Día
1999	10	26	6	Colonia Santa Luisa	Al Día
2000	5	8			Al Día
2000	5	19		Calzada Aguilar Batres, Roosevelt, San Juan, carretera al Atlántico y a El Salvador	Al Día
2000	5	30	14	5a av. y 15 calle	Al Día
2000	5	31	13,14		Al Día
2000	6	5	12	El Mezquital, Villalobos, El Búcaro	Al Día
2000	6	5	21	Guajitos, Bellos Horizontes	Al Día
2000	6	8	13	Escuela normal para Maestras de Educación para el Hogar	Al Día
2000	6	11	3,6,7,11, 18,20		Al Día
2001	6	1	12	Entrada a la Usac	Al Día
2001	6	10	5	Calzada La Paz	Al Día
2001	6	10	16	Colonia Las Lomas	Al Día
2001	8	26	7	Colonia Quinta Samayoa	Al Día
2001	8	26	7	Calzada San Juan y 33 av.	Al Día
2001	8	22	5		Al Día
2001	8	26	7	23 av. 4 y 10 calle Tikal I	Al Día

Continuación del apéndice 1.

2001	8	26		7 calle entre 10 y 12 av.	Al Día
2001	8	26		7 calle 10 av. Quinta Samayoa	Al Día
2001	9	18	5	Calle trasera de Campo Marte	Al Día
2001	9	18	7	8 av. y 18 calle colonia Verbena	Al Día
2001	9	18	16	Boulevard Austriaco	Al Día
2001	9	18	7	9 calle y 13 av.	Al Día
2002	5	26		Ciudad Peronia	Al Día
2002	5	26		Ruta a la terminal desde Ciudad Peronia	Al Día
2002	7	15	12	Colonia el Búcaro	Al Día
2002	9	3	7	Asentamiento El Esfuerzo	Al Día
2002	9	5		Calzada San Juan	Al Día
2002	9	5		Puente El Caminero	Al Día
2002	9	5	7	Asentamiento El Esfuerzo	Al Día
2003	5	17	17	calzada la paz	Al Día
2003	5	17	17	paso a desnivel ruta al Atlántico y Lomas de Norte	Al Día
2003	5	17	6	Colonia Quintanal y asentamiento Nuevo Amanecer	Al Día
2003	8	30		Aguilar Batres en la 34 calle	Al Día
2003	9	4	7	21 av. y 9 calle colonia Kaminal Juyu I y II	Al Día
2003	9	4	7	12 calle y 23 av. kaminal Juyu I	Al Día
2003	9	4	7	5 calle y 4 av.	Al Día
2003	9	4	7	12 calle y Aguilar Batres	Al Día
2003	9	4	16	Cerca de Uri	Al Día
2003	9	4		Carretera a El Salvador Km 13	Al Día
2004	5	12	12	Villalobos	Al Día
2004	6	3	6	Colonia Santa Marta I	Al Día
2004	9	18	21	El Porvenir	Nuestro Diario
2004	9	18	10		Nuestro Diario
2004	9	18		Calzada San Juan	Nuestro Diario
2004	9	21	4	La Terminal	Nuestro Diario
2004	9	26		Aguilar Batres	Nuestro Diario
2005	5	31	1		Nuestro Diario
2005	5	31		Calzada La Paz	Nuestro Diario
2005	7	1		Av. Hincapié	Nuestro Diario
2005	7	2	16	Colonia Santa Rosita	Nuestro Diario
2005	7	2	13		Nuestro Diario
2005	7	2		Calzada La Paz	Nuestro Diario

Continuación del apéndice 1.

2006	5	8	3	Av. el Cementerio	Nuestro Diario
2006	5	8		Av. Bolívar	Nuestro Diario
2006	5	8		Calzada Roosevelt	Nuestro Diario
2006	5	8		Puente El Naranja	Nuestro Diario
2006	5	8	7	Puente El Incienso	Nuestro Diario
2006	5	24	24	Escuela 6-15 cantón Las Pilas Canalitos	Nuestro Diario
2006	5	24	21	asentamiento Santa María de la Paz I	Nuestro Diario
2006	6	14		Puente El Naranja	Nuestro Diario
2006	6	14		Abajo del puente Periférico	Nuestro Diario
2006	6	14	11,12	Pasos a desnivel	Nuestro Diario
2006	6	14	7,5,1	Pasos a desnivel	Nuestro Diario
2006	6	14	1	Av. Bolívar	Nuestro Diario
2006	6	14		18 calle y 5 ave. La Placita	Nuestro Diario
2006	6	14		Viaducto de la 34 y 13 calles de la Aguilar Batres	Nuestro Diario
2006	6	14		Cruce hacia Bosques de San Nicolás	Nuestro Diario
2006	6	14		Ingreso de la Roosevelt y 10 av.	Nuestro Diario
2006	6	14	19	Colonia Florida	Nuestro Diario
2006	6	14	7	Colonia La Verbena	Nuestro Diario
2006	6	26	13	Desnivel	Nuestro Diario
2006	7	20	4	6 av. y 24 calle	Nuestro Diario
2006	7	21		Viaductos de la 12 y 13 calle de la Aguilar Batres	Nuestro Diario
2006	7	21		Aguilar Batres	Nuestro Diario
2006	7	21		12 calle de la colonia la Reformita hacia zona 11	Nuestro Diario
2007	5	30	12	Paso a desnivel Aguilar Batres	Nuestro Diario
2007	5	30	12	Colonia Patricia	Nuestro Diario
2007	6	6	11	Aguilar Batres y 35 calle	Nuestro Diario
2007	10	24	21	Nimajuyu	Nuestro Diario
2008	7	13	13	15 av.	Nuestro Diario
2008	7	13		Puente Incienso	Nuestro Diario
2008	7	13		Puente Obelisco	Nuestro Diario
2008	7	13		Ciudad Peronia	Nuestro Diario
2008	7	23	13	15 av.	Nuestro Diario
2008	7	31		Carretera a El Salvador	Nuestro Diario
2008	7	31		Calzada Roosevelt	Nuestro Diario
2008	7	31		Calzada Aguilar Batres	Nuestro Diario

Continuación del apéndice 1.

2008	7	31		Boulevard Liberación	Nuestro Diario
2008	7	31		Calzada San Juan	Nuestro Diario
2008	7	31		Petapa	Nuestro Diario
2008	7	31		Ruta a Boca del Monte	Nuestro Diario
2008	7	31		km 11 Villa Canales	Nuestro Diario
2008	7	31		Carretera a El Salvador	Nuestro Diario
2008	7	31		Av. Hincapié, Las Américas	Nuestro Diario
2008	7	31	21	Bellos Horizontes	Nuestro Diario
2008	8	16	7	Colonia Nueva Monserrat	Nuestro Diario
2008	9	23	13		Nuestro Diario
2008	9	27	7	Calzada San Juan	Nuestro Diario
2008	9	27		Calzada Aguilar Batres	Nuestro Diario
2008	9	27		Calzada Roosevelt	Nuestro Diario
2008	9	27		Barranco de Ciudad Real II	Nuestro Diario
2008	9	27		Villalobos	Nuestro Diario
2010	6	1		Calzada Aguilar Batres, 51 calle	Nuestro Diario
2010	6	11	6	Asentamiento Santa Marta	Nuestro Diario
2010	6	11	6	Calle entre Santa Marta y Tacùn Umán	Nuestro Diario
2010	6	11		Calzada Aguilar Batres, bulevar sur de Ciudad de Cristóbal y la ruta Interamericana	Nuestro Diario
2010	6	17	11	Calzada San Juan	Nuestro Diario
2010	6	17		Frente a colonia Centroamérica	Nuestro Diario
2010	6	17		13 calle, Aguilar Batres	Nuestro Diario
2010	6	17	11	Viaducto de la Aguilar Batres	Nuestro Diario
2010	6	17	18	Frente a Inmaco	Nuestro Diario
2010	6	17	18	Lomas de Norte	Nuestro Diario
2010	8	4	13	Viaducto Juan Pablo II	Nuestro Diario
2010	8	30	10	Diagonal 6	Nuestro Diario
2010	9	21	9,10,	Obelisco	Nuestro Diario
2010	9	21	13,14		Nuestro Diario
2010	9	23	12	13 av. y 24 calle	Nuestro Diario
2010	9	23		Barrio la Reformita, escuela Puerto Rico	Nuestro Diario
2010	9	23	12	7 av. y 12 calle La Reformita	Nuestro Diario
2011	7	20		Ciudad Quetzal, escuela mixta	Nuestro Diario
2011	7	29		Ciudad Peronia	Nuestro Diario
2011	7	29		Villalobos	Nuestro Diario

Continuación del apéndice 1.

2012	8	31	11	Ingreso al Hospital Roosevelt	Nuestro Diario
2013	5	3		Obelisco	Nuestro Diario
2013	5	3	16	San Gaspar	Nuestro Diario
2013	5	7	18	Escuela en la 12 av. y 25 calle, colonia Paraíso	Al Día
2013	6	20	1,3,5,7,9 11		Nuestro Diario
2013	6	20		Calzada Roosevelt	Nuestro Diario
2013	6	20		Bulevar Liberación	Nuestro Diario
2013	6	20		Bulevar El Naranja	Nuestro Diario
2013	6	20		Calzada San Juan	Nuestro Diario
2013	6	20		Tramos del Periférico	Nuestro Diario
2013	6	20		Bulevar el Naranja	Nuestro Diario
2013	8	17	7,8,11,13		Nuestro Diario
2013	8	19		calzada Roosevelt	Nuestro Diario
2013	8	19		Anillo Periférico	Nuestro Diario
2013	8	19	10	20 calle	Nuestro Diario
2013	8	19		Av. las Américas	Nuestro Diario
2013	8	19		Av. Hincapié	Nuestro Diario
2013	8	19	16	Av. Boulevard Austriaco	Nuestro Diario
2013	8	26	16	7a av. y 8 calle Santa Rosita	Nuestro Diario
2013	9	17		Cerretera a El Salvador, las calzadas Roosevelt, San Juan, Aguilar Batres y el Anillo Periférico	Nuestro Diario
2013	9	17	9	Paso a desnivel Jorge Ubico	Nuestro Diario
2014	5	12	24	Cantón el Cielito	Nuestro Diario
2014	5	12	21	El Porvenir	Nuestro Diario
2014	5	14	18	12 av. y 25 calle , Paraíso 1	Nuestro Diario
2014	5	15		Villa Hermosa 1 y 2	Nuestro Diario
2014	5	15	18	Los Prados	Nuestro Diario
2014	5	16		Anillo Periférico	Nuestro Diario
2014	5	16		Av. las Américas	Nuestro Diario
2014	5	16		Cerca de Campos Cejusa	Nuestro Diario
2014	5	16		Boulevard Liberación	Nuestro Diario
2014	6	3		Calle Martí	Nuestro Diario
2014	6	28	18	km 13.5	Nuestro Diario
2015	5	3	11	Calzada Roosevelt	Nuestro Diario
2015	5	3		Hospital Roosevelt	Nuestro Diario

Continuación del apéndice 1.

2015	5	26	11	Hospital Roosevelt	Nuestro Diario
2015	6	4	15		Nuestro Diario
2015	6	7		Aguilar Batres y 48 calle	Nuestro Diario
2015	6	9		km 15 al 17.5 carretera al Atlántico	Nuestro Diario
2015	6	9		Cuesta de Villalobos	Nuestro Diario
2015	6	13		Puente ingreso a Villa Nueva	Nuestro Diario
2015	7	21		Aguilar Batres	Nuestro Diario
2015	7	21	11	Sótano del Hospital Roosevelt	Nuestro Diario
2015	7	21		Calzada Aguilar Batres y 13 calle, zona 11, Obelisco	Nuestro Diario
2015	7	21	10	Obelisco	Nuestro Diario
2015	9	22	12	San Miguel Petapa	Nuestro Diario
2015	9	22		El Naranjo	Nuestro Diario
2015	9	22		Bosque de San Nicolás	Nuestro Diario
2015	9	22		Aguilar Batres	Nuestro Diario
2015	10	5	12	Av. Petapa	Nuestro Diario
2015	10	20	16	Boulevard Austríaco	Nuestro Diario
2015	10	20	16	Ruta a El Salvador	Nuestro Diario
2016	10	21		Villas del Río	Nuestro Diario
2016	10	21	16	Boulevard Austríaco	Nuestro Diario
2016	10	21	12	San Miguel Petapa	Nuestro Diario
2016	6	2	17	Colonia la Cabaña, Km 9.5	Nuestro Diario
2016	6	11	11		Nuestro Diario
2016	6	26	1		Nuestro Diario
2016	9	11	16		Nuestro Diario
2016	9	12	12	Av. Petapa km 12	Nuestro Diario
2016	9	12	15	Entrada Vista Hermosa	Nuestro Diario
2016	9	12		Bulevar Austriaco	Nuestro Diario
2017	6	2	17	Colonia Cabañas	Nuestro Diario
2017	6	11	1		Nuestro Diario
2017	6	11		Calzada Aguilar Batres, viaducto a Cenma, Novicentro en el Periférico y en campos Cejusa, Villalobos	Nuestro Diario
2017	6	13	7	Aguilar Batres	Nuestro Diario
2017	6	13	12	Viaducto Cenma	Nuestro Diario
2017	6	13	11	Periférico Novicentro	Nuestro Diario
2017	6	13	11	Antes de Campos Cejusa	Nuestro Diario

Continuación del apéndice 1.

2017	6	13	12	Villalobos	Nuestro Diario
2017	6	14	12	San Miguel Petapa	Nuestro Diario
2017	6	14	12	Santa Inés	Nuestro Diario
2017	8	7	13	6 av. Y 13 calle, Colonia Anexo Forestal	Nuestro Diario
2017	8	8	13	7 av. y 13 calle, Colonia Anexo Forestal	Nuestro Diario
2017	8	8	12	Av. Petapa, 40 calle	Nuestro Diario
2017	8	12	21		Nuestro Diario
2017	8	13	21	Guajitos, 1 calle y 5 av.	Nuestro Diario
2017	9	24	12		Nuestro Diario
2017	9	30	1		Nuestro Diario
2017	9	30	5	27 calle y 5 av. por el Muñecón	Nuestro Diario
2017	9	30	16	Boulevard Austríaco	Nuestro Diario
2017	10	24		Entrada a Cenma	Nuestro Diario

Fuente: Elaboración propia.

Apéndice 2. Personas entrevistadas

No.	Entrevistados
1.	Garavito Fulgencio, Director del Departamento de Hidrología del Insivumeh. Guatemala 20 de marzo 2019.
2.	Monzón Alicia, Directora del Departamento de Drenajes y Alcantarillado de la Municipalidad de Guatemala. Fecha de consulta. Guatemala 15 de mayo 2018.
3.	Paz Víctor Manuel, Sub Director de Fuentes de Producción de Agua Superficial de Empagua

Fuente: Elaboración propia.

ANEXOS

Anexo 1. Proyección habitacional



INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA

Guatemala: Estimaciones de la Población total por municipio. Periodo 2008-2020.
(al 30 de junio)

Departamento y Municipio	PERIODO												
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
REPUBLICA	13,677,615	14,017,057	14,361,666	14,713,763	15,073,375	15,438,384	15,806,675	16,176,133	16,548,168	16,924,190	17,302,084	17,679,735	18,055,025
Guatemala	2,994,047	3,049,601	3,103,688	3,158,284	3,207,587	3,257,616	3,306,397	3,353,951	3,400,264	3,445,320	3,489,142	3,531,754	3,573,179
Guatemala	960,160	984,655	998,150	990,750	992,541	993,552	993,615	994,078	994,341	994,604	994,867	995,130	995,393
Santa Catarina Pinula	80,781	82,976	85,290	87,589	89,876	92,150	94,410	96,656	98,885	101,096	103,288	105,459	107,610
San José Pinula	63,448	65,531	67,720	69,939	72,161	74,395	76,640	78,886	81,161	83,433	85,712	87,997	90,287
San José del Golfo	5,596	5,656	5,721	5,781	5,837	5,889	5,937	5,981	6,021	6,057	6,090	6,118	6,143
Patencia	55,656	56,922	58,046	59,139	60,202	61,237	62,242	63,218	64,164	65,079	65,963	66,817	67,639
Chusúutza	115,843	118,902	121,308	124,064	126,780	129,454	132,084	134,670	137,210	139,701	142,143	144,535	146,876
San Pedro Ayampuc	62,963	65,279	67,728	70,205	72,713	75,251	77,819	80,416	83,041	85,683	88,371	91,074	93,801
Mico	462,753	469,224	474,421	479,238	483,705	487,830	491,619	495,079	498,211	501,017	503,504	505,679	507,549
San Pedro Sacatepéquez	36,261	36,196	40,059	40,967	41,660	42,740	43,905	44,455	45,251	46,109	46,912	47,668	48,467
San Juan Sacatepéquez	196,422	202,074	208,035	213,975	219,905	225,821	231,721	237,245	242,394	247,173	251,596	255,674	259,420
San Ramundo	27,465	28,093	28,756	29,407	30,049	30,680	31,301	31,912	32,511	33,099	33,675	34,239	34,790
Chuarancho	11,964	12,206	12,462	12,712	12,956	13,195	13,427	13,654	13,875	14,090	14,299	14,501	14,697
Frijoles	40,114	41,327	42,607	43,866	45,167	46,448	47,730	49,012	50,292	51,570	52,846	54,118	55,387
Anastillón	100,933	103,272	105,728	108,165	110,556	112,912	115,230	117,511	119,753	121,953	124,111	126,227	128,299
Villa Nueva	474,368	488,335	501,395	514,335	527,174	539,909	552,535	564,686	576,363	587,563	598,295	608,570	618,397
Villa Carales	131,984	135,618	139,449	143,258	147,050	150,823	154,577	158,309	162,017	165,698	169,349	172,970	176,559
Peñas	145,133	150,796	156,790	162,874	169,054	175,331	181,704	188,172	194,733	201,384	208,123	214,950	221,864
El Progreso	161,068	163,261	165,696	168,092	169,754	169,337	166,397	169,290	172,245	175,263	178,387	181,485	184,543
Guastoyya	20,895	21,299	21,724	22,176	22,654	23,153	23,667	24,189	24,724	25,277	25,841	26,410	26,977
Morazán	11,481	11,612	11,751	11,902	12,064	12,233	12,407	12,583	12,761	12,944	13,130	13,315	13,495
San Agustín Acasaguastlán	37,544	38,132	38,755	39,418	40,124	40,861	41,618	42,384	43,167	43,974	44,794	45,616	46,429
San Cristóbal Acasaguastlán	6,615	6,708	6,807	6,913	7,026	7,144	7,265	7,387	7,512	7,641	7,771	7,901	8,030
El Jicaro	10,700	10,753	10,813	10,882	10,960	11,044	11,130	11,215	11,302	11,392	11,482	11,569	11,651
Sanase	11,238	11,356	11,482	11,619	11,767	11,922	12,081	12,240	12,403	12,570	12,739	12,907	13,070
Sanarate	35,984	36,533	37,115	37,735	38,395	39,084	39,793	40,509	41,241	41,995	42,761	43,528	44,286
San Antonio la Paz	16,602	16,868	17,148	17,447	17,765	18,096	18,437	18,782	19,135	19,499	19,868	20,239	20,606

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, INE.

Anexo 2. Inundación en zona 8

Aguacero afecta el libre tránsito




Carlos Caljú
★Nuestro Diario

Capital, zona 8. Las fuertes lluvias de ayer durante más de una hora en el valle de Guatemala inundaron calles y avenidas, lo que dificultó la circulación de vehículos.

El aguacero que cayó al mediodía sorprendió a miles de capitalinos.

Según el pronóstico del Insivumeh, las lluvias continuarán toda la semana en todo el territorio nacional, informó el meteorólogo César George.

Por la calzada Atanasio Tzul se interrumpió el paso.

Las lluvias continuarán esta semana en el país.

ERICK SOR

Fuente: Nuestro Diario, 22 de septiembre de 2015.

Anexo 3. Inundación en zona 7

Guatemala
Capital: Guatemala
Población: 13.018.759 hab.
Extensión: 108.890 kms²
Departamentos: 22

Fredy Rodas y Surama Rodas
★ Colaboradores

Las lluvias que afectaron ayer la capital y costa sur provocaron inundaciones, causando daños en casas, comercios y vehículos.

Los bomberos tuvieron que auxiliar a los conductores de varios automóviles que quedaron atrapados en la colonia Nueva Montserrat, zona 7.

Evacuan alumnos

En la ciudad de Mazatenango el nivel del agua subió un metro y varios automóviles fueron arrastrados por las fuertes corrientes, en la zona 1 de esta población.

Previendo cualquier contingencia los alumnos de la escuela Rubén Villagrán Paul fueron evacuados por los socorristas, y en la calzada Centenario los drenajes colapsaron.



En la colonia Nueva Montserrat, zona 7, varios carros quedaron atrapados ayer.



Un motorista intenta pasar una de las calles de la colonia Nueva Montserrat, zona 7 capitalina

Drenajes colapsan

El alcalde Manuel Delgado dijo que las fuertes lluvias de los últimos días causaron daños a varios negocios del lugar y que el colapso de los drenajes se debe a que los vecinos lanzan basura en los tragantes. "Se va a hacer un estudio en la calzada Centenario, donde se tiene que construir un túnel para desviar el agua", manifestó el funcionario.

5 departamentos del país han sido afectados por las lluvias

1 metro subió el nivel del agua en la zona 1 de Mazatenango



En Mazatenango varios hoteles y comercios fueron afectados por las inundaciones

Fuente: Nuestro Diario, 16 de agosto de 2008.

Anexo 4. Inundación en Hospital General

¡Inundado Hospital General!

Orlando BOBADILLA / Al Día

Los servicios del Laboratorio Clínico del Hospital General San Juan de Dios fueron suspendidos ayer debido a la rotura de la tubería de agua pluvial, que provocó una inundación en sus instalaciones, informó la licenciada Flor de María de Díaz, jefa del departamento.

Esto viene a perjudicar a aproximadamente 150 personas que diariamente acuden a la Consulta Externa de ese centro asistencial, en donde se les ordena exámenes de laboratorio, sin contar a los pacientes que se encuentran reclusos y también necesitan de este servicio.

"No podemos ir en contra de los derechos de los trabajadores, por lo que hemos decidido suspender el servicio hasta que esté solucionado el problema", expresó De Díaz.

Durante la mañana de ayer, varias empleadas del laboratorio, entre laboratoristas, secretarías y personal de conserjería, se dedicaron con escobas, trapeadores y aspiradoras a evacuar el agua que anegó el local, pero sus esfuerzos fueron infructuosos debido a que el líquido seguía brotando de la tubería rota.

La jefa del Laboratorio Clínico dijo que a primera hora se comunicó con las autoridades del Hospital General San Juan de Dios, pero al filo del mediodía todavía no habían hecho nada para reparar el daño en la tubería.

Señaló que el problema mayor es que no se trata de agua potable sino de agua pluvial, la cual está contaminada, lo que podría provocar algún tipo de contaminación en el laboratorio.

"Confío en que hoy mismo se solucione el problema porque en caso contrario el servicio seguirá cerrado y únicamente se atenderán emergencias", puntualizó.

Desde el sábado

Eleazar Guzmán, secretario general del Sindicato de Empleados del Hospital General San Juan de Dios (SEHGSJD), aseguró que la tubería se dañó desde el sábado, día a partir del cual se inundó el Laboratorio Clínico, sin que las autoridades del centro asistencial hicieran algo para controlar la fuga de agua.

Aseguró que se comunicó el problema al jefe del Departamento de Mantenimiento del hospital, un ingeniero de apellido Arrivillaga, pero éste no puso atención al asunto y no arregló absolutamente nada.

"El director, Elmer Grjalva, aseguró que ordenará a quien corresponda realizar las reparaciones que sean necesarias; confiamos en su palabra y creemos que la tubería será reparada lo más pronto posible", subrayó Guzmán.



LABOR DE SECADO

El Laboratorio Clínico se inundó desde el sábado sin que las autoridades del centro asistencial hicieran algo para controlar la fuga de agua, expresaron sindicalistas y trabajadores del San Juan de Dios.

Fuente: Al Día, 17 de junio de 1997.

Anexo 5. Datos de inundación según la Municipalidad de Guatemala



DIRECCIÓN DE SISTEMAS DE DRENAJES Y ALCANTARILLADO
Empresa Municipal de Agua de la Ciudad de Guatemala
Municipalidad de Guatemala

Of. 040-2017

Guatemala,
17 de abril de 2017

Señora
Gladis Pinzón de Taracena
Unidad Formación y Desarrollo Laboral
EMPAGUA

Sra. Pinzón de Taracena:

Atentamente me dirijo a usted, en relación a la información solicitada por la señora Berenise Aura Morales Ramos, efectuada a través de la Unidad de Información, identificada con Expediente No. 284-2017 de fecha 06 de abril/2017, me permito informarle lo siguiente:

1. Información que solicita: Informe que contenga datos sobre los puntos, dentro del municipio de Guatemala, que sufren inundaciones por la época lluviosa.

R/: En época de lluvia, los puntos dentro del municipio de Guatemala más afectados son:

- a. Las áreas de los mercados ubicados en todas las zonas de la ciudad.
- b. Paradas de los buses urbanos de la ciudad.
- c. Los Pasos a Desnivel, ubicados en las diferentes zonas de la ciudad.

No se especifica exactamente zona, debido a la afluencia de peatones que circulan en dichos sectores y no toman en cuenta los problemas que causan al tirar o derramar toda clase de desechos hacia las vías públicas, lo que ocasiona caos en época de lluvia.

Atentamente,


Ing. Alicia Pinzón de Rodríguez
Directora Sistemas de Drenaje y Alcantarillado




6 avenida 1-27,
zona 4, Edificio Mini,
Sexto Nivel, Ala Norte.
Teléfono: (502)2390-3709
Fax: (502)2390-3710
www.muniguate.com

c.c. Archivo

Fuente: Municipalidad de Guatemala.

Anexo 6. **Datos de inundación según la Municipalidad de Guatemala**

	<p>Municipalidad de Guatemala Dirección de Desarrollo Social</p>
	<p>Guatemala, 19 de abril de 2017 DSRD-043-2017</p>
	<p>Licenciado Alexander Luna Asesor Jurídico UDI Dirección de Desarrollo Social</p>
	<p>Es un gusto saludarlo.</p>
	<p>Atentamente me dirijo a usted, en relación a la información solicitada según el oficio alx050-2017 de fecha 18 de abril de 2017, me permito informarle lo siguiente:</p>
	<p>En época de lluvia, los puntos dentro del municipio de Guatemala más efectuados son:</p>
	<ul style="list-style-type: none">a. Las áreas de los mercados ubicados en todas las zonas de la ciudad.b. Paradas de los buses urbanos de la ciudad.c. Los pasos a Desnivel, ubicados en las diferentes zonas de la ciudad
	<p>No se especifica exactamente zona, debido a la afluencia de peatones que circulan en dichos sectores y no toman en cuenta los problemas que causan al tirar o derramar toda clase de desechos hacia las vías públicas, lo que ocasiona caos en época de lluvia.</p>
	<p>Sin otro particular,</p>
	<p> Lic. Jonathan del Cid Enlace Municipal ante la CONRED Dirección de Desarrollo Social</p>
	<p>cc. archivo</p>
	<p>6 Avenida "A" 20-25, Zona 1 Edificio de Desarrollo Social Teléfono 2285-8877 www.muniguate.com</p>
	<p></p>

Fuente: Municipalidad de Guatemala.

