



**LECCIONES APRENDIDAS EN LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES;  
INUNDACIONES EN EL AÑO 2018, BARRIOS LA ASUNCIÓN Y  
GUADALAJARA, COPACABANA, ANTIOQUIA, COLOMBIA**

*LEARNED LESSONS IN DISASTER RISK MANAGEMENT; FLOODS  
OCCURRED IN THE YEAR 2018 LA ASUNCIÓN AND GUADALAJARA  
NEIGHBORHOODS, COPACABANA, ANTIOQUIA, COLOMBIA*

**TOMÁS ROQUEMEN TANGARIFE**

Tesis para optar por el título de magíster en Gerencia de Proyectos

Asesores, docentes

Ana Beatriz Acevedo Jaramillo

María Cecilia Henao Arango

UNIVERSIDAD EAFIT

ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN

MAESTRÍA EN GERENCIA DE PROYECTOS

MEDELLÍN

2024

## Contenido

<b>Resumen .....</b>	<b>7</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>8</b>
<b>Introducción .....</b>	<b>9</b>
<b>1 Planteamiento del problema .....</b>	<b>11</b>
1.1 Contexto normativo .....	11
1.3 Contexto de la gestión del riesgo .....	15
1.4 Contexto de variabilidad climática y cambio climático .....	15
1.5 Antecedentes .....	17
<b>2 Justificación .....</b>	<b>20</b>
<b>3 Objetivos .....</b>	<b>24</b>
3.1 General .....	24
3.2 Específicos .....	24
<b>4 Marco teórico o marco conceptual .....</b>	<b>25</b>
4.1 Desastre .....	25
4.2 Gestión del riesgo .....	25
4.3 Manejo de desastres .....	25
4.4 Vulnerabilidad .....	26
4.5 Lecciones aprendidas .....	26
4.6 Inundación .....	26
<b>5 Diseño metodológico .....</b>	<b>27</b>
5.1 Metodología Post-Event Review Capability [PERC] .....	27
5.2 Actores sociales .....	33
5.3 Instrumentos de recolección de información .....	34

<b>6 Desarrollo</b> .....	<b>38</b>
6.1 Contexto físico de la ocurrencia del evento.....	38
6.2 Panorama socioeconómico del desastre.....	47
6.2.1 Caracterización de la población.....	47
<b>7 Riesgo a las inundaciones</b> .....	<b>61</b>
7.1 Exposición a las inundaciones.....	61
7.2 Amenaza por inundación.....	62
7.3 Vulnerabilidad ante las inundaciones.....	64
7.4 Riesgo por Inundaciones.....	66
<b>8 Lecciones aprendidas en la gestión del riesgo de desastres</b> .....	<b>71</b>
8.1 SIATA.....	71
8.2 AMVA.....	73
8.3 Líderes sociales.....	76
<b>9 Conclusiones</b> .....	<b>78</b>
<b>Referencias</b> .....	<b>82</b>
<b>Anexos</b> .....	<b>87</b>

## Lista de figuras

<b>Figura 1.</b> <i>Estructura del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo</i> .....	13
<b>Figura 2.</b> <i>Política Metropolitana para la Gestión de Riesgo de Desastres</i> .....	14
<b>Figura 3.</b> <i>Localización de los barrios Guadalajara y La Asunción</i> .....	19
<b>Figura 4.</b> <i>Comparación del ciclo de un proyecto y la gestión del riesgo de desastres</i> ....	22
<b>Figura 5.</b> <i>Relación entre agentes, instituciones y sistemas</i> .....	30
<b>Figura 6.</b> <i>Línea del tiempo de eventos, barrios Guadalajara y La Asunción</i> .....	38
<b>Figura 7.</b> <i>Zonificación de la amenaza por inundación, barrios La Asunción, Guadalajara y la Pedrera</i> .....	39
<b>Figura 8.</b> <i>Cuencas con mayor influencia en el evento del 25 de noviembre de 2018</i> .....	41
<b>Figura 9.</b> <i>Eventos de precipitación 2016-06-04, 2018-05-13 y 2018-11-25</i> .....	42
<b>Figura 10.</b> <i>Referencia del nivel alcanzado y el caudal calculado para la sección transversal de la estación de nivel 140 - Puente Fundadores, 25 de noviembre de 2018</i> .....	44
<b>Figura 11.</b> <i>Histograma de caudales</i> .....	45
<b>Figura 12.</b> <i>Afectaciones a partir del colapso del muro en el barrio La Asunción, 25 de noviembre de 2018</i> .....	46
<b>Figura 13.</b> <i>Distribución de manzanas para los barrios La Asunción y Guadalajara</i> .....	48
<b>Figura 14.</b> <i>Distribución de la población en las manzanas de los barrios Guadalajara y La Asunción parte baja</i> .....	50
<b>Figura 15.</b> <i>Cantidad de hombres y mujeres por manzana, barrios Guadalajara y La Asunción parte baja</i> .....	51
<b>Figura 16.</b> <i>Pirámide poblacional, barrios Guadalajara y La Asunción parte baja</i> .....	52
<b>Figura 17.</b> <i>Distribución de nacimientos, barrios Guadalajara y La Asunción</i> .....	53
<b>Figura 18.</b> <i>Distribución de las personas que viven en el barrio Guadalajara</i> .....	54
<b>Figura 19.</b> <i>Distribución socioeconómica de la población por manzanas, barrios Guadalajara y La Asunción</i> .....	56

<b>Figura 20.</b> <i>Viviendas típicas de los barrios Guadalajara y La Asunción</i> .....	57
<b>Figura 21.</b> <i>Tipo de vivienda de los barrios Guadalajara y La Asunción</i> .....	57
<b>Figura 22.</b> <i>Distribución de servicios domésticos por manzanas</i> .....	59
<b>Figura 23.</b> <i>Frecuencia de recolección de basuras para las manzanas de los barrios Guadalajara y La Asunción</i> .....	60
<b>Figura 24.</b> <i>Mancha de inundación con un periodo de retorno de 100 Años para los barrios Guadalajara y La Asunción</i> .....	62
<b>Figura 25.</b> <i>Altura alcanzada por el agua en las edificaciones de los barrios Guadalajara y La Asunción para un periodo de retorno de 100 años</i> .....	64
<b>Figura 26.</b> <i>Funciones de vulnerabilidad para edificios residenciales</i> .....	65

## Lista de tablas

<b>Tabla 1.</b> <i>Actores e instrumentos de recolección de información</i> .....	35
<b>Tabla 2.</b> <i>Históricos registrados estación de nivel 140 río Medellín - Puente Fundadores.</i>	40
<b>Tabla 3.</b> <i>Acumulados de lluvia para la quebrada La Iguana. Noviembre de 2018.....</i>	43
<b>Tabla 4.</b> <i>Distribución de la población en las manzanas de los barrios Guadalajara y La Asunción parte baja</i> .....	49
<b>Tabla 5.</b> <i>Grado de escolaridad, barrios Guadalajara y La Asunción parte baja.....</i>	55
<b>Tabla 6.</b> <i>Relación de servicios con respecto al total de viviendas.....</i>	58
<b>Tabla 7.</b> <i>Resultados de las pérdidas económicas (en millones de COP) para los diferentes periodos de retorno.....</i>	67
<b>Tabla 8.</b> <i>Resultados de las pérdidas económicas (en millones de COP) para los diferentes periodos de retorno.....</i>	67
<b>Tabla 9.</b> <i>Resultados de las pérdidas económicas (en millones de COP) para los diferentes periodos de retorno.....</i>	69
<b>Tabla 10.</b> <i>Resultados de las pérdidas económicas (en millones de COP) para los diferentes periodos de retorno.....</i>	70
<b>Tabla 11.</b> <i>Actores entrevistados y su participación en el evento.....</i>	71
<b>Tabla 12.</b> <i>Estudios realizados en el mundo con la metodología PERC.....</i>	87
<b>Tabla 13.</b> <i>Estructura del reporte de la metodología PERC</i> .....	89

## Resumen

Este trabajo documenta las lecciones aprendidas en la gestión del riesgo de desastres para uno de los fenómenos más recurrentes en el Valle de Aburrá: las inundaciones. Este fenómeno se ve acrecentado por el cambio climático, la impermeabilización acelerada de las cuencas y la ocupación indebida del territorio. Se espera que estos eventos de inundación tengan una mayor magnitud y frecuencia en el futuro.

El análisis se realiza mediante la metodología de lecciones aprendidas *Post-Event Review Capability* (PERC), desarrollada por el grupo de seguros Zurich en el marco del programa para la Resiliencia ante Inundaciones, aplicada a un caso de estudio ocurrido en 2018 en el municipio de Copacabana, Colombia. El objetivo es gestionar el conocimiento para futuros eventos de inundación.

**Palabras claves:** gestión del riesgo de desastres, lecciones aprendidas, inundaciones, gestión del conocimiento, cambio climático, *Post-Event Review Capability* (PERC), Copacabana.

## **Abstract**

*This work documents the lessons learned in disaster risk management for one of the most recurrent phenomena within the Aburrá Valley: floods. This phenomenon is exacerbated by climate change, the rapid impermeabilization of watersheds, and the improper occupation of territory. It is expected that these flood events will have greater magnitude and frequency in the future. The analysis is conducted using the Post-Event Review Capability (PERC) methodology, developed by the Zurich insurance group as part of the Flood Resilience Program, applied to a case study that occurred in 2018 in the Municipality of Copacabana, Colombia. This work is developed to manage knowledge for future flood events.*

**Keywords:** *disaster risk management, lessons learned, floods, knowledge management, climate change, Post-Event Review Capability (PERC), Copacabana.*

## Introducción

Colombia, debido a sus condiciones geográficas, es altamente susceptible a fenómenos naturales como inundaciones, deslizamientos, avenidas torrenciales, sismos y erupciones volcánicas (Aguilar et al., 2009). Esta susceptibilidad se ve exacerbada por el rápido crecimiento poblacional y la ocupación desorganizada del territorio, lo cual incrementa la exposición de las comunidades a riesgos significativos, resultando en pérdidas económicas y humanas. Entre enero de 1998 y diciembre de 2021, se han registrado en el país un total de 21,5 millones de personas afectadas, 3.690 fallecidos, 675 desaparecidos y 6.173 heridos como consecuencia de desastres naturales (Campos et al., 2012).

La gestión del riesgo de desastres abarca todas aquellas acciones de organización, planeación y aplicación de preparativos antes de la ocurrencia de un evento, durante la atención de la emergencia y en la recuperación posterior al desastre. Este proceso se define en un ciclo clásico de mitigación, preparación, respuesta y recuperación (UNISDR, 2015). En Colombia, estas acciones están condicionadas por la alta variabilidad climática relacionada con el paso de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), que genera dos temporadas de lluvias predominantes con picos en abril y noviembre (Poveda, 2004; Poveda et al., 2006). Esta variabilidad natural se ve afectada por fenómenos como El Niño-Oscilación del Sur (ENSO), que modifica la frecuencia, magnitud e intensidad de eventos extremos de sequía y precipitaciones.

Además, las proyecciones de cambio climático reportadas por el Grupo de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC por su sigla en inglés) indican que los ciclos de altas precipitaciones y los eventos de sequía tienden a volverse más intensos y frecuentes como consecuencia de la acumulación de gases de efecto invernadero y el aumento de las temperaturas globales (IPCC, 2023a). En este contexto, la presente investigación se centra en el análisis de las lecciones aprendidas en la gestión del riesgo de desastres, con un enfoque particular en las inundaciones, el fenómeno natural más recurrente en el territorio colombiano.

Para este trabajo, se toma como caso de estudio el municipio de Copacabana, Antioquia, donde una población aledaña al río Medellín es afectada recurrentemente por inundaciones (Barrios Guadalajara y La Asunción). En específico, se analizará el evento ocurrido el 25 de noviembre de 2018, el cual representa un máximo histórico en la red de monitoreo de SIATA y causó grandes afectaciones en la comunidad. Esta investigación busca entender cómo las comunidades y las autoridades locales gestionan el riesgo de desastres, evaluando los éxitos y fracasos en la implementación de estrategias de mitigación, preparación, respuesta y recuperación, utilizando la metodología Post-Event Review Capability (PERC), desarrollada por el grupo de seguros Zurich, en el marco del programa para la Resiliencia ante Inundaciones (Venkateswaran et al., 2015; Venkateswaran et al., 2020).

A su vez, se realiza la evaluación del riesgo por inundaciones, es decir, la cuantificación de las consecuencias económicas, los daños en la infraestructura y las afectaciones humanas, lo cual requiere del desarrollo de modelos de amenaza, exposición y vulnerabilidad para los barrios en estudio.

A través de este análisis, se pretende proporcionar recomendaciones que mejoren la gestión integral de desastres frente a futuros eventos de inundación.

## 1 Planteamiento del problema

### 1.1 Contexto normativo

Este estudio, normativamente se encuentra enmarcado dentro del Plan Nacional de Desarrollo 2022- 2026 “Colombia: Potencia Mundial de la Vida”, que en el Capítulo 1 contempla la gestión de riesgo de desastres desde la implementación y consolidación del Sistema Nacional de Información para la Gestión de Riesgo de Desastres y la articulación de las entidades del Sistema Nacional Ambiental (SINA) con el Sistema Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres (SNRD), para tener un fortalecimiento a escala territorial y local (Departamento Nacional de Planeación, 2023).

El Plan Nacional de Gestión de Desastres de Colombia, Decreto 1478 del 03 de agosto de 2022, configura la hoja de ruta para la gestión del riesgo de desastres y se encuentra alineado con las prioridades suscritas en el Marco de Sendai 2015-2030, que son: 1) comprender el riesgo de desastres, 2) fortalecer la gobernanza del riesgo de desastres para gestionar dicho riesgo, 3) invertir en la reducción del riesgo de desastres para la resiliencia, y 4) aumentar la preparación para casos de desastre a fin de dar una respuesta eficaz y “reconstruir mejor” en los ámbitos de la recuperación, la rehabilitación y la reconstrucción (Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, 2022). Así mismo, el Plan Nacional de Gestión de Desastres de Colombia contribuye a los Objetivos de Desarrollo Sostenible relacionados con la Acción por el Clima, donde se busca adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos (IPCC, 2023b).

La meta fundamental del Plan Nacional de Gestión de Desastres de Colombia es el acoplamiento entre la gestión de riesgo de desastres y el cambio climático para la reducción del riesgo de desastres y los efectos asociados a eventos extremos. Eventos que tienden a ser más recurrentes e intensos, con afectaciones significativas en las vidas humanas y la infraestructura (Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, 2022).

Desde la Ley 1523 del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo (2012), por la cual se adopta la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones... se establecen tres procesos esenciales para el país :i) conocimiento del riesgo, ii) proceso de reducción del riesgo, y iii) proceso de manejo de desastres. [y que en su Artículo 2° establece] La gestión del riesgo es responsabilidad de todas las autoridades y de los habitantes del territorio colombiano.

A partir de la estructuración del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres en Colombia, se dictamina el conjunto de entidades nacionales del orden público, privado y comunitario, que se articulan con políticas, normas y recursos para llevar a cabo el proceso social de la gestión del riesgo con el propósito de ofrecer protección a la población en el territorio nacional en busca de mejorar la calidad de vida, la seguridad y bienestar de las comunidades (Unidad Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres, s. f).

Este sistema se encuentra en cabeza del presidente de la República y cuenta con seis instancias de orientación y coordinación (Figura 1). Las entidades que lo conforman ejecutan los procesos de gestión del riesgo anteriormente descritos.



**Figura 1.** Estructura del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo

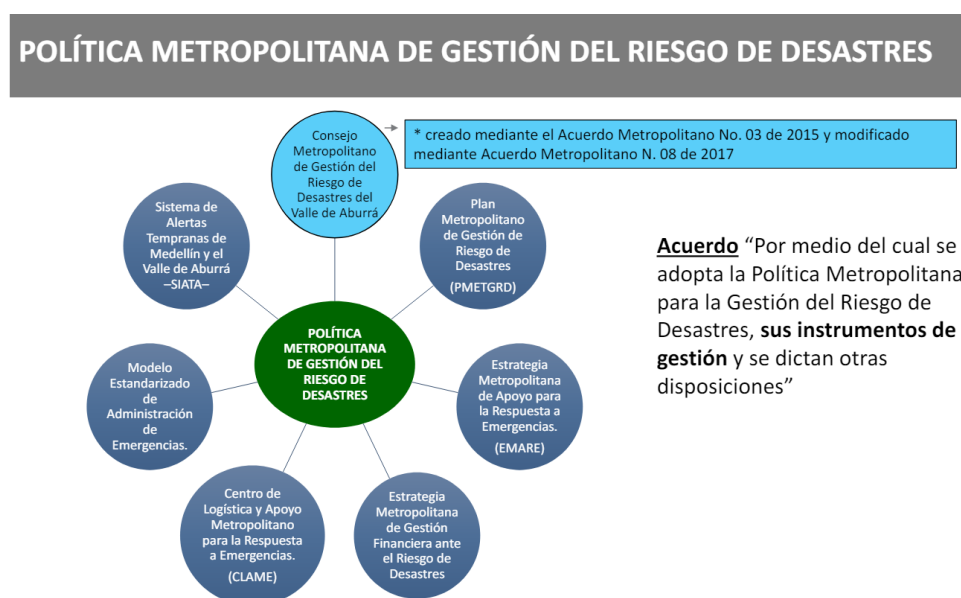
**Fuente:** Unidad Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres (s. f.).

La Ley 1523 (2012), en los artículos 12 y 14, establece que

los gobernadores y alcaldes son conductores del sistema nacional en su nivel territorial y están investidos con las competencias necesarias para conservar la seguridad, la tranquilidad y la salubridad en el ámbito de su jurisdicción y Los alcaldes como jefes de la administración local representan al Sistema Nacional en el Distrito y el Municipio. El alcalde como conductor del desarrollo local, es el responsable directo de la implementación de los procesos de gestión del riesgo en el Distrito o Municipio, incluyendo el conocimiento y la reducción del riesgo y el manejo de desastres en el área de su jurisdicción.

Esta responsabilidad es ejercida por el alcalde a través del Consejo Municipal para la Gestión del Riesgo de Desastres [CMGRD]. Además, los entes territoriales cuentan con los planes municipales de gestión de riesgo de desastres en donde se identifican las principales amenazas que se encuentran en el territorio.

Para el Valle de Aburrá, región en la cual tiene injerencia el Área Metropolitana del Valle de Aburrá<sup>1</sup> [AMVA], se tiene el Acuerdo Metropolitano 22 de 2019, por medio del cual se adopta la Política Metropolitana para la Gestión de Riesgo de Desastres. Esta política incorpora varias instancias (Figura 2) para el apoyo a los municipios socios del AMVA en la gestión del riesgo. Se destaca la creación del Consejo Metropolitano de Gestión de Riesgo de Desastres del Valle de Aburrá como instancia de coordinación, asesoría y planeación, y seguimiento para garantizar la efectividad y articulación de los procesos de gestión del riesgo en el Valle de Aburrá (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2019).



**Figura 2.** Política Metropolitana para la Gestión de Riesgo de Desastres

**Fuente:** Área Metropolitana del Valle de Aburrá (2019).

En el marco de esta política se fortalece el Sistema de Alerta Temprana de Medellín y el Valle de Aburrá [SIATA], proyecto estratégico del AMVA, que opera desde el año 2010. Con él, se identifican y pronostican la ocurrencia de fenómenos

<sup>1</sup> Entidad administrativa de derecho público que agrupa los 10 municipios del Valle de Aburrá y actúa como autoridad de transporte público metropolitano y autoridad ambiental. También funge como ente articulador planificador y de coordinación territorial en los municipios de su jurisdicción.

naturales y antrópicos que alteren las condiciones ambientales de la región, o puedan generar riesgos a la población, a partir de un monitoreo en tiempo real y modelación hidrológica, geotécnica, meteorológica y otras técnicas. Este sistema se apoya en la apropiación social del conocimiento y el desarrollo de sistemas de alerta temprana comunitarios, que permiten la entrega oportuna de información vital para la ciudadanía y los tomadores de decisiones para la protección de la vida y el medio ambiente (SIATA, s. f.).

### **1.3 Contexto de la gestión del riesgo**

En el marco de la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNDRR, por sus siglas en inglés), se define un desastre como una interrupción de una comunidad o sociedad, en cualquier tipo de escala, dado un evento amenazante que interactúa con las condiciones de exposición, vulnerabilidad o capacidades, ocasionando pérdidas o impactos humanos, ambientales, económicos o materiales (UNDRR, 2020). Dentro del Acuerdo de Sendai 2015-2030 se identifican tanto amenazas naturales, como tecnológicas y biológicas (UNISDR, 2015).

La gestión del riesgo de desastres abarca todas aquellas acciones de organización, planeación y aplicación de preparativos para antes de la ocurrencia de un evento, durante la atención de la emergencia y la recuperación posterior al desastre, que se definen en un ciclo clásico de mitigación, preparación, respuesta y recuperación. La ocurrencia de un desastre es un incidente único que toma a las personas por sorpresa y que debe tener en cuenta aproximaciones contemporáneas de innovación, emprendimiento, liderazgo, conocimiento de los escenarios de riesgo, resiliencia y aprendizaje para su manejo efectivo (Sawalha, 2020).

### **1.4 Contexto de variabilidad climática y cambio climático**

La gestión de riesgo de desastres se encuentra condicionada por la alta variabilidad climática e hidrometeorológica que se tiene en la región. Esta característica está relacionada con la ubicación geográfica de Colombia que condiciona los ingresos de humedad. Al encontrarse en la franja tropical, los regímenes de precipitación están influenciados por el paso de la zona de

convergencia intertropical (ZCIT), por lo cual se tienen dos temporadas de lluvias predominantes con picos máximos en abril y noviembre (Poveda, 2004; Poveda et al., 2006). Esto, teniendo en cuenta que para Colombia los meses con mayores precipitaciones son los periodos de abril-mayo y octubre a noviembre, mientras que los ciclos de menor precipitación van de enero-febrero y junio-julio (Poveda, 2004). Adicionalmente, las condiciones topográficas y geomorfológicas que presenta la cordillera de los Andes, favorecen la formación de microclimas representados por lluvias orográficas (Zuluaga & Houze, 2015).

La variabilidad climática natural está supeditada por otros fenómenos, dentro de los que el más prominente, en términos de la hidroclimatología colombiana, es el Fenómeno El Niño-Oscilación del Sur (ENSO). De acuerdo con la fase en la que se encuentre el ENSO, modifica la frecuencia y magnitud de los eventos extremos de precipitación, siendo mayores la precipitación y caudales durante la fase de La Niña y disminuyendo durante El Niño, lo cual ha sido demostrado en diferentes investigaciones, como la de Poveda y otros (2001), Poveda y Mesa (2002), Puertas y Carvajal (2008), Poveda y otros (2011), Arango y otros (2012), Córdoba-Machado y otros (2015), son algunas de ellas. Estas investigaciones se han realizado en diferentes escalas espaciales y temporales, encontrando que el fenómeno influencia prácticamente todos los aspectos de la variabilidad climática, afectando el comportamiento de las variables que definen el clima, la actividad vegetal, la disponibilidad del recurso hídrico y la ocurrencia de desastres naturales.

Cabe resaltar que el fenómeno ENSO no es el único que influye en la variabilidad climática: los gradientes de temperatura superficial de mar (TSM) en el Océano Atlántico Tropical y las anomalías de circulación en la región indican que a medida que se aumenta la temperatura en el Atlántico, la precipitación en Colombia tiende a aumentar (Toshie Kayano et al., 2011). También se tienen otros fenómenos macroclimáticos que pueden tener influencia en los regímenes de precipitación aunque no han sido ampliamente estudiados para la región. A continuación se relacionan algunos: Oscilación del Atlántico Norte (NOA), Modo Meridional del Atlántico (AMM), Oscilación Decadal del Atlántico (AMO), Oscilación del Pacífico

(PDO), Oscilación de Madden Julian (MJO), Ondas tropicales del Este, huracanes en el Océano Atlántico y la actividad de los chorros del Chocó y del Caribe (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2018).

Sumado a esto, se tienen las proyecciones de cambio climático reportadas por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por su sigla en inglés), que indican que las precipitaciones tienen una tendencia a volverse más intensas y frecuentes, como consecuencia de la acumulación de gases efecto invernadero y el aumento de las temperaturas medias globales (IPCC, 2023a). Para Colombia se han realizado estudios como el de Urán Zea (2016), en el cual se analizaron los valores extremos de precipitación por medio de datos históricos, y se concluyó que hay una tendencia positiva de los eventos extremos de precipitación, aparentemente relacionada con el cambio climático. Así mismo, el estudio de la Síntesis Preliminar Sobre Variabilidad y Cambio Climático en el Valle de Aburrá señala resultados coherentes con lo expresado por el IPCC para el Valle de Aburrá (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2018).

### **1.5 Antecedentes**

Para Colombia, según datos del UNGRD, entre enero de 1998 y diciembre de 2021 se han registrado un total de 21.500.000 personas afectadas, 3.690 fallecidos, 675 desaparecidos y 6.173 heridos como consecuencia de la ocurrencia de desastres naturales; Antioquia es el departamento con más muertes por desastres naturales desde 1998 (Ayala-García & Ospino-Ramos, 2023).

Para el Valle de Aburrá se cuenta con un registro histórico de 6.750 eventos ocurridos de entre los años 1880 a 2007. Durante este periodo, el 42 % corresponde a inundaciones, el 35 % a movimientos en masa y el 15 % a los incendios forestales (Aristizábal & Gómez, 2008). Estos eventos han resultado en 2.385 fallecidos y 42.667 personas afectadas (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2020).

El área de estudio para el desarrollo de este trabajo se encuentra dentro del Valle de Aburrá, que está localizado en la Cordillera Central del departamento de Antioquia. Tiene un área de 1.152 km<sup>2</sup>, con una longitud de 65 km, es definido clásicamente por Arias, (2003) como

una depresión con una orientación sur-norte de fondo plano, limitada por respaldos laterales muy inclinados en roca y cubiertos en la parte baja por flujos de lodos. Las alturas del fondo del valle varían entre 1.000 y 3.000 msnm. El interior del valle se caracteriza por terrazas, llanuras aluviales a lo largo del río Medellín y depósitos aluvio-torrenciales que forman abanicos a lo largo de sus principales drenajes tributarios. (pp. 54- 55)

Actualmente, el Valle de Aburrá cuenta con una población estimada de 4,1 millones de habitantes (Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia, 2021). El crecimiento poblacional acelerado ha condicionado un incremento en los asentamientos que se encuentran en áreas susceptibles a la ocurrencia de amenazas de origen natural, como movimientos en masa, inundaciones y avenidas torrenciales.

Trabajos anteriores, en los cuales se han levantado lecciones aprendidas de diferentes amenazas naturales a nivel global, tratan de entender no solamente las causas naturales del fenómeno sino también los factores humanos que incrementan los niveles de riesgo. Estos análisis usan múltiples técnicas para levantar las lecciones como: estudios de lluvias, levantamiento de infraestructura afectada, trabajo de campo donde se realicen entrevistas y se levanten las percepciones de los afectados, ensayos de la calidad del agua y el riesgo social (Mahmood et al., 2017).

El alcance de este trabajo es documentar las lecciones aprendidas en la gestión del riesgo de desastres en cada una de sus fases, específicamente para un caso de estudio en el municipio de Copacabana, en los barrios Guadalajara y La Asunción (Figura 3).



**Figura 3.** Localización de los barrios Guadalajara y La Asunción

**Nota.** Se muestra también la localización del barrio La Pedrera en el municipio de Copacabana.

## 2 Justificación

La guía PMBOK® (Project Management Institute, 2021) define la gestión de proyectos como: “La aplicación de conocimiento, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades de un proyecto para cumplir los requisitos del proyecto. La gestión de proyectos se refiere a guiar el trabajo del proyecto para lograr los resultados previstos” (p. 4). El ciclo de un proyecto comprende:

- I. Fase de iniciación: identifica el objetivo del proyecto y lo que se requiere alcanzar, está acompañado de una fase preliminar de búsqueda de información para la prefactibilidad del proyecto.
- II. Fase de planeación: se crea el plan de trabajo del proyecto, donde se definen los alcances, costos, calidad, recursos y cronograma para las actividades que se van a ejecutar dentro del proyecto.
- III. Fase de ejecución: ejecución de las tareas, entregables e hitos definidos en el alcance del proyecto.
- IV. Fase de monitoreo y control: definición de los controles y métricas de desempeño para asegurar la correcta ejecución del proyecto según lo planeado.
- V. Fase de cierre: cumplimiento de los entregables a satisfacción de los interesados.

Los gerentes de proyectos deben:

- Cumplir con las expectativas de los involucrados y sus criterios de aceptación.
- Manejar los interesados con sus distintas necesidades y expectativas.

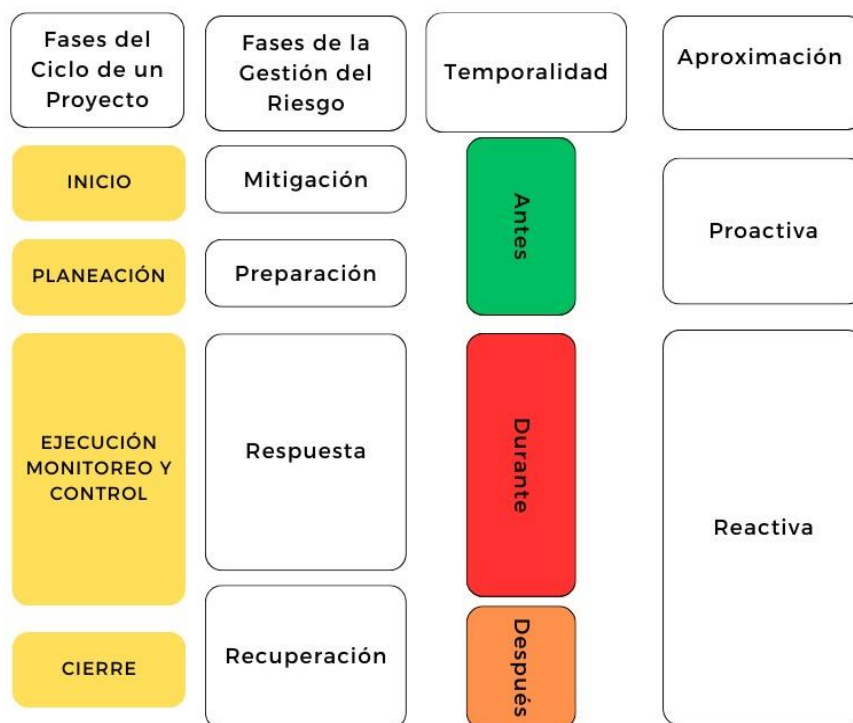
Así mismo, la gestión del riesgo de desastres se puede dividir en fases según (UNDRR, 2020):

- 1 Mitigación: medidas estructurales y no estructurales realizadas para la prevención y reducción del impacto, causa o consecuencias de los desastres.
- 2 Preparación: planeación, entrenamiento, educación y actividades para tener una respuesta efectiva ante los eventos que no se pueden mitigar.

- 3 Respuesta: inmediatamente después de la ocurrencia del desastre actividades para la preservación de la vida, subsistencia básica de las personas afectadas y valoración de daños y pérdidas.
- 4 Recuperación: periodo de recuperación. Se realizan esfuerzos de restauración simultáneos con las operaciones y actividades regulares para restaurar la infraestructura y los servicios.

Un proyecto es un esfuerzo temporal único, en el cual ningún proyecto se realiza de manera igual a los anteriores, y contempla una naturaleza temporal donde se tiene definido un comienzo y un fin. Los proyectos se encuentran dentro de un ambiente de incertidumbre, que requiere la necesidad de integración para su desarrollo y satisfacen un sentido de urgencia de un servicio, producto o resultado único (Project Management Institute, 2021).

En vista de esto, la gestión del riesgo de desastres se puede conceptualizar como la ejecución de un proyecto público, que pretende producir resultados únicos a través de una gestión particular para cada caso, en un tiempo definido de inicio y fin. Por lo cual para cada una de las fases de un proyecto se tienen actividades similares a las relacionadas con la gestión del riesgo de desastres (Figura 4). La fase de inicio y planeación se asemeja a las actividades realizadas antes de la ocurrencia de un evento dentro de la mitigación y preparación. Mientras que la ejecución, monitoreo y control se relaciona con la respuesta a corto plazo y recuperación a largo plazo durante el evento. Una vez finalizadas las tareas de reconstrucción, a posteriori de la ocurrencia del evento y a satisfacción de los interesados se puede dar por terminada la gestión del proyecto.



**Figura 4.** Comparación del ciclo de un proyecto y la gestión del riesgo de desastres

**Fuente:** modificado de Moe y Pathranarakul (2006).

Se hace relación entre la gestión del riesgo de desastres y los proyectos públicos ya que su objetivo es el mismo: se busca el desarrollo económico y social que permita reducir los índices de pobreza sin esperar una retribución económica a cambio y sus fuentes de financiamiento son el Estado o las Organizaciones No Gubernamentales (ONG) (Moe & Pathranarakul, 2006).

Teniendo en cuenta lo anterior, en este trabajo se pretende levantar las lecciones aprendidas en cada una de las fases de la gestión del riesgo (mitigación, preparación, respuesta y recuperación) entendiendo la gestión del riesgo de desastres como un símil de la gestión de un proyecto público.

Esta investigación se realiza en el ámbito de la gestión de riesgos de desastre integral que incluya el uso de múltiples técnicas dentro de las distintas etapas de la

gestión de un desastre (mitigación, preparación, respuesta y recuperación). El levantamiento de lecciones aprendidas es fundamental para el manejo futuro de desastres. Entendiendo que nos encontramos en un régimen de cambio climático e impermeabilización acelerada de las cuencas, por los procesos de urbanización, se anticipa que los eventos hidrometeorológicos extremos van a tender a ser mucho más recurrentes e intensos.

Este estudio aporta a los tomadores de decisiones, organismos de respuesta y apoyo, así mismo como a las comunidades un conocimiento de los factores de éxito en la gestión del riesgo de desastres, que puede ser replicado en otros escenarios identificados con amenaza o riesgo alto por inundación.

### **3 Objetivos**

#### **3.1 General**

Documentar las lecciones aprendidas en la gestión de riesgo de desastres, en el evento por inundación ocurrido en el año 2018, en los barrios Guadalajara y La Asunción, Municipio de Copacabana, a través de la metodología Post-Event Review Capability (Venkateswaran et al., 2015) desarrollada por el grupo de seguros Zurich con el fin de gestionar el conocimiento en el futuro manejo de desastres.

#### **3.2 Específicos**

- Determinar el contexto físico en el cual se da la ocurrencia de la inundación.
- Identificar el panorama socioeconómico del área donde ocurre el desastre.
- Delimitar los hechos ocurridos durante el evento en cada una de las fases de la gestión del riesgo de desastres.
- Documentar las lecciones aprendidas en la reducción prospectiva del riesgo, la reducción correctiva del riesgo, la preparación, respuesta y recuperación.

## **4 Marco teórico o marco conceptual**

### **4.1 Desastre**

De acuerdo con la Ley 1523 del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo (2012):

Es el resultado que se desencadena de la manifestación de uno o varios eventos naturales o antropogénicos no intencionales que al encontrar condiciones propicias de vulnerabilidad en las personas, los bienes, la infraestructura, los medios de subsistencia, la prestación de servicios o los recursos ambientales, causa daños o pérdidas humanas, materiales, económicas o ambientales, generando una alteración intensa, grave y extendida en las condiciones normales de funcionamiento de la sociedad, que exige del Estado y del sistema nacional ejecutar acciones de respuesta a la emergencia, rehabilitación y reconstrucción.

### **4.2 Gestión del riesgo**

Es el proceso social de planeación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas y acciones permanentes para el conocimiento del riesgo y promoción de una mayor conciencia del mismo, impedir o evitar que se genere, reducirlo o controlarlo cuando ya existe y para prepararse y manejar las situaciones de desastre, así como para la posterior recuperación, entiéndase: rehabilitación y reconstrucción. Estas acciones tienen el propósito explícito de contribuir a la seguridad, el bienestar y calidad de vida de las personas y al desarrollo sostenible. (Ley 1523, Sistema Nacional de Gestión del Riesgo, 2012).

### **4.3 Manejo de desastres**

“Es el proceso de la gestión del riesgo compuesto por la preparación para la respuesta a emergencias, la preparación para la recuperación posdesastre, la ejecución de dicha respuesta y la ejecución de la respectiva recuperación, entiéndase: rehabilitación y recuperación” (Ley 1523, Sistema Nacional de Gestión del Riesgo, 2012).

#### **4.4 Vulnerabilidad**

Susceptibilidad o fragilidad física, económica, social, ambiental o institucional que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en caso de que un evento físico peligroso se presente. Corresponde a la predisposición a sufrir pérdidas o daños de los seres humanos y sus medios de subsistencia, así como de sus sistemas físicos, sociales, económicos y de apoyo que pueden ser afectados por eventos físicos peligrosos (Ley 1523, Sistema Nacional de Gestión del Riesgo, 2012).

#### **4.5 Lecciones aprendidas**

El Banco Interamericano de Desarrollo [BID] (2011) define las lecciones aprendidas como:

El conocimiento adquirido sobre un proceso o una o varias experiencias, a través de la reflexión y el análisis crítico sobre sus resultados y los factores críticos de éxito o condiciones que pueden haber incidido sobre su éxito o lo obstaculizaron. Las lecciones aprendidas se enfocan en la hipótesis que vincula causalmente los resultados buscados y aquello que ha funcionado o no ha funcionado para alcanzarlos. (p. 1)

El Project Management Institute (2014) considera las lecciones aprendidas como el “conocimiento adquirido durante un proyecto, el cual muestra cómo se abordaron o deberían abordarse en el futuro los eventos del proyecto, a fin de mejorar el desempeño futuro”.

#### **4.6 Inundación**

Una inundación es un caudal relativamente alto que sobrepasa los bancos naturales o artificiales en un tramo de un drenaje (Holmes & Dinicola, 2010).

## 5 Diseño metodológico

La investigación cuantitativa trata de entender el por qué, para qué y cómo de un fenómeno, a través del discurso de la gente y empleando técnicas de observación y entrevistas estructuradas para tratar de entender la naturaleza de las realidades y el sistema de relaciones (Bautista, 2022).

En una investigación cualitativa hay un proceso iterativo, que mejora el entendimiento de la comunidad científica a través del acercamiento a un fenómeno, donde se generan y se analizan datos empíricos que permiten hacer distinciones y su resultado mejora la comprensión de un fenómeno en la comunidad escolar (Aspers & Corte, 2019).

En esta investigación se pretende entender el antes, el durante y el después de un desastre a través de la metodología Post-Event Review Capability (PERC) desarrollada en el 2013 por el grupo asegurador Zurich como parte del programa de responsabilidad corporativa de Zurich (Venkateswaran et al., 2015).

### 5.1 Metodología Post-Event Review Capability [PERC]

Esta metodología provee un marco de referencia para un análisis sistemático de un desastre, enfocándose en cómo una amenaza específica se convirtió en un desastre. A partir del análisis forense del desastre, enfocándose en qué sucedió y las principales acciones a recomendar. La metodología PERC evalúa los éxitos y fracasos en la gestión del riesgo de desastres antes del evento, durante la respuesta y en la fase de recuperación posterior (Venkateswaran et al., 2015).

El sistema utilizado para la revisión de los desastres analiza diferentes sectores con múltiples escalas, en los cinco componentes del ciclo de manejo del riesgo de desastres: reducción del riesgo, prospectiva y correctiva, preparación, respuesta y recuperación (Venkateswaran et al., 2015).

- **Reducción del riesgo y preparación:** se enfocan en el antes del desastre y su propósito es minimizar el riesgo de desastres. Incluye tres pasos: reducción prospectiva del riesgo, reducción correctiva del riesgo y preparación para la crisis.

- La reducción prospectiva del riesgo está dada por las acciones para evitar que el riesgo aumente.
- La reducción correctiva del riesgo son las acciones dadas para reducir el riesgo existente, en personas y activos que ya se encuentran en riesgo.
- La preparación para la crisis incluye la preparación para la respuesta y la concientización comunitaria del riesgo, además de las acciones para evitar impactos cuando ocurre un evento.
- **Respuesta:** se da durante el evento de desastre. Contempla todas las acciones realizadas durante o inmediatamente después del evento para contener o mitigar los impactos, como son evacuaciones, búsqueda y rescate, y distribución de ayuda de emergencia.
- **Recuperación:** se refiere al después del evento. Las acciones se dan en términos de corto o largo alcance para ayudar a las personas a recuperarse de los impactos, reconstruir los daños causados a los sistemas físicos (vías, casas, negocios, entre otros), restaurar los servicios básicos y mejorar la política para el debido acompañamiento en la gestión del riesgo de desastres y reducción del riesgo.

La metodología PERC ha sido utilizada mayormente en inundaciones, pero puede ser usada en cualquier tipo de desastre, natural o no, como tsunamis, terremotos, incendios, ataques terroristas, entre otros. En el 2020, Venkateswaran y otros relacionan 18 estudios que utilizan esta metodología en diferentes desastres, con diferentes escalas (Anexo a, Tabla 12).

En la metodología se desarrolla un apartado de lecciones aprendidas, dentro del cual se tiene completa claridad que este conocimiento es crítico para el proceso de construcción de resiliencia. Teniendo en cuenta que el aprendizaje, actuar en lo aprendido, es necesario para evitar el riesgo y la generación de una mayor exposición, así como la reducción de afectaciones y pérdidas en el futuro (Venkateswaran et al., 2020), dado que el después de un evento es el antes de la ocurrencia del próximo.

Las lecciones aprendidas se realizan utilizando una perspectiva de resiliencia, la cual está basada en dos conceptos de trabajo: el marco de las cinco capitales y los sistemas, agentes e instituciones (Venkateswaran et al., 2020). La estructura de las cinco capitales permite al PERC desarrollar y entender el contexto local y la amenaza del evento, lo que resulta en lecciones aprendidas y recomendaciones holísticas, interdisciplinarias y multisectoriales. Las cinco capitales son: físicas, financieras, humanas, sociales y naturales.

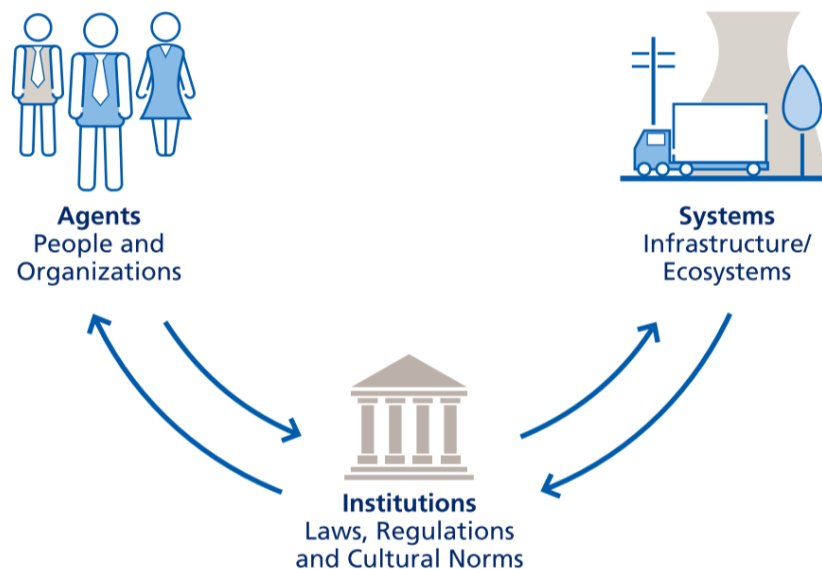
- **Físicas:** las cosas producidas por la actividad económica a partir de otro capital, infraestructura, equipamientos, mejoras en cultivos, ganadería.
- **Financiero:** el nivel, la variabilidad y la diversidad de las fuentes de ingresos y el acceso a recursos financieros que contribuyen con la riqueza.
- **Humanos:** la educación, las habilidades y la salud de las personas en el sistema.
- **Social:** las relaciones y redes sociales, vínculos que favorecen la acción cooperativa, vínculos de intercambio, y acceder a ideas y recursos.
- **Natural:** la base de recursos naturales, incluyendo la productividad de la tierra, acciones para mantenerla, así como el agua y otros recursos que sustentan los medios de vida y bienestar.

Estos sistemas, servicios y conocimientos son una categorización de lo que requieren las personas para ser más resilientes.

El marco de trabajo de los sistemas, agentes e instituciones (Figura 5) se enfoca en la gente, sus necesidades, las normas culturales y legales que permiten su capacidad de prosperar. Los componentes de este marco son amplios, pero ayudan a profundizar en cómo las personas interactúan con los sistemas críticos para crear o reducir el riesgo.

- **Sistema:** es el componente del qué de la resiliencia. Se refiere a la combinación de los ecosistemas (capital natural) y la infraestructura de los sistemas (capital físico y financiero) y la interrelación de los servicios que proveen.

- **Instituciones:** este es el cómo de la resiliencia. Se refiere a las normas, reglas, creencias que dan forma o guía a las interacciones y relaciones humanas, teniendo acceso y control sobre las cinco capitales. Las instituciones dan forma a los agentes; de igual manera, los agentes dan forma a las instituciones, abriendo la posibilidad del cambio.
- **Agentes:** es el quién de la resiliencia e incluye la parte social y humana. Se refiere a las personas y sus organizaciones, bien sea como individuos, hogares, comunidades, sectores privados y públicos, o compañías, y su capacidad para responder y moldear el mundo a su alrededor. Los agentes tienen diferentes activos, derechos y poderes que permiten o restringen el acceso a los sistemas.



**Figura 5.** Relación entre agentes, instituciones y sistemas

**Fuente:** Venkateswaran et al. (2020).

La metodología para realizar un estudio de tipo PERC se puede dividir en las siguientes fases:

- I. **Identificación de los principales actores e información disponible:** un estudio de tipo PERC se desarrolla con la colaboración de actores locales

(Ej.: entidades gubernamentales, ONG, líderes comunitarios) que hayan trabajado en el área de estudio y tengan un entendimiento del contexto local, para la recolección de información útil, confiable y precisa. La identificación de aliados estratégicos para realizar el estudio asegura que las recomendaciones realizadas dentro del estudio sean adoptadas.

- II. Cronograma del estudio:** los estudios dentro de los cuales se realiza un PERC son típicamente elaborados luego de la fase de respuesta y en la parte inicial de la recuperación, pero no tan tarde que se pierda la oportunidad de aprender del desastre. En la definición de demasiado tarde se debe tener en cuenta la magnitud, la escala y el tipo de evento.

Generalmente, un PERC se realiza en un tiempo de tres a seis meses, desde el inicio de su planeación hasta la publicación del reporte final. Estos estudios son flexibles ya que se pueden adaptar a la necesidad del desastre, no constituyen una camisa de fuerza para la investigación.

- III. Trabajo de escritorio:** en este apartado se revisan los artículos de opinión, noticias, trabajos de investigación, reportes, entre otros documentos que puedan dar una descripción del desastre. Se hace énfasis en las condiciones anteriores, recurrencia, intensidad, contexto del riesgo, condiciones físicas, contexto de vulnerabilidad, entre otros aspectos importantes. Estas primeras actividades permiten tener el contexto necesario y ayudan a enfocar el trabajo de campo a realizar, identificar los actores principales y las personas que se podrían entrevistar.

- IV. Entendimiento de las condiciones físicas:** realizar un análisis de las condiciones físicas detonantes del desastre. En el evento se debe de explorar qué fue lo que ocurrió, por qué ocurrió, cómo se desarrolló, entre otros. En el caso de inundaciones es fundamental considerar un análisis hidrometeorológicos del evento, si fue dado por las lluvias intensas, lluvia con condiciones antecedentes, mareas altas, ruptura de un embalse o presa,

etcétera. Se debe tener un entendimiento de los eventos históricos sucedidos, si era un evento esperado, o muy diferente de los ocurridos anteriormente.

Además, se debe considerar:

- Periodo de retorno del evento, para determinar la frecuencia o rareza del suceso.
- Identificar y explorar si los eventos están ocurriendo más frecuentemente o con una magnitud mayor que en el pasado. Hay que tener en cuenta el incremento en la frecuencia o magnitud de los eventos, que contribuyan a tener una mayor amenaza, como mayores acumulados de precipitación, cambios en la exposición, mayor cantidad de personas viviendo en la llanura de inundación, infraestructura que cambia los patrones de drenaje, entre otros. Asimismo, es preciso considerar la vulnerabilidad de las personas y los activos que se encuentran en riesgo.
- ¿Fue el evento de la severidad que se previó o sobrepasó las capacidades instaladas?
- Profundizar en la falla de infraestructura de protección, si el evento tuvo este tipo de componente, haciendo énfasis en las condiciones de la falla y si se esperaba o no.

**V. Trabajo de campo:** consiste en hacer visitas a las zonas afectadas y entrevistas con las personas involucradas en el desastre, con el fin de obtener el contexto y entender los hechos. La metodología para recolectar la información se basa en observaciones personales y entrevistas.

Las observaciones personales se documenten a través de comentarios realizados, que ayuden a poner la evidencia en los lugares adecuados, y por medio de entrevistas semiestructuradas con foco en temas específicos. Las entrevistas iniciales se identifican durante la fase de trabajo de escritorio y posteriormente se utiliza un muestreo de bola de nieve donde los actores entrevistados sugieren posibles candidatos.

El objetivo de las entrevistas es poder obtener suficiente información para mapear la estructura institucional, la narrativa de lo ocurrido antes, durante y posterior al evento, y las condiciones sociopolíticas que dan origen a la vulnerabilidad.

- VI. Mapa del panorama institucional:** se trata de una ayuda visual basada en la información recolectada en el trabajo de campo, las entrevistas y demás. Ilustra los principales actores involucrados en la gestión del riesgo de desastres.
  
- VII. Análisis:** después de realizar el trabajo de escritorio y de campo, se procede a procesar, organizar y analizar la información recolectada.

En el Anexo a (Tabla 13) se relaciona la estructura del reporte.

## **5.2 Actores sociales**

En este apartado se definen los actores sociales que hacen parte de esta investigación, dada su participación directa o indirecta con el evento.

**5.2.1 Comunidad:** afectada por este evento en específico, de ser posible que haya estado asentada en la zona por al menos cinco años anteriores a la ocurrencia de la inundación del año 2018, para que se tenga trazabilidad de lo ocurrido antes del evento. Personas que residan en los barrios La Asunción y Guadalajara. Dentro de este apartado es importante tener contacto con líderes sociales y personas pertenecientes a la Junta Administradora Local (JAL).

**5.2.2 SIATA<sup>2</sup>, DAGRAN<sup>3</sup>, AMVA-EGRD-CC<sup>4</sup>, UNAL<sup>5</sup>:** personal de apoyo que haya sido activado antes, durante y posterior al evento. Estos actores permitirán realizar una valoración del riesgo; son muy importantes ya que tienen el conocimiento técnico del origen de la situación.

**5.2.3 Organismo de respuesta:** personal encargado de los procesos de atención del desastre como Bomberos, Defensa Civil, Cruz Roja Colombiana, funcionarios de la Oficina Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres, entre otros.

### **5.3 Instrumentos de recolección de información**

Para la recolección de información, se llevarán a cabo entrevistas semiestructuradas dirigidas a los principales actores involucrados en la gestión del riesgo de desastres. Esto incluye entes gubernamentales, servicios de ayuda humanitaria, miembros de la comunidad, entre otros (Tabla 1).

---

<sup>2</sup> Sistema de Alerta Temprana de Medellín y el Valle de Aburrá.

<sup>3</sup> Departamento Administrativo de Gestión del Riesgo de Antioquia.

<sup>4</sup> Equipo de Gestión del Riesgo y Cambio climático, Área Metropolitana del Valle de Aburrá.

<sup>5</sup> Universidad Nacional de Colombia.

**Tabla 1.** Actores e instrumentos de recolección de información

<b>Técnica de recolección</b>	<b>Actor</b>	<b>Objetivos</b>
Entrevista semiestructurada	Comunidad	Entender la vulnerabilidad de la comunidad ante el fenómeno. Conocer si tenían algún tipo de preparación previa, plan de emergencia. Conocer si se tienen actividades enfocadas a la preparación para el desastre.
Entrevista semiestructurada	Personal de apoyo	Entender si los programas/planes de apoyo fueron efectivos. Conocer si las obras civiles realizadas aún son funcionales.
Entrevista semiestructurada	Personal de respuesta	Entender si los programas/planes de atención a emergencias fueron efectivos.

Se plantean preguntas temáticas que guíen las entrevistas, como las sugeridas por Venkateswaran et al. (2020) con algunas modificaciones; las preguntas se listan a continuación:

**Para el personal involucrado con la gestión del riesgo de desastres:**

- ¿Cuál era su rol con respecto al evento?, ¿dentro de qué grupo de la gestión del riesgo de desastres se identifica?, ¿tiene este grupo alguna especialidad con respecto a la gestión del riesgo de desastres?
- ¿Cómo era la situación en la zona antes del evento en términos de las personas y los activos?
- ¿Se tuvo algún tipo de actividades o intervenciones para la reducción del riesgo antes del evento?, ¿fueron de ayuda en el evento?, ¿se encontraban funcionales?
- ¿Cuáles fueron las acciones de preparación que se desarrollaron? ¿Sistemas de alerta temprana?, ¿rutas de evacuación?
- ¿Qué sucedió durante el evento? ¿Qué diferencias tiene con respecto a los eventos sucedidos anteriormente?
- ¿Hubo personas fallecidas o heridas? En términos de activos, ¿cuáles fueron las afectaciones?, ¿cuáles grupos fueron los más afectados?
- ¿Dentro de los grupos entrevistados, qué hicieron las organizaciones antes, durante y luego del evento? ¿Alguno de los eventos del pasado ha influenciado sus acciones o capacidades?
- ¿Las acciones realizadas fueron exitosas? ¿Se atendió a toda la población que lo necesitaba? ¿Qué limitaciones u obstáculos se tuvieron?
- ¿Cuál es el aprendizaje de este evento? ¿Qué expectativas se tienen en términos de prevención de futuros desastres? ¿Qué se puede hacer mejor en el futuro?

**Para los grupos locales:**

- ¿Qué ocurrió durante el evento?
- ¿Cómo y cuándo fue afectado durante el evento? ¿Fue este evento diferente a los del pasado?
- ¿Se tenía un sistema de alerta temprana?, ¿en qué consiste?, ¿funcionó?
- ¿Se han implementado estrategias para reducir el riesgo y la exposición?, ¿qué tipo de estrategias?, ¿qué obstáculos o limitantes para su

implementación han encontrado? Si se implementaron durante el evento, ¿funcionaron?

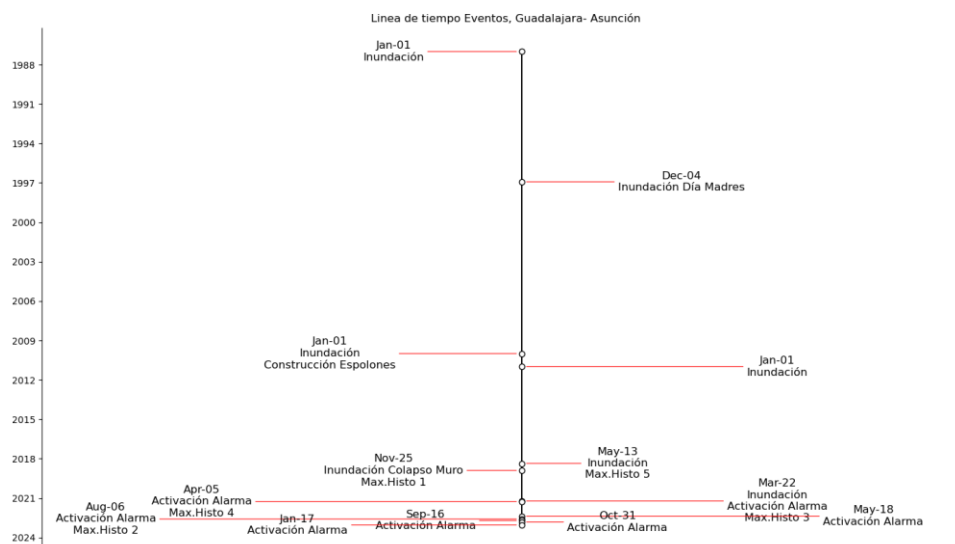
- ¿Los organismos de socorro y respuesta fueron efectivos?, ¿las ayudas dadas fueron suficientes?, ¿qué grupos se beneficiaron?
- ¿Cómo va el proceso de recuperación?, ¿qué hace falta?, ¿cómo se ha financiado?, ¿son suficientes los recursos?

## 6 Desarrollo

En este capítulo se describen las acciones realizadas para el logro de los objetivos planteados en esta investigación.

### 6.1 Contexto físico de la ocurrencia del evento

En el municipio de Copacabana, localizado en el departamento de Antioquia, se encuentran los barrios La Asunción, parte baja, y Guadalajara, que se circunscriben en la llanura de inundación del río Medellín y sin ningún tipo de retiro a otros drenajes (Figura 3). Históricamente, estos barrios han sido objeto de inundaciones, dentro de las cuales se destacan las ocurridas en los años 1987, mayo de 1996 “Día de la madre”, 2010, 2011 y 2018 (Figura 6); todos ellas han dejado importantes pérdidas materiales y afectaciones psicológicas en la comunidad.

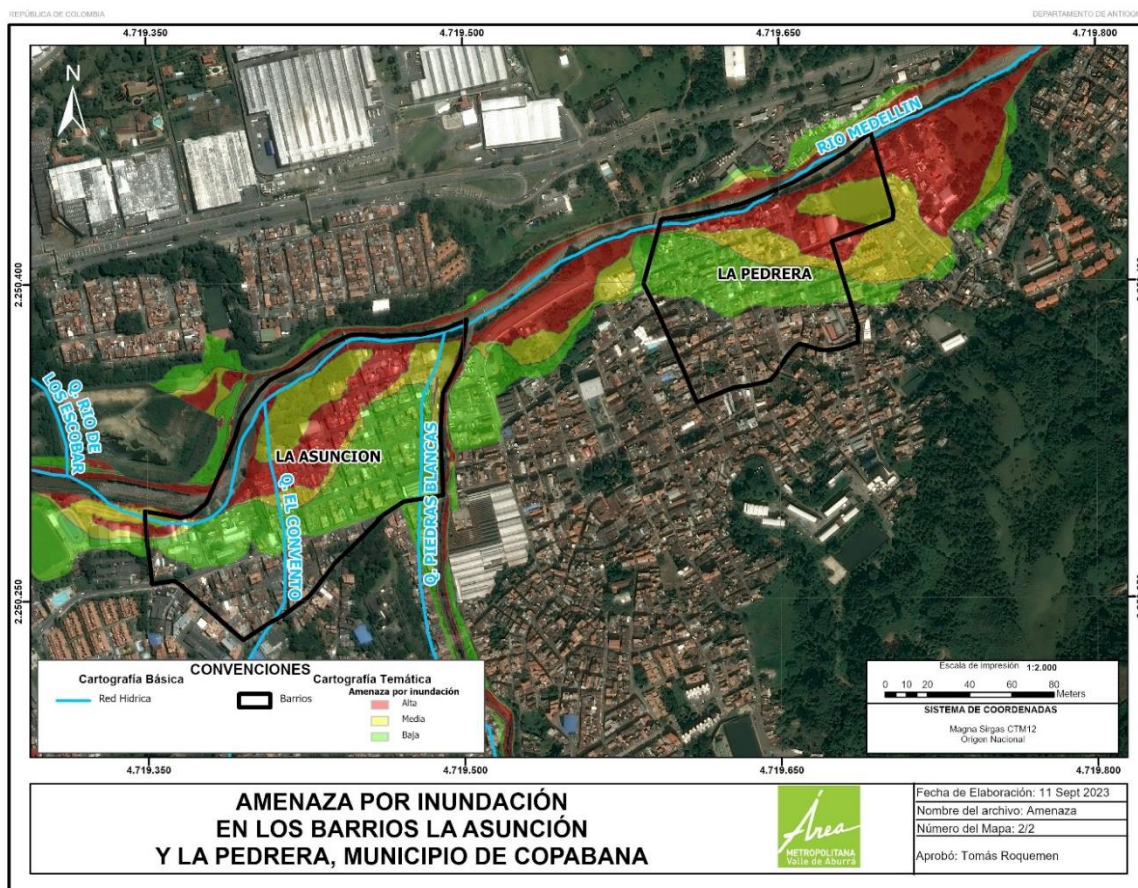


**Figura 6.** Línea del tiempo de eventos, barrios Guadalajara y La Asunción

**Nota.** Se realiza una correlación de los eventos sucedidos desde 1998 a 2024, en la cual se incluyen los cuatro eventos históricos (Max. histórico) más importantes registrados en la estación de nivel 140 - Puente Fundadores del proyecto SIATA. Así mismo como la activación de las alarmas en el Sistema de

Alerta Temprana Comunitaria, el cual fue instalado posterior al evento del 25 de noviembre de 2018.

Estos barrios se encuentran ubicados en una zona catalogada como zona de amenaza alta por inundación del río Medellín (Universidad Nacional de Colombia, 2016) (Figura 7). Esto significa que se encuentran dentro de la hidrógrafa de caudales para un periodo de retorno de los 100 años.



**Figura 7.** Zonificación de la amenaza por inundación, barrios La Asunción, Guadalajara y la Pedrera

**Fuente:** Universidad Nacional de Colombia, 2016.

El barrio La Asunción del municipio de Copacabana está dividido por la calle 50 en parte alta y baja; tiene una población estimada en el año 2018 de aproximadamente 2.280 personas en la parte baja (DANE, 2018).

El evento de inundación más importante que ha ocurrido en esta zona, desde que se tiene instrumentación, es el acontecido el 25 de noviembre de 2018 hacia las 6:20 pm, el cual fue caracterizado por los sensores de nivel del proyecto estratégico del Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA) - SIATA<sup>6</sup> como el máximo histórico reportado en la estación de nivel 140 río Medellín – Puente Fundadores (Tabla 2). El evento alcanzó un nivel de 5,69 metros con precipitaciones de mayor intensidad y acumulado registradas en el occidente y noroccidente de Medellín, principalmente en las cuencas La Iguaná, La Picacha y Altavista (Figura 8), en donde se presentaron acumulados entre 30 mm y 60 mm, muy localizados sobre la zona urbana. También se reportaron emergencias en la cuenca de la quebrada La Iguaná, corregimiento de San Cristóbal y en la comuna 13 de Medellín (SIATA, 2022).

**Tabla 2.** *Históricos registrados estación de nivel 140 río Medellín - Puente Fundadores*

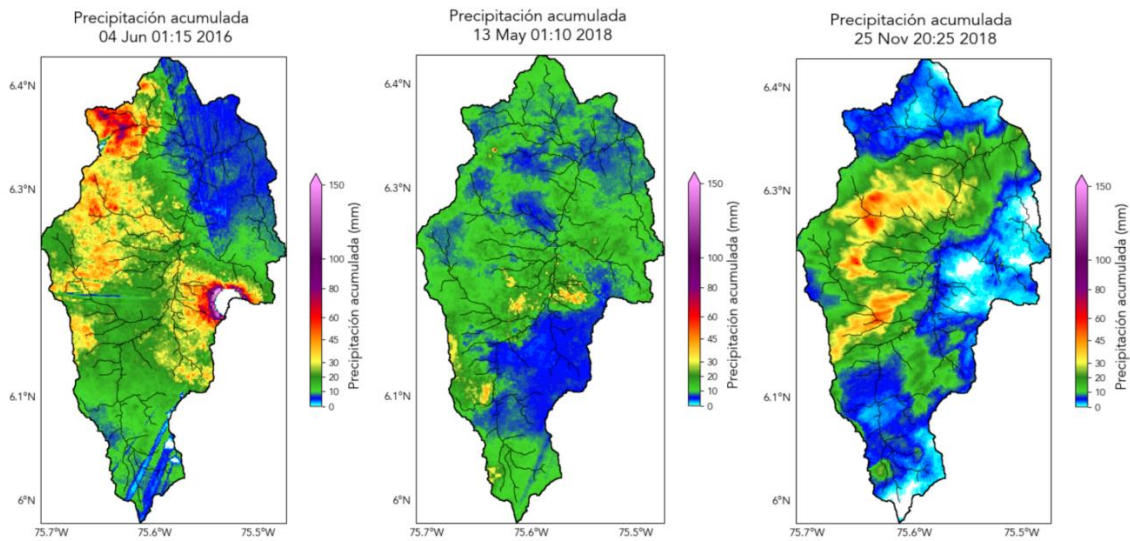
<b>Fecha - hora</b>	<b>Nivel (m)</b>	<b>Posición en la historia de eventos</b>
2016-06-04 - 01:15	5,01	6
2018-05-13 - 01:10	5,03	5
2018-11-25 - 20:25	5,68	1*
2021-03-22 - 03:45	5,13	3
2021-04-05 - 22:00	5,07	4
2022-05-18 - 06:05	5,01	6
2022-08-06 - 02:28	5,43	2

**Fuente:** SIATA (2022).

\* Evento en el cual colapsa un muro de protección en el barrio Guadalajara.

<sup>6</sup> Sistema de Alerta Temprana de Medellín y el Valle de Aburrá es un proyecto de Ciencia y Tecnología del Área Metropolitana del Valle de Aburrá.





**Figura 9.** Eventos de precipitación 2016-06-04, 2018-05-13 y 2018-11-25

**Fuente:** SIATA (2022).

Es importante anotar que, para el evento del 04 de junio de 2016, las mayores intensidades y acumulados se registraron en el municipio de Bello, en particular sobre las cuencas de las quebradas La García y El Hato, alcanzando acumulados cercanos a 60 mm (SIATA, 2022). Mientras que para el evento del 13 de marzo de 2018, se presentan precipitaciones generalizadas en la cuenca del río Aburrá con acumulados entre 20 mm y 30 mm que, aunque no son muy altos se vuelven importantes debido a la extensión del evento (SIATA, 2022).

Estos acumulados son significativos ya que en el evento del 25 de noviembre de 2018 se tiene una condición de lluvia antecedente; para el 24 de noviembre de 2018 en la cuenca de la Quebrada la Iguaná el acumulado promedio obtenido a partir del radar meteorológico fue de 30 mm y para el evento del 25 de noviembre de 2018 fue de 45 mm (SIATA, 2022). Teniendo como precedente que para esta cuenca el acumulado promedio para los primeros veintiséis días de noviembre fue de 150 mm (Tabla 3).

**Tabla 3.** Acumulados de lluvia para la quebrada La Iguana. Noviembre de 2018

Período	Acumulado [mm]	% con respecto al acumulado que lleva el mes
Noviembre 01 – 26 de 2018	150	100 %
Evento Noviembre 24 de 2018	30	20 %
Evento Noviembre 25 de 2018	45	30 %

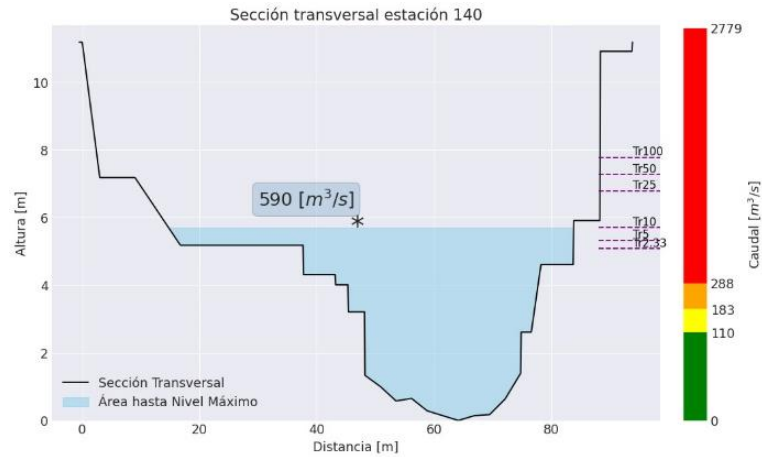
**Fuente:** SIATA (2022).

Esto significa que los acumulados de lluvia de los eventos del 24 y 25 de noviembre corresponden al 50 % del acumulado total para lo recorrido del mes de noviembre de 2018.

En términos del periodo de retorno<sup>7</sup> (Tr) alcanzado por este evento, a partir de los caudales<sup>8</sup> calculados por la Universidad Nacional de Colombia (2016), se realiza una correlación entre los 2,33, 5, 10, 15, 50 y 100 años (Tr<sub>2,33</sub>, Tr<sub>5</sub>, Tr<sub>10</sub>, Tr<sub>25</sub>, Tr<sub>50</sub>, Tr<sub>100</sub>) y el caudal del evento del 25 de noviembre de 2018 (caudal aproximado de 590 m<sup>3</sup>/s) lo que equivale a un periodo de retorno de 10 años (Figura 10 y Figura 11).

<sup>7</sup> Periodo de retorno: es una medida del tiempo esperado entre eventos hidrológicos de una magnitud determinada. Si se dice que una inundación tiene un periodo de retorno de 100 años, esto no significa que dicha inundación ocurrirá exactamente cada 100 años. Más bien, significa que, en promedio, un evento de esa magnitud o mayor tiene una probabilidad de ocurrencia del 1 % en cualquier año dado (1/100).

<sup>8</sup> Caudal: se refiere a la cantidad de agua que fluye a través de un punto específico, en este caso se refiere al río Aburrá, en un periodo de tiempo determinado.



**Figura 10.** Referencia del nivel alcanzado y el caudal calculado para la sección transversal de la estación de nivel 140 - Puente Fundadores, 25 de noviembre de 2018

**Nota.** Las líneas punteadas corresponden a los periodos de retorno calculados por la Universidad Nacional de Colombia (2016).

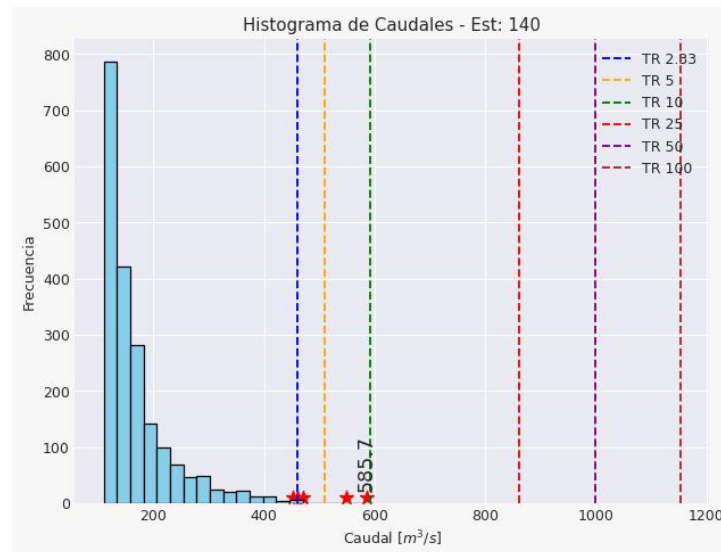
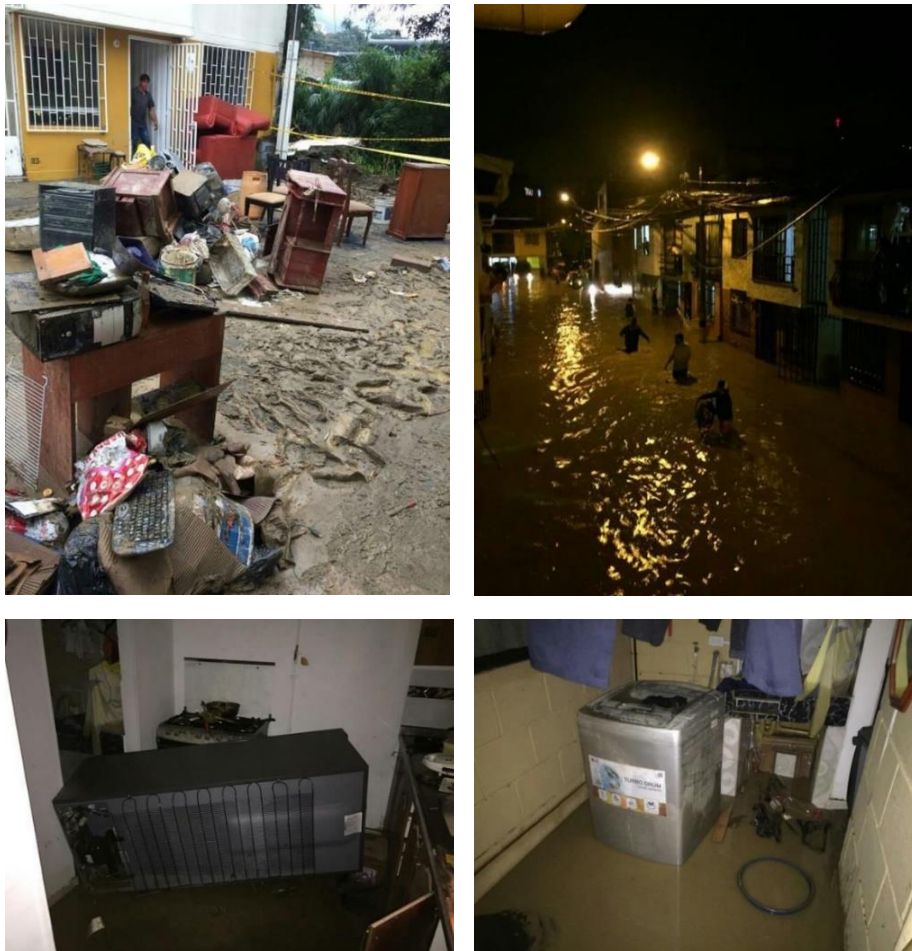


Figura 11. *Histograma de caudales*<sup>9</sup>

**Nota.** Se muestra la ocurrencia de los eventos en la estación 140 - Puente Machado. El evento del 25 de noviembre de 2018 es el máximo reportado y corresponde a un Tr aproximado de 10 de años. Las líneas punteadas corresponden a los diferentes periodos de retorno calculados por la Universidad Nacional de Colombia (2016).

Este evento generó inundaciones en los barrios Machado, La Asunción, Guadalajara, Mirador Azul y La Pedrera. El barrio más afectado fue Guadalajara (Figura 12) donde un muro de cerramiento de la unidad Guadalajara, aledaño a la



<sup>9</sup> Histograma de caudales: es una herramienta gráfica utilizada para representar la distribución de los valores de caudal en un conjunto de datos hidrológicos. Este tipo de histograma muestra cómo los diferentes valores de caudal se distribuyen en un periodo de tiempo determinado, permitiendo identificar patrones y tendencias en el comportamiento del flujo de agua.

quebrada la Azulita o el Convento, colapsó por la presión del agua. La inundación fue de tal magnitud que ocasionó el colapso de esta estructura y el ingreso del río Medellín al barrio. El agua inundó el interior de las casas alcanzando una altura de hasta un metro (Universidad Nacional de Colombia, 2016).

**Figura 12.** *Afectaciones a partir del colapso del muro en el barrio Guadalajara, 25 de noviembre de 2018*

Los perjuicios reportados fueron: 236 familias afectadas por la inundación, 13 viviendas urbanas averiadas, una vivienda destruida, vías internas con paso restringido en los barrios Guadalajara y La Asunción por los escombros y material de arrastre del río Medellín. Además, los servicios esenciales de acueducto, alcantarillado, saneamiento básico, recolección de basuras y energía eléctrica quedaron fuera de servicio (Municipio de Copacabana, 2016).

El evento fue de tal impacto, que el municipio de Copacabana realizó la declaratoria de calamidad pública<sup>10</sup> por medio del decreto N.º 189 de 25 de noviembre de 2018, para la activación de las estrategias de respuesta y la elaboración de un plan de acción específico para la rehabilitación y reconstrucción de las zonas afectadas. En la estrategia de respuesta se contó con el apoyo de la Cruz Roja, los Bomberos y el Ejército (Municipio de Copacabana, 2016).

## **6.2 Panorama socioeconómico del desastre**

### **6.2.1 Caracterización de la población**

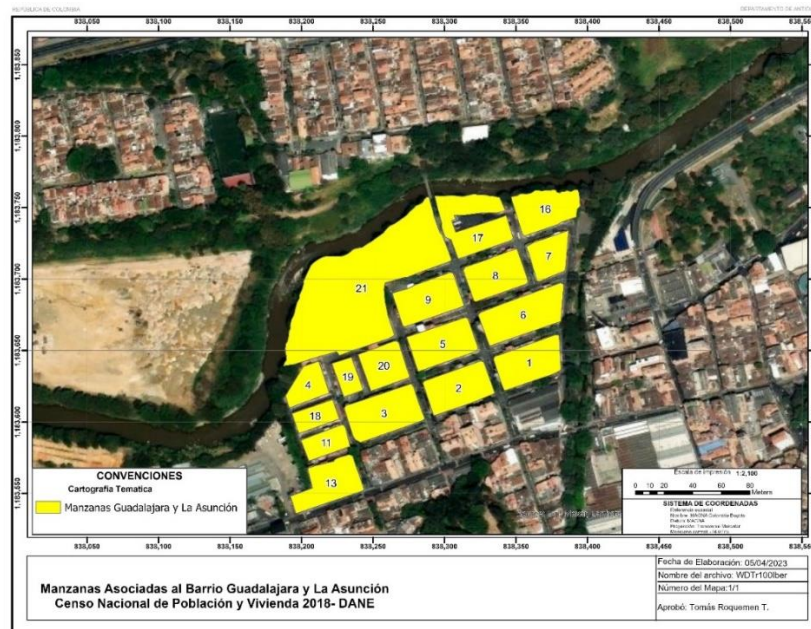
Los barrios Guadalajara y La Asunción se encuentran ubicados en el departamento de Antioquia, municipio de Copacabana. Para entender el panorama socioeconómico de las personas que allí residen se consultó la base de datos del Censo Nacional de Población y Vivienda- CNPV (DANE, 2018). Al momento de esta investigación es la más actualizada y cuenta con la mayor cantidad de variables representativas para este estudio.

A partir del CNPV, estos barrios se pueden dividir en 17 manzanas (Figura 13) que pertenecen a la sección urbana 05 y al sector poblado 02, según la nomenclatura del Marco Geoestadístico Nacional (DANE, 2018).

---

<sup>10</sup> Calamidad pública: es el resultado que se desencadena de la manifestación de uno o varios eventos naturales o antropogénicos no intencionales que, al encontrar condiciones propicias de vulnerabilidad en las personas, los bienes, la infraestructura, los medios de subsistencia, la prestación de servicios o los recursos ambientales, causa daños o pérdidas humanas, materiales, económicas o ambientales. Ocasiona una alteración intensa, grave y extendida en las condiciones normales de funcionamiento de la población, en el respectivo territorio, que exige al distrito, municipio o departamento ejecutar acciones de respuesta, rehabilitación y reconstrucción.

Es importante resaltar que el orden secuencial de las manzanas no se cumple ya que si bien están enumeradas de 1 a 21 (Figura 13), dentro de esta serie se encuentran manzanas inexistentes, las cuales son la 10, 12, 14 y 15.



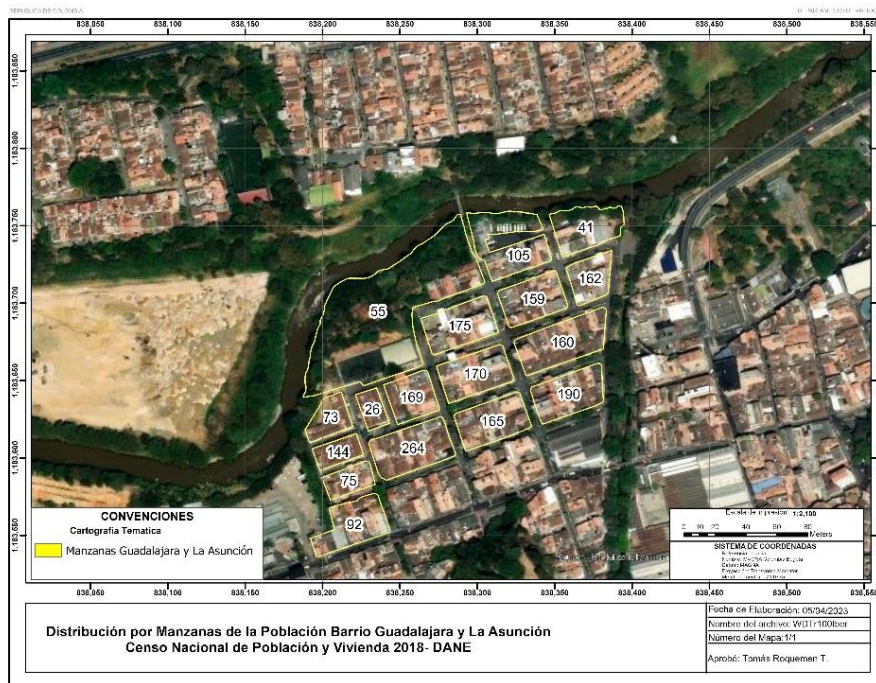
**Figura 13.** Distribución de manzanas para los barrios La Asunción y Guadalajara  
**Fuente:** DANE (2018).

La población que se encuentra habitando estos dos barrios es de 2280 personas de las cuales 1.080 corresponden a hombres y 1.200 a mujeres, un porcentaje de 47,37 % y 52,63 %, respectivamente. La población se encuentra distribuida por manzana como se muestra en la Figura 14 y en la Tabla 4.

**Tabla 4.** Distribución de la población en las manzanas de los barrios Guadalajara y La Asunción parte baja

<b>Manzana</b>	<b>Total de personas</b>
1	190
2	165
3	264
4	73
5	170
6	160
7	162
8	159
9	175
11	75
13	92
16	41
17	105
18	144
19	26
20	169
21	55

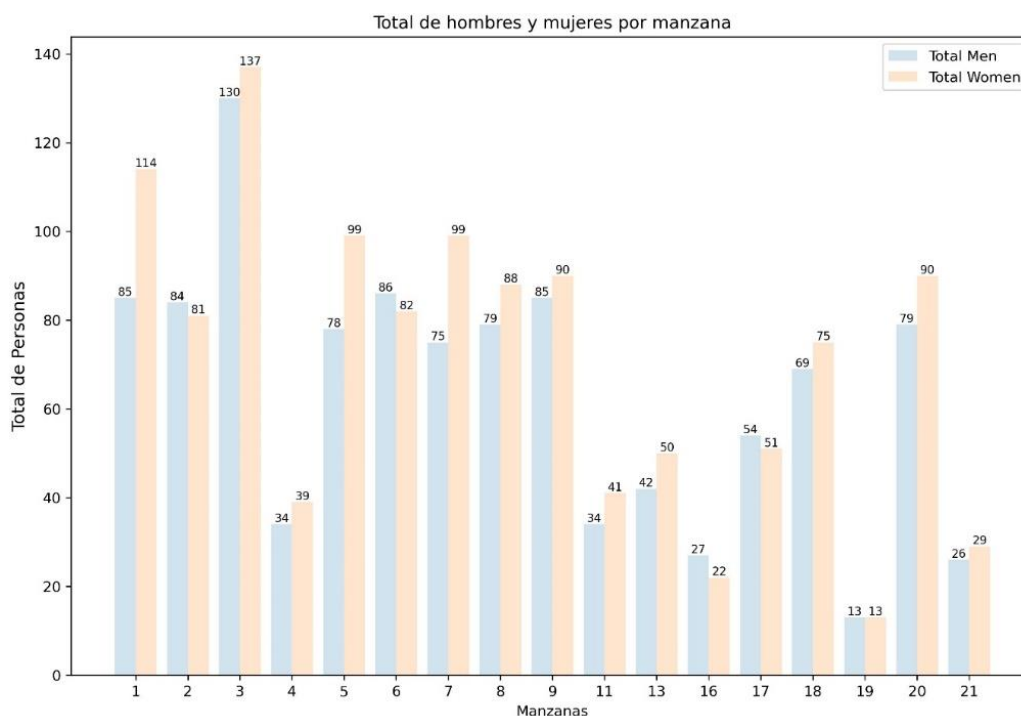
**Fuente:** DANE (2018).



**Figura 14.** Distribución de la población en las manzanas de los barrios Guadalajara y La Asunción parte baja

**Fuente:** DANE (2018).

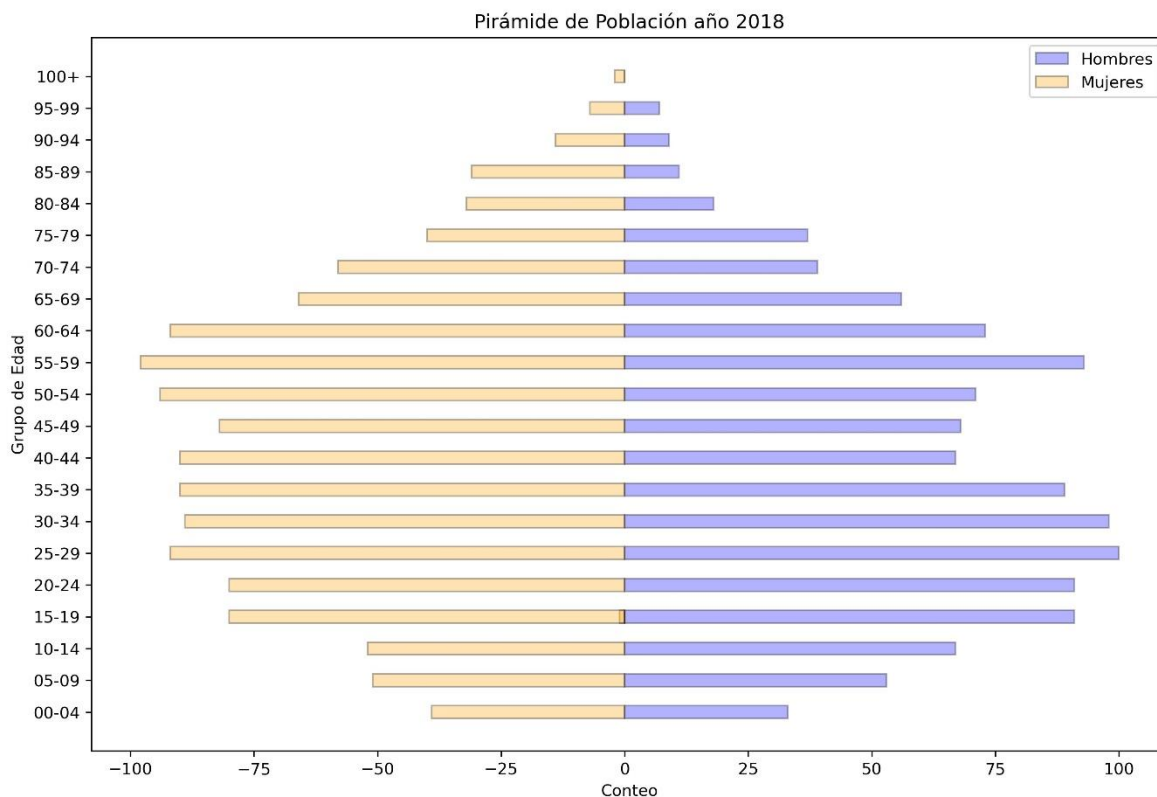
En términos generales, en las manzanas también se evidencia una tendencia de una mayor cantidad de mujeres con respecto a los hombres (manzanas 1, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 11, 13, 18, 20) (Figura 15).



**Figura 15.** Cantidad de hombres y mujeres por manzana, barrios Guadalajara y La Asunción parte baja

**Fuente:** DANE (2018).

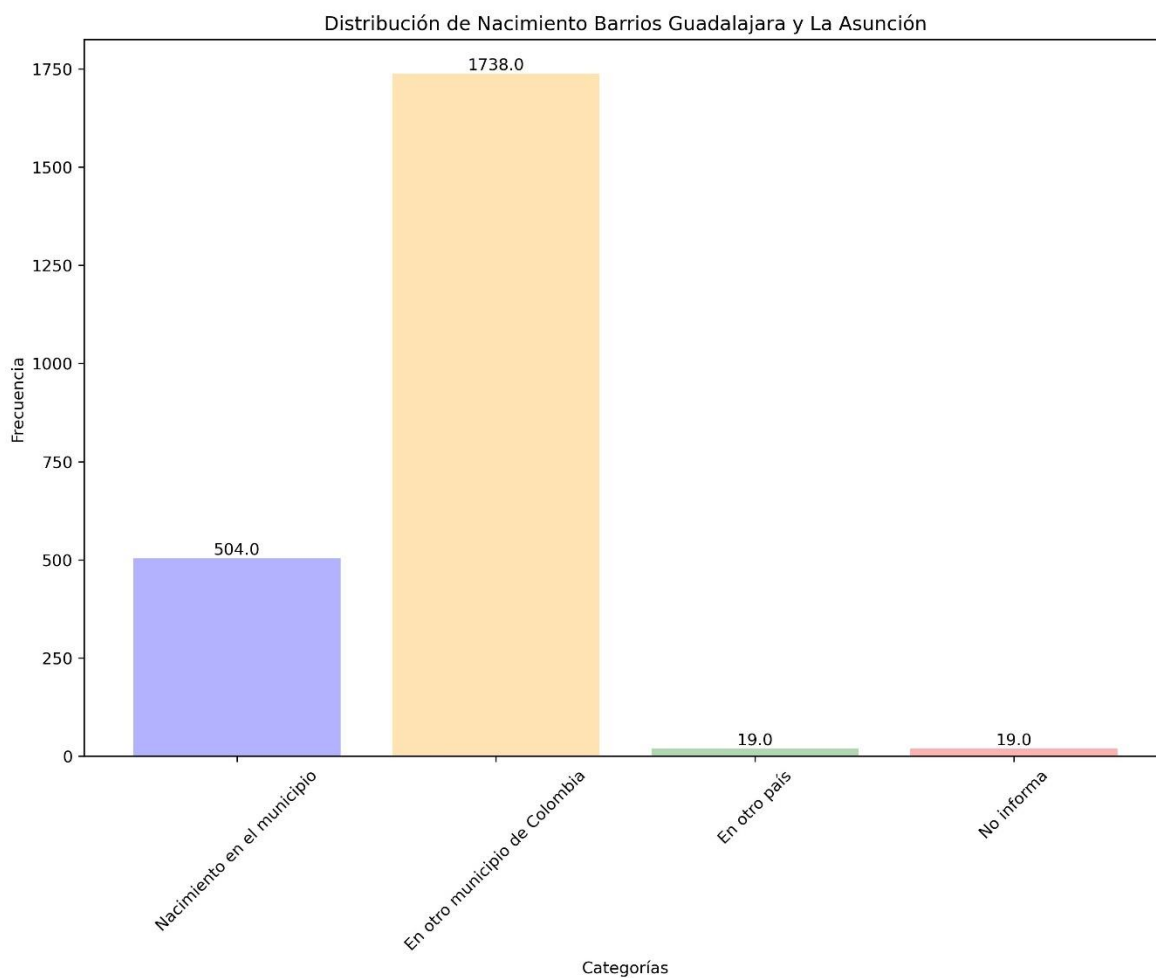
La pirámide poblacional para los barrios Guadalajara y La Asunción parte baja muestra (Figura 16) una base estrecha para los rangos de edad de 0- 19 años, que se amplía de manera significativa de 20 a 64 años y se estrecha hacia los años mayores de 70. Esta pirámide no presenta una forma típica, como lo son las pirámides expansivas, estacionarias o constrictivas, se puede catalogar como similar a la forma de diamante (Saroha, 2018), donde se encuentra gran parte de la población en edad laboral o productiva. También se evidencia una mayor asimetría hacia la izquierda, correlacionada con la mayor expectativa de vida en las mujeres.



**Figura 16.** Pirámide poblacional, barrios Guadalajara y La Asunción parte baja

**Fuente:** DANE (2018).

Es importante resaltar que del total de población asentada en estos dos barrios (2.280 personas), solamente 504 (22,10 %) personas nacieron en el municipio de Copacabana, 1.738 (76,22 %) son nacidas en otro departamento, 19 (0,84 %) en otro país y 19 (0,84 %) no informan (Figura 17).

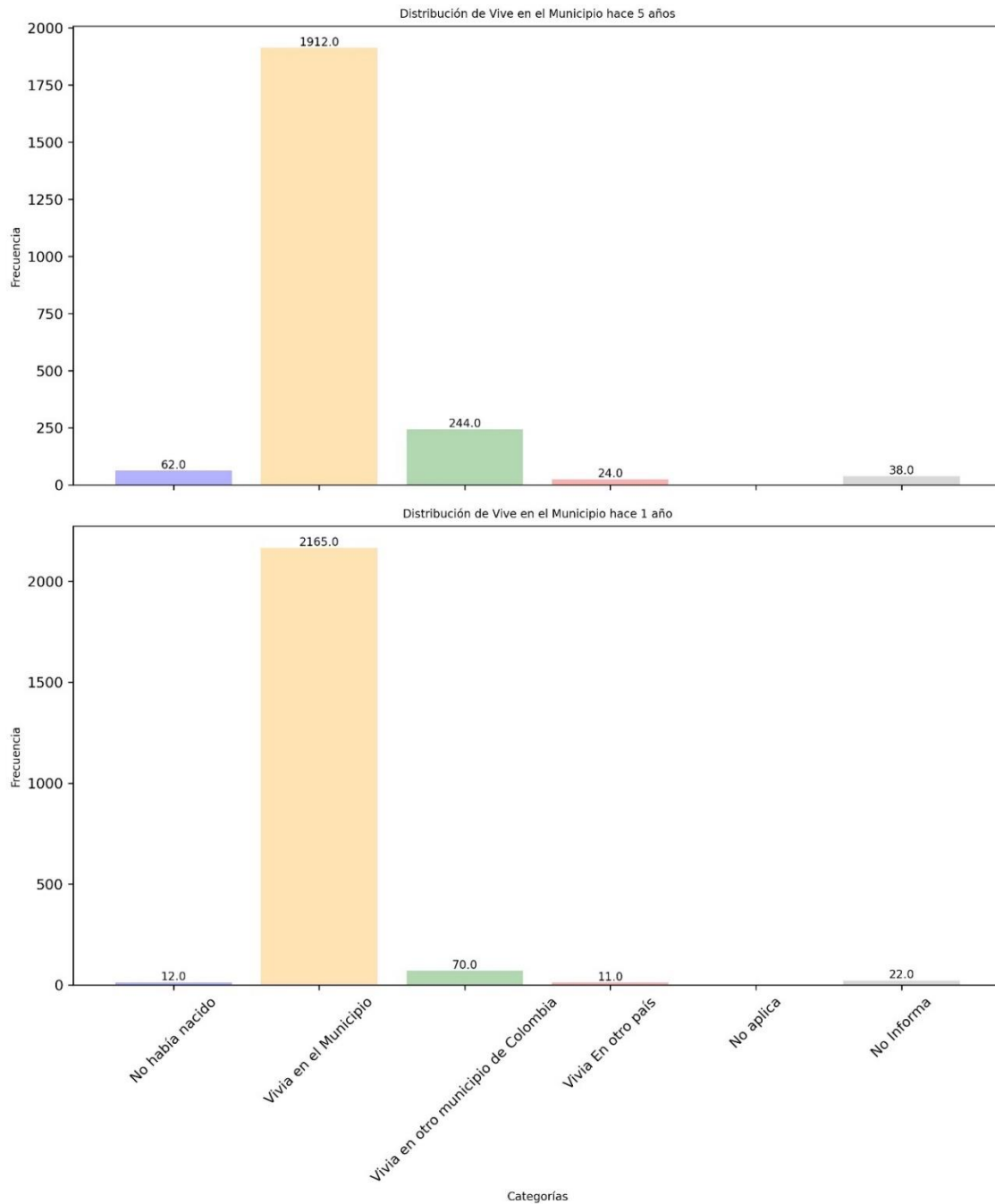


**Figura 17.** Distribución de nacimientos, barrios Guadalajara y La Asunción

**Fuente:** DANE (2018).

Al realizar el comparativo con una retrospectiva de cinco años, antes de la elaboración del Censo en 2018 (Figura 18), se encuentra que 1912 (83,85 %) personas tenían su lugar de residencia en el municipio de Copacabana, 244 (10,70 %) vivían en otro municipio de Colombia, 24 (1,05 %) vivían en otro país, 62 (2,71 %) no habían nacido y 38 (1,67 %) no informa. Así mismo se realizó con una mirada a 12 meses, en la cual se evidenció que la mayor parte de la población 2165 (94,95 %) personas residían en el municipio de Copacabana, 70 (3,07 %) vivían en

otro municipio de Colombia, 11 (0,48 %) vivían en otro país, 12 no habían nacido (0,52 %) y 22 (0,96 %) no informan.



**Figura 18.** Distribución de las personas que viven en el barrio Guadalupe

Fuente: DANE (2018).

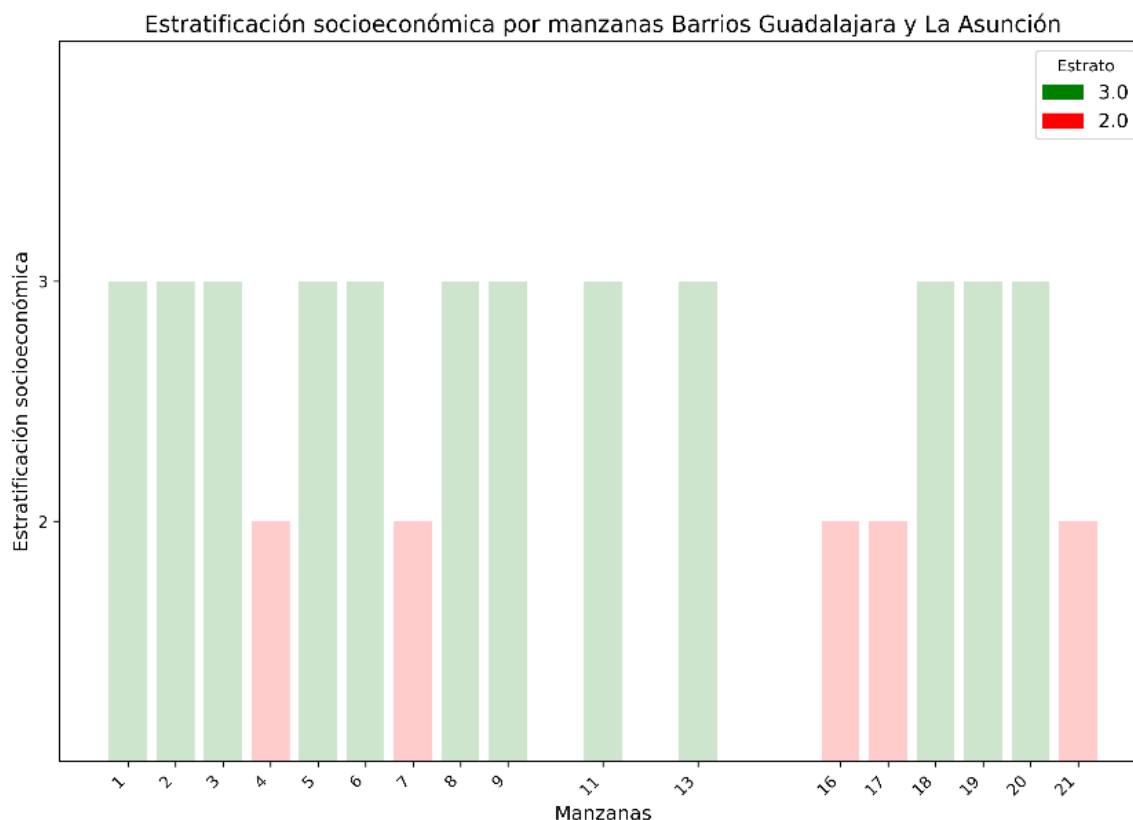
La gran mayoría de los habitantes de estos barrios sabe leer y escribir, 2.138 residentes, lo que equivale al 93,77 % de la población. El grado de escolaridad se distribuye como se observa en la Tabla 5.

**Tabla 5.** Grado de escolaridad, barrios Guadalajara y La Asunción parte baja

<b>Grado de Escolaridad</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Preescolar	32	1.40
Básica primaria	397	17.41
Básica secundaria	311	13.64
Media académica o clásica	614	26.93
Media técnica	30	1.32
Normalista	18	0.79
Técnica profesional o Tecnológica	369	16.18
Universitario	285	12.50
Especialización, maestría, doctorado	78	3.42
Ninguno	45	1.97
No Informa	29	1.27
No Aplica	72	3.16
<b>Total</b>	<b>2280</b>	<b>100</b>

**Fuente:** DANE (2018).

La estratificación socioeconómica de la población indica que el 76,52 % de las personas tienen sus viviendas en el estrato 3 (Figura 19) lo que equivale a 580 hogares. Por otro lado, el 22,96 % se encuentra en el estrato 2, abarcando 174 viviendas. Existe un pequeño porcentaje del 0,26 % (2 viviendas) que pertenece a un estrato no especificado o no informado.



**Figura 19.** Distribución socioeconómica de la población por manzanas, barrios Guadalajara y La Asunción

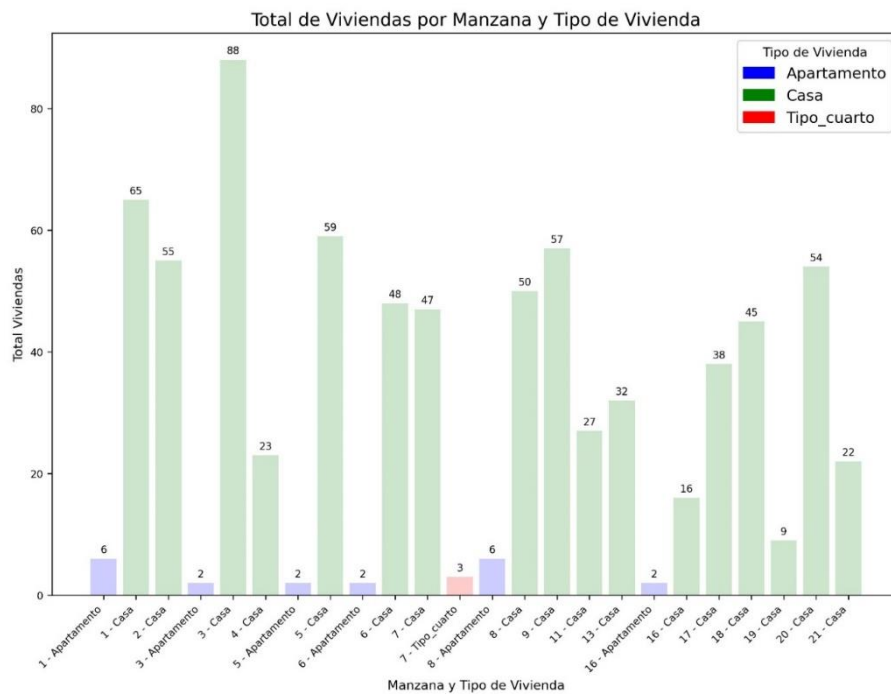
**Nota.** Superior: hace 5 años viven en el municipio, Inferior: hace 1 año viven en el municipio.  
**Fuente:** DANE (2018).

En cuanto a las viviendas censadas, 758 en total para las 17 manzanas del área de estudio, se destaca que la mayoría de las casas son de dos niveles (Figura 20), representando el 96,97 % del total, equivalente a 735 viviendas (Figura 21).

En cuanto a los materiales de construcción, se observa que el componente predominante en las paredes de estas viviendas es bloque, ladrillo, piedra o madera pulida, abarcando el 97,49 % del total con 739 viviendas. Por otro lado, el material de piso más utilizado es baldosa, vinilo, tableta, ladrillo o laminado, presente en un 95,65 % de las viviendas, equivalente a 725 hogares (DANE, 2018).



**Figura 20.** Viviendas típicas de los barrios Guadalajara y La Asunción



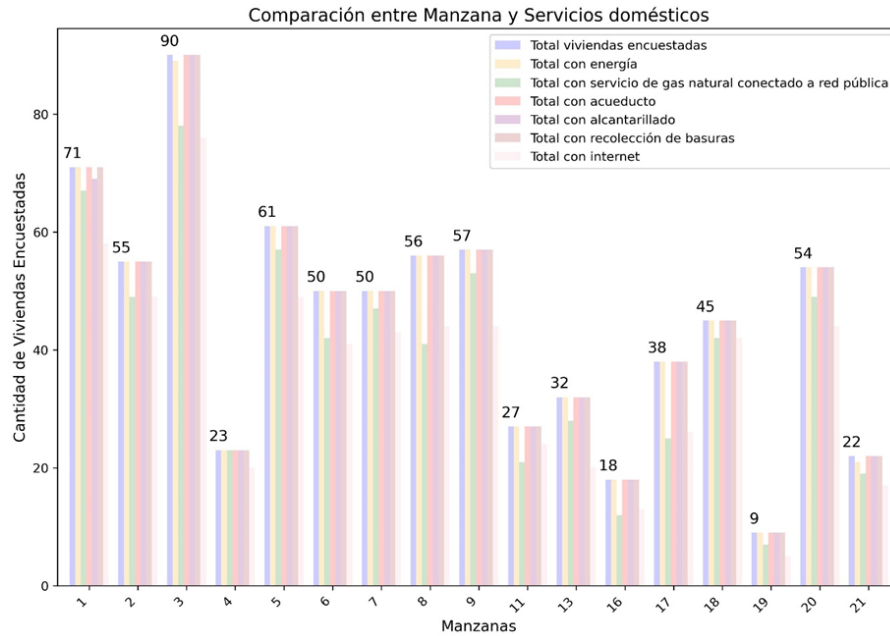
**Figura 21.** Tipo de vivienda de los barrios Guadalajara y La Asunción

En relación con los servicios básicos como agua, alcantarillado, energía, recolección de basuras e internet, se observa que la gran mayoría de las viviendas cuenta con estas facilidades. En cuanto al suministro de gas natural conectado a la

red, se destaca que el 87,1 % de las residencias encuestadas (660 hogares) tienen este servicio. Asimismo, un considerable 81,1 %, equivalente a 615 casas, disfruta de la comodidad de contar con acceso a internet (Tabla 6) (Figura 22).

**Tabla 6.** Relación de servicios con respecto al total de viviendas

<b>Servicio básico</b>	<b>Cantidad de viviendas</b>	<b>Porcentaje</b>
Con energía eléctrica	756	99,7 %
Sin energía eléctrica	2	0,3 %
Con acueducto	758	100,0 %
Con alcantarillado	756	99,7 %
Sin alcantarillado	2	0,3 %
Con gas natural conectado a la red pública	660	87,1 %
Sin gas natural conectado a la red pública	96	12,7 %
No sabe si está conectado a la red de gas natural	2	0,3 %
Con recolección de basuras	758	100,0 %
Con internet	615	81,1 %
Sin internet	141	18,6 %
No sabe si cuenta con internet	2	0,3 %

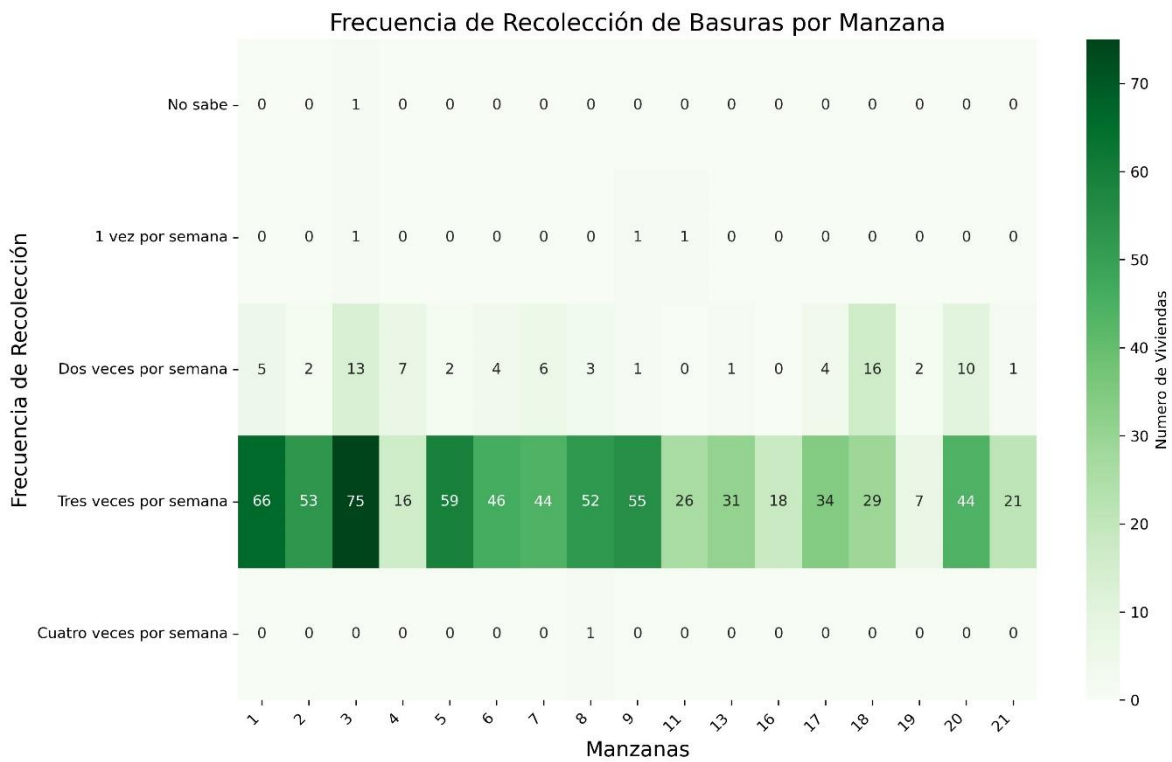


**Figura 22.** Distribución de servicios domésticos por manzanas

**Fuente:** DANE (2018).

**Nota.** Se observa una relación muy similar entre el total de viviendas y los servicios.

Un análisis más detallado revela que todas las viviendas encuestadas tienen acceso a acueducto y servicio de recolección de basuras con diferentes frecuencias (Figura 23). Además, el 99,7 % de los domicilios (756 en total) tiene servicio de energía eléctrica y alcantarillado.



**Figura 23.** Frecuencia de recolección de basuras para las manzanas de los barrios Guadalajara y La Asunción

**Fuente:** DANE (2018).

## 7 Riesgo a las inundaciones

### 7.1 Exposición a las inundaciones

La evaluación del riesgo por inundaciones requiere una comprensión detallada de las características de la infraestructura que determinan su comportamiento durante estos eventos, lo que se conoce como modelo de exposición. En este trabajo, se ha considerado el material de las paredes y el número de pisos de cada edificio como las características principales que definen su respuesta ante inundaciones (Figura 20 y Figura 21).

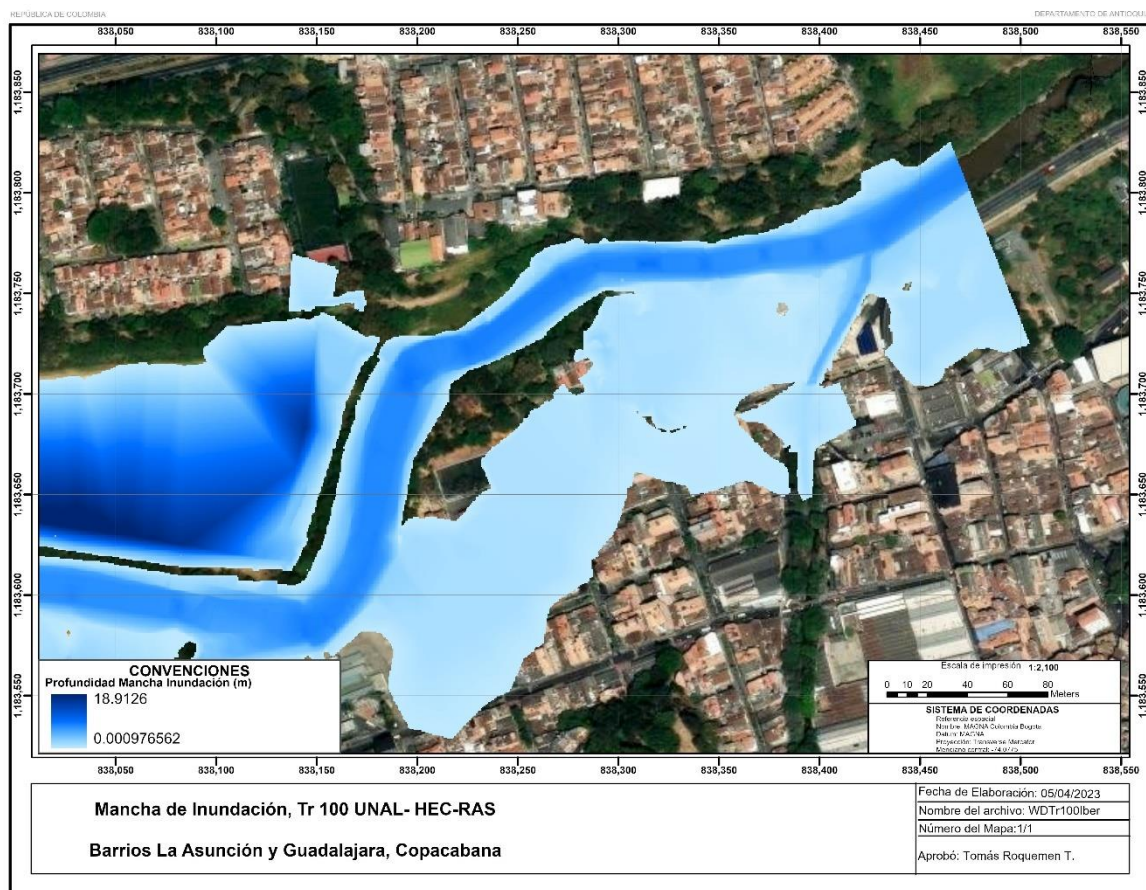
Para desarrollar el modelo de exposición, se utilizó la información del Censo del DANE (2018) y datos catastrales Área Metropolitana del Valle de Aburrá (s. f.). Es importante destacar que el Censo reporta información sobre viviendas, no sobre edificios; varias viviendas pueden formar parte de un mismo edificio. Por ejemplo, un edificio de tres pisos con un apartamento por piso estaría compuesto por tres viviendas, mientras que un edificio de tres pisos con dos apartamentos por piso tendría seis viviendas.

Por lo anterior, la información física de los edificios se obtuvo de los datos catastrales disponibles (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, s. f.). Se registró el número de pisos y el área construida en metros cuadrados de cada propiedad. En cuanto al tipo de construcción de los edificios, se asumió que eran de mampostería, con base en los materiales de pared encontrados, como bloque, ladrillo, piedra o madera pulida, según datos del DANE (2018).

Para el cálculo del valor de reposición por m<sup>2</sup> se utilizó la información del módulo residencial del Estudio de Riesgo Sísmico elaborado por Área Metropolitana del Valle de Aburrá (2016). A partir del estudio se hizo una modificación, donde se consideró un valor de \$2.500.000 por m<sup>2</sup> para viviendas de estrato socioeconómico 2 y 3, que son las encontradas en la zona de estudio.

## 7.2 Amenaza por inundación

Con el fin de determinar la amenaza de inundaciones a la que está expuesta la población que se encuentra asentada en los barrios Guadalajara y La Asunción, así como a la infraestructura, se utilizaron manchas de inundación realizadas a través del programa IBER por SIATA, para los periodos de retorno de 100, 50, 25, 10, 5, 2,33 años, con una resolución de 10 metros por 10 metros. Adicionalmente, se utilizó la mancha de inundación para un periodo de retorno de 100 años, realizada por la Universidad Nacional de Colombia (2016) (Figura 24), la cual tiene un tamaño de pixel de un metro por un metro.



**Figura 24.** Mancha de inundación con un periodo de retorno de 100 Años para los barrios Guadalajara y La Asunción

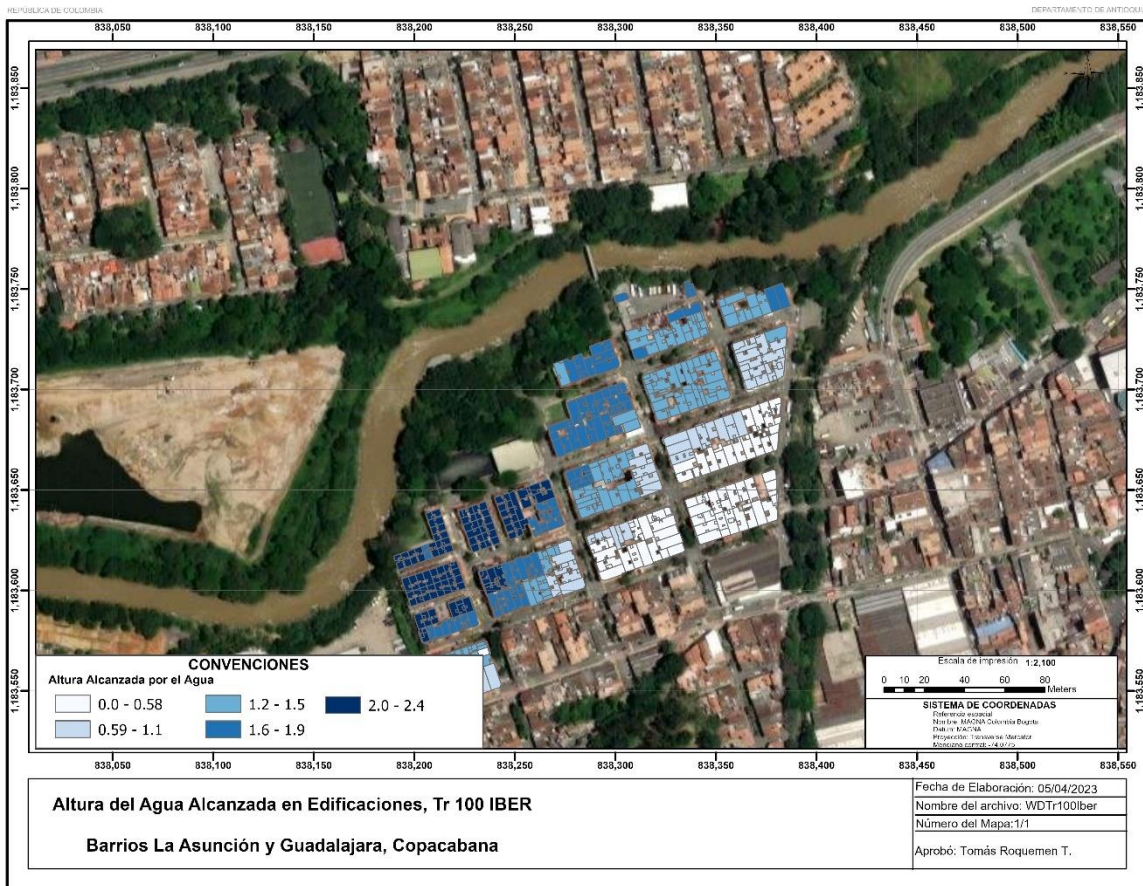
**Fuente:** Universidad Nacional de Colombia (2016).

**Nota.** Realizado mediante el software HEC-RAS.

El cálculo de la altura de agua alcanzada en las edificaciones se llevó a cabo mediante un proceso avanzado y tecnológicamente sofisticado. En primer lugar, se utilizó un Modelo Digital de Elevación del Terreno (DEM) creado por SIATA, que aprovechó la tecnología LIDAR a bordo de un vehículo aéreo no tripulado (VANT). Esta tecnología utiliza pulsos láser para medir con precisión la elevación del terreno, permitiendo generar un modelo detallado de la topografía. El sobrevuelo con LIDAR tuvo lugar el 22 de enero de 2022, capturando los datos sobre la elevación del terreno en esta fecha específica.

Posteriormente, se empleó la herramienta ArcGIS Pro Flood Impact Analysis versión 1.5 de ESRI para analizar las áreas propensas a inundaciones. Esta herramienta geoespacial permitió integrar las manchas de inundación para los diferentes periodos de retorno con el modelo DEM, proporcionando una visión detallada de cómo las inundaciones podrían afectar distintas zonas, incluyendo las edificaciones.

En la Figura 25 se presenta la superposición de la mancha de inundación (amenaza) para un periodo de retorno de 100 años con el modelo de exposición. También se observa la altura alcanzada por el agua en las edificaciones de los barrios Guadalajara y La Asunción.



**Figura 25.** Altura alcanzada por el agua en las edificaciones de los barrios Guadalajara y La Asunción para un periodo de retorno de 100 años

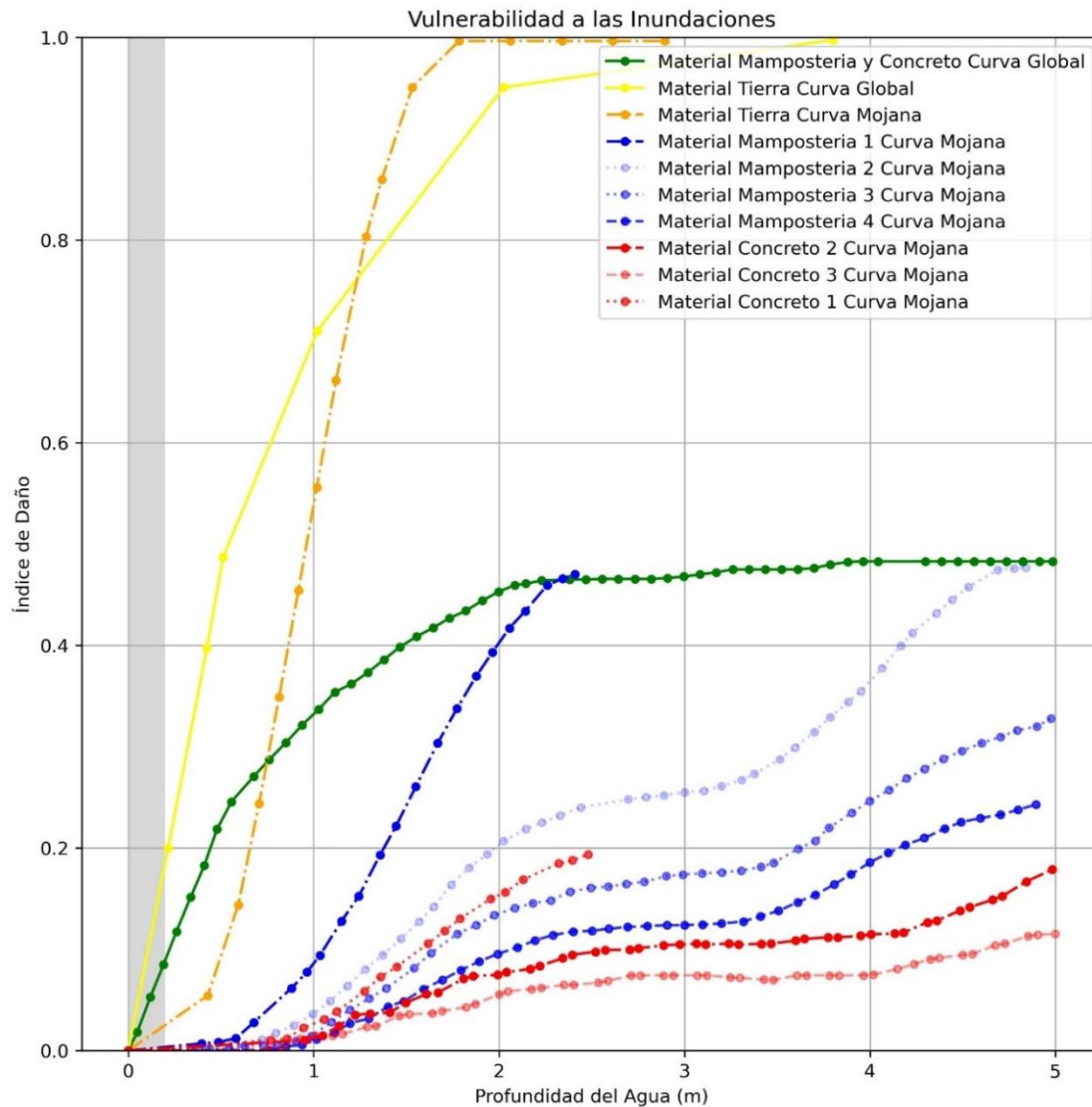
**Nota.** Modelado con el software IBER.

### 7.3 Vulnerabilidad ante las inundaciones

La vulnerabilidad de los elementos físicos ante las inundaciones se calculó a través del uso de curvas de vulnerabilidad, que correlacionan la altura del agua alcanzada para los diferentes periodos de retorno en cada una de las edificaciones, con el daño esperado según el material del sistema de construcción (Figura 26).

Las funciones utilizadas se dividen en dos: una función global que se realizó para los cinco continentes, incluyendo Suramérica (Huizinga et al., 2017). En esta, los edificios residenciales se dividen según el material de construcción: tierra o

mampostería y concreto. Para este estudio se utilizó la curva con las modificaciones de González et al. (2020). También se utilizó una curva local realizada para la región de La Mojana, Colombia (ERN-AL Consorcio Evaluación de Riesgos Naturales – América Latina, 2008). Esta curva considera tanto el número de pisos de la edificación como el material de construcción (Figura 26).



**Figura 26.** Funciones de vulnerabilidad para edificios residenciales

**Nota.** En líneas continuas amarillo y verde se muestran las funciones para Suramérica. Las líneas punteadas corresponden a las usadas en Colombia por ERN-AL Consorcio

Evaluación de Riesgos Naturales – América Latina (2008). La zona sombreada indica los valores del umbral mínimo de altura del agua para el cálculo del índice de daño.

**Fuente:** originales de Huizinga et al. (2017) y modificadas por González et al. (2020).

#### 7.4 Riesgo por Inundaciones

El riesgo por inundaciones considerado en este trabajo se refiere a las pérdidas económicas debidas a la superposición de los modelos de amenaza, exposición y vulnerabilidad. Como amenaza se considerarán manchas de inundación asociadas a los diferentes periodos de retorno 100, 50, 25, 10, 5 y 2,33 años. El modelo de exposición descrito anteriormente define las características de las edificaciones, entre ellas su valor expuesto (lo que permite realizar las evaluaciones del riesgo). Como modelo de vulnerabilidad se utilizó el índice de daño asociado a las dos curvas mencionadas (Global y Mojana, Figura 26).

A partir del modelo de exposición generado, se observa que en la zona de estudio hay edificios de más de cuatro niveles con construcciones de tipo mampostería. Para estos edificios, que corresponden al 4,72 % del total, no hay curva de vulnerabilidad definida, por lo que se optó por utilizar la curva de vulnerabilidad de edificios de mampostería de cuatro pisos.

A continuación, se describen los resultados del riesgo expresados como las afectaciones totales, que ocurrirían de materializarse los diferentes periodos de retorno en la zona de estudio.

Al observar las afectaciones esperadas (Tabla 7 y Tabla 8), se evidencia que la curva global estima pérdidas por costos significativamente más altos para los distintos periodos de retorno. Por ejemplo, para un periodo de retorno de 100 años, los costos son aproximadamente \$63.387.849,652 COP según la Curva Global, mientras que la Curva Mojana estima costos de \$11.709.119,934 COP para el mismo periodo de retorno, lo que equivale a unas afectaciones 5,4 veces mayores.

**Tabla 7.** Resultados de las pérdidas económicas (en millones de COP) para los diferentes periodos de retorno

	Iber, 10m x10m						HEC-RAS 1mx 1m
	Curva Global Tr 100	Curva Global Tr 50	Curva Global Tr 25	Curva Global Tr 10	Curva Global Tr 05	Curva Global Tr 2_33	Curva Global Tr 100
Afectaciones esperadas (COP)	\$63.339	\$55.891	\$49.465	\$25.063	\$12.720	\$1.434	\$2.630

**Nota.** Se utiliza la curva global de Huizinga et al., (2017) y los softwares Iber y HEC-RAS.

**Tabla 8.** Resultados de las pérdidas económicas (en millones de COP) para los diferentes periodos de retorno

	Iber, 10m x10m						HEC-RAS 1mx 1m
	Curva Global Tr 100	Curva Global Tr 50	Curva Global Tr 25	Curva Global Tr 10	Curva Global Tr 05	Curva Global Tr 2_33	Curva Global Tr 100
Afectaciones esperadas (COP)	\$11.709	\$8.163	\$5.146	\$758	\$307	\$96	\$1.117

**Nota.** Se utiliza la curva local Mojana (ERN-AL Consorcio Evaluación de Riesgos Naturales – América Latina, 2008) y los softwares Iber y HEC-RAS.

Para ambas curvas se evidencia una disminución de los daños esperados a medida que disminuye el periodo de retorno. Esto sugiere que las afectaciones son más severas en eventos menos frecuentes, pero más intensos.

Al evaluar el desempeño de los dos modelos, IBER y HEC-RAS, para ambas curvas, se observa que, para un periodo de retorno de 100 años, en la Curva Global se esperan costos de \$63.387.849,652 COP en la mancha desarrollada con el modelo IBER y \$29.629.529,906 COP en la mancha desarrollada con HEC-RAS, lo que equivale a un aproximado del doble en el valor de las afectaciones.

En la curva Mojana, para el mismo periodo de retorno, el modelo IBER estima afectaciones por \$11.709.119,934 COP, mientras que el modelo HEC-RAS estima \$1.117.466,198 COP, lo que refleja una variación notable en la cuantificación monetaria de las afectaciones, casi en un orden de magnitud.

Estas diferencias están relacionadas con la resolución de los modelos utilizados y las curvas de vulnerabilidad aplicadas. IBER, con su resolución de 10m x 10m, captura un menor detalle en la topografía y tiene valores de altura del agua alcanzados en la infraestructura más altos, resultando en costos de afectación más elevados. En contraste, HEC-RAS, con su resolución más fina de 1m x 1m, proporciona una evaluación más precisa a nivel local, con valores de altura del agua más conservadores, por lo cual se tienen menores costos de afectación estimados.

Además, se calcularon las afectaciones individuales de las edificaciones mostrando el valor mínimo y máximo de afectación, y un promedio del valor de afectaciones en las edificaciones, según el periodo de retorno evaluado.

Para la curva global (Huizinga et al., 2017), los resultados de las pérdidas económicas esperadas se muestran en la Tabla 9.

**Tabla 9.** Resultados de las pérdidas económicas (en millones de COP) para los diferentes periodos de retorno

	Iber, 10m x10m						HEC-RAS 1mx 1m
	Curva Global Tr 100	Curva Global Tr 50	Curva Global Tr 25	Curva Global Tr 10	Curva Global Tr 05	Curva Global Tr 2_33	Curva Global Tr 100
Pro.	\$293,46	\$280,86	\$264,52	\$210,62	\$184,35	\$159,34	\$213,16
Min.	\$7,71	\$7,06	\$6,18	\$18,69	\$15,22	\$82,49	\$5,28
Max.	\$1.162,81	\$1.077,41	\$1006,46	\$704,23	\$538,29	\$200,23	\$617,00

**Nota.** Se utiliza la curva global (Huizinga et al., 2017) y los softwares Iber y HEC-RAS, donde pro. corresponde al promedio de daños en las edificaciones, min. al valor más bajo esperado de afectación en las edificaciones y max. al edificio con la máxima afectación.

De igual forma, se realizó el cálculo para la curva local ERN-AL Consorcio Evaluación de Riesgos Naturales – América Latina (2008); los resultados de las pérdidas económicas esperadas se muestran en la Tabla 10.

**Tabla 10.** Resultados de las pérdidas económicas (en millones de COP) para los diferentes periodos de retorno

	Iber, 10m x10m						HEC-RAS 1mx 1m
	Curva Global Tr 100	Curva Global Tr 50	Curva Global Tr 25	Curva Global Tr 10	Curva Global Tr 05	Curva Global Tr 2_33	Curva Global Tr 100
Pro	\$ 47,598	\$ 34,300	\$ 22,571	\$3,989	\$1,775	\$0,776	\$ 4,989
Min	\$0,080	\$0,116	\$0,040	\$0,034	\$0,025	\$0,003	\$ 0,013
Max	\$240,440	\$201,206	\$146,804	\$ 37,413	\$ 11,801	\$3,576	\$48,000

**Nota.** Se utiliza la curva local Mojana (ERN-AL Consorcio Evaluación de Riesgos Naturales – América Latina, 2008) y los softwares Iber y HEC-RAS, donde pro. corresponde al promedio de daños en las edificaciones, min. al valor más bajo esperado de afectación en las edificaciones y max. al edificio con la máxima afectación.

## 8 Lecciones aprendidas en la gestión del riesgo de desastres

Para el levantamiento de las lecciones aprendidas en la gestión de riesgo de desastres, se realizaron entrevistas semiestructuradas a diferentes actores (Tabla 11), quienes estuvieron involucrados en el antes, durante o el después del evento de inundación ocurrido el día 25 de noviembre de 2018, en el cual se dio el colapso del muro de cerramiento y desbordamiento del río Medellín, en los barrios Guadalajara y La Asunción.

**Tabla 11.** Actores entrevistados y su participación en el evento

<b>Cargo actual</b>	<b>Entidad</b>	<b>Participación</b>
Profesional universitario	AMVA	Antes, durante y después
Líder hidrología	SIATA	Durante, después
Líder social	Junta de Acción Locales (JAL)	Antes, durante, después
Líder social	Junta de Acción Locales (JAL)	Antes, durante, después

Las preguntas realizadas giraron en torno a las sugeridas por la metodología PERC (Venkateswaran et al., 2020). A continuación, se describen los factores más relevantes:

### 8.1 SIATA

Durante el evento en cuestión, el personal de SIATA entrevistado tenía en el rol de monitorear las variables hidrometeorológicas. Hacía parte del grupo operacional del proyecto. Este grupo se encarga de monitorear las condiciones climáticas del Valle de Aburrá, con el fin de manifestar alertas tempranas, en tiempo real, a los diferentes actores involucrados en la gestión del riesgo de desastres.

Para SIATA, este punto no se tenía identificado como una zona de riesgo. Durante el evento se brindó apoyo mediante el seguimiento de las variables meteorológicas a través del radar y pluviómetros, tanto en la respuesta inmediata como en las actividades de reconstrucción posteriores. La experiencia adquirida en el evento de mayo de 2015 en Salgar, Antioquia, fue crucial. En Salgar, SIATA comprendió mejor cuándo una cuenca está predispuesta a crecientes, considerando factores como la humedad del suelo.

A raíz del evento de 2018, se identificó la necesidad de monitorear las cuencas más grandes que influyen directamente en el comportamiento del río Medellín. Por ello, se instaló un sensor de nivel en el puente Machado, Bello, para monitorear la quebrada La García, que tuvo una gran influencia en el evento. Además, se estableció una red de sensores de humedad del suelo que permite conocer la saturación de las cuencas.

Posterior al evento, se implementó un Sistema de Alerta Temprana Comunitario. Este sistema incluyó un proceso de apropiación social del conocimiento, donde la comunidad entendió las amenazas presentes en su territorio. Sorprendentemente, algunas personas no sabían que vivían junto al río Medellín. Con esta estrategia, se capacita a la comunidad para actuar antes de que se materialicen los eventos de inundación. A través del monitoreo aguas arriba, se pueden realizar evacuaciones de personas y enseres, disminuyendo la vulnerabilidad de los habitantes de los barrios La Asunción y Guadalajara.

Gracias a la cadena de catorce sensores en el río Medellín, desde Caldas, se pueden calcular los tiempos de viaje del agua. Desde el sensor de nivel ubicado en puente Machado hasta el barrio Guadalajara, este tiempo de viaje se ha calculado entre 30 y 40 minutos cuando el nivel del sensor marca 5,5 metros. Esto es crucial ya que genera una alerta al equipo operacional del proyecto para iniciar las cadenas de llamadas e informar a la comunidad antes de que el río se desborde en este punto.

La comunidad entra en estado de vigilancia cuando suena una sirena, cuyo sonido determina si se debe adoptar un estado de prevención o de evacuación. La

decisión de evacuar se toma a través de una cadena de llamadas, acordando con la comunidad el momento de activar la sirena.

Uno de los principales desafíos ha sido la naturaleza flotante de parte de la población asentada en los barrios, lo que dificulta la preservación de la historia y la trazabilidad de los eventos ocurridos. Esto requiere una atención especial en la labor educativa y social del proyecto, recordando y repitiendo constantemente a la población la situación de riesgo en la que viven.

Para que este proceso sea exitoso, se imparten de cinco a seis talleres con el objetivo de dejar una capacidad instalada en la comunidad. Posteriormente, se realizan visitas mensuales para evaluar la evolución de la comunidad. Si se identifica un cambio en la población, se reinicia el ciclo de talleres. Este proceso está acompañado por las oficinas municipales de gestión de riesgos.

Actualmente, hay 37 comunidades con Sistemas de Alerta Temprana Comunitarios en el Valle de Aburrá, a las cuales se les ofrecen distintas capacitaciones en temas de gestión del riesgo, calidad del aire, cambio climático, entre otros.

Para prevenir futuros desastres asociados a inundaciones, el gran reto radica en poder determinar su ocurrencia. Es indispensable el monitoreo de la lluvia, una tarea compleja dada la ubicación geográfica del Valle de Aburrá. Es esencial que los organismos de atención a desastres estén preparados antes de la ocurrencia de eventos, con equipos, protocolos de evacuación y personal capacitado. Ya se tiene conocimiento de cómo pueden ocurrir los fenómenos naturales, lo cual está asociado a la variabilidad climática de la región. Durante las temporadas de mayores precipitaciones (movimientos en masa, inundaciones, avenidas torrenciales), debemos prepararnos también para las temporadas más secas (incendios, disponibilidad del recurso hídrico, islas de calor).

## **8.2 AMVA**

En el AMVA, la persona entrevistada pertenece al Equipo de Gestión de Riesgos y Cambio Climático de la Subdirección Ambiental, este equipo es el

encargado de brindar apoyo a los municipios en el marco de la gestión de riesgo de desastres.

La zona de estudio está ubicada a escasos 10 metros del río Medellín y cerca de la quebrada La Azulita. Según el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) de Copacabana, el retiro mínimo al río es de 60 metros desde el canal. Durante la construcción de los barrios, se tenía previsto un proyecto de canalización del río Medellín (Ancón Sur- Ancón Norte) que conservaría este retiro a los barrios; este no se llevó a cabo, dejando la zona en un canal natural con numerosas intervenciones antrópicas.

Desde los años 80, la comunidad ha realizado intervenciones en la margen derecha del río para protegerse de las inundaciones, construyendo llenos de protección sin las especificaciones técnicas adecuadas.

En 1996, durante el Día de la Madre, se registraron inundaciones que afectaron tanto la explotación minera de la empresa Conasfaltos, ubicada en la margen opuesta del río Aburrá con respecto a los barrios La Asunción y Guadalajara, como a los propios barrios y al barrio La Pedrera, situado aguas abajo. Tras este evento, la empresa construyó un jarillón de protección en roca, que tampoco respetó los retiros mínimos establecidos al río.

Dada la problemática, el AMVA identificó este punto como crítico desde el año 2010, lo que llevó al diseño de obras de protección blandas que conservaran el ancho del canal y ayudaran a mitigar las inundaciones. Estas obras consistieron en espolones que dirigieran el río Medellín hacia el costado izquierdo y en la protección del talud del relleno de protección realizado por la comunidad, utilizando colchacretos.

Más adelante, la empresa Conasfaltos comenzó la explotación del pit de número tres. Para ello, se construyeron protecciones laterales alrededor del área de explotación. Sin embargo, la falta de mantenimiento de las obras de protección previamente construidas, junto con estas nuevas actividades, provocó un aumento en la magnitud de las inundaciones en Guadalajara y La Asunción.

En el evento de 2018 falló el muro de cerramiento de la unidad Guadalajara, que es colindante con la quebrada La Azulita. Esto permitió la entrada del río Medellín, lo que llevó a la activación del Puesto de Mando Unificado (PMU) por parte del municipio. En la atención a la emergencia participaron la Defensa Civil, los Bomberos y la Cruz Roja.

Aunque no hubo pérdidas humanas, las afectaciones materiales y psicológicas en la población fueron significativas. Muchas familias perdieron sus hogares y pertenencias, lo que ocasionó gran angustia y estrés.

El municipio solicitó al AMVA la reconstrucción del muro, la cual se realizó a través de un contrato vigente. Sin embargo, los recursos no fueron suficientes para reemplazar el muro en su totalidad (se construyeron 50 metros de los 95 metros) y realizar las obras complementarias necesarias.

Este evento ocurrió durante la segunda temporada de lluvias del año y estuvo condicionado por la influencia de cuencas con un alto aporte en el registro histórico de inundaciones en Copacabana, como las cuencas de las quebradas La García, El Hato y La Madera. El nivel del agua llegó hasta las ventanas, alrededor de un metro veinte.

Además, se vieron afectados otros barrios en Copacabana, como La Pedrera. En el sector de Ancón Norte se observaron agrietamientos cercanos a la vía férrea y en empresas ubicadas en la parte alta. Este evento puede ser un factor detonante de la inestabilidad que se evidencia en esta zona, ya que posteriormente se registraron afectaciones al gasoducto, oleoducto, la vía y el sistema de acueducto.

Dada la contingencia, se instaló un Sistema de Alerta Temprana Comunitario a través de SIATA. Si bien brindó tranquilidad a la comunidad, enfrentó retos, ya que gran parte de la población abandonó la zona después del evento. Por lo cual se ha tenido que realizar un seguimiento y capacitaciones para que la comunidad se apropiara nuevamente de su escenario de riesgo.

Es fundamental realizar el mantenimiento de las obras existentes, ya que se encuentran deterioradas, y definir obras duras para mitigar las inundaciones en la zona.

### **8.3 Líderes sociales**

Dentro del grupo de personas damnificadas se entrevistaron a dos actores de la comunidad que ejercen o ejercieron como presidentes de la junta de acción local (JAL).

Por parte de la comunidad, se había emitido una alerta al ente territorial, mediante un derecho de petición, tres años antes del evento, advirtiendo sobre el mal estado del muro de cerramiento. Debido a que fue construido por un privado, la respuesta de la administración municipal en ese momento fue que la responsabilidad de repararlo recaía en el constructor.

Durante el evento del año 2018 se registraron lluvias muy intensas, en las cuales la comunidad identificó un significativo aporte de agua proveniente de las cuencas ubicadas aguas arriba. Sin embargo, también se observó una serie de condiciones que contribuyeron al colapso del muro de cerramiento.

La construcción de los jarillones de protección por parte de la empresa Conasfaltos afectó la dinámica del río, ya que impidió que este pudiera disipar su energía en esa zona. Como consecuencia, el agua se acumuló contra la margen izquierda, obstaculizando el flujo normal de la quebrada La Azulita hacia el río Medellín. Además, se menciona la posible influencia del agua procedente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) de Aguas Claras.

El día del evento, la comunidad, al identificar que se estaban inundando por las alcantarillas, comenzó a seguir el protocolo que normalmente realizaba para salvaguardar sus bienes: poner los enseres en lugares elevados, retirar los vehículos de la zona y bajar los *breakers* de la energía. En un evento normal, después de las inundaciones, esperaban a que bajara el nivel del río y realizaban una limpieza de las basuras.

Pero, en esta ocasión, se produjo el colapso del muro de cerramiento, un momento que recuerdan por el sonido similar al quiebre de una rama seca y la sensación de ser arrastrados por una ola en el mar. El agua alcanzó un nivel de un metro ochenta en las viviendas, causando la pérdida total de bienes materiales. La gente pedía auxilio; los nervios y el pánico los llevaron a pensar que se iban a ahogar e incluso morir.

La respuesta de las autoridades fue tardía. La persona encargada de gestión del riesgo del municipio estaba fuera del país, y los Bomberos, dado que debían atender varios barrios inundados, llegaron a las 3:00 a. m., mucho después de que la emergencia comenzara a las 8 p.m. Los Bomberos, la Defensa Civil y la administración municipal tardaron en llegar y coordinar la respuesta. El Ejército Nacional, la Cruz Roja y la Defensa Civil brindaron apoyo significativo.

La comunidad recibió unos kits de ayuda por parte de la administración municipal y la Unidad Nacional de Gestión del Riesgo, pero la distribución fue desigual y generó conflictos. Muchos residentes afectados no recibieron la ayuda necesaria.

Más adelante, el Sistema de Alerta Temprana Comunitario (SIATA) se convirtió en un recurso vital. Las capacitaciones y el apoyo técnico brindado por el SIATA ayudaron a la comunidad a prepararse mejor para futuros eventos. La instalación de una cámara de monitoreo y la creación de un grupo de WhatsApp, donde se comparten los niveles del río, mejoraron la comunicación y la respuesta ante nuevas amenazas. Aunque al principio hubo resistencia y confusión sobre el uso de las alarmas, la educación continua ayudó a establecer una mayor conciencia y cooperación en la comunidad.

A pesar de las mejoras, la comunidad sigue enfrentando desafíos significativos. El muro de contención sin terminar debía de extenderse más allá de su longitud actual, los espolones desgastados y la insuficiencia hidráulica del alcantarillado hacen que permanezcan en una posición vulnerable ante las inundaciones.

## 9 Conclusiones

En este trabajo se realizó un análisis del evento de inundación ocurrido el 25 de noviembre de 2018 en los barrios La Asunción y Guadalajara de Copacabana (Antioquia), mediante la aplicación de la metodología Post Event Review Capability (PERC).

Esta metodología permitió evaluar de manera integral los éxitos y fracasos en la gestión del riesgo de desastres antes, durante y después del evento. El estudio incluyó un análisis técnico detallado de los hechos y la recolección de información a través de entrevistas semiestructuradas con actores clave que participaron en las distintas fases del evento, proporcionando una comprensión de las lecciones aprendidas. Además, se realizó una evaluación detallada del panorama socioeconómico de la población afectada y la cuantificación del riesgo asociado a las inundaciones.

Los barrios La Asunción y Guadalajara han sido históricamente vulnerables a inundaciones debido a su ubicación en la llanura de inundación del río Medellín. Eventos previos, como los registrados en 1987, 1996, 2010, 2011 y 2018, han generado pérdidas materiales y afectaciones a la comunidad. La zona se encuentra catalogada como de amenaza alta por inundación. El evento más significativo ocurrió el 25 de noviembre de 2018, donde se alcanzó el máximo histórico dentro del registro de la estación de nivel 140 - Puente Fundadores, del proyecto SIATA. Durante este evento, la influencia de varias cuencas importantes como La García y La Iguaná, con una lluvia antecedente alta, condicionó la inundación.

Las inundaciones ocasionaron daños significativos, incluyendo la destrucción del muro de cerramiento aledaño a la quebrada La Azulita, el ingreso del río Aburrá y la afectación de viviendas, bienes y enseres, la interrupción de servicios básicos y la afectación a la infraestructura vial. Ante la magnitud del desastre, el municipio de Copacabana realizó una declaratoria de calamidad pública y activó estrategias de respuesta, movilizando recursos de emergencia como la Cruz Roja, los Bomberos y el Ejército.

Si bien se dio una respuesta al evento, es necesario que los organismos y entidades asociados a la gestión del riesgo de desastres trabajen en el conocimiento y manejo del riesgo, y no únicamente en la atención, que es la parte reactiva cuando ya ha sucedido un evento. Dada la variabilidad climática de la región, es esencial que durante las temporadas secas se realice un aprovisionamiento para las temporadas de mayores precipitaciones, preparando al personal, los equipos y otros recursos necesarios. Es fundamental adoptar una perspectiva preventiva en lugar de únicamente reactiva.

La distribución demográfica y las características socioeconómicas revelan una población de 2.280 personas en los barrios Guadalajara y La Asunción, con una ligera mayoría de mujeres. La mayoría de los residentes tienen un nivel de educación que les permite leer y escribir, y la mayoría de las viviendas se encuentran en los estratos socioeconómicos 2 y 3, que cuentan con servicios básicos como agua, alcantarillado, energía y recolección de basuras. Un porcentaje significativo tiene acceso a internet y gas natural. Esta distribución socioeconómica es importante ya que influye en la capacidad de adaptación y resiliencia de la comunidad ante las pérdidas económicas y afectaciones psicológicas sufridas en el desastre.

En estos barrios predominan las viviendas de dos pisos, con un sistema de construcción tipo mampostería, con materiales como bloque o ladrillo. Aunque hubo daños en los enseres dentro de las viviendas, no se registraron afectaciones estructurales que obligaran la evacuación definitiva y demolición de los hogares.

Se observa un cambio en la composición de la población en los últimos años, con una disminución en el número de personas nacidas en el municipio de Copacabana y un aumento en aquellos nacidos en otros lugares. Esto tiene una influencia directa en la pérdida de la memoria histórica del desastre, lo cual se evidenció durante las entrevistas. En las activaciones de las alarmas del Sistema de Alerta Temprana Comunitaria, algunas personas no sabían qué ocurría, lo que requirió actividades pedagógicas por parte de SIATA para reforzar el conocimiento del riesgo en la comunidad.

Dentro de las lecciones aprendidas se encuentran:

- La implementación de sistemas de monitoreo hidrometeorológico en tiempo real, como los ofrecidos por SIATA, es fundamental para prever y responder eficazmente a eventos de inundación.
- La instrumentación con diferentes sensores en áreas críticas ayuda a comprender mejor las condiciones de riesgo y facilita la emisión de alertas tempranas.
- La participación comunitaria activa en la gestión del riesgo es esencial.
- La capacitación y apropiación social de los escenarios de riesgo, combinado con la creación de sistemas de alerta temprana comunitarios, mejoran la capacidad de respuesta y reducen la vulnerabilidad de estas comunidades.
- La evaluación del riesgo por inundaciones, es decir, la cuantificación de las consecuencias económicas, los daños en la infraestructura y las afectaciones humanas, requiere el desarrollo de modelos de amenaza, exposición y vulnerabilidad.

En este trabajo se utilizaron dos modelos de vulnerabilidad, identificando una alta variación en la cuantificación del riesgo al comparar ambos modelos. Desafortunadamente, para el desarrollo de este trabajo no se contó con información específica de las pérdidas generadas, lo que permitiría validar los modelos utilizados en la evaluación del riesgo.

Se resalta la importancia de contar con información que permita validar los diferentes modelos necesarios para la estimación del riesgo. Por lo tanto, se sugiere que para eventos futuros se realice una toma de datos sobre la altura del agua, materiales de la infraestructura expuesta, pérdidas económicas, personas afectadas, etc., que permita el desarrollo de modelos de vulnerabilidad ajustados a las condiciones del territorio.

Es indispensable la coordinación entre diferentes actores, incluyendo organismos de respuesta, de apoyo y la comunidad, para una respuesta rápida y eficiente durante y después de un desastre. Esto debe estar acompañado de actividades de planificación urbana adecuada, que incluya el respeto de los retiros

mínimos a cuerpos de agua y la implementación de obras de protección adecuadas, que permitan reducir significativamente el riesgo a las inundaciones.

La experiencia del evento de 2018 y las subsecuentes inundaciones resaltan la necesidad de un enfoque integral y sostenido en la gestión de riesgos. La colaboración entre la comunidad, el SIATA y las autoridades locales debe fortalecerse para asegurar la implementación efectiva de medidas preventivas y de respuesta. La comunidad, a pesar de su resiliencia, requiere un apoyo continuo y adecuado para mitigar los riesgos y protegerse ante futuros desastres.

## Referencias

- Aguilar, A. M., Bedoya, G., & Hermelin, M. (2009). Inventario de los desastres de origen natural en Colombia, 1970-2006. Limitantes, tendencias y necesidades futuras. *Gestión y Ambiente*, 11(1).  
<https://revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/view/9218>
- Arango, C, Dorado, J., Guzmán, D., & Ruiz, J. F. (2012). *Climatología trimestral de Colombia*. Grupo de Modelamiento de Tiempo, Clima y Escenarios de Cambio Climático. Subdirección de Meteorología – IDEAM.  
[http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21789/Climatolog%C3%ADa+Trimestral+para+Colombia+\(Ruiz,+Guzman,+Arango+y+Dorado\).pdf/c2825963-c373-449a-a7cb-8480874478d9](http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21789/Climatolog%C3%ADa+Trimestral+para+Colombia+(Ruiz,+Guzman,+Arango+y+Dorado).pdf/c2825963-c373-449a-a7cb-8480874478d9)
- Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (2016). *Estudio de riesgo sísmico del Valle de Aburrá*.
- Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (2018). *Síntesis preliminar sobre variabilidad y cambio climático en el Valle de Aburrá*.  
[https://www.metropol.gov.co/ambiental/Documents/P4\\_Cap%C3%ADtulo\\_1\\_Sintesis\\_del\\_clima.pdf](https://www.metropol.gov.co/ambiental/Documents/P4_Cap%C3%ADtulo_1_Sintesis_del_clima.pdf)
- Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (2019). *Acuerdo Metropolitano 022*. Por medio del cual se adopta la Política Metropolitana para la Gestión de Riesgo de Desastres.  
[https://alphasig.metropol.gov.co/normograma/compilacion/docs/A\\_AMVA\\_002\\_2\\_2019.htm](https://alphasig.metropol.gov.co/normograma/compilacion/docs/A_AMVA_002_2_2019.htm)
- Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (2020). *PIDM Plan Integral de Desarrollo Metropolitano*. <https://www.metropol.gov.co/planeacion/Paginas/PIDM-plan-integral-de-desarrollo-metropolitano.aspx>
- Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (s. f.). *Datos Abiertos AMVA*. Recuperado el 14 de abril, 2024, de <https://ciudadano.bcgs-amva.com/bcgs/#/fnc/tZxjsWpGwp7Fwjr2XO5Qgg>
- Arias, L. A y González, L. H. (2003). La diversidad del relieve y de los suelos en el altiplano de Santa Rosa de Osos (Antioquia): sus significados ambientales. *Boletín Ciencias de La Tierra*, 15, 51–72.  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7988862>
- Aristizábal, E., & Gómez, J. (2008). Inventario de emergencias y desastres en el Valle de Aburrá. Originados por fenómenos naturales y antrópicos en el periodo

- 1880-2007. *Gestión y Ambiente*, 10(2), 17-30.  
<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/22753>
- Aspers, P., & Corte, U. (2019). What is Qualitative in Qualitative Research. *Qualitative Sociology*, 42(2). <https://doi.org/10.1007/s11133-019-9413-7>
- Ayala-García, J., & Ospino-Ramos, K. (2023). Desastres naturales en Colombia: un análisis regional. *Documentos de trabajo sobre Economía Regional y Urbana*, 317.
- Banco Interamericano de Desarrollo [BID]. (2011). *Lecciones aprendidas*. <https://publications.iadb.org/es/publications/spanish/viewer/Lecciones-aprendidas.pdf>
- Bautista, N. P. (2022). *Proceso de la investigación cualitativa: epistemología, metodología y aplicaciones*. Editorial El Manual Moderno.
- Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia. (2021). *Perfil socioeconómico del Valle de Aburrá*.  
<https://www.camaramedellin.com.co/portals/0/Documentos/Transparencia/datos-abiertos/estudio-economico-supersociedades-2021-ccma.pdf>
- Campos, A., Holm-Nielsen, N., Díaz, C., Rubiano, D. M., Costa, C. R., Ramírez, F., & Dickson, E. (2012). *Análisis de la gestión del riesgo de desastres en Colombia un aporte para la construcción de políticas públicas*. Banco Mundial.  
<http://gestiondelriesgo.gov.co/sigpad/archivos/GESTIONDELRIESGOWEB.pdf>
- Córdoba-Machado, S., Palomino-Lemus, R., Gamiz-Fortis, S. R., Castro-Díez, Y., & Esteban-Parra, M. J. (2015). Assessing the impact of El Niño Modoki on seasonal precipitation in Colombia. *Global and Planetary Change*, 124, 41–61.  
<https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2014.11.003>.
- DANE. (2018). *Censo Nacional de Población y Vivienda - CNPV*.  
<https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-nacional-de-poblacion-y-vivenda-2018>
- Departamento Nacional de Planeación. (2023). *Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 Colombia Potencia Mundial de la Vida*.  
<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/portalDNP/PND-2023/2023-03-17-bases-plan-nacional-desarrollo-web.pdf>
- ERN-AL Consorcio Evaluación de Riesgos Naturales – América Latina. (2008). *CentralAmerica probabilistic risk assessment platform (CAPRA)*. Banco Mundial y Banco Interamericano de Desarrollo (BID).
- ESRI. (s. f.). *Flood Impact Analysis*. (2024). Recuperado el 15 de abril 2024, de <https://doc.arcgis.com/en/arcgis-solutions/11.2/reference/introduction-to-flood->

[impact-analysis.htm#ESRI\\_SECTION1\\_FDA31E20368F496980CE377066FE5DE0](#)

González, D., Acevedo, A. B., Yepes-Estrada, C., Urán, J., Ochoa, A., Posada, G., & Hoyos, C. D. (2020). *Multi-hazard risk urban assessment: the case of La Estrella, Colombia*. 17th World Conference on Earthquake Engineering. Sendai, Japón, septiembre 13-18. Artículo N.º 6a-0013

Holmes, R. R., & Dinicola, K. (2010). 100-Year flood—it's all about chance. *US Geological Survey General Information Product*, 106(1), 1.  
<https://doi.org/10.3133/gip106>

Huizinga, J., De Moel, H., & Szewczyk, W. (2017). Global flood depth-damage functions: Methodology and the database with guidelines, EUR 28552 EN, Publications Office of the European Union. Doi:10.2760/16510, JRC105688.

IPCC. (2023a). Summary for Policymakers. *Climate Change 2023: Synthesis Report*. En Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 1-34, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001

Ley 1523 del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo (2012). Por la cual se adopta la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones.

Mahmood, M. I., Elagib, N. A., Horn, F., & Saad, S. A. G. (2017). Lessons learned from Khartoum flash flood impacts: An integrated assessment. *Science of The Total Environment*, 601–602, 1031–1045.  
<https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2017.05.260>

Moe, T. L., & Pathranarakul, P. (2006). An integrated approach to natural disaster management: Public project management and its critical success factors. *Disaster Prevention and Management: An International Journal*, 15(3), 396–413. <https://doi.org/10.1108/09653560610669882>

Municipio de Copacabana. (2016). *Formato para consolidar la información sobre daños y necesidades*.

Poveda, G. (2004). La hidroclimatología de Colombia: una síntesis desde la escala inter-decadal hasta la escala diurna. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales*, 28(107), 201–222. 10.18257/raccefyn.28(107).2004.1991

Poveda, G., Álvarez, D. M., & Rueda, Ó. A. (2011). Hydro-climatic variability over the Andes of Colombia associated with ENSO: A review of climatic processes

- and their impact on one of the Earth's most important biodiversity hotspots. *Climate Dynamics* 36(11–12), 2233–2249. <https://doi.org/10.1007/s00382-010-0931-y>
- Poveda, G., Jaramillo, A., Gil, M. M., Quiceno, N., & Mantilla, R. I. (2001). Seasonally in ENSO-related precipitation, river discharges, soil moisture, and vegetation index in Colombia. *Water Resources Research*, 37(8), 2169–2178. <https://doi.org/10.1029/2000WR900395>
- Poveda, G., Mesa, O., Agudelo, P., Álvarez, J., Arias, P., Moreno, H., Salazar, L., Toro, V., & Vieira, S. (2002). Influencia del ENSO, oscilación Madden-Julian, ondas del este, huracanes y fases de la luna en el ciclo diurno de precipitación en los Andes Tropicales de Colombia. *Meteorología Colombiana*, 5, 3–12. [https://www.researchgate.net/publication/233971620\\_Ondas\\_del\\_Este\\_Huracanes\\_y\\_Fases\\_de\\_la\\_Luna\\_en\\_el\\_Ciclo\\_Diurno\\_de\\_la\\_Precipitacion\\_en\\_los\\_Andes\\_Tropicales\\_de\\_Colombia](https://www.researchgate.net/publication/233971620_Ondas_del_Este_Huracanes_y_Fases_de_la_Luna_en_el_Ciclo_Diurno_de_la_Precipitacion_en_los_Andes_Tropicales_de_Colombia)
- Poveda, G., Waylen, P. R., & Pulwarty, R. S. (2006). Annual and inter-annual variability of the present climate in northern South America and southern Mesoamerica. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 234(1), 3–27. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2005.10.031>
- Project Management Institute. (2014). *A Guide to the Project Management Body Of Knowledge (PMBOK® Guide, 5th Edition)*.
- Project Management Institute. (2021). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge: PMBOK (®) Guide*.
- Puertas, O., & Carvajal, Y. (2008). Incidencia de El Niño-Oscilación del Sur en la precipitación y la temperatura del aire en Colombia, utilizando el Climate Explorer. *Ingeniería y Desarrollo*, 23, 104–118. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0122-34612008000100009&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-34612008000100009&lng=en&tlng=es).
- Saroha, J. (2018). Types and Significance of Population Pyramids. *WWJMRD*, 4(4), 59-69. <https://acortar.link/UMq3Go>
- Sawalha, I. H. (2020). A contemporary perspective on the disaster management cycle. *Foresight*, 22(4), 469–482. <https://doi.org/10.1108/FS-11-2019-0097>
- SIATA. (2022). *Análisis histórico de eventos*.
- SIATA. (s. f.). *Quiénes Somos*. SIATA. Recuperado el 19 de mayo 2024, de [https://siata.gov.co/sitio\\_web/index.php/nosotros](https://siata.gov.co/sitio_web/index.php/nosotros)
- Toshie Kayano, M., V., Andreoli, R., & Ferreira de Souza, R. A. (2011). Evolving anomalous SST patterns leading to ENSO extremes: relations between the

- tropical Pacific and Atlantic Oceans and the influence on the South American rainfall. *International Journal of Climatology*, 31(8), 1119–1134. <https://doi.org/10.1002/joc.2135>
- UN DESA. (2023). *The Sustainable Development Goals Report 2023: Special Edition*. New York, USA: UN DESA. <https://unstats.un.org/sdgs/report/2023/>
- UNDRR. (2020). *Hazard definition and classification review: Technical report*. UNDRR. <https://www.undrr.org/publication/hazard-definition-and-classification-review-technical-report>
- Unidad Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres. (s. f.). *Estructura del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres*. Recuperado el 10 de mayo, 2024, de <https://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/Estructura.aspx>
- Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres. (2022). *Primera actualización Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres*. [www.gestiondelriesgo.gov.co](http://www.gestiondelriesgo.gov.co)
- UNISDR. (2015). *Chart of the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction*. UNISDR.
- Universidad Nacional de Colombia. (2016). *Estudios básicos de amenaza de inundación asociada al río Medellín entre la descarga de la quebrada La Rodas y el puente Troncal Nordeste de Barbosa*.
- Urán Zea, J. (2016). *Cambios en los valores extremos de variables climáticas en Colombia asociados a cambio climático*. Universidad Nacional de Colombia.
- Venkateswaran, K., MacClune, K., Keating, A., & Szönyi, M. (2015). The PERC Manual Learning from Disasters to Build Resilience: A Simple Guide to Conducting a Post-Event Review. In *Zurich Insurance Group: Vol. Zurich, Switzerland*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4385.0322>
- Venkateswaran, K., Macclune, K., Keating, A., & Szönyi, M. (2020). The PERC manual Learning from disasters to build resilience: A guide to conducting a Post-Event Review-(2020) References 37. In *ISSET Internationaol, IIASA*.
- Zuluaga, M. D., & Houze, R. A. (2015). Extreme convection of the near-equatorial Americas, Africa, and adjoining oceans as seen by TRMM. *Monthly Weather Review*, 143(1), 298–316. <https://doi.org/10.1175/MWR-D-14-00109.1>

## Anexos

### Anexo a

**Tabla 12.** Estudios realizados en el mundo con la metodología PERC

<b>Informe PERC</b>	<b>Geografía</b>	<b>Periodo del evento</b>
1. Inundaciones en Europa Central 2013: una retrospectiva	Alemania (enfoque), Austria, República Checa, Suiza	Junio 2013
2. Inundaciones en Boulder: un estudio de resiliencia	Estados Unidos	Septiembre 2013
3. Después de la tormenta: cómo funcionaron las defensas contra inundaciones del Reino Unido durante el aumento tras Xaver	Reino Unido	Diciembre 2013
4. Inundaciones en los Balcanes de mayo de 2014: desafíos para la resiliencia ante inundaciones en una zona de guerra anterior	Bosnia y Herzegovina, Serbia, Croacia	Mayo 2014
5. Inundaciones en Emmental, Suiza, de julio de 2014: ¡En un día caluroso y soleado, una alerta de inundación!	Suiza	Julio 2014
6. Caso urgente de recuperación: lo que podemos aprender de las inundaciones del río Karnali en Nepal, en agosto de 2014	Nepal	Agosto 2014
7. Inundaciones en Marruecos de 2014: lo que podemos aprender de Guelmim y Sidi Ifni	Marruecos	Noviembre 2014

<b>Informe PERC</b>	<b>Geografía</b>	<b>Periodo del evento</b>
8. Lo que se puede aprender de las inundaciones de Columbia y Charleston de 2015	Estados Unidos	Octubre 2015
9. Inundaciones después de la tormenta Desmond	Reino Unido	Diciembre 2015
10. Inundaciones repentinas en el sur de Alemania	Alemania	Mayo/Junio 2016
11. Gestionando los riesgos de El Niño bajo incertidumbre en Perú	Perú	2016
12. Aprendiendo de El Niño Costero 2017: Oportunidades para construir resiliencia en Perú	Perú	2017
13. Houston y el huracán Harvey: un llamado a la acción	EE. UU.	Agosto 2017
14. Huracán Florence: construyendo resiliencia para la nueva normalidad	EE. UU.	Septiembre 2018
15. Incendio forestal de Fort McMurray - Aprendiendo del desastre más costoso de Canadá	Canadá	2016-2017
16. Incendios en California: construyendo resiliencia desde las cenizas	EE.UU.	2017-2018
17. Cuando lo sin precedentes se convierte en precedentes: aprendiendo de los ciclones Idai y Kenneth	Malawi, Mozambique, Zimbabue	Marzo-Abril 2019
18. Los incendios del suroeste de Tasmania del verano 2018-2019 (próximamente)	Australia	Diciembre 2018 - Marzo 2019

**Fuente:** adaptado de Venkateswaran et al. (2020).

**Tabla 13.** Estructura del reporte de la metodología PERC

Sección	Contenido
Resumen ejecutivo	Reporte ejecutivo de los hallazgos y recomendaciones claves.
Introducción	<p>Metas y objetivos del estudio.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ ¿Por qué es este estudio importante?</li> <li>○ ¿Por qué se estudia este evento en particular?</li> </ul> <p>Breve descripción general del evento (es decir, duración, ubicación, daños/pérdidas).</p> <p>Breve descripción general de la geografía del área y el panorama de peligros.</p> <p>Metodología de estudio.</p> <p>Descripción general de la estructura del informe.</p> <p><b>Figuras claves:</b> mapa de ubicación del estudio.</p>
Sección I: Contexto físico	<p>El historial de este tipo de evento en el país/región/ubicación, incluidos los cambios en la frecuencia y severidad durante un horizonte temporal relevante.</p> <p>Cómo se manifestó físicamente este evento específico, es decir, en el caso de inundaciones, esto implicaría:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Análisis hidrológicos y meteorológicos, y que otras determinantes ambientales fueron parte teniendo en cuenta los efectos del cambio climático que se pueden atribuir a este evento.</li> <li>○ Cómo se compara este evento con eventos anteriores en el país/región/ubicación.</li> <li>○ Una estimación de cómo podrían desarrollarse los escenarios futuros.</li> </ul> <p><b>Figuras claves:</b> mapas adicionales de la ubicación del estudio, línea de tiempo que muestra desastres pasados y principal normativa asociada.</p>

Sección	Contenido
Sección II:	Riesgo y vulnerabilidad
Panorama socioeconómico del desastre	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ ¿Cómo ha cambiado la exposición a este tipo de evento en las últimas dos décadas? ¿Se han construido nuevos activos en la zona de riesgo?</li> <li>○ ¿Qué grupos de personas, servicios y funciones son vulnerables durante este tipo de evento?</li> <li>○ ¿Qué factores dan lugar a esa vulnerabilidad?</li> <li>○ Limitaciones para reducir el riesgo y la vulnerabilidad.</li> <li>○ ¿Qué condiciones mantienen la vulnerabilidad y limitan la adaptación y la resiliencia?</li> </ul> <p>Reducción de riesgos y preparación prospectiva y correctiva.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ ¿Ha habido acciones o atenciones relacionadas con el aumento o reducción de los activos en que se encuentran en zonas de riesgo?</li> <li>○ ¿Cuáles son los impulsores socioeconómicos de las tendencias en la magnitud y el tipo de activos en zonas de riesgo?</li> <li>○ ¿Qué tipos de regulaciones existen para evitar la acumulación de mayor exposición o vulnerabilidad?</li> <li>○ ¿Qué tipos de estructuras de protección física (grises o verdes) existen? ¿Han trabajado en el pasado?</li> <li>○ ¿Cómo se prepararon y respondieron los individuos, los hogares, las ONG, el Gobierno y otros actores en eventos anteriores y cómo se prepararon antes de este evento?</li> <li>○ ¿Estas acciones o capacidades han exacerbado o reducido la vulnerabilidad a este tipo de amenaza?</li> </ul>

Sección	Contenido
	<p><b>Figuras claves:</b> mapa del panorama institucional que muestra los actores clave involucrados en el riesgo prospectivo, reducción correctiva del riesgo, preparación, respuesta y recuperación y las decisiones y canales de comunicación.</p>
<p>Sección II: ¿Qué sucedió?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Observaciones y hechos de lo acontecido durante el evento, esta sección no debe de llevar interpretaciones o recomendaciones.</li> <li>○ ¿Qué pasó inmediatamente después de que la gente se dio cuenta de que había sucedido el evento? ¿Hubo alertas tempranas, evacuaciones o protección de activos importantes?</li> <li>○ ¿Cuáles fueron los impactos del evento? (Esto dependerá del periodo de tiempo que esté buscando en y el contexto dentro del cual está trabajando).</li> <li>○ ¿Cómo funcionaron las estructuras de protección física?</li> <li>○ ¿Qué tipo de daños y pérdidas sufrieron los lugares?</li> <li>○ ¿Cuáles fueron los impactos indirectos?</li> </ul> <p><b>Respuesta</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ ¿Cómo respondieron los agentes? (Rescate, evacuaciones, distribución de socorro)</li> <li>○ ¿Qué permitió y limitó la respuesta? ¿Cómo trabajaron los agentes para solucionar las restricciones?</li> <li>○ ¿Hubo fallas en cascada?</li> <li>○ ¿Quién se benefició en última instancia de las actividades de respuesta?</li> </ul>

Sección	Contenido
	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ ¿Recibieron ayuda todos los que necesitaban ayuda?</li> </ul> <p><b>Recuperación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ ¿Qué acciones de recuperación se están tomando en los hogares, la comunidad, el Gobierno y las organizaciones a nivel local y superior?</li> <li>○ ¿Estas acciones reducirán los impactos a largo plazo?</li> <li>○ ¿Qué es lo que permite y limita la recuperación?</li> <li>○ ¿Quién se beneficia de los mecanismos de recuperación? ¿Todos los que necesitan ayuda reciben ayuda?</li> <li>○ ¿Cuáles son los impactos a largo plazo del evento, particularmente para los grupos más vulnerables?</li> <li>○ ¿Se está llevando a cabo la reconstrucción de manera que se evite correr el mismo riesgo?</li> <li>○ ¿Qué facilita o limita esto?</li> </ul> <p><b>Aprendizaje</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ ¿Quién está aprendiendo del evento?</li> <li>○ ¿Cómo se está logrando ese aprendizaje?</li> <li>○ ¿Se está incorporando ese aprendizaje de manera que mejoren los resultados futuros?</li> </ul>
Sección IV: Lecciones aprendidas	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ ¿Cuáles fueron los factores de éxito en la reducción prospectiva del riesgo, la reducción correctiva del riesgo, la preparación, respuesta y recuperación?</li> <li>○ ¿Cuáles son los impulsores de estos éxitos?</li> <li>○ ¿Cuáles fueron las brechas críticas en la reducción prospectiva del riesgo, la reducción</li> </ul>

Sección	Contenido
	<p>correctiva del riesgo, la preparación, respuesta y recuperación?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ ¿Cuáles son los factores que impulsan estas brechas?</li> </ul>
<p>Sección V: Recomendaciones</p>	<p>Recomendaciones y oportunidades para la acción</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Deben de ser viables, realizables, equitativas y justas.</li> <li>○ Deben de ser realistas, teniendo en cuenta el contexto social, político, geográfico y el contexto económico.</li> <li>○ Se debe prestar especial atención a las necesidades y perspectivas de los más marginados y grupos vulnerables de la sociedad.</li> </ul> <p>Si bien es importante realizar el levantamiento de las acciones que salieron mal, es aún más relevante el fortalecimiento de las que funcionaron bien. Enfatizando en los puntos de falla o cuellos de botella donde pequeños cambios pueden fortalecer los sistemas y tener un impacto sustancial.</p> <p>Las recomendaciones deben de evitar la reconstrucción del riesgo dentro el sistema.</p> <p>Las recomendaciones pueden consolidar patrones de elementos que se repiten en diferentes escalas de este estudio y estudios PERC realizados anteriormente, que deberían considerarse en el futuro.</p>
<p>Conclusiones</p>	<p>Conclusiones del estudio que pueden ser de relevancia nacional, regional o global.</p>
<p>Referencias</p>	<p>Referencias utilizadas durante el estudio.</p>

**Fuente:** adaptado de Venkateswaran et al. (2020).