

DETERMINACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD PRODUCIDA POR EL  
FENÓMENO DE INUNDACIÓN EN EL BARRIO OLIVARES, MUNICIPIO DE  
SOACHA CUNDINAMARCA.

ANGIE NATHALY PEDRAZA OTÁLORA  
JUAN CARLOS BALAGUERA CELY



UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA  
FACULTAD, INGENIERÍA CIVIL  
BOGOTÁ D.C.  
2016

DETERMINACIÓN DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD PRODUCIDA POR EL  
FENÓMENO DE INUNDACIÓN EN EL BARRIO OLIVARES, MUNICIPIO DE  
SOACHA CUNDINAMARCA.

ANGIE NATHALY PEDRAZA OTÁLORA  
JUAN CARLOS BALAGUERA CELY

Trabajo de grado, presentado como requisito parcial para optar al título de  
Ingeniero Civil

Asesor disciplinar  
Ing. Msc. Luis Efrén Ayala Rojas

Asesor metodológico  
Lic. Roy Morales Pérez

UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA  
FACULTAD, INGENIERÍA CIVIL  
BOGOTÁ D.C.

2016

## **AGRADECIMIENTOS**

El presente trabajo fue supervisado por parte del Ing. Luis Efren Ayala y Lic. Roy Morales a quienes expresamos una profunda gratitud por brindar la oportunidad de trabajar en conjunto, para que esta investigación se realizara, gracias a su apoyo, dedicación y sugerencias, debido a que el aporte de su conocimiento contribuyó a la culminación con éxito de éste proyecto.

De igual manera ofrecemos nuestro más sincero agradecimiento a los docentes que a lo largo de nuestra carrera han contribuido a nuestra formación. Y por último a nuestra alma mater, por ofrecernos la oportunidad de aportar en el desarrollo del país.

## CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	9
1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	10
2. ANTECEDENTES.....	12
3. JUSTIFICACION.....	15
4. OBJETIVOS.....	16
4.1. OBJETIVO GENERAL.....	16
4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	16
5. MARCOS REFERENCIALES.....	17
5.1. MARCO CONCEPTUAL.....	17
5.1.1. Factores de riesgo.....	17
5.1.2. Amenaza.....	18
5.1.3. Vulnerabilidad.....	21
5.2. MARCO LEGAL.....	25
5.3. MARCO GEOGRÁFICO.....	26
5.3.1. Geografía.....	26
5.3.2. Hidrología.....	26
6. METODOLOGÍA.....	29
6.1. ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN.....	29
6.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	29
6.3. MÉTODO DE MUESTREO.....	29
6.4. FASES DE LA INVESTIGACIÓN.....	30
6.4.1. Fase I.....	30
6.4.2. Fase II.....	31
6.4.3. Fase III.....	31
7. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	32
7.1. ASPECTOS HIDROLÓGICOS Y CARACTERÍSTICAS DE LA SECCIÓN DE LA QUEBRADA.....	32
7.1.1. Precipitaciones Máximas, Medias y Mínimas.....	32
7.1.2. Análisis De Intensidad, Duración, Frecuencia.....	34
7.1.3. Curvas IDF.....	36
7.1.4. Análisis Batimétrico.....	37

7.2. ANÁLISIS DE AMENAZA .....	39
7.2.1. Informe Socio-Demográfico.....	39
7.2.2. Parámetros de la población encuestada. ....	40
7.2.3. Amenaza-frecuencia. ....	43
7.2.4. Amenaza-Intensidad. ....	44
7.2.5. Calificación de la amenaza .....	49
7.2.6. Determinación grado de amenaza .....	52
7.3. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD .....	53
7.3.1. Vulnerabilidad Física. ....	53
7.3.2. Vulnerabilidad Económica.....	55
7.3.3. Vulnerabilidad Social.....	57
7.3.4. Calificación de la vulnerabilidad .....	60
7.3.5. Determinación grado de vulnerabilidad .....	66
8. CONCLUSIONES.....	68
9. RECOMENDACIONES.....	69
BIBLIOGRAFÍA.....	70

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Clasificación de la amenaza .....	19
<b>Tabla 2.</b> Calificación de la amenaza.....	21
<b>Tabla 3.</b> Calificación de la vulnerabilidad .....	24
<b>Tabla 4.</b> Referentes legales.....	25
<b>Tabla 5.</b> Precipitaciones medias, máximas y mínimas .....	32
<b>Tabla 6.</b> Regresión lineal.....	35
<b>Tabla 7.</b> Intensidad, duración y frecuencia .....	36
<b>Tabla 8.</b> Puntos batimétricos quebrada Tibanica en su paso por el barrio .....	38
<b>Tabla 9.</b> Habitantes predios encuestados. ....	40
<b>Tabla 10.</b> Calificación frecuencia.....	49
<b>Tabla 11.</b> Calificación intensidad .....	50
<b>Tabla 12.</b> Calificación territorio afectado .....	51
<b>Tabla 13.</b> Calificación de la amenaza.....	52
<b>Tabla 14.</b> Calificación vulnerabilidad física.....	60
<b>Tabla 15.</b> Calificación vulnerabilidad económica .....	63
<b>Tabla 16.</b> Calificación de vulnerabilidad ambiental.....	64
<b>Tabla 17.</b> Calificación de vulnerabilidad social .....	65
<b>Tabla 18.</b> Calificación de la vulnerabilidad .....	66

## LISTA DE GRÁFICAS

<b>Gráfica 1.</b> Precipitaciones medias, máximas y mínimas .....	32
<b>Gráfica 2.</b> Mes más lluvioso .....	33
<b>Gráfica 3.</b> Valores anuales de precipitación .....	33
<b>Gráfica 4.</b> Periodos de retorno para 5, 10, 25, 50 y 100 años.....	34
<b>Gráfica 5.</b> Regresión datos .....	35
<b>Gráfica 6.</b> Curvas IDF .....	37
<b>Gráfica 7.</b> Perfil longitudinal quebrada Tibanica en su paso por el barrio .....	39
<b>Gráfica 8.</b> No. de habitantes en las viviendas encuestadas.....	41
<b>Gráfica 9.</b> Integrantes con discapacidad .....	41
<b>Gráfica 10.</b> Nivel educativo .....	42
<b>Gráfica 11.</b> Frecuencia inundaciones en el barrio .....	43
<b>Gráfica 12.</b> Afectación por inundaciones.....	44
<b>Gráfica 13.</b> Fallecimientos a causa del fenómeno.....	44
<b>Gráfica 14.</b> Lesiones a causa del fenómeno .....	45
<b>Gráfica 15.</b> Número de personas lesionadas .....	45
<b>Gráfica 16.</b> Suspensión de los servicios públicos a causa del fenómeno .....	46
<b>Gráfica 17.</b> Tiempo de duración de la afectación por suspensión de servicios públicos.....	46
<b>Gráfica 18.</b> Suspensión de las actividades económicas a causa del fenómeno ...	47
<b>Gráfica 19.</b> Tiempo de afectación por suspensión de actividades económicas. ...	47
<b>Gráfica 20.</b> Pérdidas económicas a causa del fenómeno .....	48
<b>Gráfica 21.</b> Afectación de vivienda a causa del fenómeno.....	48
<b>Gráfica 22.</b> Años de construcción de la vivienda.....	53
<b>Gráfica 23.</b> Calidad y tipo de material de la vivienda .....	54
<b>Gráfica 24.</b> Valoración técnica constructiva .....	54
<b>Gráfica 25.</b> Cumplimiento normatividad .....	55
<b>Gráfica 26.</b> Nivel de ingresos personas encuestadas .....	55
<b>Gráfica 27.</b> Servicios públicos básicos.....	56

<b>Gráfica 28.</b> Conocimiento ante situaciones de emergencia .....	57
<b>Gráfica 29.</b> Conocimiento de organizaciones en el barrio .....	57
<b>Gráfica 30.</b> Participación de la comunidad en organizaciones .....	58
<b>Gráfica 31.</b> Apoyo comunitario .....	58
<b>Gráfica 32.</b> Ayudas del gobierno .....	59
<b>Gráfica 33.</b> Relación entre organizaciones comunitarias e institucionales .....	59



## INTRODUCCIÓN.

La falta de estudios donde se generan los desastres produce que no se efectúe la reparación de daños, en otros casos el desconocimiento de la población sobre las políticas de desarrollo, provoca la falta de gestión en ese tipo de aspectos. Según la ley 1523 de 2015 por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres, exige que todos los municipios del país deben adoptar un plan de gestión del riesgo, no obstante, en el presente año es muy escaso debido al alto costo que requieren los estudios. En el municipio de Soacha (Cundinamarca), según el Plan de Ordenamiento Territorial, el 24% de la zona urbana es vulnerable a que se genere el fenómeno de inundación. En septiembre de 2012 según el alcalde municipal electo, se generó un plan para la gestión del riesgo, sin embargo, al analizar el documento se presenta una propuesta guía, para la realización de estudios pertinentes en las distintas zonas y los diferentes fenómenos.

Al realizar un estudio para la gestión del riesgo, es necesario evaluar el grado de amenaza al que está expuesta la población, para ello, se analizan aspectos socio-naturales como frecuencia, intensidad y territorio afectado. De igual forma se evalúa la vulnerabilidad en cuanto a aspectos económicos, sociales, ambientales y físicos, ya que estas dos variables son necesarias para el planteamiento del plan de gestión del riesgo en cualquier zona.

En este caso se desea analizar la problemática producida por el fenómeno de inundación en el barrio Olivares, el cual hace parte de la comuna tres de las seis comunas con las que cuenta el municipio de Soacha Cundinamarca, con el fin de determinar el grado de vulnerabilidad y amenaza al que están expuestos los habitantes de este sector, por lo que es necesario conocer diferentes aspectos de la comunidad, al igual que ciertos datos suministrados por entidades del estado, que regulan aspectos ambientales, económicos, entre otros y que son necesarios para la determinación de dichas variables.

Acorde a lo anterior, inicialmente se presenta el fundamento teórico sobre la amenaza y vulnerabilidad para su posterior cálculo, esto a partir de los datos obtenidos a través de las encuestas realizadas en la zona afectada y no afectada del barrio. Con la información suministrada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) y de la Corporación Autónoma Regional (CAR), se determinarán aspectos de carácter hidrológico y meteorológico para su posterior análisis y recomendación.

## 1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.

De acuerdo con las estadísticas realizadas por la Comisión Económica para América Latina - CEPAL y el Banco Interamericano de Desarrollo – BID en su publicación “ Valoración de daños y pérdidas, La Ola Invernal en Colombia 2010-2011, Colombia alcanzó un valor total de daños estimados en los 11.2 billones de pesos como consecuencia del fenómeno climático conocido como el fenómeno de la Niña; las pérdidas no solo fueron económicas, también fueron humanas y ambientales, lo que evidencia la alta vulnerabilidad de nuestro país frente a las condiciones naturales a las que se encuentra sometido y la inexistencia o no aplicación de planes efectivos para la gestión del riesgo.<sup>1</sup>

El barrio Olivares hace parte de la comuna tres, de las seis comunas con las que cuenta el municipio de Soacha Cundinamarca, y se encuentra ubicada en la cabecera norte de municipio. Este ha sido uno de los barrios más afectados por el invierno, debido a que no cuenta con un sistema de alcantarillado que amortigüe las aguas lluvias del sector. En ese orden de ideas, en las épocas de lluvia el caudal que se genera, tiende a evacuar por medio de las cajas de inspección de aguas residuales a la quebrada Tibanica y debido a que ella recibe las aguas residuales de ocho barrios del municipio de Soacha se produce un colapso en el sistema.

Por otra parte el barrio Olivares no cuenta con vías pavimentadas, lo cual genera una capa de lodo que dificulta el flujo del agua, de modo que el fluido tiende a ser evacuado por las tuberías de drenaje de agua residual, hasta que llega a la quebrada Tibanica, cuando colapsa todo el sistema los niveles del agua se rebosan por medio de las cajas de inspección, y pueden subir hasta (30) centímetros del nivel del terreno.

En épocas que se presentan precipitaciones con alta intensidad, frecuencia y duración, la quebrada Tibanica tiende a desbordarse, lo que genera que el fenómeno de inundación sea mayor, por lo tanto los habitantes del sector se ven expuestos a un alto nivel de contaminación, por la mezcla producida por las aguas residuales que transitan en la quebrada y las aguas lluvias que se presentan en épocas de invierno, por otra parte el desbordamiento, es causado por los sedimentos de las aguas residuales presentes en la quebrada lo que ha causado una disminución en el cauce del mismo.

---

<sup>1</sup>Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Colombia. 2012, Citado por GONZALES, Edwin y ORTEGA, Orlando. Determinación de vulnerabilidad por el fenómeno de remoción en masa en la vereda pajonales, municipio de pacho Cundinamarca. Bogotá. Colombia, 2015. P. 20.

Teniendo en cuenta que Soacha es el municipio con más alta densidad poblacional de Cundinamarca, el grado de hacinamiento de los diferentes barrios del municipio es bastante alto; por otra parte, los sistemas de drenaje son insuficientes para amortizar tanto aguas lluvias como aguas residuales. La razón principal que motiva esta investigación es la necesidad de realizar un análisis del nivel de amenaza que presenta el barrio Olivares, y determinar el grado de vulnerabilidad al que se exponen los habitantes, para generar un documento como aporte a la gestión del riesgo proponiendo una recomendación a una posible solución para mitigar en cierto grado en nivel de amenaza y vulnerabilidad.

¿Cuál es el grado de amenaza y vulnerabilidad por inundación al que está expuesto el barrio Olivares, en el municipio de Soacha, Cundinamarca?

## 2. ANTECEDENTES.

Leila Constanza Hernández Rodríguez<sup>2</sup>, propone una metodología para la evaluación del riego público denominada RPIU, se plantea una visión holística de la problemática y la aplicación de índices e indicadores ponderados en el cual se identifican sectores de mayor riesgo por inundación, así mismo, se instauró una escala de nivel de riesgo, que establece no solo un valor de afectación, si no las características más probables del nivel de riesgo público por inundación en el área urbana. La metodología RPIU en la sub-cuenca denominada “salitre bombeo” en Bogotá D.C., Colombia, mostró que para diversos escenarios de análisis, las inundaciones producidas por las ineficiencias hidráulicas y la falla estructural del sistema de alcantarillado establecen niveles de riesgo mayores en áreas donde la vulnerabilidad social y física es alta.

La red de alcantarillado combinado de la sub-cuenca salitre bombeo, presenta amplias fallas de tipo funcional que se refleja en la cantidad y severidad de inundaciones; la herramienta RPIU permite determinar qué acciones son verdaderamente impactantes para la reducción del riesgo, con los resultados de la implementación de la metodología se observaron las diferentes variables que causan las inundaciones.

De otra parte, con el fin de analizar la vulnerabilidad al riesgo de inundación en la cuenca baja del río Gaira (Santa Marta)<sup>3</sup> y determinar el sector que presentó el mayor nivel de riesgo ante cualquier tipo de inundaciones, se utilizó dos (2) tipos de información: una de carácter secundaria y otra primaria. Para la primera se analizaron una serie de documentos y artículos de revistas científicas de carácter nacional e internacional relacionados con los temas de desastres, vulnerabilidad y riesgo en cuencas hidrográficas, con el propósito de establecer de manera espacial el área territorial donde se ubica esta red hidrográfica. La información primaria fue generada con base en trabajo de campo a partir de la aplicación de 168 encuestas correspondiente a un censo general realizado sobre el total de viviendas ubicadas en la cuenca baja del río Gaira y comprendidas dentro de franja territorial de 30 metros de ambas márgenes de esta fuente hídrica. Para la definición del área de estudio, se establecieron unos referentes sociales, económicos, ambientales, políticos, institucionales, culturales y técnicos necesarios para desarrollar esta investigación. Así mismo, se subdividió el territorio de manera equidistante en tres sectores (Puerto Mosquito, Puente Viejo y

---

<sup>2</sup> HERNÁNDEZ, Leila. Una metodología de evaluación del riesgo público por inundación por falla del sistema de alcantarillado pluvial-caso de la cuenca del río salitre, Bogotá. Colombia. 2012. P. 35

<sup>3</sup> NORIEGA, Orangel, *et al.* Análisis de la vulnerabilidad y el riesgo a inundaciones en la cuenca baja del río Gaira, en el Distrito de Santa Marta. Colombia. 2011. Vol. 9, No. 2. P.3.

Paraíso), fundamentado en las características naturales y geofísicas propias del territorio y las actividades socioeconómicas que desarrolla la población asentada en el área estudiada. Se determinó también la vulnerabilidad global siguiendo la ecuación planteada por Wilches-Chaux en 1989.

De nueve tipos de vulnerabilidades estudiadas, dos se ubicaron en la categoría Muy Alta (educativa y técnica); cuatro en la Alta (económica, política, institucional y ecológica) y tres en la Media (social, física e ideológica). No existe tipo de vulnerabilidad ubicado en las categorías Baja y Muy Baja. A nivel sectorial, la vulnerabilidad global del sector de Puerto Mosquito es la más alta (2.77) de la cuenca y el sector de Paraíso tiene la más baja (2.54), estando esta última por debajo del promedio total de la cuenca baja. En síntesis, si se aplica una desviación estándar dentro de un modelo estadístico, que para este caso fluctúa entre 0.56 y 0.64, existe un 95% de probabilidad que la vulnerabilidad global alcance los valores anteriores.

Así mismo, en la Zona Metropolitana de Toluca México se llevó a cabo un análisis de los factores físico-naturales<sup>4</sup> con la finalidad de definir el índice biofísico de exposición a los riesgos por inundación, partiendo de la relación estrecha que existe entre la amenaza de un fenómeno natural, la vulnerabilidad y el riesgo que se produciría en un sitio, comunidad, región o país, el valle Toluca es el lugar de nacimiento de la cuenca hidrológica del río Lerma-Santiago en los últimos cincuenta años los acuíferos se han visto altamente afectados por la extracción constante de los volúmenes de agua. El procedimiento metodológico consiste en comprender tres niveles de análisis, la determinación de estos niveles es el objetivo principal de la investigación. Revisión bibliográfica y documental; análisis de factores físico-naturales, y análisis morfo métrico, los índices mostraron un riesgo alto, por lo cual se pretende que los resultados contribuyan en la toma de decisiones en los campos de protección civil, el desarrollo regional y seguridad pública, así como la incorporación de planes de desarrollo urbano y ordenamiento territorial con una visión de riesgo.

Geológicamente la cuenca se representa con valles extensos y cumbres escarpadas, la cuenca representa la unidad natural y lógica para el desarrollo agrícola, ambiental y socioeconómico, de una determinada región, las fuertes precipitaciones en la parte alta de la cuenca del río Lerma-Santiago, así como la deforestación de la misma ha causado que el escurrimiento venga acompañado de una gran cantidad de material de arrastre y sedimentos en suspensión, con lo mencionado anteriormente podría decirse que la combinación de factores

---

<sup>4</sup> MENDOZA, Jesús y OROZCO, María. Análisis de la vulnerabilidad biofísica a los riesgos por inundación en la zona Metropolitana de Toluca, Mexico. Colombia. 2014. No. 38. P.4.

contribuyen a provocar zonas inundables, se espera que los resultados obtenidos contribuyan con los planes de desarrollo y ordenamiento territorial.

Por otra parte, el análisis de la historia de los desastres en Asia meridional revela que Bangladesh y Nepal son los dos países densamente poblados menos adelantados de esta región, que experimentan diferentes tipos de inundaciones todos los años con impactos negativos en sus economías. Las llanuras de las estribaciones de Nepal y la totalidad de las llanuras de inundación de Bangladesh son sobre todo atravesado por los ríos y afluentes originados principalmente de la misma fuente, el Himalaya. Este artículo pretende determinar información documental, en la cual se realice un relieve de las regiones, y así determinar las zonas más vulnerables de Bangladesh y Nepal.

La investigación consistió en recopilar datos importantes de las diferentes fuentes de información. La información recopilada se utiliza para examinar y documentar los impactos sociales y la vulnerabilidad de Bangladesh y Nepal a inundaciones especialmente reflexionar sobre afrontamiento estrategias. Independientemente del lugar y los acontecimientos, las inundaciones tienen un impacto negativo en los seres humanos, los cultivos, los insumos agrícolas, ganado, aves, pescado, otros activos como la tierra y la infraestructura que afecta tanto socio-económica condición de un país. Las inundaciones son recurrentes y no se pueden evitar por lo tanto una preparación sería disminuir el impacto. Los gobiernos de Bangladesh y Nepal han estado tratando de reducir los daños pero sus políticas rara vez son eficaces, en lugar de la intensidad de las inundaciones es cada vez mayor. Se encontró que el conocimiento y las tradiciones indígenas no se consideran parte importante de las políticas de mitigación de las inundaciones.

### 3. JUSTIFICACION.

Para generar un grado de conciencia y responsabilidad frente al tema de la vulnerabilidad e implícitamente de la amenaza a la que se expone una sociedad, por el fenómeno de inundación, se presenta éste proyecto de investigación basado en la necesidad de realizar un análisis del nivel de la amenaza que presenta el barrio Olivares y así determinar el grado de vulnerabilidad y amenaza al que se exponen los habitantes, proponiendo una recomendación como posible solución para mitigar en cierto grado en nivel de amenaza y vulnerabilidad.

La inundación es un fenómeno natural, es decir, un cambio repentino en la naturaleza que se da por sí solo y que puede predecirse o no, esto dependiendo de la forma en que se pueden manifestar (repentinas y violentas), de cualquier modo al presentarse deja expuestos a un gran porcentaje de la sociedad, lo cual implica la necesidad de ayuda y la pronta reacción de los entes especializados y la misma población, al igual que gastos en la reparación de los daños producidos.

Una vez ocurrido el fenómeno, se debe realizar un análisis de las características socioeconómicas, demográficas y organizativas que permita fijar cierto grado de prevención, reacción, respuesta y recuperación, y de esta manera determinar el grado de vulnerabilidad a la que estuvo expuesta la población, debido a que aún no se ha creado conciencia de prevenir, controlar y dar respuesta ante situaciones de emergencia.

El objetivo principal de esta investigación es determinar el grado de vulnerabilidad y amenaza a la cual está expuesta la comunidad en estudio, y de esa manera generar conciencia entre la sociedad y los entes encargados, para involucrar a la población en la participación y adopción de los planes pre establecidos a nivel nacional para la prevención y respuesta ante situaciones de riesgo.

Lo que se pretende es que a futuro se pueda mejorar la calidad de vida de los habitantes de la comunidad del barrio Olivares en el municipio de Soacha, teniendo en cuenta que esta población tiene un grado de hacinamiento bastante alto, y que la mayoría de familias son de escasos recursos (estratos sociales 1 y 2). La pérdida de bienes, causa un gran impacto en la comunidad, y aumenta los niveles de pobreza.

## **4. OBJETIVOS.**

### **4.1. OBJETIVO GENERAL.**

Determinar el grado de amenaza y vulnerabilidad presentado por el Fenómeno de inundación en el barrio Olivares del municipio de Soacha Cundinamarca.

### **4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.**

Examinar los aspectos hidrológicos y las características de la sección en la quebrada Tibanica entre los puntos que limitan con el barrio Olivares.

Analizar los factores naturales y socio-naturales que inciden para que se presente la amenaza por el fenómeno de inundación, en el barrio Olivares del municipio de Soacha Cundinamarca.

Analizar los factores sociales, económicos, ambientales y físicos que inciden para que se presente vulnerabilidad por el fenómeno de inundación, en el barrio Olivares del municipio de Soacha Cundinamarca.



## 5. MARCOS REFERENCIALES.

### 5.1. MARCO CONCEPTUAL

La ley 1523 de 2012 define la gestión del riesgo como el proceso social de planeación, ejecución, y evaluación de políticas y acciones permanentes para el conocimiento y promoción de una mayor conciencia del mismo, igualmente 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.<sup>5</sup>

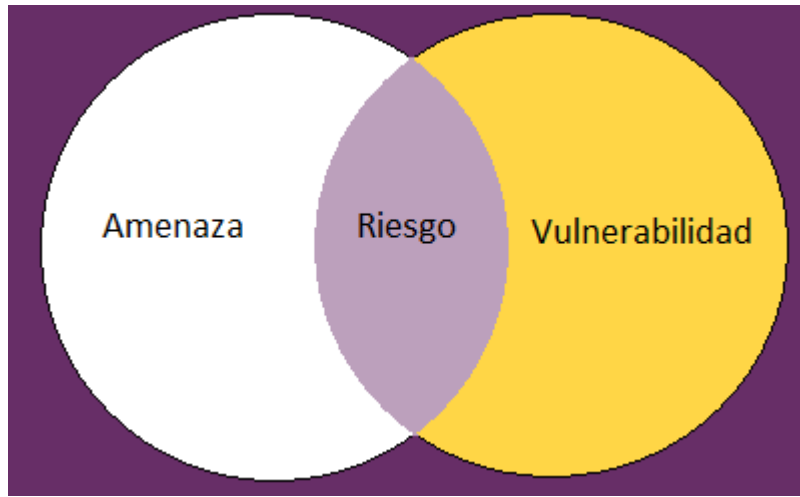
El riesgo sólo puede existir al presentarse una amenaza en determinadas condiciones de vulnerabilidad, en un espacio y tiempo específico. No puede existir una amenaza sin la existencia de una sociedad vulnerable y viceversa. De hecho, amenazas y vulnerabilidades son mutuamente condicionadas, por lo tanto, al aumentar la resiliencia, una comunidad reducirá sus condiciones de vulnerabilidad y su nivel de riesgo.

**5.1.1. Factores de riesgo.** Se consideran como factores de riesgo la amenaza y la vulnerabilidad. Para que suceda un evento que pueda producir un desastre debe haber una amenaza, que es un fenómeno de origen natural, socio natural, antrópico no intencional y tecnológico que cause daño en un momento y lugar determinado, y condiciones desfavorables en una comunidad, las cuales se denominan vulnerabilidades (Figura 1).

---

<sup>5</sup> COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 1523 (24, abril, 2012). Por el 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. Diario Oficial. Bogotá D.C., 2012. no. 48411. P. 4-21.

**Figura 1.** Factores de riesgo



**Fuente:** PNUD<sup>6</sup>.

**5.1.2. Amenaza.** Se puede definir amenaza como el “peligro latente de que un evento físico de origen natural, causado o inducido por la acción humana de manera accidental, y que se presente con una severidad suficiente para causar pérdida de vidas, lesiones o impactos en la salud, así como también daños y pérdidas en los bienes, la infraestructura, los medios de sustento, la prestación de servicios y los recursos ambientales”<sup>7</sup>.

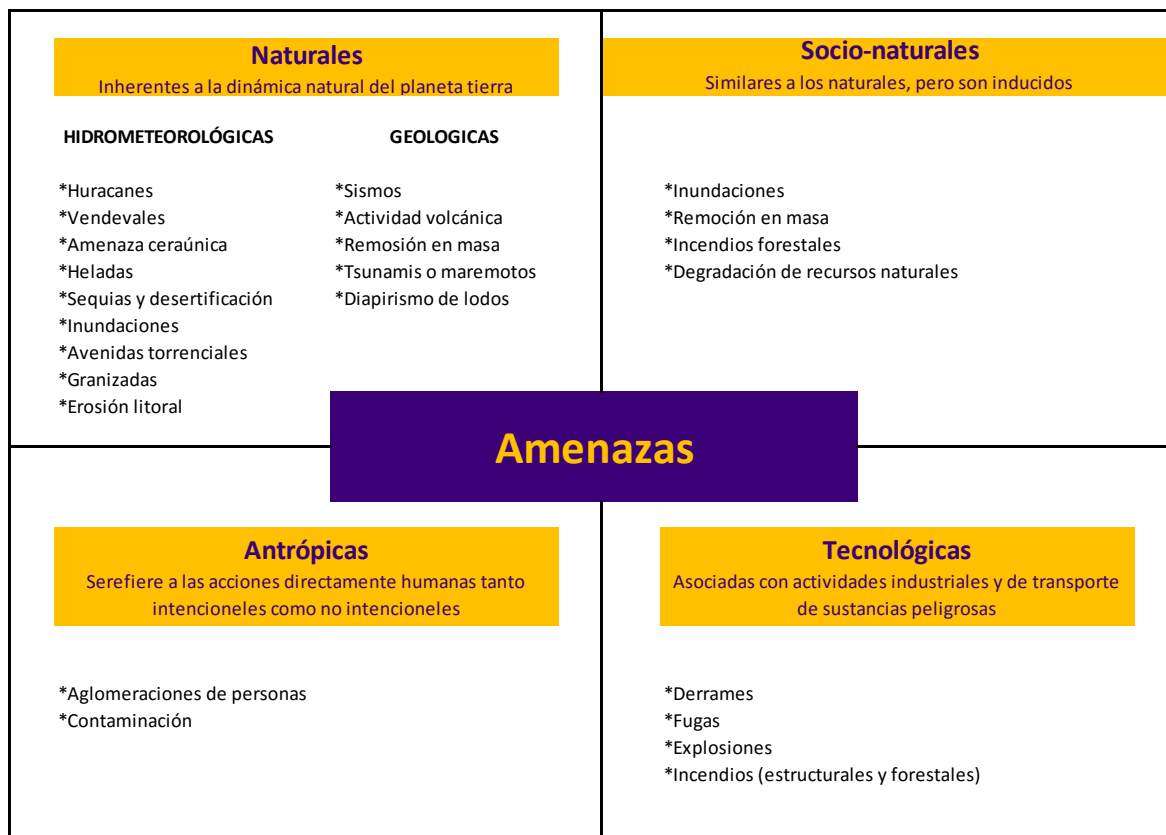
Se puede clasificar la amenaza según su origen, En la tabla 1 se presenta la clasificación que será utilizada para su análisis.

---

<sup>6</sup>Programa de las Naciones Unidas Para el Desarrollo. Guía metodológica para la elaboración de Planes Departamentales para la Gestión del Riesgo. PNUD, 2013. 37 p. ISBN 978-958-8758-50-3

<sup>7</sup> Ibid, p.37

**Tabla 1.** Clasificación de la amenaza



**Fuente:** PNUD<sup>8</sup>

**5.1.2.1. Análisis de amenazas.** El análisis de cada amenaza se debe realizar con la investigación de las características, tipo e intensidad de la misma, así como el territorio afectado; se deben tener en cuenta los sucesos del pasado ya que de ellos deriva la probabilidad de una nueva ocurrencia, investigando los procesos generadores de amenazas socio-naturales, sobre todo aquellas asociadas a procesos de desarrollo por ejemplo la construcción de viviendas en lugares en los que antes existían humedales. De igual forma es muy importante recolectar la mayor información posible de las experiencias vividas por la sociedad expuesta, para combinarla con la información científica disponible.

<sup>8</sup> Ibid, p. 38

**Figura 2.** Variables para realizar el análisis de amenaza



**Fuente:** Tomado y adoptado de PNUD<sup>9</sup>.

**5.1.2.1.1. Frecuencia.** Para su análisis se debe reunir la cronología de los desastres ocurridos en el pasado, para ello se puede acudir a la información disponible de fuentes oficiales o institucionales, observaciones de campo y a la memoria histórica de la comunidad.

**5.1.2.1.2. Intensidad.** Se refiere a la medida cuantitativa y cualitativa de la severidad de un fenómeno en el sitio específico de análisis.

**5.1.2.1.3. Territorio afectado.** Se define como el elemento físico compuesto por las extensiones de tierra, ríos, mares, golfos, puertos, canales, bahías, entre otros, que se encuentran dentro de la zona de análisis, los cuales presentan diferentes afectaciones frente a la ocurrencia de fenómenos amenazantes.

**5.1.2.2. Calificación de las amenazas.** Teniendo en cuenta los valores obtenidos en cada una de las variables mencionadas anteriormente (intensidad, frecuencia y afectación del territorio), se debe proceder con la calificación como lo indica la Guía metodológica para la elaboración de Planes Departamentales para la Gestión del Riesgo<sup>10</sup> mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Amenaza (A)} = \text{intensidad (I)} + \text{frecuencia (f)} + \text{territorio afectado (T)} \quad (\text{Ecuación 1})$$

<sup>9</sup> Ibid, p.38.

<sup>10</sup> PNUD, Op. Cit. p. 30.

El resultado de la Ecuación 1 se debe tabular en la tabla 2 para así obtener la calificación de la amenaza.

**Tabla 2.** Calificación de la amenaza

INTERVALO	CALIFICACIÓN DE LA AMENAZA
1-3	Baja
4-6	Media
7-9	Alta

**Fuente:** Tomado y adoptado de PNUD<sup>11</sup>.

**5.1.3. Vulnerabilidad.** La vulnerabilidad es un factor esencial para realizar el análisis de riesgo en un territorio, puesto que implica el estudio de los efectos de un fenómeno sobre los elementos y/o componentes necesarios para el funcionamiento de la sociedad<sup>12</sup>. Esto abarca los aspectos económicos, sociales, ambientales, físicos, políticos e institucionales. “Es el factor de riesgo intrínseco de los bienes expuestos, representa la predisposición a ser afectado, así como la falta de capacidad para la auto recuperación en caso de ser afectado”<sup>13</sup>.

En la figura 3 se puede observar la descripción de los factores de vulnerabilidad que se deben tener en cuenta para el análisis:

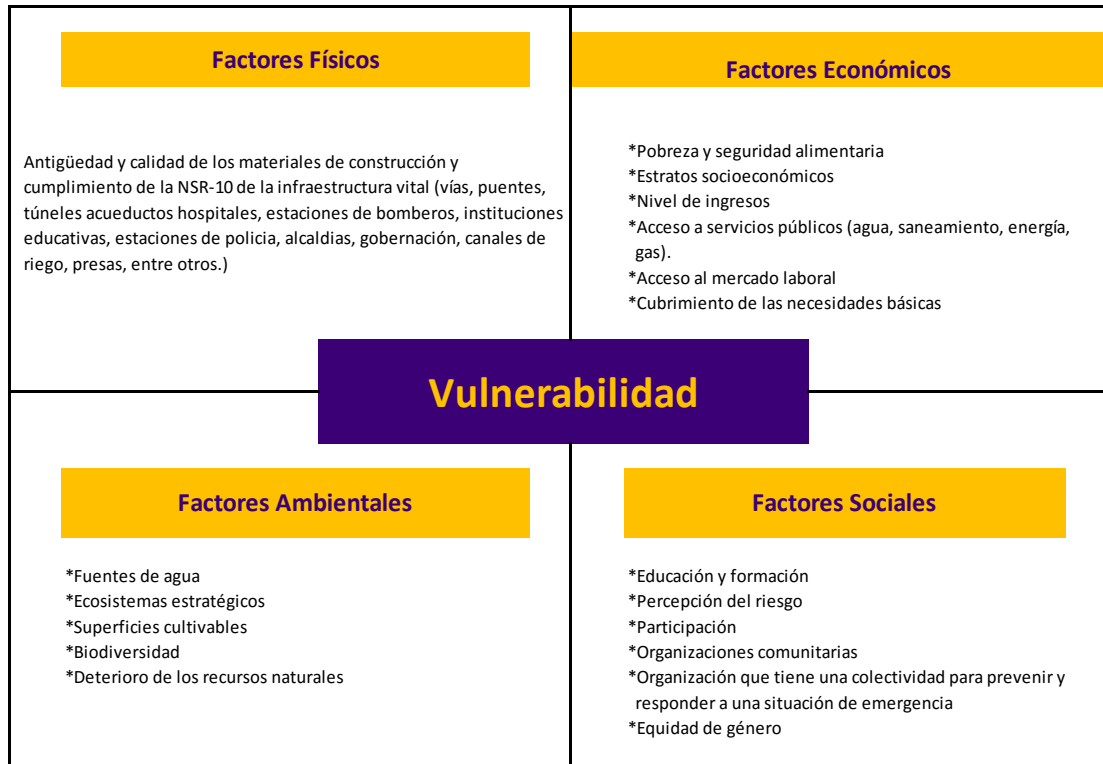
---

<sup>11</sup> PNUD, Op. Cit. p. 31.

<sup>12</sup> COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 1523 (24, abril, 2012). Por el 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. Diario Oficial. Bogotá D.C., 2012. no. 48411. P. 4-21.

<sup>13</sup> Ibid, p.31.

**Figura 3.** Factores de vulnerabilidad que deben ser analizados



**Fuente:** PNUD<sup>14</sup>.

**5.1.3.1. Análisis de vulnerabilidad.** El análisis de cada factor se debe realizar con la investigación a partir de la caracterización de los elementos que se encuentran expuestos en el área afectada, con base a visitas técnicas a la zona de investigación, información suministrada por parte del municipio de Soacha Cundinamarca y de la CAR y registros evidenciados por habitantes del sector (encuestas). “Tener claridad acerca del panorama de la vulnerabilidad permite definir las medidas más apropiadas y efectivas para reducir el riesgo”<sup>15</sup>.

<sup>14</sup> Ibid, p.32.

<sup>15</sup> PNUD, Op. Cit. p. 32.

**Figura 4.** Factores que intervienen en el análisis de la vulnerabilidad



**Fuente:** PNUD<sup>16</sup>.

**5.1.3.1.1. Vulnerabilidad física.** Se refiere a la calidad o tipo de material utilizado, al tipo de construcción de las viviendas, establecimientos económicos (comerciales e industriales) y de servicios (salud, educación, instituciones públicas), e infraestructura socioeconómica (centrales hidroeléctricas, vías, puentes y sistemas de riesgo), para asimilar los efectos de los fenómenos que constituyen una amenaza.

También se debe tener en cuenta la calidad del suelo en el que se encuentra ubicada la zona ya que al estar en las laderas de un afluente se incrementa significativamente su nivel de vulnerabilidad.

En la tabla 6 se presentan las variables a tener en cuenta para determinar una aproximación numérica de vulnerabilidad física:

**5.1.3.1.2. Vulnerabilidad económica.** La vulnerabilidad económica se compone a partir del acceso que tiene la población en análisis a los activos económicos (tierra, infraestructura de servicios, empleo, medios de producción, entre otros), y se refleja en la capacidad de hacer frente a un desastre<sup>17</sup>.

Se establece según el nivel de ingresos de la población y la capacidad para satisfacer las necesidades básicas de los habitantes. Bajo este enfoque una persona presentará una alta vulnerabilidad económica cuando no satisface dos o más necesidades básicas.

<sup>16</sup> PNUD, Op. Cit. p. 33.

<sup>17</sup> Ibid, p.34.

**5.1.3.1.3. Vulnerabilidad ambiental.** “Es el grado de resistencia del medio natural y de los seres vivos que conforman un determinado ecosistema, ante la presencia de la variabilidad climática”<sup>18</sup>. También se deben tener en cuenta la calidad del agua, del aire y del suelo, así como la auto-recuperación del sistema ecológico.

**5.1.3.1.4. Vulnerabilidad social.** Cuando una población es organizada formal e informalmente la capacidad para prevenir y dar respuesta ante una situación de emergencia es mucho más efectiva y rápida, por esto se debe analizar este factor partiendo de la organización y participación que tiene la comunidad ante estas situaciones.

**5.1.3.2. Calificación de la vulnerabilidad.** Se debe determinar la calificación de cada una de las vulnerabilidades mencionadas anteriormente, estas tienen un valor numérico de alto (3), medio (2) o bajo (1) según el caso y luego se deben sumar todas las variables, lo cual permite determinar el valor de la vulnerabilidad total. Para ello se usara la Ecuación 2.

$$V_t = V_f + V_a + V_e + V_s \quad (\text{Ecuación 2})$$

V<sub>t</sub>: vulnerabilidad Total

V<sub>f</sub>: Vulnerabilidad Física

V<sub>a</sub>: Vulnerabilidad Ambiental

V<sub>e</sub>: Vulnerabilidad Económica

V<sub>s</sub>: Vulnerabilidad Social

El valor obtenido será utilizado para determinar si la vulnerabilidad es alta, media o baja, teniendo en cuenta los intervalos y características descritos en la tabla 3.

**Tabla 3.** Calificación de la vulnerabilidad

CALIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN/CARACTERÍSTICAS	INTERVALO
<b>VB</b> <b>(Vulnerabilidad Baja)</b>	Viviendas asentadas en los terrenos seguros, con materiales sismo resistentes, en buen estado de conservación, población con un nivel de ingreso medio y alto, con estudios y cultura de prevención, con cobertura de servicios públicos básicos, con un buen nivel de organización, participación y articulación entre las instituciones y organizaciones existentes	1-4

<sup>18</sup> PNUD, Op. Cit. p. 35.



<b>VM (Vulnerabilidad Media)</b>	Sectores que presentan inundaciones muy esporádicas, construcciones con materiales de buena calidad, en regular y buen estado de conservación, población con un nivel de ingreso económico medio, cultura y prevención con cobertura parcial de servicios básicos, con facilidades de acceso para atención de emergencia. Población organizada, con participación de la mayoría, medianamente relacionados e integración parcial entre las instituciones y organizaciones existentes.	5-8
<b>VA (Vulnerabilidad Alta)</b>	Edificaciones en materiales precarios, en mal y regular estado de construcción, con procesos de hacinamiento y tugurización. Población de escasos recursos económicos, sin conocimientos y cultura de prevención, cobertura parcial a inexistente de servicios públicos básicos, accesibilidad limitada para atención de emergencias; así como escasa a nula organización, participación y relación entre las instituciones y organizaciones existentes.	9-12

Fuente: PNUD<sup>19</sup>.

## 5.2. MARCO LEGAL

Como programas de vulnerabilidad y gestión de riesgo frente a desastres y haciendo referencia a este tipo de eventos, se tomará como referente la ley 1523 de 2012, donde se mencionan los fundamentos de gestión de riesgo como política del estado Colombiano, la estructura organizacional del sistema nacional de gestión del riesgo de desastres, los instrumentos de planificación, los mecanismos de financiación para la gestión del riesgo de desastres y declaratoria de desastre, calamidad pública y normalidad. Por otra parte la norma técnica colombiana (NTC-ISO 31000), La Guía Metodológica del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) y las leyes 388 de 1997 y la COMPES 3146.

**Tabla 4.** Referentes legales

REFERENTE	DESCRIPCIÓN
<b>Ley 1523 de 2012</b>	Por el 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
<b>NTC-ISO 31000</b>	Gestión del riesgo. Principios y directrices
<b>MAVDT</b>	Guía Metodológica del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
<b>Ley 388 de 1997</b>	Determinantes De Los Planes De Ordenamiento Territorial
<b>COMPES 3146</b>	Definida como estrategia para consolidar la ejecución del Plan Nacional para la Prevención y Atención de Desastres (PNPAD) en el corto y mediano plazo

Fuente: Elaboración propia.

<sup>19</sup> Ibid, p. 35.

### 5.3. MARCO GEOGRÁFICO

#### 5.3.1. Geografía

Soacha en la actualidad es uno de los municipios colombianos que presenta un mayor desorden físico, espacial y ambiental. La cuenca hidrográfica a la cual pertenece este municipio (cuenca alta del río Bogotá y sub-cuenca del río Soacha), viene siendo sometida a un grave y progresivo deterioro ambiental que hace necesario y urgente reconsiderar el manejo actual que se le está dando.

El municipio cuenta con más de 400 barrios distribuidos en seis comunas y dos corregimientos. En la comuna tres, La Despensa, encontramos el barrio Los Olivares, que limita al Norte con el barrio Los Olivos IV, al Oriente con los barrios Los Ocales y Pablo VI, al Sur y al Oriente con la Quebrada Tibanica<sup>20</sup>.

**Figura 5.** Localización barrio Olivares



Fuente: Tomado de <http://mapas.bogota.gov.co/portalmapas/>

#### 5.3.2. Hidrología

El Humedal de Tibanica está ubicado al occidente de la Autopista sur, entre la localidad de Bosa y el Municipio de Soacha, lindando con la quebrada Tibanica. Uno de los dos fragmentos en que se divide este humedal se conoce también con el nombre de Humedal Potrero Grande y pertenece al Municipio de Soacha, siendo solo el fragmento occidental el que pertenece a Bogotá, aunque

<sup>20</sup> ALCALDIA MUNICIPAL DE SOACHA. Disponible en: <http://www.soachacundinamarca.gov.co/index.shtml#3>. Consultado el 01 de febrero de 2016.

usualmente el nombre de Potrero Grande es aplicado al conjunto de las dos fracciones.

La Quebrada Tibanica que nace en zona de sub-páramo ha sido desviada para abastecer acueductos de sectores pertenecientes a la jurisdicción de Bogotá y actualmente su cuenca recoge solo aguas residuales provenientes de sectores de Ciudad Bolívar de Bogotá, y de todo el sector oriental del municipio de Soacha, abastece la Quebrada conocida como Río Claro la cual llega al Humedal Tibanica en los límites entre Bosa localidad de Bogotá y el municipio de Soacha<sup>21</sup>.

**Figura 6.** Localización barrió Olivares con respecto a la quebrada Tibanica.



**Fuente:** Tomado y adoptado de <https://www.google.it/maps/@4.5972806,-74.1987154,16z>

<sup>21</sup> ALCALDIA MUNICIPAL DE SOACHA. Ibid

El municipio de Soacha está localizado al sur occidente de Bogotá en el extremo más bajo de la cuenca alta del río Bogotá, por esta situación geográfica recibe toda la afectación ambiental en el recurso hídrico (río Bogotá).

Históricamente el municipio de Soacha era un emporio de agua que a través del tiempo y por diversos fenómenos y factores, fue deforestada en primera instancia ocasionando en varias partes de su territorio quebrado, una erosión severa, en otras partes una erosión ligera o moderada, que permitieron que los ríos y quebradas arrastraran gran carga de sedimentos hacia las lagunas y humedales de las partes planas, ocasionando su acumulación<sup>22</sup>.

Este factor, unido a la intervención agresiva del hombre a través de la explotación acelerada de los recursos mineros y agrícolas, al crecimiento poblacional desaforado, la acelerada concentración urbana mediante instalación de asentamientos subnormales sin planeación alguna, la creación de urbanizaciones ilegales, han rellenado los cuerpos de agua de las zonas planas, conllevaron a la desaparición de una gran parte de los recursos hídricos con que contaba en su momento; por ejemplo la laguna de Potrero Grande y otras.

---

<sup>22</sup> ALCALDIA MUNICIPAL DE SOACHA. Ibid

## **6. METODOLOGÍA.**

### **6.1. ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN**

La investigación presenta un enfoque de tipo mixto. Se clasifica de tipo cuantitativo debido a que está basada en la recolección de datos de precipitaciones presentadas en el lapso de tiempo más amplio posible incluido en el que el barrio Olivares se ha visto afectado por las inundaciones, esta información será extraída de los registros en las estaciones hidró-meteorológicas más cercanas al barrio. De igual manera se deben realizar análisis hidrográficos de la quebrada Tibanica por medio de los datos de batimetrías. Una vez se obtengan estos datos se establecerán las cotas de inundación y las épocas a través de los años registrados más vulnerables y con mayor grado de amenaza para que se presente el fenómeno de inundación. Por otra parte, la investigación presenta un enfoque de tipo cualitativo, ya que se desean analizar las diferentes causas del por qué se generan las inundaciones, evaluando aspectos naturales, socio-naturales, físicos, sociales, económicos y ambientales. Para lo cual se realizarán encuestas que permitirán otorgar una calificación entre alta, media o baja de manera estadística a los diferentes aspectos mencionados anteriormente.

### **6.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

La investigación es de tipo evaluativo debido a que se basa en el análisis de datos netamente estadísticos, tanto en aspectos técnicos como en aspectos socio-culturales, todo con el fin de tomar decisiones sobre su proyección para el futuro dando alcance los objetivos propuestos.

Por otra parte, se desea evaluar los aspectos generales de la zona en contexto, a raíz de que el estado actual del barrio evidencia falencias en la infraestructura vial y en el sistema de alcantarillado pluvial y residual.

### **6.3. MÉTODO DE MUESTREO.**

Para la obtención de la información se requiere realizar encuestas a un porcentaje de la población del barrio; para determinar éste porcentaje se utilizará el método probabilístico aleatorio simple que "es la técnica de muestreo en la que todos los

elementos que forman el universo y que, por lo tanto, están descritos en el marco muestral, tienen idéntica probabilidad de ser seleccionados para la muestra."<sup>23</sup>

Para calcular la muestra, es decir, el número de personas por encuestar, desarrollamos la siguiente ecuación:

$$n = \frac{z^2(p*q)}{e^2 + \frac{z^2(p*q)}{N}} \quad (\text{Ecuación 3})$$

Dónde:

n: Tamaño de la muestra

z: Nivel de confianza deseado

p: Proporción de la población con la característica deseada (éxito)

q: Proporción de la población sin la característica deseada (fracaso)

e: Nivel de error aceptable

N: Tamaño de la población

De éste modo se obtuvo una muestra de 110 para un tamaño de la población de 324, con un nivel de confianza del 99% y un margen de error de 10%

## 6.4. FASES DE LA INVESTIGACIÓN

### 6.4.1. Fase I

Estipular los aspectos hidrológicos y las características de la sección en la quebrada Tibanica entre los puntos que limitan con el barrio Olivares.

- Realizar hidrogramas, que permitan conocer el histórico de precipitaciones de la estación más cercana al barrio Olivares, municipio de Soacha Cundinamarca.
- Determinar la sección longitudinal de la quebrada Tibanica en su paso por el barrio Olivares.

---

<sup>23</sup> NET QUEST. Disponible en: <http://www.netquest.com/blog/es/muestreo-probabilistico-muestreo-aleatorio-simple>. Consultado el 09 de marzo de 2016.

#### **6.4.2. Fase II**

Analizar los factores naturales y socio-naturales, que inciden para que se presente la amenaza por el fenómeno de inundación, en el barrio Olivares del municipio de Soacha Cundinamarca.

- Realizar encuestas en las que se puedan llegar a determinar los factores que inciden para que se presente la amenaza.
- Analizar las precipitaciones ocurridas y determinar los periodos de retorno y épocas en la que se presentó la amenaza por inundación
- Realizar ponderación de datos en las matrices de riesgo para así determinar el grado de amenaza.

#### **6.4.3. Fase III**

Analizar los factores sociales, económicos, ambientales y físicos que inciden para que se presente la vulnerabilidad por el fenómeno de inundación, en el barrio Olivares del municipio de Soacha Cundinamarca.

- Realizar encuestas en las cuales se puedan llegar a determinar los factores que inciden para que se presente la vulnerabilidad.
- Analizar las precipitaciones ocurridas y determinar los periodos de retorno y épocas en la que se presentó la vulnerabilidad por inundación.
- Realizar ponderación de datos en las matrices de riesgo para así determinar el grado de vulnerabilidad.

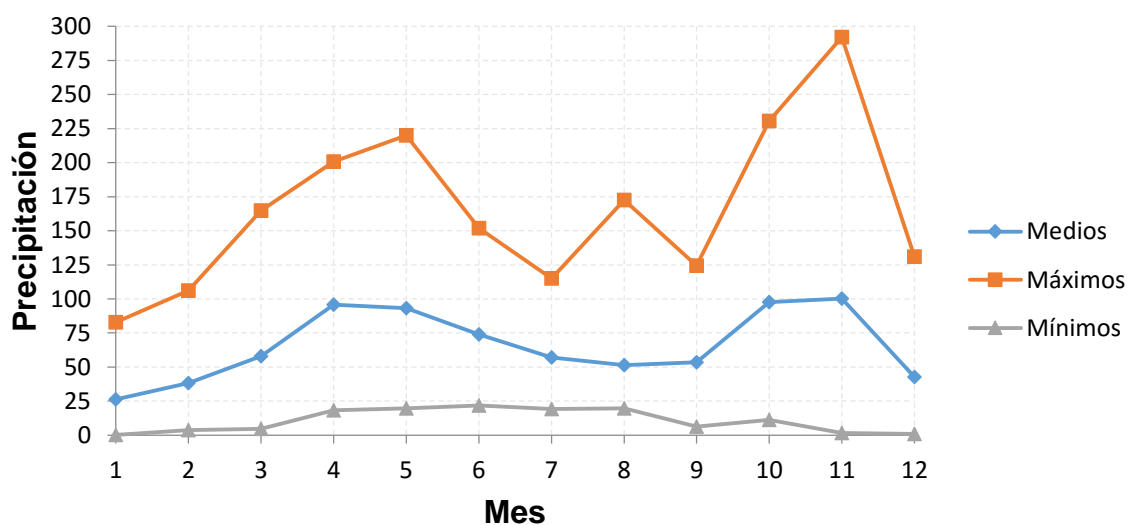
## 7. RESULTADOS Y ANÁLISIS

### 7.1. ASPECTOS HIDROLÓGICOS Y CARACTERÍSTICAS DE LA SECCIÓN DE LA QUEBRADA

#### 7.1.1. Precipitaciones Máximas, Medias y Mínimas

Para realizar el análisis hidrológico de la zona, se ubicó la estación hidrometeorológica más cercana al barrio para obtener el registro de precipitaciones presentadas desde su instalación (año 1960) hasta el año 2015, siendo ésta la estación N° 21205720 San Jorge GJA en la base de datos del IDEAM

**Gráfica 1.** Precipitaciones medias, máximas y mínimas



**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 5.** Precipitaciones medias, máximas y mínimas

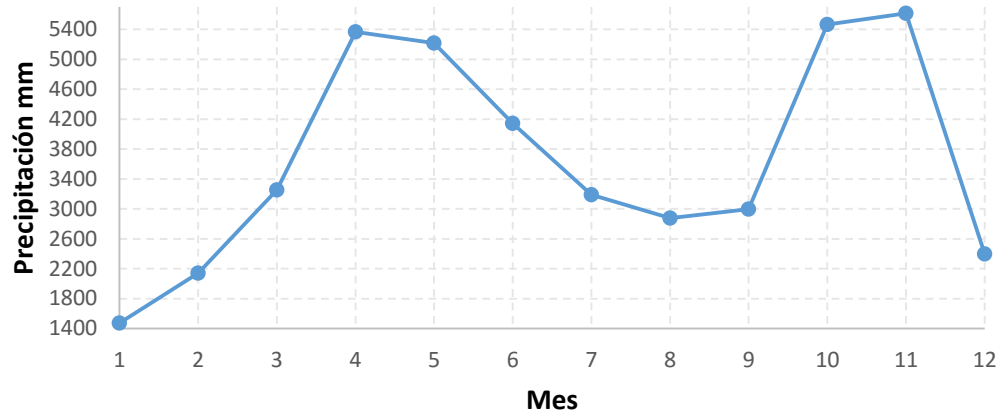
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	OCT	NOV	DIC
<b>MEDIOS</b>	26,32	38,24	58,08	95,8	93,19	73,99	56,92	51,39	97,59	100,29	42,82
<b>MAXIMOS</b>	82,9	106,1	164,8	200,8	220,1	152	115,1	172,5	230,7	292,2	130,9
<b>MINIMOS</b>	0,3	3,8	4,6	18,2	19,6	21,9	19,3	19,6	11,2	1,6	0,9

**Fuente:** Elaboración propia



Noviembre (1966) precipitación máxima presentada. En la gráfica 1 se puede evidenciar las precipitaciones medias, mínimas, y máximas presentadas a largo, que lleva el funcionamiento de la estación N° 21205720 San Jorge GJA.

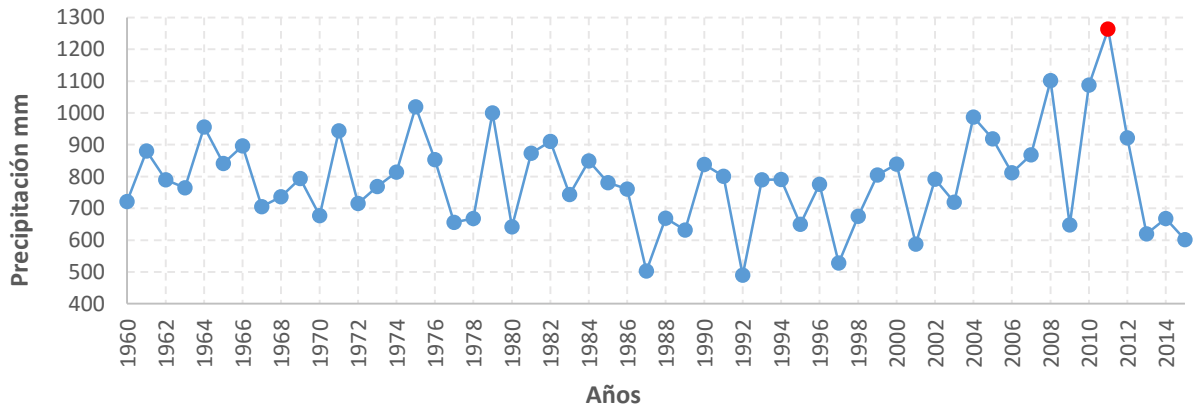
**Gráfica 2. Mes más lluvioso**



**Fuente:** Elaboración propia

Según los registros obtenidos, por parte de IDEAM se realizó la suma de precipitaciones a lo largo del periodo de funcionamiento de la estación en estudio, de esta manera se graficó para conocer el comportamiento de las precipitaciones y se determinó Noviembre, como el mes más lluvioso.

**Gráfica 3. Valores anuales de precipitación**



**Fuente:** Elaboración propia

Por otra parte fue necesario conocer los niveles de precipitaciones en el lapso de tiempo analizado, con el fin de encontrar comportamientos climatológicos similares, y así determinar los años en el que la población se ha visto mayor afectada por el fenómeno de inundación. 2011 fue el año con registro de mayor precipitación.

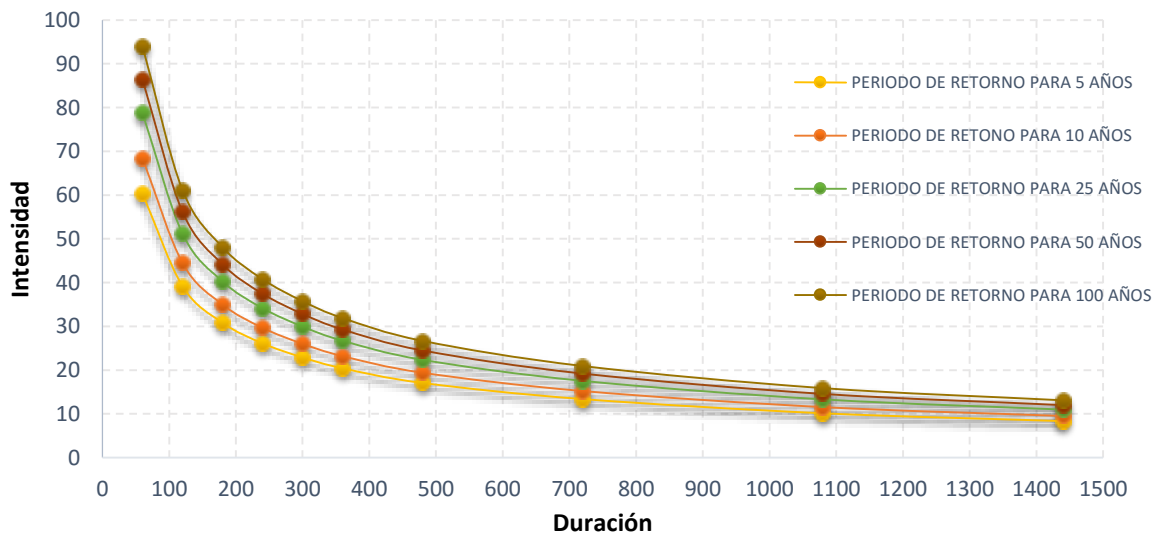
### 7.1.2. Análisis De Intensidad, Duración, Frecuencia.

Para encontrar las curvas de intensidad en los diferentes periodos de retorno, se utiliza el método de Gumbel por lo que es necesario hallar diferentes variables. Como primer paso se buscaron las precipitaciones máximas para cada año, se halló la media geométrica, y por último se aplicó la fórmula de desviación cuadrática.

Una vez hallado los anteriores factores, se aplicaron las fórmulas de cálculo de variables probabilísticas, teniendo en cuenta las variables de Gumbel para cada caso. Después se utilizaron los coeficientes para relaciones a las lluvias de duración 24 horas. Por lo tanto se conocieron las precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración de lluvias.

Teniendo en cuenta, que cuando hablamos de intensidad nos referimos a la cantidad de agua que cae por unidad de tiempo, se calculó la curva de intensidad para diferentes periodos de retorno.

**Gráfica 4.** Periodos de retorno para 5, 10, 25, 50 y 100 años



**Fuente:** Elaboración propia

Se determinan las curvas de intensidad para un periodo de retorno de 5, 10, 25, 50 y 100 años, analizado su comportamiento a diferentes duraciones; teniendo como única variable el tiempo (x).

Para cada curva se determinó la ecuación de la línea de tendencia de donde se obtuvieron los valores para d y n de la ecuación de intensidad

$$I = \frac{d}{t^n} \quad (\text{Ecuación 4})$$

**Tabla 6.** Regresión lineal

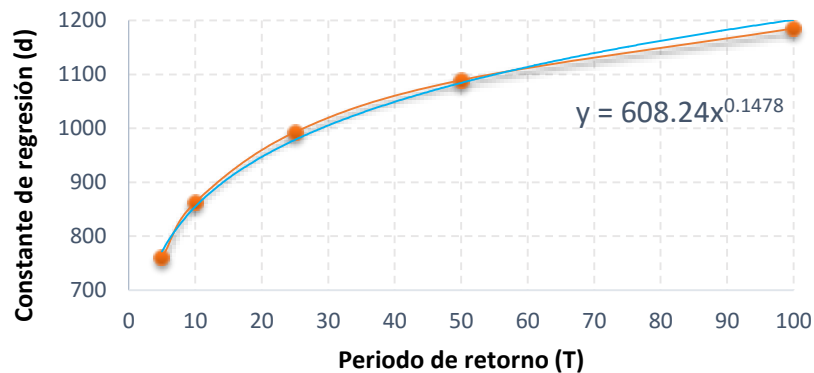
T	(d)	(n)
5	760.02	-0.616
10	862.89	-0.616
25	992.87	-0.616
50	1089.30	-0.616
100	1185.00	-0.616
<b>Promedio</b>	978.02	-0.616

**Fuente:** Elaboración propia

En función del cambio de variable realizado, se realiza otra regresión de potencia entre las columnas del periodo de retorno (T) y el término constante de regresión (d), para obtener valores de la ecuación 5:

$$d = K * T^m \quad (\text{Ecuación 5})$$

**Gráfica 5.** Regresión datos



**Fuente:** Elaboración propia

### 7.1.3. Curvas IDF

Basados en los resultados de los coeficientes y constantes anteriores, se calcula el valor de la intensidad mediante la ecuación 6 y se tabula de la siguiente forma (Tabla 7).

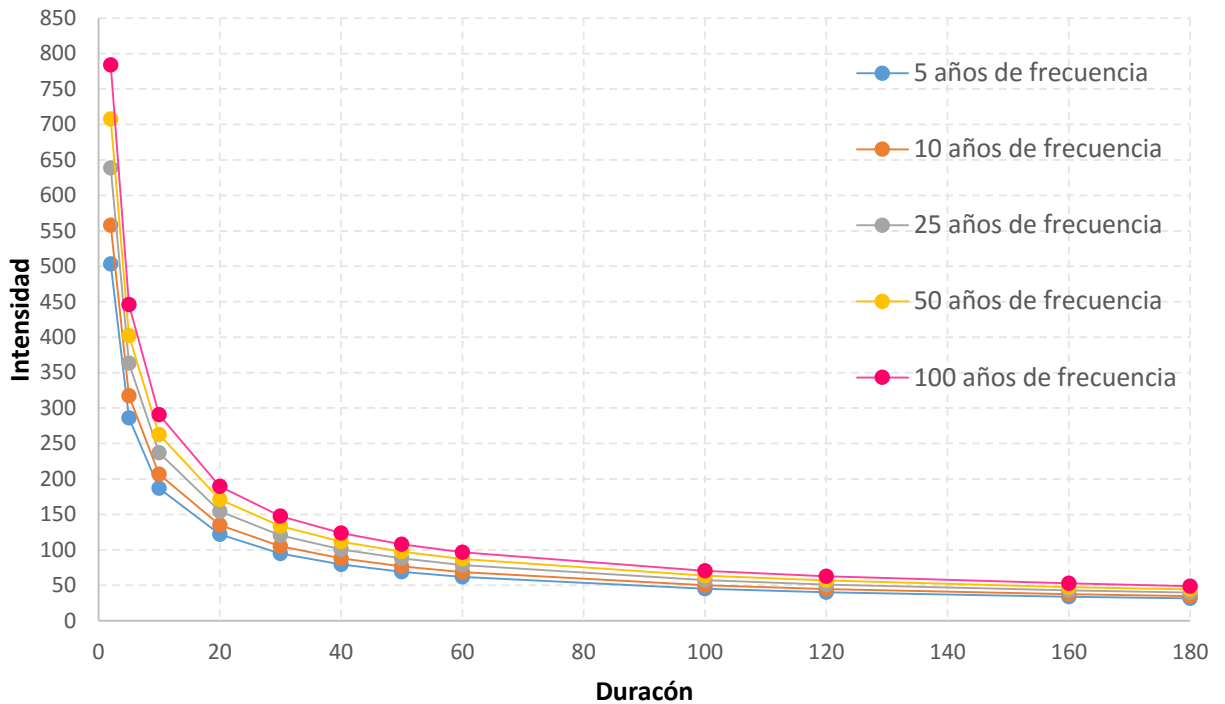
$$I = \frac{KT^m}{t^n} \quad (\text{Ecuación 6})$$

**Tabla 7.** Intensidad, duración y frecuencia

Frecuencia años	Duración											
	2	5	10	20	30	40	50	60	100	120	160	180
5	503,44	286,30	186,80	121,88	94,95	79,53	69,31	61,95	45,23	40,42	33,86	31,49
10	557,75	317,18	206,95	135,03	105,19	88,11	76,79	68,63	50,10	44,78	37,51	34,88
25	638,64	363,18	236,97	154,62	120,44	100,88	87,93	78,59	57,37	51,28	42,95	39,94
50	707,54	402,36	262,53	171,30	133,44	111,77	97,41	87,06	63,56	56,81	47,58	44,25
100	783,86	445,77	290,85	189,78	147,83	123,82	107,92	96,46	70,42	62,94	52,72	49,03

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfica 6. Curvas IDF**



**Fuente:** Elaboración propia

#### **7.1.4. Análisis Batimétrico**

Se determinan los puntos batimétricos para la zona en estudio, los cuales son necesarios para conocer el perfil topográfico de la quebrada Tibanica, por lo tanto se analizan las batimetrías realizadas por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), y se toman los puntos que colindan con el barrio Olivares, una vez seleccionados, se calculan las pendientes de la quebrada para cada tramo.

**Figura 7.** Puntos batimétricos



**Fuente:** Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR)

Se tomaron puntos batimétricos con distancias aproximadas de 100 metros, para así dibujar el perfil topográfico, se escogió una distancia total de 600 metros la cual es un poco mayor a la longitud de recorrido de la quebrada en su paso por el barrio. Los puntos tomados fueron los siguientes:

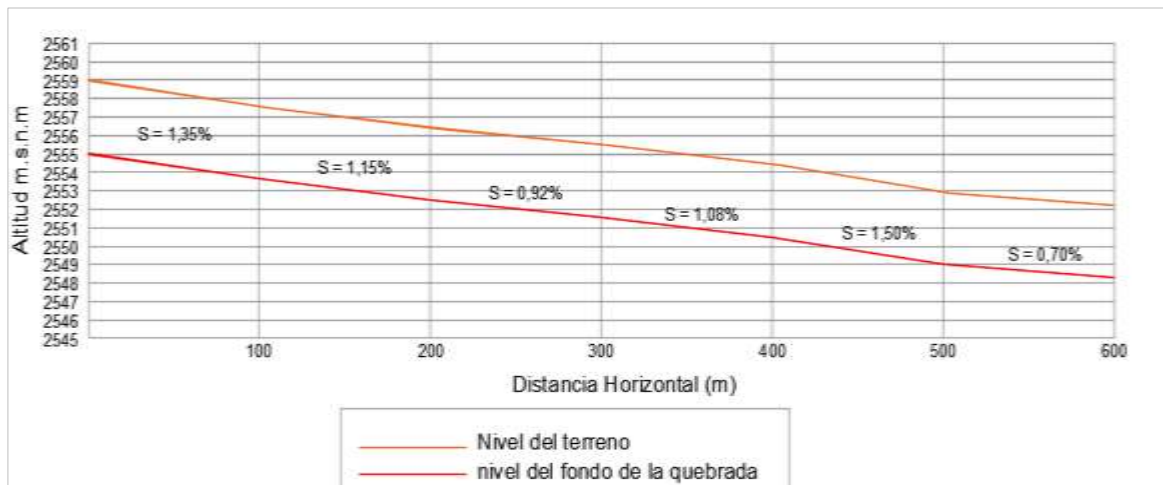
**Tabla 8.** Puntos batimétricos quebrada Tibanica en su paso por el barrio

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA
975	999109,627	986157,146	2555,011
979	999216,163	986221,026	2553,651
980	999201,908	986226,614	2552,500
981	999188,035	986187,829	2551,577
982	999197,48	986181,831	2550,502
983	999202,145	986178,49	2548,013
984	999202,2	986170,59	2548,297

**Fuente:** Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR)

Una vez seleccionados los anteriores puntos, se dibujó el perfil longitudinal de la quebrada Tibanica en su paso por el barrio olivares, y respectivamente las pendientes de cada tramo.

**Gráfica 7.** Perfil longitudinal quebrada Tibanica en su paso por el barrio



**Fuente:** Elaboración propia

En la gráfica 7 se observa la escasa pendiente con la que cuenta la quebrada Tibanica en el tramo del barrio Olivares, en ese orden de ideas, se puede determinar que la velocidad del fluido es bastante baja, por consiguiente el caudal de evacuación es bastante despreciable con respecto a las aguas que debe amortizar en tiempos de invierno.

## 7.2. ANÁLISIS DE AMENAZA

### 7.2.1. Informe Socio-Demográfico.

Las encuestas y el posterior informe se hicieron con la finalidad de evaluar la amenaza y vulnerabilidad en la que se encuentran los habitantes del barrio, para definir esto, se ponderaron los datos resultantes de cada encuesta en las que se tuvo en cuenta, infraestructura de las viviendas, servicios públicos, alcantarillados, etc, datos representativos que pueden brindar mucha información e interpretar desde el punto de vista ingenieril, un mejor diagnóstico probable y a su vez patológico del lugar de estudio. La validación y tabulación de datos fue

comparado con factores directamente poblacionales de la zona de estudio, en este caso el barrio Olivares a través de encuestas poblacionales.

### 7.2.2. Parámetros de la población encuestada.

**Tabla 9.** Habitantes predios encuestados.

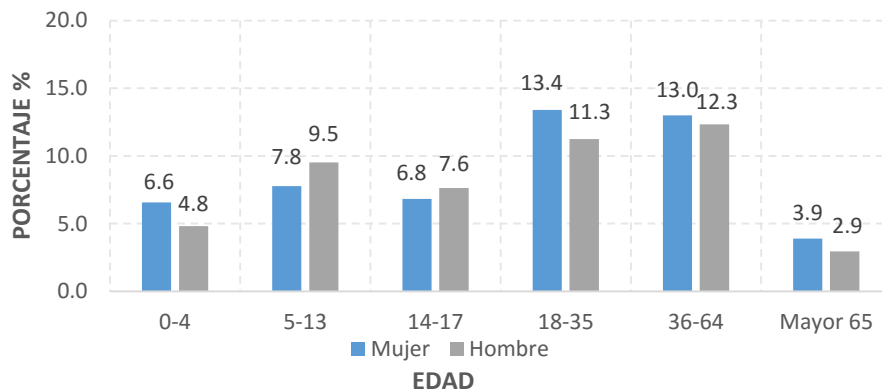
EDAD	N° de personas		Integrantes con discapacidad	Nivel educativo				
	MUJER	HOMB RE		Ninguno	Prima ria	Secundaria	Técnico	Profesio nal
<b>0-4</b>	49	36		85				
<b>5-13</b>	58	71	2	5	115	9		
<b>14-17</b>	51	57			7	101		
<b>18-35</b>	100	84	9	2	44	126	11	1
<b>36-64</b>	97	92	5	17	94	77	1	
<b>Mayor 65</b>	29	22	12	24	27			
<b>Σ N° de personas</b>	384	362	28	133	287	313	12	1
<b>Total personas</b>				746				

**Fuente:** Elaboración propia.

Para un total de 111 encuestas realizadas por los autores de este proyecto, se determinó la totalidad de habitantes para la población la muestra tomada, dando un promedio de 6,72 habitantes por vivienda lo que afirma que la población en estudio cuenta con un alto grado de hacinamiento, se encontraron viviendas en la que existen hasta 20 habitantes, por lo que las redes de alcantarillado se pueden ver saturadas en los periodos de lluvia.



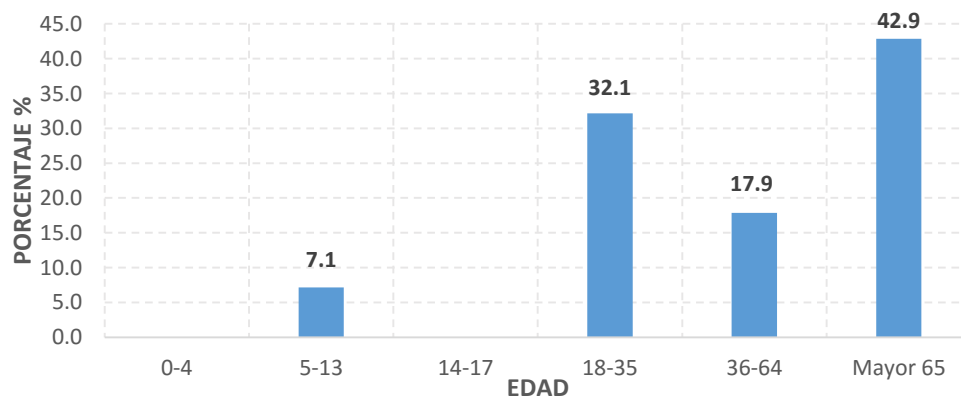
**Gráfica 8.** No. de habitantes en las viviendas encuestadas



**Fuente:** Elaboración propia.

Para realizar un análisis de la población afectada, en las encuestas se determinó las edades y el género de la muestra, dando así como resultado que la población mayor residente del sector se encuentra en edades de 18 a 35 años, y por otra parte que la población de mujeres supera en mínimo grado a la población de hombres residentes del sector.

**Gráfica 9.** Integrantes con discapacidad

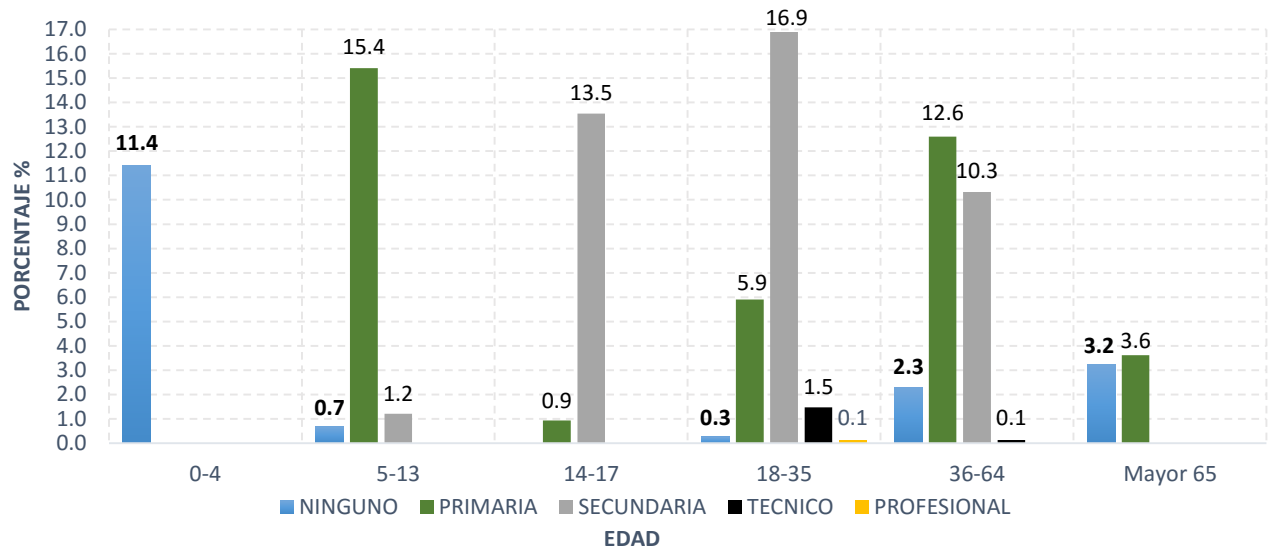


**Fuente:** Elaboración propia.

Se estableció la población que cuenta con algún tipo de discapacidad, dando un total de 28 habitantes de la población encuestada, lo equivalente a un 3,75% de la muestra analizada, el 42,85% de la población discapacitada, son adultos que superan los 65 años de edad. El 32,14% equivale a la población que se encuentra

en edades de 18 a 35 años, por otra parte el 17,85% se refleja en personas de edad de 36 a 64 años, y por último el menor porcentaje de discapacitados se presenta en niños de 5 a 13 años, dando como resultado un 7,14%.

**Gráfica 10.** Nivel educativo



**Fuente:** Elaboración propia.

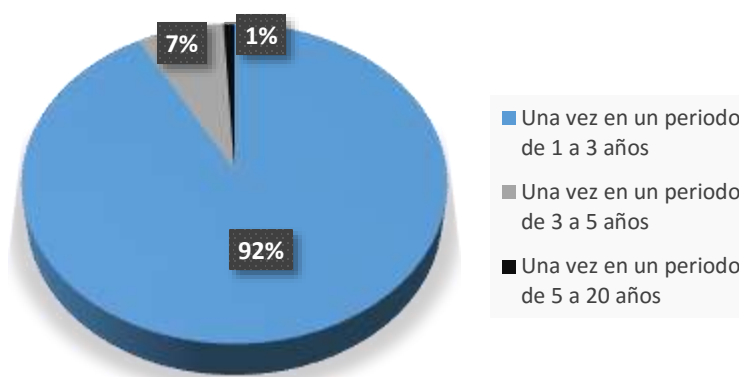
Por otra parte fue importante conocer los niveles educativos de la población, teniendo en cuenta que es primordial saber este aspecto para determinar el grado de vulnerabilidad, se observó: el 17,9% de la población no cuenta con nivel educativo, sin embargo, 12,1% aún se encuentran en su etapa de primera infancia; el 38,4% ha tenido acceso a la educación básica primaria; el 41,9% a la educación básica secundaria; el 1,6% cuenta con educación técnica y tan solo el 0,1% con educación profesional. Estos porcentajes demuestran que en las edades en las que se encuentra el mayor número de habitantes (de 18 a 35 años= 184 personas y de 36 a 64 años= 189 personas) el nivel educativo se puede catalogar como bajo pues los mayores porcentajes son de básica secundaria y primaria.

A continuación se presenta los resultados obtenidos de las 111 encuestas realizadas en el barrio y el análisis de cada pregunta.

### 7.2.3. Amenaza-frecuencia.

**Pregunta 1.** ¿Con qué frecuencia se presenta el fenómeno de inundación en el barrio?

**Gráfica 11.** Frecuencia inundaciones en el barrio



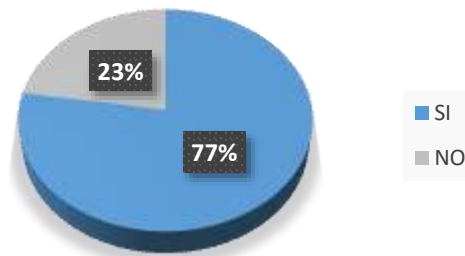
**Fuente:** Elaboración propia.

Por medio de la anterior grafica se conoce la frecuencia, con la cual la población se ha visto afectada por el fenómeno de inundación, el 92% de la muestra se ha visto afectada en un periodo de 1 a 3 años, lo que implica que ha sido un escenario bastante afectado por el fenómeno de inundación. El 7% de la muestra manifiesta solo verse afectada en un periodo de 3 a 5 años, y un porcentaje menor al 1% expresa verse afectada en un periodo de 5 a 20 años.

#### 7.2.4. Amenaza-Intensidad.

**Pregunta 2.** ¿Se ha visto afectado por las inundaciones presentadas en el barrio?

**Gráfica 12.** Afectación por inundaciones



**Fuente:** Elaboración propia.

Para el total de viviendas encuestadas, el 77 % corresponden a viviendas las cuales se han visto afectadas por el fenómeno de inundación al menos en una ocasión, cabe resaltar que muchos de estos inmuebles no precisamente se encuentran cerca de la ladera de la quebrada, ya que el área de afectación es bastante alta, el 23% restante nunca han sufrido a causa del fenómeno, debido a que son las viviendas más lejanas al lecho de la quebrada Tibanica y sus niveles topográficos son los más altos en todo el barrio.

**Pregunta 3.** Durante las inundaciones en el barrio, ¿alguno de los habitantes del inmueble ha fallecido a causa del fenómeno?

**Gráfica 13.** Fallecimientos a causa del fenómeno

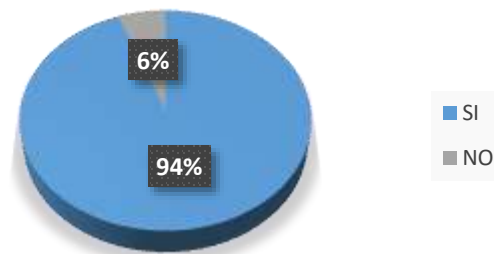


**Fuente:** Elaboración propia.

Para hacer un análisis de la vulnerabilidad y amenaza producida por un fenómeno es necesario evaluar el aspecto de la tasa de mortalidad a causa del fenómeno, lo que para esta población estudio dio un resultado del 0%, pero si no se toman las medidas necesarias se puede llegar a presentar.

**Pregunta 4.** Durante las inundaciones en el barrio, ¿alguno de los habitantes del inmueble ha presentado lesiones a causa del fenómeno?

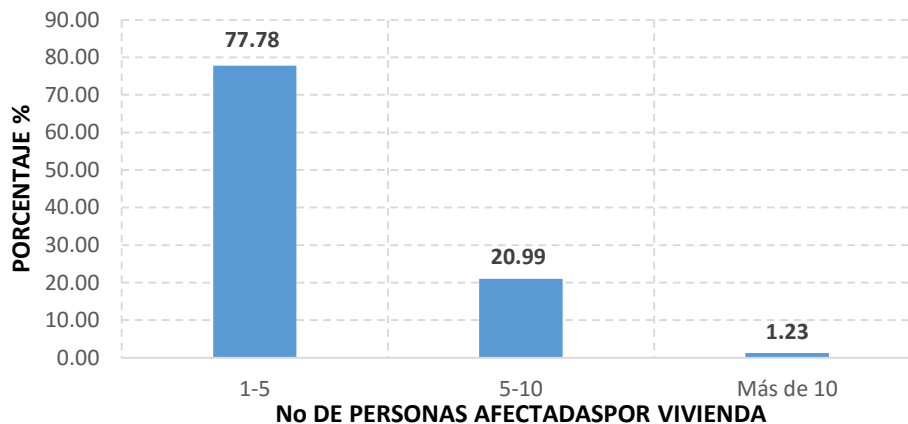
**Gráfica 14.** Lesiones a causa del fenómeno



**Fuente:** Elaboración propia.

Según las encuestas realizadas se determinó, si las familias que han sido afectadas a causa del fenómeno de inundación han sufrido algún tipo de lesiones o enfermedades, lo que mayoría de familias afirma. Dando como resultado un 94% de los encuestados que se han visto afectados. Esto debido a enfermedades respiratorias e infecciones a origen de las aguas negras que arrastra la quebrada Tibanica. Los encuestados dieron a conocer cuántos de los habitantes de cada vivienda se ha visto afectado, lo que se evidencia en la siguiente gráfica.

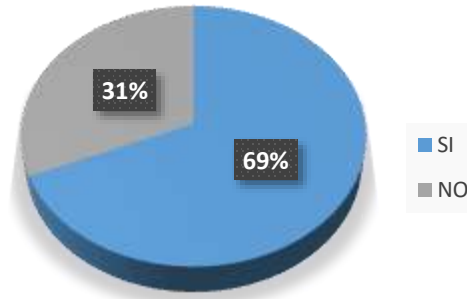
**Gráfica 15.** Número de personas lesionadas



**Fuente:** Elaboración propia.

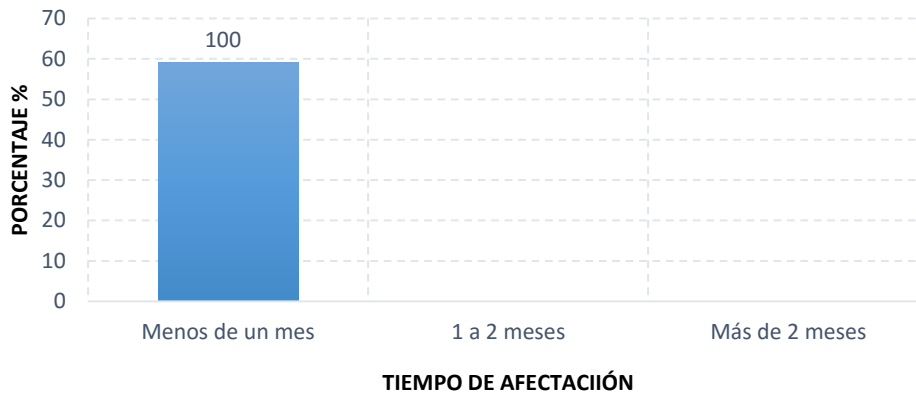
**Pregunta 5.** Cuando se han presentado las inundaciones, ¿han sufrido suspensión de los servicios públicos?

**Gráfica 16.** Suspensión de los servicios públicos a causa del fenómeno



**Fuente:** Elaboración propia.

**Gráfica 17.** Tiempo de duración de la afectación por suspensión de servicios públicos.

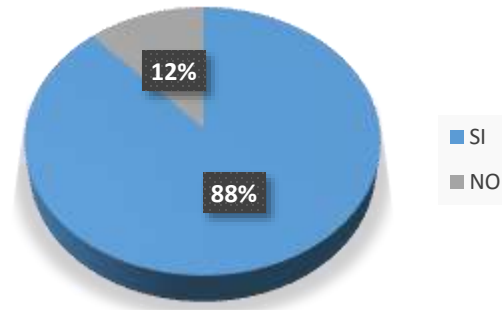


**Fuente:** Elaboración propia.

El 69% de los afectados a causa de la inundación han sufrido al menos una vez suspensión de los servicios públicos básicos, la mayoría de los encuestados manifiestan suspensión del servicio de electricidad y el suministro de agua potable en el sector. El 31% restante no ha sufrido por dicha causa.

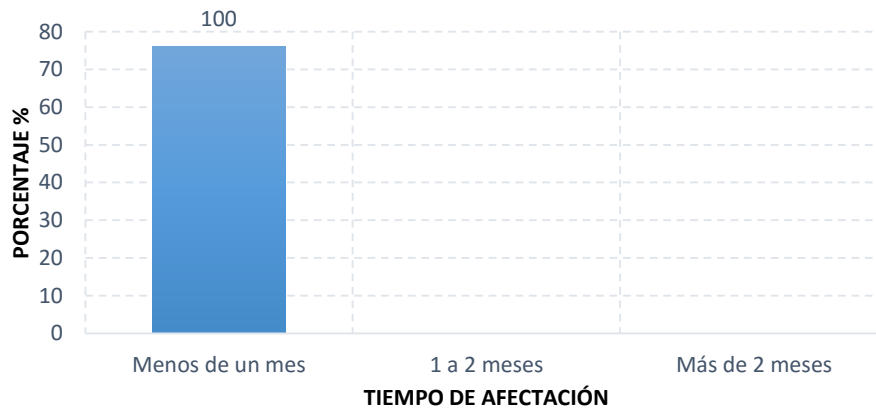
**Pregunta 6.** Cuando se han presentado las inundaciones, ¿han sufrido suspensión de las actividades económicas?

**Gráfica 18.** Suspensión de las actividades económicas a causa del fenómeno



**Fuente:** Elaboración propia.

**Gráfica 19.** Tiempo de afectación por suspensión de actividades económicas.

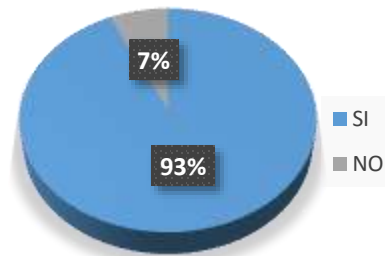


**Fuente:** Elaboración propia.

El 88% de los afectados a causa de la inundación han visto afectadas sus actividades económicas, por causa de que en muchas ocasiones los niveles del agua es bastante alto, no es posible salir de sus viviendas hacia sus lugares de trabajo, por otra parte no influye solo el nivel del agua si no la contaminación a la que se exponen, a causa de las aguas residuales que arrastra la quebrada tibanica. De igual manera los afectados declaran que este inconveniente se ha presentado en un lapso de tiempo menor a un mes.

**Pregunta 7.** ¿Han tenido algún tipo de pérdidas económicas en los eventos de inundación que se han presentado en el barrio?

**Gráfica 20.** Pérdidas económicas a causa del fenómeno

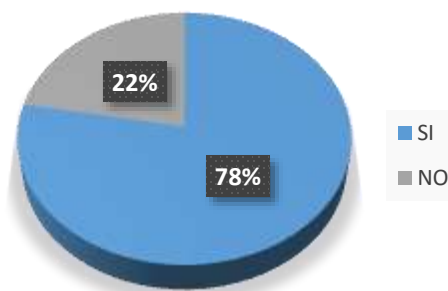


**Fuente:** Elaboración propia.

El 93% de los afectados a causa de la inundación declara que haber sufrido algún tipo de pérdida económica, por lo general enseres básicos del hogar, mercado, electrodomésticos, entre otros. El restante 7% no presento pérdidas económicas, debido a que han sabido prevenir, en los momentos que se presentó el fenómeno.

**Pregunta 8.** ¿La infraestructura de la vivienda se ha visto afectada por la incidencia del fenómeno?

**Gráfica 21.** Afectación de vivienda a causa del fenómeno



**Fuente:** Elaboración propia.

Con base en la presentación grafica se observa el gran peligro que corre la comunidad debido a que un 78% de la muestra tomada, ha visto afectada la infraestructura de la vivienda, por la humedad que genera las frecuentes inundaciones, lo que genera que los muros se debiliten.



## 7.2.5. Calificación de la amenaza

Teniendo en cuenta que para el caso de esta investigación, los factores que inciden para que se presente la amenaza por el fenómeno de inundación, son los naturales y socio-naturales. Por lo que fue necesario conocer los aspectos sociales, así una vez realizadas las encuestas y previamente analizadas, al igual que los datos obtenidos de precipitaciones, y de esta manera se puede llegar a determinar el grado de amenaza.

### 7.2.5.1. Calificación de la frecuencia

**Tabla 10.** Calificación frecuencia

FRECUENCIA		
DESCRIPCIÓN	VALOR	CALIFICACIÓN
<b>Evento que se presenta más de una vez en el año o por lo menos una vez en un periodo de uno a tres años</b>	<b>3</b>	<b>ALTA</b>
Evento que se presenta por lo menos una vez en un período de tiempo entre 3 y 5 años	2	MEDIA
Evento que se presenta al menos una vez en un período de tiempo entre 5 a 20 años	1	BAJA

**Fuente:** PNUD<sup>24</sup>.

Una vez obtenidos los resultados de los datos de las encuestas y los datos de precipitaciones, se analizó la frecuencia de con la que se ha presentado el fenómeno de inundación, se determinó que el fenómeno ocurre frecuentemente, debido a que se presenta de una vez a tres veces al año, según la guía metodológica para la elaboración de planes departamentales para la gestión del riesgo, cuando se presenta un fenómeno en un periodo menor de uno a tres años la frecuencia se denomina alta, por consiguiente la frecuencia con la que ocurre este evento es bastante alta. Según la población encuestada el fenómeno se presenta al menos una vez por año, comparando los datos obtenidos con los caudales y precipitaciones se afirma esta hipótesis.

---

<sup>24</sup> PNUD, Op. Cit. p. 31.

### 7.2.5.2. Calificación de la intensidad

**Tabla 11.** Calificación intensidad

INTENSIDAD		
DESCRIPCIÓN	VALOR	CALIFICACIÓN
Numerosas personas fallecidas, gran cantidad de personas lesionadas, afectación de grandes extensiones del territorio, afectaciones graves de los recursos naturales, suspensión de servicios públicos básicos y de actividades económicas durante varios meses, pérdidas económicas considerables, graves afectaciones en la infraestructura departamental y un gran número de viviendas destruidas.	3	ALTA
<b>Pocas personas fallecidas, varias personas lesionadas de mínima gravedad, afectación moderada del territorio, afectación moderada de los recursos naturales, afectaciones en las redes de servicios públicos, suspensión temporal de actividades económicas, afectación moderada de la infraestructura departamental, pocas viviendas destruidas y varias viviendas averiadas.</b>	<b>2</b>	<b>MEDIA</b>
Sin personas fallecidas, muy pocas personas lesionadas de mínima gravedad, mínima afectación en el territorio, sin afectación en las redes de servicios públicos, no hay interrupción en las actividades económicas, sin afectación en infraestructura departamental, no hay destrucción de viviendas, ni viviendas averiadas.	1	BAJA

**Fuente:** Tomado y adoptado de PNUD<sup>25</sup>.

Una vez conocidos y evaluados los diferentes aspectos que influyen con la intensidad del fenómeno por inundación, se concluyó el grado de intensidad, que influye con la amenaza, la intensidad para esta zona se determinó que es media, aunque el primer aspecto es la tasa de mortalidad a causa del fenómeno, que no se presenta en este caso, los otros aspectos, se presentan en gran medida debido a que existen un gran cantidad de personas lesionadas, en algunos casos con alta gravedad, existe una alta afectación del territorio en estudio, los habitantes han sufrido en repetidas ocasiones suspensión de los servicios públicos y de las actividades económicas, la gran mayoría de viviendas han sufrido daños en su infraestructura y existen varias viviendas destruidas.

<sup>25</sup> Ibid, p. 38

### 7.2.5.3. Calificación del territorio afectado

**Tabla 12.** Calificación territorio afectado

TERRITORIO AFECTADO		
DESCRIPCIÓN	VALOR	CALIFICACIÓN
Más del 80% de su territorio se encuentra afectado.	3	ALTA
<b>Entre el 50% y 80% del territorio presenta afectación.</b>	<b>2</b>	<b>MEDIA</b>
Menos del 50% del territorio presenta algún tipo de afectación.	1	BAJA

**Fuente:** Tomado y adoptado de PNUD<sup>26</sup>.

Ponderados los datos de las encuestas y la cotas de inundación del barrio olivares se determinó que el área afectada es de 69,40% aproximadamente por lo que al comparar este valor con la tabla de territorio afectado con la guía metodológica para la elaboración de planes departamentales para la gestión del riesgo, el promedio nos da que el grado de territorio afectado es medio, a continuación se presenta un mapa de territorio afectado.

**Figura 8.** Territorio afectado



**Fuente:** Elaboración propia

<sup>26</sup> Ibid, p. 39

Calificación de la amenaza

Amenaza (A) = intensidad (I) + frecuencia (f) + territorio afectado (T) (Ecuación 1)

Amenaza (A) = 3 + 2 + 2 = 7

### 7.2.6. Determinación grado de amenaza

**Tabla 13.** Calificación de la amenaza

INTERVALO	CALIFICACIÓN DE LA AMENAZA
1-3	Baja
4-6	Media
<b>7-9</b>	<b>Alta</b>

**Fuente:** Tomado y adoptado de PNUD<sup>27</sup>.

Una vez analizadas las variables de la amenaza se determinó la calificación, obteniendo como resultado que la población cuenta con un alto grado de amenaza.

Y el parámetro que más afecta es la frecuencia con la que se presenta el fenómeno.

---

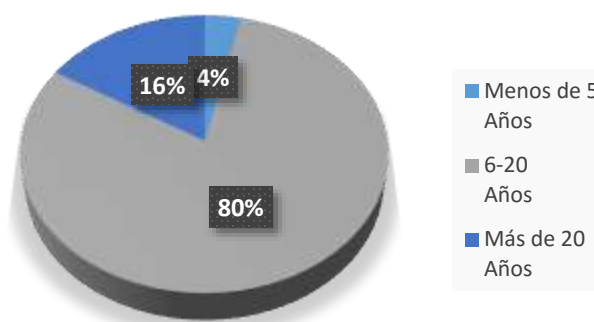
<sup>27</sup> Ibid, p. 39

### 7.3. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

#### 7.3.1. Vulnerabilidad Física.

**Pregunta 9.** ¿Cuántos años tiene de construida la vivienda aproximadamente?

**Gráfica 22.** Años de construcción de la vivienda

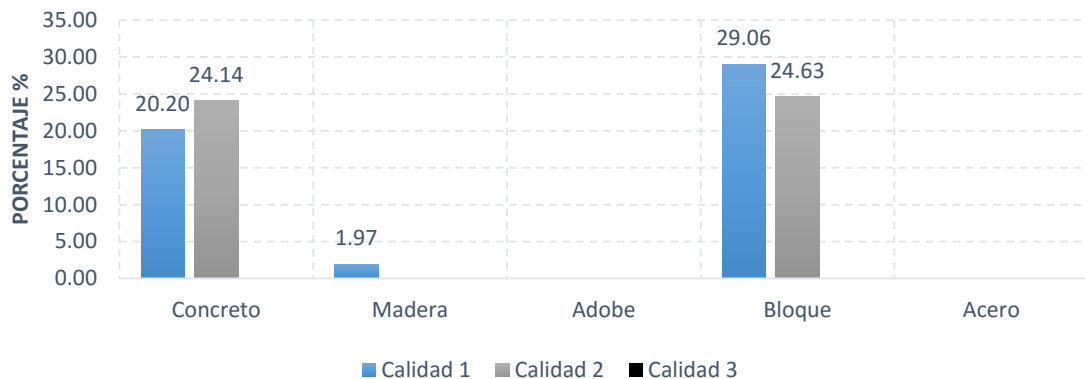


**Fuente:** Elaboración propia.

El 80% de las viviendas son construidas en un período de seis a veinte años es decir que el 80% de los integrantes se encuentra en la zona desde la época, teniendo en cuenta que la totalidad de las viviendas fueron construidas de manera empírica, los habitantes corren gran peligro a causa de que las viviendas no cuentan con un respectivo diseño que cumpla con las normas.

**Pregunta 10.** Seleccione los materiales de construcción de la estructura del inmueble, califique de 1 a 3 la calidad del material siendo 1 mal estado y tres buen estado e indique si la técnica constructiva es adecuada o no (Encuestador)

**Gráfica 23.** Calidad y tipo de material de la vivienda



**Fuente:** Elaboración propia.

Con una calificación de 1 para la calidad de material más baja, encontramos que el 29,06% de las viviendas están construidas en bloque, el 20,20% en concreto y el 1,97% en madera, debido a que las viviendas fueron construidas de manera empírica, no cuentan con un diseño preliminar lo que implica en que en muchos casos, las viviendas no cuentan con una buena distribución de materiales.

Para viviendas en que la calidad de los materiales mejora, se encontró una nueva distribución, por lo general casas construidas en materiales de bloque (24,63%) y concreto (24,14%) para columnas placas y vigas, y en otros casos casas construidas en bloque aligerado con correas en acero, a pesar de que este tipo de viviendas, tienen mejor calidad su técnica constructiva es inadecuada.

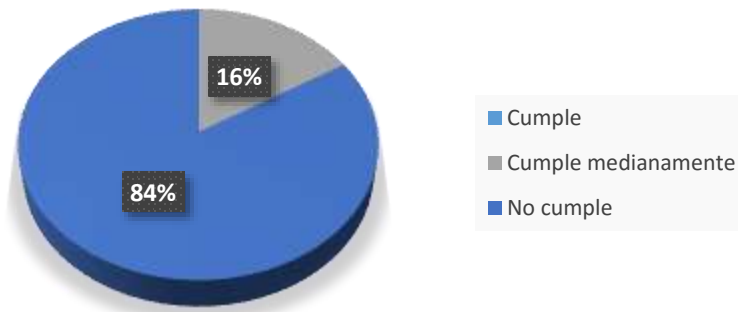
**Gráfica 24.** Valoración técnica constructiva



**Fuente:** Elaboración propia.

**Pregunta 11.** La estructura cumple con la normatividad vigente (Encuestador)

**Gráfica 25.** Cumplimiento normatividad



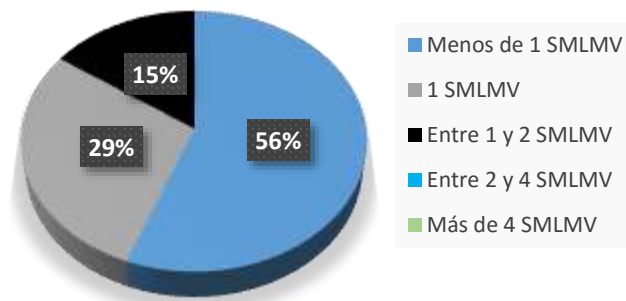
**Fuente:** Elaboración propia.

Realizando un análisis técnico sobre las estructuras de las viviendas encuestadas se observó que tan solo el 16% cumplen medianamente y el 84% no cumplen, lo cual ratifica la amenaza a la que se encuentran expuestos los habitantes del barrio Olivares.

### 7.3.2. Vulnerabilidad Económica.

**Pregunta 12.** ¿Cuál es su nivel de ingresos?

**Gráfica 26.** Nivel de ingresos personas encuestadas

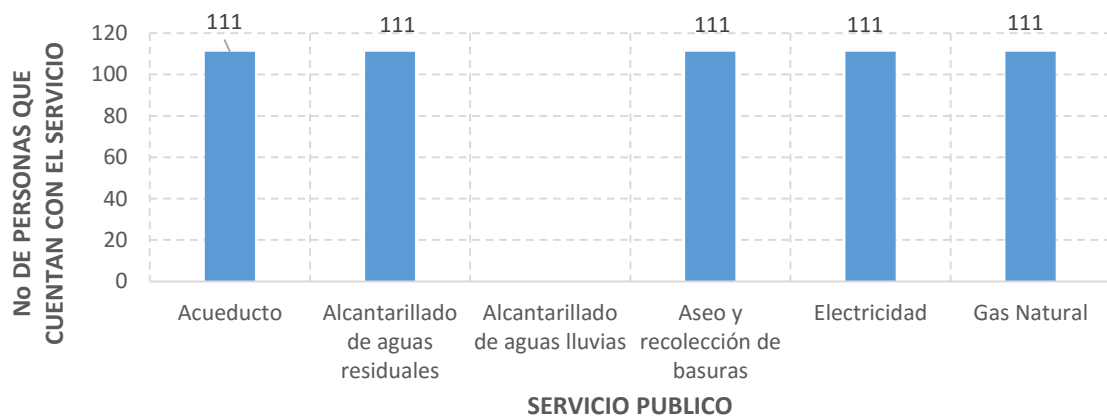


**Fuente:** Elaboración propia.

El 56% de los encuestados devengan un salario inferior al mínimo legal mensual vigente, esto indica un alto índice de pobreza, debido a que el nivel educativo de los habitantes también es bastante alto. Solo el 15% de la población supera el salario mínimo legal mensual vigente, pero no alcanza a superar los dos salarios mínimos, y el 29% restante reciben ingresos de un salario mínimo.

**Pregunta 13.** Con cuáles de los siguientes servicios públicos cuenta

**Gráfica 27.** Servicios públicos básicos



**Fuente:** Elaboración propia.

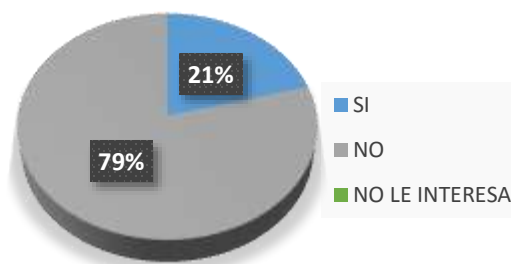
Cómo se planteó inicialmente, en esta pregunta se refleja la falta total de alcantarillado de aguas lluvias en el barrio, sin embargo, el 100% de la población cuenta con todos los servicios públicos básicos.



### 7.3.3. Vulnerabilidad Social.

**Pregunta 14.** ¿Sabe usted cómo prevenir y responder ante situaciones de emergencia?

**Gráfica 28.** Conocimiento ante situaciones de emergencia

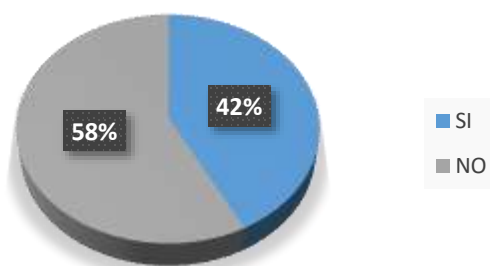


**Fuente:** Elaboración propia.

A pesar de que en el municipio existe a nivel general un plan de gestión del riesgo, el 79% de la población del barrio Olivares no tiene conocimiento de cómo prevenir y responder ante situaciones de emergencia, esto genera un mayor índice de vulnerabilidad social.

**Pregunta 15.** ¿Existen organizaciones dentro de la comunidad?

**Gráfica 29.** Conocimiento de organizaciones en el barrio



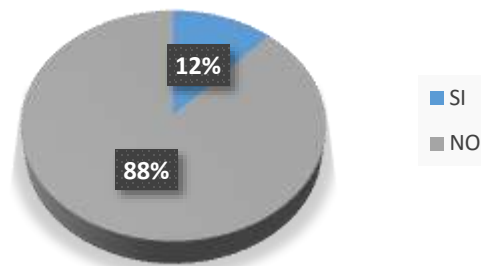
**Fuente:** Elaboración propia.

Se refleja la falta de gestión de las organizaciones en el barrio, esto debido a que el 58% de la población encuestada no tiene conocimiento si existen o no dichas

organizaciones, y del 42% restante la gran mayoría lo asocia a la junta de acción comunal como única organización.

**Pregunta 16.** ¿Si existen organizaciones dentro de la comunidad, participa usted en alguna de ellas?

**Gráfica 30.** Participación de la comunidad en organizaciones

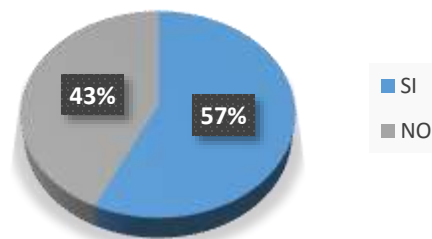


**Fuente:** Elaboración propia.

Del 42% de la población encuestada que afirma existen organizaciones, solo el 12% participa en ellas, y son básicamente los integrantes de la junta de acción comunal del barrio.

**Pregunta 17.** ¿Cuándo se han presentado los desastres por inundación, existe algún tipo de apoyo comunitario?

**Gráfica 31.** Apoyo comunitario

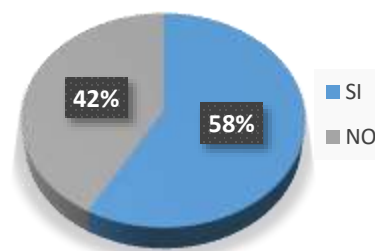


**Fuente:** Elaboración propia.

La mayoría de la población encuestada, 57% afirma haber tenido algún tipo de ayuda comunitaria, por lo general, son ayudas de evacuación del agua hacia la Quebrada, limpieza de cajas de inspección, el otro 43% indica no haber recibido ningún tipo de apoyo comunitario debido a que cada familia en el momento del desastre tiende a salvar sus bienes.

**Pregunta 18.** ¿Ha obtenido alguna ayuda por parte del gobierno o alcaldía municipal en la reparación de daños?

**Gráfica 32.** Ayudas del gobierno

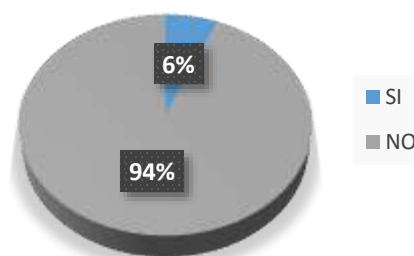


**Fuente:** Elaboración propia.

La mayoría de la población encuestada, 58% afirma haber tenido algún tipo de ayuda por parte del gobierno, por lo general, son ayudas de mercados, colchonetas y en algunos casos, albergues a las familias más damnificadas.

**Pregunta 19.** ¿Existen relaciones entre las organizaciones comunitarias y las institucionales?

**Gráfica 33.** Relación entre organizaciones comunitarias e institucionales



**Fuente:** Elaboración propia.

Debido al poco conocimiento de la población encuestada con respecto a si existen o no organizaciones en la comunidad, el 94% de la muestra, afirma que no existe ningún tipo de relación entre las organizaciones comunitarias y las organizaciones institucionales.

### 7.3.4. Calificación de la vulnerabilidad

Para hacer un análisis de la vulnerabilidad y determinar su grado, es necesario conocer diferentes aspectos, como la vulnerabilidad física, económica, ambiental y social, por lo tanto se realizó ponderación de datos para conocer cada uno de estos aspectos.

#### 7.3.4.1. Calificación vulnerabilidad física

**Tabla 14.** Calificación vulnerabilidad física

<b>VULNERABILIDAD FÍSICA</b>			
<b>Variable</b>	<b>Valor de vulnerabilidad</b>		
	<b>Baja</b>	<b>Media</b>	<b>Alta</b>
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Antigüedad de la edificación	Menos de 5 años	Entre 6 y 20 años	<b>Mayor de 20 años</b>
Materiales de construcción y estado de conservación	Estructura con materiales de muy buena calidad, adecuada técnica constructiva y buen estado de conservación	Estructura de madera, concreto, adobe, bloque o acero, sin adecuada técnica constructiva y con un estado de deterioro moderado	<b>Estructura de adobe, madera u otros materiales, en estado precario de conservación</b>
Cumplimiento de la normatividad vigente	Se cumple de forma estricta con las leyes	Se cumple medianamente con las leyes	<b>No se cumple con las leyes</b>
Características geológicas y tipo de suelo	Zonas que no presentan problemas de estabilidad, con buena cobertura vegetal	Zonas con indicios de inestabilidad y con poca cobertura vegetal	<b>Zonas con problemas de estabilidad evidentes, llenos antrópicos y sin cobertura vegetal</b>

Localización de la edificaciones con respecto a zonas de retiro a fuentes de agua y zonas de riesgo identificadas	Muy alejada	Medianamente cerca	<b>Muy cercana</b>
---	-------------	--------------------	--------------------

**Fuente:** Tomado y adoptado de PNUD<sup>28</sup>.

Una vez analizados los aspectos físicos, por medio de las encuestas, se tabuló y comparo frente a los parámetros de la Guía metodológica para la elaboración de Planes Departamentales para la Gestión del Riesgo y se otorgó una calificación de 2, correspondiente a un valor medio. Como primer parámetro la mayoría de viviendas poseen una antigüedad entre 6 y 20 años, la estructura y sistemas constructivos con la que cuentan los inmuebles es poco adecuada, solo en pocos casos cumplen medianamente con las normas y leyes vigentes de construcción, las viviendas no cuentan con un estudio de suelos pertinentes, y es poca la cobertura vegetal, los antecedentes muestran que la zona funcionaba anteriormente como humedal, y la quebrada tibanica bordea el barrio Olivares.

A continuación se presenta evidencia fotográfica como soporte a la tabla 19, para los ítems Materiales de construcción y estado de conservación y Cumplimiento de la normatividad vigente.

---

<sup>28</sup> PNUD, Op. Cit. p. 32.

**Figura 9.** Materiales típicos de construcción



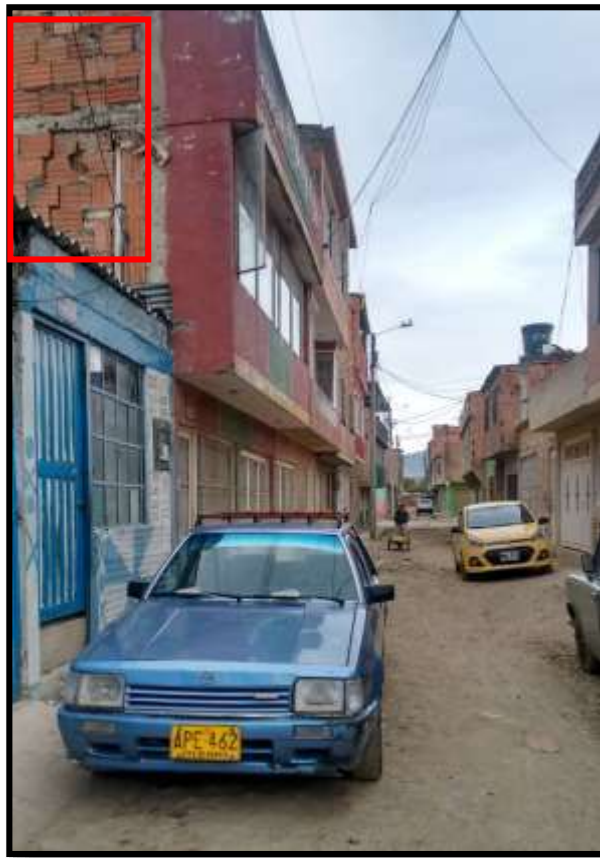
**Fuente:** Propia

**Figura 10.** Estado de conservación de los materiales de construcción



**Fuente:** Propia

Figura 11. Estado de la estructura



Fuente: Propia

Figura 12. Estado de la estructura



Fuente: Propia

### 7.3.4.2. Calificación vulnerabilidad económica

Tabla 15. Calificación vulnerabilidad económica

Variable	VULNERABILIDAD ECONÓMICA		
	Valor de Vulnerabilidad		
	Baja 1	Media 2	Alta 3
Situación de pobreza y seguridad alimentaria	Población sin pobreza y con seguridad alimentaria	<b>Población por debajo de la línea de pobreza</b>	Población en situación de pobreza extrema

Nivel de ingresos	Alto nivel de ingresos	<b>El nivel de ingresos cubre las necesidades básicas</b>	Ingresos inferiores para suplir las necesidades básicas
Acceso a los servicios públicos	Total cobertura de servicios públicos básicos	<b>Regular cobertura de los servicios públicos básicos</b>	Muy escasa cobertura de los servicios públicos básicos
Acceso al mercado laboral	La oferta laboral es mayor que la demanda	<b>La oferta laboral es igual a la demanda</b>	La oferta laboral es mucho menos que la demanda

**Fuente:** Tomado y adoptado de PNUD<sup>29</sup>.

Se analizaron los aspectos económicos, por medio de las encuestas, se tabuló y comparo frente a los parámetros de la Guía metodológica para la elaboración de Planes Departamentales para la Gestión del Riesgo, se observa la gran parte de la población por debajo de la línea de pobreza, partiendo que el salario mínimo es la menor tasa para suplir las necesidades en Colombia, se determinó que la población afectada, tiene un nivel de ingresos inferior para suplir las necesidades básicas, anexando que los núcleos familiares son de gran cantidad y no todos los miembros tienen acceso al mercado laboral, se podría denominar en algunos casos como pobreza extrema. La cobertura de los servicios públicos se puede denominar buena, ya cuenta con la mayoría de servicios públicos básicos, en excepción el servicio de alcantarillado pluvial. Por otra parte la oferta laboral para la población es bastante baja, esto ligado a que su nivel educativo es bajo.

### 7.3.4.3. Calificación vulnerabilidad ambiental

**Tabla 16.** Calificación de vulnerabilidad ambiental

<b>VULNERABILIDAD AMBIENTAL</b>			
<b>Variable</b>	<b>Valor de Vulnerabilidad</b>		
	<b>Baja</b> <b>1</b>	<b>Media</b> <b>2</b>	<b>Alta</b> <b>3</b>
Condiciones atmosféricas	Niveles de temperatura y/o precipitación promedio normales.	Niveles de temperatura y/o precipitación ligeramente superiores al promedio normal.	<b>Niveles de temperatura y/o precipitación muy superiores al promedio normal.</b>

<sup>29</sup> Ibid, p. 32



Composición y calidad del aire	Sin ningún grado de contaminación.	Con un nivel moderado de contaminación.	<b>Alto grado de contaminación, niveles perjudiciales para la salud.</b>
Composición y calidad del agua	Sin ningún grado de contaminación.	Con un nivel moderado de contaminación.	<b>Alto grado de contaminación, niveles perjudiciales para la salud.</b>
Condiciones de los recursos ambientales	Nivel moderado de explotación de los recursos naturales, nivel de contaminación leve, no se practica la deforestación.	Alto nivel de explotación de los recursos naturales, niveles moderados de deforestación y de contaminación.	<b>Explotación indiscriminada de los recursos naturales incremento acelerado de la deforestación y la contaminación.</b>

**Fuente:** Tomado y adoptado de PNUD<sup>30</sup>.

Al realizar el análisis de la vulnerabilidad ambiental se determinó una clasificación de 3, denominada alta. Las precipitaciones en esta zona son muy variables, existen tiempos de mucha sequía, en la que existe gran contaminación del aire por las aguas residuales que recoge la quebrada tibanica, y tiempos de invierno se presentan precipitaciones con mayor intensidad del promedio normal, en estos casos que las precipitaciones son tan fuertes, tienden al desbordamiento de la quebrada, la composición y calidad del agua se vuelve crítica, debido a que las aguas residuales que recoge la quebrada de ocho barrios del municipio de Soacha, se mezclan con las aguas lluvias, lo causante de una contaminación alta en la fuentes hídricas, por otra parte es mínimo el indicio de zonas forestales, y la gran mayoría del suelo no cuenta con capa vegetal.

#### 7.3.4.4. Calificación vulnerabilidad social

**Tabla 17.** Calificación de vulnerabilidad social

<b>VULNERABILIDAD SOCIAL</b>			
<b>Variable</b>	<b>Valor de Vulnerabilidad</b>		
	<b>Baja</b>	<b>Media</b>	<b>Alta</b>
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Nivel de organización	Población organizada.	Población medianamente organizada.	<b>Población sin ningún tipo de organización</b>

<sup>30</sup> Ibid, p.33.

Participación	Participación total de la población.	Escasa participación de la población.	<b>Nula participación de la población.</b>
Grado de relación entre las organizaciones comunitarias y las institucionales	Fuerte relación entre las organizaciones comunitarias y las institucionales.	Relaciones débiles entre las organizaciones comunitarias y las institucionales.	<b>No existen relaciones entre las organizaciones comunitarias y las institucionales</b>
Conocimiento comunitario del riesgo	La población tiene total conocimiento de los riesgos presentes en el territorio y asume su compromiso frente al tema.	La población tiene poco conocimiento de los riesgos presentes y no tiene un compromiso directo frente al tema.	<b>Sin ningún tipo de interés por el tema</b>

**Fuente:** Tomado y adoptado de Guía metodológica para la elaboración de Planes Departamentales para la Gestión del Riesgo.

Al realizar la ponderación de encuestas se observa un alto grado de vulnerabilidad social por lo que para este caso la calificación es de 3, debido a que la población cuenta sin ningún tipo de organización, la participación de la comunidad es prácticamente nula, ya que la única organización que existe es la junta de acción comunal, y gran parte de los habitantes desconocen su existencia, por otra es mínima la relación que existe entre las JAC y las instituciones gubernamentales, la comunidad no cuenta con ningún tipo de conocimiento del riesgo, y por consiguiente no saben cómo prevenirlo.

### 7.3.5. Determinación grado de vulnerabilidad

**Tabla 18.** Calificación de la vulnerabilidad

CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN/CARACTERÍSTICAS	INTERVALO
VB (Vulnerabilidad Baja)	Viviendas asentadas en los terrenos seguros, con materiales sismo-resistentes, en buen estado de conservación, población con un nivel de ingreso medio y alto, con estudios y cultura de prevención, con cobertura de servicios públicos básicos, con un buen nivel de organización, participación y articulación entre las instituciones y organizaciones existentes.	1-4.

<p>VM (Vulnerabilidad Media)</p>	<p>Sectores que presentan inundaciones muy esporádicas, construcciones con materiales de buena calidad, en regular y buen estado de conservación, población con un nivel de ingreso económico medio, cultura y prevención con cobertura parcial de servicios básicos, con facilidades de acceso para atención de emergencia. Población organizada, con participación de la mayoría, medianamente relacionados e integración parcial entre las instituciones y organizaciones existentes.</p>	<p>5-8.</p>
<p>VA (Vulnerabilidad Alta)</p>	<p><b>Edificaciones en materiales precarios, en mal y regular estado de construcción, con procesos de hacinamiento y tugurización. Población de escasos recursos económicos, sin conocimientos y cultura de prevención, cobertura parcial a inexistente de servicios públicos básicos, accesibilidad limitada para atención de emergencias; así como escasa a nula organización, participación y relación entre las instituciones y organizaciones existentes.</b></p>	<p>9-12.</p>

**Fuente:** Tomado y adoptado de Guía metodológica para la elaboración de Planes Departamentales para la Gestión del Riesgo.

$$V_t = V_f + V_a + V_e + V_s \quad (\text{Ecuación 2})$$

V<sub>t</sub>: vulnerabilidad Total  
V<sub>f</sub>: Vulnerabilidad Física  
V<sub>a</sub>: Vulnerabilidad Ambiental  
V<sub>e</sub>: Vulnerabilidad Económica  
V<sub>s</sub>: Vulnerabilidad Social

$$V_t = 3 + 3 + 2 + 3 = 11$$

Se determinó que el grado de vulnerabilidad por inundación, con la que cuenta el barrio Olivares en el municipio de Soacha Cundinamarca es de 11, lo correspondiente a un grado de vulnerabilidad alta, debido al mal estado de las construcciones, teniendo en cuenta las viviendas fueron construidas de manera empírica, al igual que alto grado de hacinamiento con la que cuenta la población, y escasos recursos económicos que no alcanzan a suplir las necesidades básicas. Por otra parte es nula la cultura de prevención de riesgos por parte de la comunidad, y no existe organización comunitaria que reaccione ante eventos de desastres. La accesibilidad a la zona es compleja una vez ocurrido el fenómeno de inundación, Las vías de acceso generan una capa lodo con alta contaminación, y por consiguiente las pérdidas económicas son considerables.

## 8. CONCLUSIONES.

Por medio de las encuestas se estableció que el área afectada por el fenómeno de inundación, corresponde a 34.699,95 m<sup>2</sup>, de los 50.006,731 m<sup>2</sup> del área total que conforma el barrio, es decir, el 69,40% del territorio sufre afectaciones en los periodos de retorno del fenómeno, para el territorio afectado se determinó una calificación de grado medio, sin embargo cabe resaltar que el barrio Olivares, es un sector construido hace aproximadamente 20 años, y los periodos de retorno son amplios; como se evidencia en la tabla 5, la precipitación máxima se encontró en noviembre de 1966, hace aproximadamente 50 años, por lo que existe una gran posibilidad que estas precipitaciones altas se puedan volver a presentar, ocasionando que el área afectada resulte mayor.

En cuanto a los factores naturales y socio-naturales se determinó que la intensidad con que se presenta el fenómeno es media, ya que en ninguno de los eventos han existido personas fallecidas, sin embargo, el 94% de las personas encuestadas afirma que en sus hogares, durante la ocurrencia han sufrido lesiones, en especial enfermedades respiratorias; el 69% afirma que han sufrido suspensión de los servicios públicos, pero el 100% de ellos indica que ha sido por menos de un mes; el 88% ha tenido que suspender sus actividades económicas por menos de un mes; el 93% ha sufrido pérdidas económicas y en el 78% de las viviendas se ha visto afectada la infraestructura a causa de la humedad, lo cual degenera la calidad del material de construcción. Por otra parte la frecuencia con la que ocurre el evento es alta, el 92% de la muestra se ha visto afectada por lo menos una vez en un periodo de 1 a 3 años, debido a que este porcentaje es tan alto se determinó, que es alta la frecuencia con que ocurre el fenómeno.

Se realizó análisis de los aspectos que inciden en la vulnerabilidad arrojando los siguientes datos; la vulnerabilidad física obtuvo una calificación media debido a que la antigüedad de construcción de las viviendas es en su mayoría de 6 a 20 años, con respecto a la calidad de los materiales con que están construidas las viviendas, el 53,69% se encuentran en bloque, el 44,34% en concreto y el 1,97% en madera.

A partir de los análisis de amenaza y vulnerabilidad para la zona de estudio, barrio Olivares, se estableció un grado alto para ambas variables por el evento de inundación, lo cual indica la necesidad primaria de plantear una pronta solución que auxilie a los habitantes del barrio antes de que el fenómeno no solo provoque daños a las viviendas y enseres sino también a los habitantes en cuanto a fallecimientos que por fortuna hasta el momento no se han presentado.

## 9. RECOMENDACIONES.

A partir de la determinación de vulnerabilidad y amenaza por el fenómeno de inundación, se hace importante contemplar desde el punto de vista de la ingeniería posibles soluciones que mitiguen el fenómeno, o por lo contrario planes de prevención y reacción ante los desastres.

Es importante que el municipio de Soacha Cundinamarca adopte un plan para la gestión del riesgo de desastres, que cuente con estudios respectivos para cada zona y tipo de desastre, en este caso para el barrio Olivares por el fenómeno de inundación, por lo tanto es importante realizar planes de contingencia en donde se contrarresten y se mitiguen los efectos del fenómeno, que afectan a los habitantes del sector. Este documento sirve para conocer aspectos que ocasionan el fenómeno, al igual que determinar el grado de vulnerabilidad y amenaza del barrio, luego, se puede afirmar que el documento funciona como un aporte para la gestión del riesgo. Es necesario promover capacitaciones a los habitantes del barrio Olivares de cómo prevenir y responder ante situaciones de riesgo, y así se genere organizaciones comunitarias las cuales puedan promover al apoyo vecinal, por otra parte es importante que las organizaciones comunitarias gestionen proyectos con las entidades gubernamentales, para que se realicen obras que disminuyan los impactos del fenómeno.

Como recomendación provisional se puede realizar la construcción de jarillones en las laderas de la fuente, para evitar el desbordamiento de la quebrada Tibanica, de igual manera funciona para aumentar el cauce de la misma, esta obra sirve para evitar que los habitantes tengan contacto con las aguas residuales que pasan por la quebrada. De igual manera se puede cambiar la sección de la quebrada aumentando su altura, pero debido a que la realización de la obra es provisional no justifica su alto costo.

Se observa que la quebrada Tibanica posee altos niveles de contaminación, debido a que recoge las aguas residuales de 8 barrios del municipio de Soacha Cundinamarca, por lo que es necesario recomendar desde el punto de vista de la ingeniería, realizar una planta de tratamiento de agua residual, la cual ayude a disminuir los niveles de contaminación en el agua y el aire, y por otra parte que los desechos sólidos no lleguen a la quebrada, ya que esto ha generado una disminución del cauce de la misma.

La falta de un sistema de alcantarillado pluvial, las sin estructura de pavimento y un sistema de alcantarillado residual insuficiente para soportar el caudal de demanda, son las razones principales por las cuales se recomienda, generar un sistema de alcantarillado pluvial independiente en el cual se realice la recolección de las aguas lluvias, y que esta red desemboque en la parte baja de la quebrada en donde el cauce sea mayor, para así evitar el desbordamientos.

## BIBLIOGRAFÍA

ALCALDIA MUNICIPAL DE SOACHA. Disponible en: <http://www.soachacundinamarca.gov.co/index.shtml#3>. Consultado el 01 de febrero de 2016.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 1523 (24, abril, 2012). Por el 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. Diario Oficial. Bogotá D.C., 2012. no. 48411.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Colombia. 2012

HERNÁNDEZ, Leila. Una metodología de evaluación del riesgo público por inundación por falla del sistema de alcantarillado pluvial-caso de la cuenca del río salitre, Bogotá. Colombia. 2012. P. 35

MENDOZA, Jesús y OROZCO, María. Análisis de la vulnerabilidad biofísica a los riesgos por inundación en la zona Metropolitana de Toluca, México. Colombia. 2014. No. 38. P.4.

NET QUEST. Disponible en: <http://www.netquest.com/blog/es/muestreo-probabilistico-muestreo-aleatorio-simple>. Consultado el 09 de marzo de 2016.

NORIEGA, Orangel, *et al.* Análisis de la vulnerabilidad y el riesgo a inundaciones en la cuenca baja del río Gaira, en el Distrito de Santa Marta. Colombia. 2011. Vol. 9, No. 2. P.3.

PNUD. Guía metodológica para la elaboración de Planes Departamentales para la Gestión del Riesgo. En: Programa de las Naciones Unidas Para el Desarrollo, 2013.