

EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD FÍSICA Y SOCIAL EN LAS ÁREAS
SUSCEPTIBLES A MOVIMIENTOS EN MASA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO
ALTOS DE BELLAVISTA, EN EL MUNICIPIO DE BARRANCABERMEJA.

ESTUDIANTES

ADITH RAFAEL ROMERO POLANCO

RAFAEL DOMINGO CASTILLO SALGADO

ANTEPROYECTO DE MONOGRAFÍA PARA OPTAR EL TÍTULO DE
ESPECIALISTA EN PREVENCIÓN, REDUCCIÓN Y ATENCIÓN DE DESASTRES.

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE MANIZALES

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESPECIALIZACIÓN EN PREVENCIÓN, REDUCCIÓN Y ATENCIÓN DE
DESASTRES

2022

CONTENIDO

Introducción	4
Capítulo II. Descripción del Problema	5
Capítulo III. Antecedentes	6
Capítulo IV. Planteamiento del Problema	9
Capítulo V. Justificación	13
Capítulo VI. Objetivos	14
6.1 Objetivo General	14
6.2 Objetivos Específicos.....	14
Capítulo VII. Contexto Geográfico de estudio.....	15
7.1 Sitio del deslizamiento	16
Capítulo VIII. Marco Teórico	18
8.1 Bases Teóricas	18
8.1.1 Vulnerabilidad Física	18
8.1.2 Movimiento en masa	18
8.1.3 Asentamiento Humano	18
8.1.4 Variables de la Vulnerabilidad Física.....	19
8.1.5 Metodología cuantitativa y cualitativa Saaty	19
Capítulo IX. Marco Normativo	24
Capítulo X. Marco Conceptual.....	26
Capítulo XI. Diseño Metodológico	30
11.1 Tipo de Investigación.....	30
11.2 Fuentes de Información	30
11.3 Población y Muestra	30
11.4 Recolección de Datos.....	30
11.5 Cuestionario.....	31
11.6 Procesamiento de Datos.....	32
11.7 Fases Metodológicas	33
11.8 Resultados	33
11.8.1 Resultados encuestas.....	33
11.8.2 Resultados Vulnerabilidad	37
11.9 Conclusiones.....	44
11.10 Recomendaciones	45
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46

CONTENIDO TABLAS

Tabla 1 Escala de estimación	21
Tabla 2 Estratificación de la Vulnerabilidad	23
Tabla 3 Marco Normativo	24
Tabla 4 Cuestionario para la evaluación vulnerabilidad física y social.....	31
Tabla 5 Porcentaje criterios de evaluación Vulnerabilidad física	38
Tabla 6 Porcentaje criterios de evaluación Vulnerabilidad física	40
Tabla 7 Porcentaje criterios de evaluación Vulnerabilidad física	42

CONTENIDO FIGURAS

Figura 1 Área de estudio Altos de Bellavista 2009.....	10
Figura 2 Área de estudio Altos de Bellavista 2016.....	11
Figura 3 Área de estudio Alto de Bellavista 2017	12
Figura 4 Mapa división político administrativo Municipio de Barrancabermeja.....	15
Figura 5 Perímetro comuna 3.....	17
Figura 6 Ejemplo de estructura jerárquica AHP.....	20
Figura 7 Viviendas encuestadas	34
Figura 8 Mapa de Vulnerabilidad Física.....	39
Figura 9 Mapa de Vulnerabilidad Social.....	41
Figura 10 Mapa de Vulnerabilidad Final.....	43

CONTENIDO GRAFICAS

Gráfica 1 <i>Fases Metodológicas Monografía</i>	33
Gráfica 2 Resultado de distancia de vivienda a movimientos de remocion de masa.....	35
Gráfica 3 Resultado de tipo de construcción	35
Gráfica 4 Resultado de antigüedad de construcción	35
Gráfica 5 Resultado de número de pisos vivienda.....	35
Gráfica 6 Resultado tipo de techo vivienda.....	35
Gráfica 7 Resultado de distancia de vivienda a movimientos de remocion de masa.....	36
Gráfica 8 Resultado de tipo de construcción	36
Gráfica 9 Resultado de antigüedad de construcción	36
Gráfica 10 Resultado de número de pisos vivienda	36
Gráfica 11 Resultado tipo de techo vivienda	36
Gráfica 12 Resultado tipo de techo vivienda	36
Gráfica 13 Resultado tipo de techo vivienda	36

Introducción

El presente estudio de anteproyecto monográfico titulado “Evaluación de la vulnerabilidad física y social en las áreas susceptibles a movimientos en masa en el asentamiento humano Altos de Bellavista, en el municipio de Barrancabermeja” aborda la problemática de los asentamientos humanos informales que existen en el Distrito de Barrancabermeja y que en la actualidad la ciudad no cuenta con un estudio detallado de la vulnerabilidad física y social. Esta monografía surge a raíz de un evento ocurrido en el municipio de Barrancabermeja en un barrio constituido informalmente, en el que se desarrolló un fenómeno de movimiento en masa dado a la intervención antrópica y natural sobre un alud de tierra, generando un deslizamiento sobre el asentamiento humano, dejando como resultado 9 personas muertas, entre ellos 4 niños y 5 adultos y 37 familias damnificadas.

Este documento está compuesto por 12 capítulos, del capítulo 1 al 6 se describen las generalidades de estudio como antecedentes, justificación de la investigación, planteamiento del problema y los objetivos, del capítulo 7 al 12 se encuentra el marco de referencia, el diseño metodológico y el cronograma en que se llevará a cabo el estudio.

De acuerdo con lo anterior, la presente monografía busca estimar la vulnerabilidad física y social en el sitio de estudio mediante un análisis cualitativo y cuantitativo con el fin de estimar la vulnerabilidad actual de las viviendas y de esta manera brindarle información base para que la oficina de Gestión del Riesgo de Desastre del municipio de Barrancabermeja pueda establecer líneas de acción y tomas de decisión a futuro frente a este u otros siniestros.

Capítulo II. Descripción del Problema

Según el Plan de Desarrollo Centenario Barrancabermeja 2020-2023, existen en la ciudad “78 asentamientos humanos sin legalizar y barrios de las comunas 1, 3, 4, 5, 6 y 7 y pobladores de diez veredas en los corregimientos Ciénaga del Opón, El Centro y la Fortuna zona limítrofe con la zona de la Vizcaína, municipio de San Vicente de Chucuri” (Plan de Desarrollo Centenario Barrancabermeja, pág. 217).

El autor Wilches (1993) define “Un asentamiento humano es un sitio específico donde se establecen varias viviendas o refugios habitados por personas con vulnerabilidad económica, imposibilitados para la compra de vivienda”.

El día 21 de octubre de 2018 el municipio de Barrancabermeja tuvo lugar a un fenómeno de remoción en masa de origen antrópico y natural luego que se desarrollara un torrencial y prolongado aguacero, afectando un alud de tierra que a su vez generó un deslizamiento sobre el asentamiento humano Altos de Bellavista, dejando como resultado 9 personas muertas, entre ellos 4 niños y 5 adultos y 37 familias damnificadas.

Esta tragedia deja al descubierto el grado de fragilidad y vulnerabilidad en que viven muchas familias en esos territorios informales, dado a que en Barrancabermeja no existe un estudio que evalúe la vulnerabilidad física y social de estos sectores susceptibles y de alto riesgo de deslizamiento e inundaciones.

Capítulo III. Antecedentes

3.1 Antecedentes Internacionales

Pérez-Gutiérrez, R. (2007). Análisis de la vulnerabilidad por los deslizamientos en masa, caso: Tlacuitlapa, Guerrero. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 59(2), 171-181.

Resumen: En el poblado de Tlacuitlapa, norte del Estado de Guerrero, se tienen problemas de inestabilidad geológica como producto de deslizamientos en masa y la consiguiente afectación en mayor o menor grado del patrimonio de varias familias. A fin de determinar la vulnerabilidad de la zona se llevó a cabo la cartografía geológica que incluyó la ubicación y caracterización de áreas afectadas por deslizamiento de bloques de roca y suelo. De manera paralela a la caracterización geológica del sitio, se elaboró un censo el cuál aportó información valiosa acerca de los daños producidos en la infraestructura de la comunidad.

Como resultado del análisis se definieron zonas con grados de vulnerabilidad distintos. Para las familias que se encuentran dentro de la zona de riesgo no mitigable, 32 familias hasta el momento, se recomienda el desalojo de sus propiedades a fin de evitar pérdidas humanas. En el caso de la zona de riesgo parcialmente mitigable, es importante realizar una valoración detallada de los daños e implementar obras de ingeniería que permitan minimizar del riesgo.

Los deslizamientos de material son el producto de la interacción entre la pendiente del terreno, el suelo y el depósito de talud sobre el que se asentó la población. Se considera que el principal factor detonante es el agua de lluvia, aunque no se descarta que la sismicidad de la región del Río Balsas pueda tener alguna repercusión.

Luna, L., & Edgar, J. (2013). Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales en la ciudad de Trujillo.

La investigación genera una metodología simple para determinar el riesgo sísmico de viviendas informales de albañilería confinada en la ciudad de Trujillo. Para ello se ha analizado las características técnicas, así como los errores arquitectónicos, constructivos y estructurales de viviendas construidas informalmente. La mayoría de las viviendas informales carecen de diseño arquitectónico, estructural y se construyen con materiales de baja calidad. Además, estas viviendas son construidas generalmente por los mismos pobladores de la zona, quienes no poseen los conocimientos, ni medios económicos necesarios para una buena práctica constructiva. Para recolectar la información para este trabajo de tesis se encuestaron 30 viviendas en 02 distritos de la ciudad de Trujillo, que se seleccionaron por sus características morfológicas y por la presencia de viviendas informales de albañilería. La información de campo se recolectó en fichas de encuesta, en las que se recopiló datos de ubicación, proceso constructivo, estructuración, y calidad de la construcción. Posteriormente el trabajo de gabinete se procesó la información en fichas de reporte donde se resume las características técnicas, elaborando un análisis sísmico simplificado por medio de la densidad de muros, determinando la vulnerabilidad y peligro y riesgo sísmico de las viviendas encuestadas. Luego con la información obtenida se detalló los principales defectos constructivos encontrados en las viviendas encuestadas. Los resultados obtenidos contribuyeron a la elaboración de una cartilla para la construcción y mantenimiento de las viviendas de albañilería confinada de la costa peruana, zona de alto peligro sísmico.

3.2 Antecedentes Nacionales

Hernández Y, & Ramírez H (2016) Evaluación del riesgo asociado a vulnerabilidad física por taludes y laderas inestables en la microcuenca cay, Ibagué, Tolima, Colombia

Resumen: Este artículo de investigación presenta una herramienta de evaluación para detectar la vulnerabilidad física asociada con taludes inestables, sobre la base de una investigación titulada “Caracterización y análisis de la amenaza por fenómenos de remoción en masa en la microcuenca de la quebrada Cay (Ibagué, Tolima, Colombia)”. Se presenta una ecuación que relaciona los factores clave que influyen en la amenaza y los elementos expuestos asociados con la vulnerabilidad física. Cada factor y elemento expuesto es categorizado. El producto de la amenaza, la vulnerabilidad física y la probabilidad de ocurrencia, da como resultado el parámetro RVF (riesgo asociado a vulnerabilidad física), el cual se clasifica de bajo a muy alto, según los efectos del evento amenazante sobre los elementos físicos expuestos. Se obtuvo una valoración del riesgo asociado a la vulnerabilidad física de las zonas de mayor inestabilidad en la microcuenca Cay. Esta puede ser utilizada para diseñar obras de ingeniería civil que permitan prevenir y controlar los daños causados por las inestabilidades sobre la infraestructura física de la microcuenca de la quebrada Cay. La ecuación propuesta es una herramienta valiosa para los tomadores de decisiones para priorizar la inversión de los recursos públicos.

Veloza W (2017) Estudio de vulnerabilidad física como pauta para la gestión del riesgo en Macanal, Boyacá

Resumen: Esta investigación cuantitativa evalúa el grado de vulnerabilidad física del municipio de Macanal, Boyacá. La población universo fue de 1.119 habitantes que se concentran en la zona urbana. (Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE, 2005), la muestra fue de 33 personas con un nivel de confianza de 95% y se construye el mapa de pendientes con la metodología del Software ArcGIS 10.3.1, archivos en formato shapefile referentes al municipio, Modelo Digital de Elevación (DEM) pixel 30x30 (NASA), Tabla de clasificación de pendientes IGAC.

Capítulo IV. Planteamiento del Problema

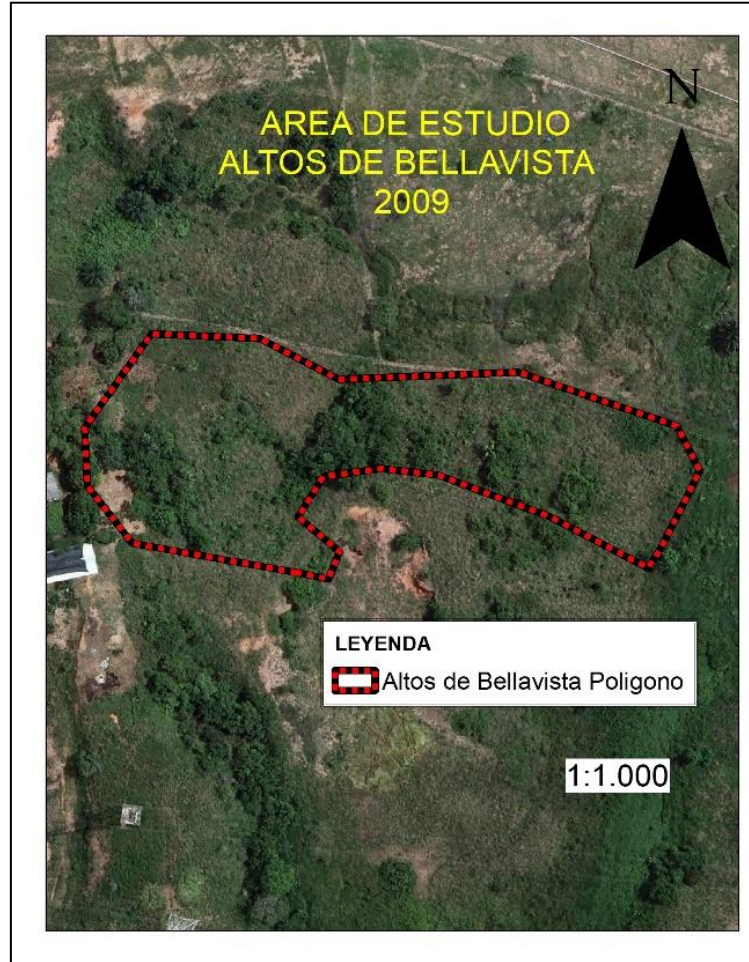
La presente investigación surge a raíz de la falta de herramientas o estudios bases de vulnerabilidad física, social y ambiental que tiene el municipio de Barrancabermeja frente a algunos escenarios de amenaza y vulnerabilidad que genera un riesgo latente en algunos sectores, principalmente en asentamientos humanos construidos de manera informal en áreas de riesgo alto por remoción en masa.

Teniendo en cuenta los procesos de asentamientos informales que se han desarrollado dentro del territorio es importante generar una interpretación temporal de los eventos asociados, ya que estos definen características sociales y económicas del entorno del distrito.

Dentro de los insumos podemos destacar diversos tipos de imágenes que incluyen fotografías aéreas del año 2009, imágenes satelitales del año 2016 e imágenes con dron del año 2019.

Las imágenes recopiladas permiten establecer que para el año 2009 sobre el sector solo existía una capa vegetal superficial. Esto se debe a que gran parte de la presión ejercida se estaba presentando sobre los cuerpos de agua circundantes a barrios dentro del perímetro urbano.

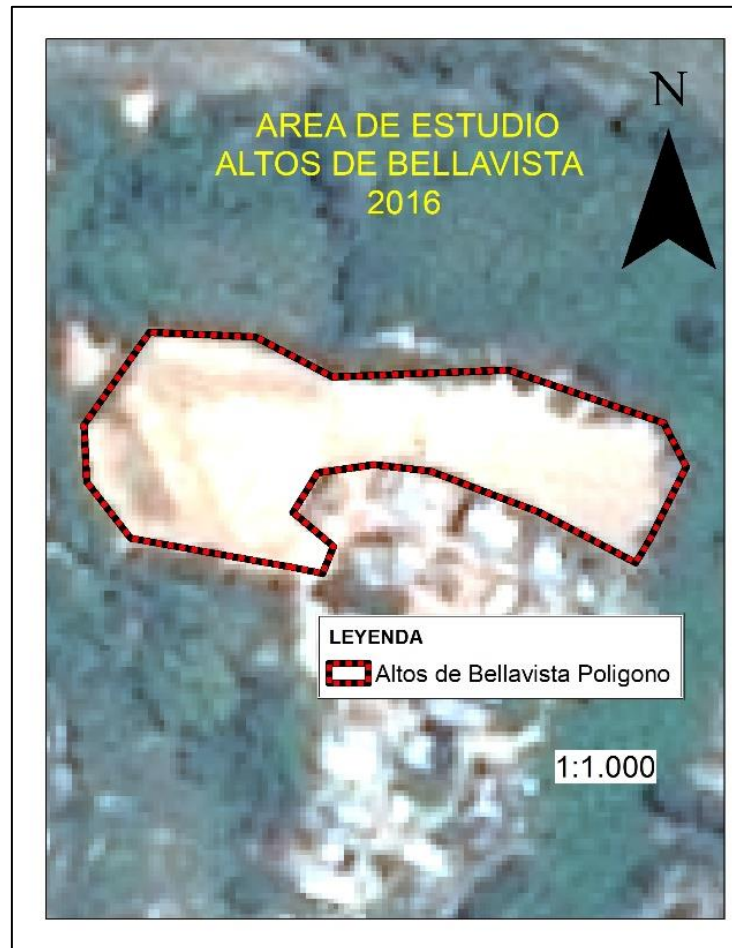
Figura 1 Área de estudio Altos de Bellavista 2009.



Fuente: Elaboracion propia.

En el año 2016 en la imagen satelital se muestra un gran movimiento de tierras sin licencia sobre el área de análisis el cual elimino la capa vegetal existente, sin embargo la imagen no muestra un loteo visible, teniendo en cuenta que para este año gran parte de las áreas cercanas a los cuerpos de agua se encuentran ya asentadas de manera informal y evidenciando una deficiencia de control urbano por parte del Distrito debido a la falta de personal y a su vez, que este personal maneje de manera adecuada los Sistemas de Información Geográfica.

Figura 2 Área de estudio Altos de Bellavista 2016.

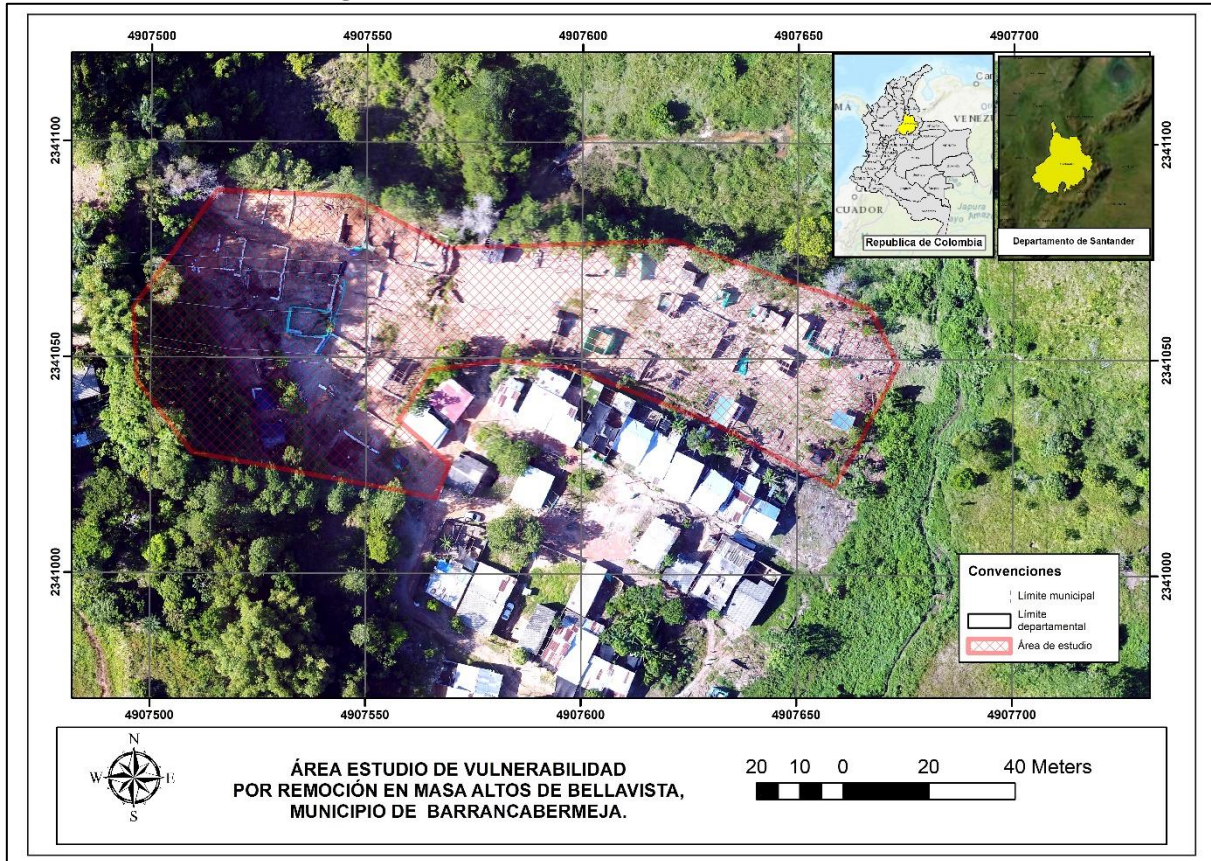


Fuente: Elaboracion propia.

Para el año 2017 ya se había realizado un primer desalojo por parte de las autoridades competentes donde queda evidenciado un loteo dentro del área de análisis y socavación de la corona del talud en la parte Nor-Oeste del área de estudio.

En esta monografía se analiza un evento ocurrido en el municipio de Barrancabermeja en un barrio constituido informalmente, en el que se desarrolló un fenómeno de remoción en masa de origen antrópico y natural luego que se desarrollara un torrencial y prolongado aguacero, afectando un alud de tierra que a su vez generó un deslizamiento sobre el asentamiento humano Altos de Bellavista (ver Figura 3), dejando como resultado 9 personas muertas, entre ellos 4 niños y 5 adultos y 37 familias damnificadas.

Figura 3 Área de estudio Alto de Bellavista 2017



Fuente: Elaboracion propia.

Esta tragedia deja al descubierto el grado de fragilidad y vulnerabilidad en que viven muchas familias en esos territorios informales, dado a que en Barrancabermeja no existe un estudio que evalué la vulnerabilidad física y social de estos sectores susceptibles y de alto riesgo de deslizamiento e inundaciones.

Capítulo V. Justificación

El propósito de este estudio busca estimar la vulnerabilidad física y social en el sitio de estudio mediante un análisis cualitativo y cuantitativo con el fin de estimar la vulnerabilidad actual de las viviendas y de esta manera brindarle información base para que la oficina de Gestión del Riesgo de Desastre del municipio de Barrancabermeja pueda establecer líneas de acción y tomas de decisión a futuro frente a este u otros siniestros.

La Vulnerabilidad, definida por la Ley 1523 de 2012 como “Susceptibilidad o fragilidad física, económica, social, ambiental o institucional que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en caso de que un evento físico peligroso se presente”

Otros autores como Wilches (1993) plantea que la Vulnerabilidad es “La incapacidad de una comunidad para "absorber", mediante el autoajuste, los efectos de un determinado cambio en su medio ambiente, o sea su "inflexibilidad" o incapacidad para adaptarse a ese cambio”

Actualmente en la ciudad de Barrancabermeja no existe un estudio de vulnerabilidad física que permita tener un panorama claro frente a los riesgos que se presentan en los asentamientos humanos de la ciudad, por lo anterior, esta investigación es importante porque proporcionará información al Consejo Municipal de Gestión del Riesgo de Barrancabermeja que servirá para la toma de decisiones en el futuro.

Dentro de los beneficios sociales que arroja esta investigación está el concientizar a las personas que viven en lugares de alto riesgo y en los asentamientos humanos de la ciudad de Barrancabermeja, a que desalojen de manera voluntaria y de esa manera poder salvar vidas.

Capítulo VI. Objetivos

6.1 Objetivo General

Evaluar la vulnerabilidad física y social en el asentamiento humano Altos de Bellavista por medio del análisis, registro y verificación en campo de las condiciones actuales; con el fin de contribuir a mejorar la gestión del riesgo de desastres en el municipio de Barrancabermeja.

6.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar física y socialmente a las personas dentro del asentamiento humano Altos de Bellavista.
- Generar los cálculos matemáticos a través la metodología Saaty para la ponderación de valores encuestados
- Generar las salidas graficas para estudios cronológicos del área afectada

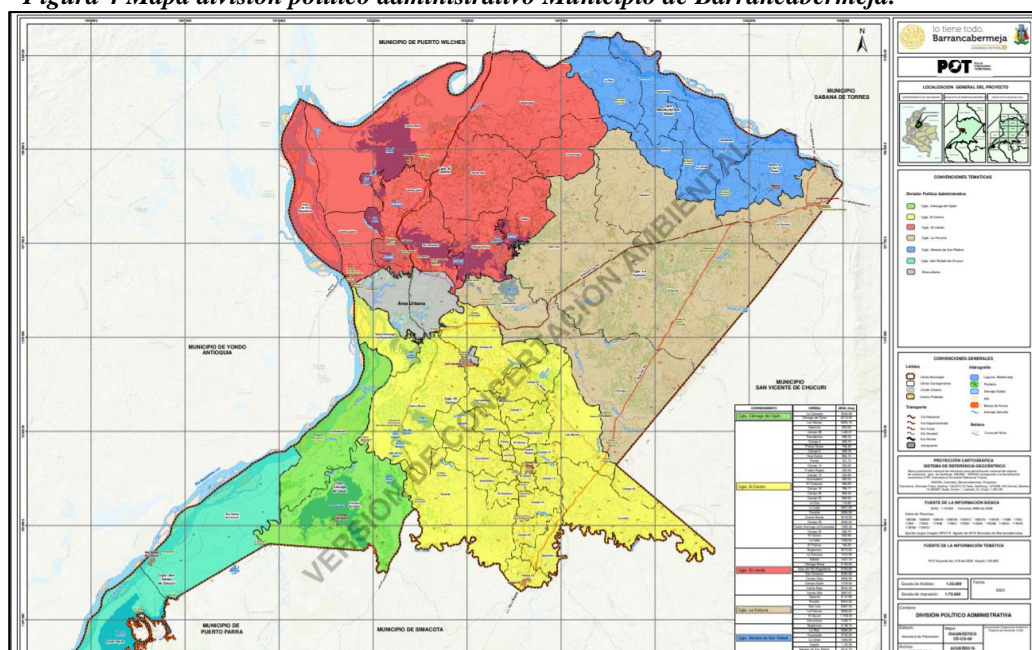
Capítulo VII. Contexto Geográfico de estudio

Barrancabermeja, oficialmente Distrito Especial, Portuario, Industrial, Turístico y Biodiverso, es un distrito Colombiano ubicado a orillas del río Magdalena en la parte occidental del departamento de Santander. Es sede de la refinera de petróleo más grande del país y es la capital de la Provincia de Yarigués. Se encuentra separada de 114 km de Bucaramanga hacia el oriente, es la ciudad más grande en la región del Magdalena Medio.

Limita al norte con el municipio de Puerto Wilches, al sur con los municipios de Puerto Parra, Simacota y San Vicente de Chucurí, y al occidente con el Río Magdalena y el municipio de Yondó, departamento de Antioquia.

Según cifras del DANE con base en el CENSO poblacional y de vivienda del año 2018. En Barrancabermeja hay 210.729 habitantes de los cuales el 51,3% son mujeres, el 24,6% son personas jóvenes, 16,4% pertenecen a grupos étnicos y el 12,9% viven en zona rural (ver Figura 4)

Figura 4 Mapa división político administrativo Municipio de Barrancabermeja.



Fuente: Plan de Ordenamiento Territorial Barrancabermeja ,2020.

De otra parte, el Acuerdo Municipal 018 de 2002, establece que el municipio tiene una extensión total de 1.352,67 km², de los cuales 1.322,37 km² corresponden a suelo rural, equivalente al 97,76% del territorio y 30,3 km², son suelo urbano representando el 2,24%, donde habitan más del 90% de la población del municipio, con una densidad poblacional en lo urbano de 6.664,2 habitantes/km² y en lo rural 14,99 habitantes/ km.

El suelo rural del municipio está distribuido en seis (6) corregimientos: El Centro, San Rafael de Chucuri, Meseta de San Rafael, La Fortuna, El Llanito y Ciénaga del Opón (Revista Barrancabermeja en cifras 2012-2014).

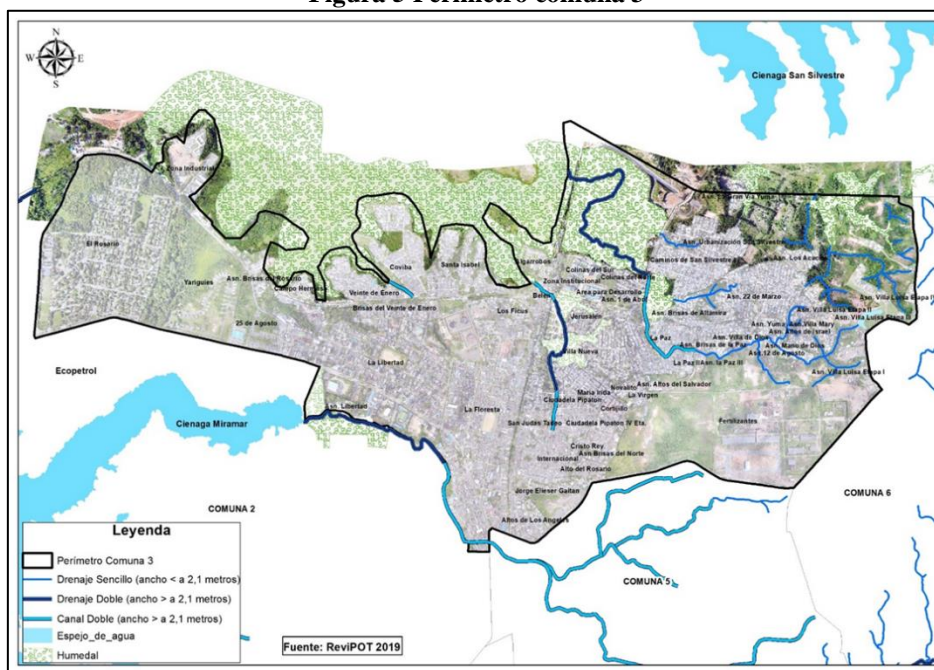
La cabecera municipal que cobija el 2,24% del suelo total del municipio, cuenta con 154 barrios distribuidos en siete (7) comunas, así: La comuna 1 se encuentra compuesta por 24 barrios, la comuna 2 compuesta por 12 barrios, la comuna 3 con 39 barrios, la comuna 4 con 41 barrios, la comuna 5 con 31 barrios, la comuna 6 con 22 barrios, la comuna 7 con 28 barrios.

7.1 Sitio del deslizamiento

Según el Plan de Desarrollo Centenario Barrancabermeja 2020-2023, existen en la ciudad “78 asentamientos humanos sin legalizar y barrios de las comunas 1, 3, 4, 5, 6 y 7 y pobladores de diez veredas en los corregimientos Ciénaga del Opón, El Centro y la Fortuna zona limítrofe con la zona de la Vizcaína, municipio de San Vicente de Chucuri” (pág. 217).

El asentamiento humano Altos de Bellavista está ubicado en el área limítrofe con la comuna 3 y el suelo rural de Barrancabermeja (ver Figura 5) , en este sector confluyen personas de escasos recursos económicos, lo cual no les permite tener la capacidad adquisitiva de comprar vivienda digna y se ven inmersos en la ocupación de terrenos de forma ilegal o ilícita.

Figura 5 Perímetro comuna 3



Fuente: Plan de ordenamiento territorial Barrancabermeja, 2019.

El periódico Vanguardia publicó un artículo un año después de la tragedia, los damnificados estaban protestando por los incumplimientos del Estado.

“En una mañana radiante de sol, totalmente opuesta a la oscura madrugada del 21 de octubre de 2018 en la que lo perdieron todo, se manifestaron reclamando al Estado los programas de reubicación y de vivienda, que incluso la propia vicepresidenta Marta Lucía Ramírez prometió gestionar con el alto gobierno, el día que visitó la zona de la tragedia y se reunió en un complejo recreacional porteño con los damnificados, en total 37 familias”.

Capítulo VIII. Marco Teórico

8.1 Bases Teóricas

8.1.1 Vulnerabilidad Física

Según el autor Wilches G (1993) plantea que la Vulnerabilidad Física “Se refiere especialmente a la localización de los asentamientos humanos en zonas de riesgo, y a las deficiencias de sus estructuras físicas para "absorber" los efectos de esos riesgos”. Frente al riesgo de terremoto, por ejemplo, la vulnerabilidad física se traduce, primero, en la localización de la comunidad en cercanías a fallas geológicas activas y, segundo, en la ausencia de estructuras sismo-resistentes en las edificaciones (Pág. 14).

Lo anterior permite percibir, que mientras las personas no tengan recursos económicos para adquirir una vivienda digna, se verán obligados a instalar viviendas en estas laderas que no cumplen con las normas sismorresistentes y en lugares de alto riesgo.

8.1.2 Movimiento en masa

El autor Cruden (1991) manifiesta que Movimiento en masa es “Todo movimiento ladera abajo de una masa de roca, de detritos o de tierras por efectos de la gravedad”.

Los movimientos en masa son también conocidos como: Derrumbes, alud de tierra, avalanchas, volcamientos, desprendimientos de tierra, corrimientos de tierra, movimiento de tierras, caídas de tierra, reptación, hundimientos de la tierra, rompimiento de montañas, escurrimiento de la tierra, resbalamiento de la tierra (SNGRD,2017).

8.1.3 Asentamiento Humano

El autor Wilches (1993) define “Un asentamiento humano es un sitio específico donde se establecen varias viviendas o refugios habitados por personas con vulnerabilidad económica, imposibilitados para la compra de vivienda”

8.1.4 Variables de la Vulnerabilidad Física

Según la guía metodológica para la elaboración de planes Departamentales de Gestión del Riesgo de Desastres (2012) existen unas variables que se deben tener en cuenta y analizar en el momento de realizar una investigación sobre vulnerabilidad física para determinar una aproximación numérica, ellas son:

Imagen 1 Vulnerabilidad Física

Vulnerabilidad Física			
Variable	Valor de vulnerabilidad		
	Baja	Media	Alta
	1	2	3
Antigüedad de la edificación	Menos de 5 años	Entre 6 y 20 años	Mayor de 20 años
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	Estructuras de adobe, madera y otros materiales, en estado precario de conservación
Localización de las edificaciones con respecto a zonas de retiro a fuentes de agua y zonas de riesgo identificados	Muy alejada	Medianamente cerca	Muy cercana

Fuente: Guía Metodológica

8.1.5 Metodología *cuantitativa y cualitativa Saaty*

Thomas Saaty propone en su libro *Toma de Decisiones para Líderes* (1997) una metodología eficaz para la toma de decisiones en grupo: “El Proceso Analítico Jerárquico” (Analytic Hierarchy Process, AHP), que establece las distinciones de jerarquía o importancia relativa entre los distintos recursos intangibles que se necesita gestionar para alcanzar un objetivo estratégico y agregar valor a la empresa.

El Proceso Analítico Jerárquico (AHP) es una metodología de análisis multicriterio desarrollada a fines de la década del setenta por el doctor en matemáticas Thomas L. Saaty.

Este proceso está orientado a facilitar la toma de decisiones eficientes en situaciones complejas, representa una manera efectiva para explicitar y simplificar el proceso que naturalmente ocurre en la mente de quienes toman las decisiones.

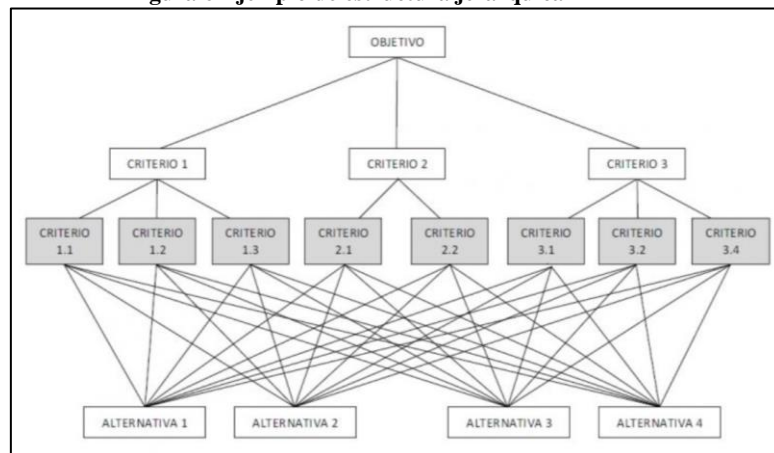
8.1.5.1 Análisis de vulnerabilidad mediante el proceso metodológico Saaty.

Proceso de análisis jerárquico

1. Proceso de Análisis Jerárquico (PAJ)

Este método fue desarrollado por el matemático Thomas L. Saaty (1980) diseñado para resolver problemas complejos de criterios múltiples, mediante la construcción de un modelo jerárquico que les permite a los actores (tomadores de decisiones) estructurar el problema de forma visual.

Figura 6 Ejemplo de estructura jerárquica AHP



Fuente: Saaty, T.L. (1980).

Para la estimación del valor de la importancia relativa de cada uno de los indicadores se recurre a una metodología de comparación de pares, en este caso se empleó el PAJ (Saaty, 1990) por sus ventajas, flexibilidad y por la facilidad de involucrar a todos los actores en el proceso de decisión (Garfi et al., 2011), la escala es la que se muestra a continuación:

Tabla 1 Escala de estimación

ESCALA NUMÉRICA	ESCALA VERBAL	EXPLICACIÓN
9	Absolutamente o muchísimo más importante o preferido que ...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo más importante que el segundo.
7	Mucho más importante o preferido que ...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho más importante o preferido que el segundo.
5	Más importante o preferido que ...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera más importante o preferido que el segundo.
3	Ligeramente más importante o preferido que ...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera más importante o preferido que el segundo.
1	Igual ...	Al comparar un elemento con otro, hay indiferencia entre ellos.
1/3	Ligeramente menos importante o preferido que ...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera ligeramente menos importante o preferido que el segundo.
1/5	Menos importante o preferido que ...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho menos importante o preferido que el segundo.
1/7	Mucho menos importante o preferido que ...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho menos importante o preferido que el segundo.
1/9	Absolutamente o muchísimo menos importante o preferido que ...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo menos importante o preferido que el segundo.
2, 4, 6, 8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes, que se emplean cuando es necesario un término medio entre dos de las intensidades anteriores.	

Fuente: Saaty (1980).

➤ **PONDERACIÓN DE LOS PARÁMETROS DESCRIPTORES**

Paso 1: Parámetros. Se identifican los parámetros que permitan caracterizar el fenómeno.

En función del número de parámetros identificados tendremos el número de filas y columnas de la matriz de ponderación (matriz cuadrada).

PARAMETRO	Magnitud de sismo	Intensidad de sismo	Aceleración natural del suelo
Magnitud de sismo			
Intensidad de sismo			
Aceleración natural del suelo			

Paso 2: Matriz de comparación de pares. Se realiza la comparación de pares para la determinación de la importancia relativa usando la escala Saaty.

PARAMETRO	Magnitud de sismo	Intensidad de sismo	Aceleración natural del suelo
Magnitud de sismo	1.00		
Intensidad de sismo		1.00	
Aceleración natural del suelo			1.00

La comparación de dos parámetros de igual magnitud nos dará la unidad (1: igual importancia)

Paso 3: Matriz de normalización. Se elabora la matriz multiplicando la inversa de las sumas totales por cada elemento de su columna correspondiente.

PARAMETRO	Magnitud de sismo	Intensidad de sismo	Aceleración natural del suelo
Magnitud de sismo	1.00	0.33	5.00
Intensidad de sismo	3.00	1.00	7.00
Aceleración natural del suelo	0.20	0.14	1.00
Suma	4.200	1.476	13.000
1/Suma	0.238	0.677	0.077

$$0.238 \times 1.00 = 0.238$$

MATRIZ DE NORMALIZACION

PARAMETRO	Magnitud de sismo	Intensidad de sismo	Aceleración natural del suelo
Magnitud de sismo	0.238	0.226	0.385
Intensidad de sismo	0.714	0.677	0.538
Aceleración natural del suelo	0.048	0.097	0.077

Paso 4: se determina el vector priorización (ponderación), mediante la suma promedio de cada fila. Debe cumplir que la suma de cada columna debe ser igual a la unidad.

PARAMETRO	Magnitud de sismo	Intensidad de sismo	Aceleración natural del suelo	Vector Priorización (Ponderación)
Magnitud de sismo	0.238	0.226	0.385	0.283
Intensidad de sismo	0.714	0.677	0.538	0.643
Aceleración natural del suelo	0.048	0.097	0.077	0.074
	1.000	1.000	1.000	1.000

$$(0.238 + 0.226 + 0.385) / 3 = 0.283$$

➤ Cálculo de la Relación de Consistencia (RC)

Este coeficiente debe ser menos al 10% ($RC < 0,1$), lo que nos indicara que los criterios utilizados para la comparación de pares es la más adecuada.

Paso 1: Hallando el Vector Suma Ponderada. Se obtiene por una multiplicación de matrices.

PARAMETRO	Magnitud de sismo	Intensidad de sismo	Aceleración natural del suelo	Vector Priorización (Ponderación)	Vector Suma Ponderada
Magnitud de sismo	1.00	0.33	5.00	0.283	0.866
Intensidad de sismo	3.00	1.00	7.00	0.643	2.008
Aceleración natural del suelo	0.20	0.14	1.00	0.074	0.222



Paso 2: Hallando λ_{max} . Se determina al dividir los valores del Vector Suma ponderada y el Vector de Priorización.

Vector Suma Ponderada	Vector Priorización (Ponderación)	λ_{max}
0.866	0.283	3.060
2.008	0.643	3.123
0.222	0.074	3.000

$$\lambda_{max} = \frac{3.060 + 3.123 + 3.000}{3} = 3.061$$

Paso 3: Hallando el Índice de consistencia (IC).

$$IC = \frac{3,061 - 3}{3 - 1} = 0,0305$$

Paso 4: Hallando la relación de Consistencia (RC).

$$RC = \frac{IC}{IA} = \frac{0,0305}{0,525} = 0,058$$

Nota: Los Valores del Índice Aleatorio (IA) para los diferentes "n", obtenidos mediante la simulación de 100,000 matrices (Aguarón y Moreno – Jiménez, 2001), son:

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
IA	0,525	0,882	1,115	1,252	1,341	1,404	1,452	1,484	1,513	1,535	1,555	1,570	1,583	1,595

Luego de tener el valor decimal de los criterios evaluados se clasifica según los niveles de vulnerabilidad (ver Tabla 2)

Tabla 2 Estratificación de la Vulnerabilidad

Nivel de vulnerabilidad	Rangos		
Vulnerabilidad Muy Alta	0,294	≤ v <	0,499
Vulnerabilidad Alta	0,169	≤ v <	0,294
Vulnerabilidad Media	0,089	≤ v <	0,169
Vulnerabilidad Baja	0,045	≤ v <	0,089

Fuente: CENEPRED, 2014.

Capítulo IX. Marco Normativo

Para el desarrollo de la investigación se tendrá en cuenta las siguientes normas, decretos y resoluciones a seguir:

Tabla 3 Marco Normativo

NORMA	OBJETO
Ley 9 de 1979	Código Sanitario Nacional.
Constitución Política de 1991, artículo 339	Habrán un Plan Nacional de Desarrollo conformado por una parte general y un plan de inversiones de las entidades públicas del orden nacional.
Ley 99 de 1993	Ley General Ambiental de Colombia “Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables
Decreto 1865 de 1994	Regula los planes regionales ambientales de las CAR y de los DS con la gestión ambiental territorial.
Ley 388 de 1997:	Ley orgánica de ordenamiento territorial “Por la cual se modifica la Ley 9ª de 1989, y la Ley 3ª de 1991 y se dictan otras disposiciones”
Documento CONPES social	Número aplicación de los ODS 3918 del año 2018.
Acto legislativo 001 del año 2019	por el cual Barrancabermeja es determinado como Distrito Especial Portuario, Biodiverso, Industrial y Turístico.
Decreto 2157 de 2017	Por medio del cual se adoptan directrices generales para la elaboración del plan de gestión del riesgo de desastres de las entidades públicas y privadas en el marco del artículo 42 de la ley 1523 de 2012
Ley 1523 de 2012	Política nacional de gestión del riesgo de desastres
Directiva presidencial 33 de 1989	Responsabilidades de los organismos y entidades descentralizadas orden nacional del sector público, en el desarrollo y operación del Sistema Nacional para la Prevención Atención de Desastres.
Resolución Número 1016 de 1989	Por la cual se reglamenta la organización, funcionamiento y forma de los programas de salud ocupacional que deben desarrollar los patronos o empleadores en el país. En su Artículo 11, Numeral 18 establece lineamientos para el desarrollo de los planes de emergencia enmarcados en el subprograma de Higiene y Seguridad Industrial.
Decreto 1281 de 1994	Reglamenta las actividades de alto riesgo.
Decreto 1295 de 1994	Por el cual se determina la organización y administración del Sistema General de Riesgos Profesionales.
Ley 322 de 1996. Sistema nacional de Bomberos.	Artículo 1. La prevención de incendios es responsabilidad de todas las autoridades y los habitantes del territorio colombiano. En cumplimiento de esta responsabilidad los organismos públicos y privados deberán contemplar la contingencia de este riesgo en los bienes inmuebles tales como parques naturales, construcciones, programas y proyectos tendientes a disminuir su vulnerabilidad.
Decreto 93 de 1998	Por el cual se adopta el Plan Nacional para la Prevención y Atención de Desastres.
Ley 776 de 2002	Por la cual se dictan normas sobre la organización del Sistema General de Profesionales y la Circular Unificada de 2004 de la Dirección General de Riesgos Profesionales.
Resolución 1348 de 2009	Por la cual se adopta el Reglamento de Salud Ocupacional en los Procesos de Generación, Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica en las empresas del sector eléctrico.

NORMA	OBJETO
Decreto 926 de 2010	Por el cual se establecen los requisitos de carácter técnico y científico para construcciones sismo resistentes NSR-10
Decreto 2893 de 2011	“Modificó los objetivos, la estructura orgánica y las funciones del Ministerio del Interior, separando del mismo las relativas a la gestión del riesgo de desastres y las relacionadas con la dirección y coordinación del Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres”.
Decreto ley 4147 de 2011	Por el cual se crea la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, se establece su objeto y estructura.
Resolución 1514 de 2012	Por la cual se adoptan los Términos de referencia para la elaboración del Plan de gestión del Riesgo para manejo de Vertimientos.
Ley 1523 de 2012	Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones.
Decreto 1076 de 2015	Por el cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Fuente: Elaboración propia.

Capítulo X. Marco Conceptual

Para llevar a cabo el desarrollo de la investigación se tendrán en cuenta los siguientes conceptos:

- **Amenaza:** Peligro latente de que un evento físico de origen natural, o causado, o inducido por la acción humana de manera accidental, se presente con una severidad suficiente para causar pérdida de vidas, lesiones u otros 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 (Ley 1523 de 2012).
- **Amenaza natural:** Peligro latente asociado con la posible manifestación de un fenómeno físico cuya génesis se encuentra totalmente en los procesos naturales de transformación y modificación de la tierra y el ambiente- por ejemplo, un terremoto, una erupción volcánica, un tsunami o un huracán y que puede resultar en la muerte o lesiones a seres vivos, daños materiales o interrupción de la actividad social y económica en general (UNGRD,2017).
- **Amenaza socio-natural:** Peligro latente asociado con la probable ocurrencia de fenómenos físicos cuya existencia, intensidad o recurrencia se relaciona con procesos de degradación o transformación ambiental y/o de intervención humana en los ecosistemas. Ejemplos de estos pueden encontrarse en inundaciones y deslizamientos resultantes de, o incrementados o influenciados en su intensidad, por procesos de deforestación y deterioro de cuencas; erosión costera por la destrucción de manglares; inundaciones urbanas por falta de adecuados sistemas de drenaje de aguas pluviales (UNGRD,2017).
- **Análisis y evaluación del riesgo:** Implica la consideración de las causas y fuentes del riesgo, sus consecuencias y la probabilidad de que dichas consecuencias puedan ocurrir. Es el modelo mediante el cual se relaciona la amenaza y la vulnerabilidad de

los elementos expuestos, con el fin de determinar los posibles efectos sociales, económicos y ambientales y sus probabilidades. Se estima el valor de los daños y las pérdidas potenciales, y se compara con criterios de seguridad establecidos, con el propósito de definir tipos de intervención y alcance de la reducción del riesgo y preparación para la respuesta y la recuperación (Ley 1523 de 2012).

- **Cambio climático:** Importante variación estadística en el estado medio del clima o en su variabilidad, que persiste durante un período prolongado (normalmente decenios o incluso más). El cambio climático se puede deber a procesos naturales internos o a cambios del forzamiento externo, o bien a cambios persistentes antropogénicos en la composición de la atmósfera o en el uso de las tierras (Ley 1523 de 2012).
- **Comunidad:** Grupo de personas que se localiza en un espacio determinado y establecen vínculos espontáneos de solidaridad construidos en el tiempo. Esta interacción hace posible que se generen elementos de identidad que favorecen la cohesión y el auto reconocimiento del grupo. Por su parte, una comunidad vulnerable es aquella que, ante un evento extremo, puede recibir mayor afectación, debido a factores como la localización y a la incapacidad para implementar acciones de prevención y adaptación orientadas a la recuperación de sus medios de subsistencia en el corto plazo (UNGRD,2017).
- **Conocimiento del riesgo:** Es el proceso de la gestión del riesgo compuesto por la identificación de escenarios de riesgo, el análisis y evaluación del riesgo, el monitoreo y seguimiento del riesgo y sus componentes y la comunicación para promover una mayor conciencia del mismo que alimenta los procesos de reducción del riesgo y de manejo de desastre (Ley 1523 de 2012).

- **Construcción social del riesgo:** Se refiere a los procesos a través de los cuales la sociedad y los distintos agentes sociales contribuyen a la creación de contextos y entornos de riesgo. Esto ocurre o por la transformación de eventos naturales en amenazas debido a la inadecuada ubicación de edificaciones e infraestructuras, producción y satisfactores de la vida etc.; por la transformación de recursos naturales en amenazas a través de procesos de degradación ambiental; o por la creación y consolidación de condiciones diversas de vulnerabilidad, las cuales potencian la acción negativa de las amenazas y eventos peligrosos (UNGRD,2017).
- **Desarrollo sostenible:** Desarrollo que satisface las necesidades de la presente generación, promueve el desarrollo económico, la equidad social, la modificación constructiva de los ecosistemas y el mantenimiento de la base de los recursos naturales, sin deteriorar el medio ambiente y sin afectar el derecho de las generaciones futuras a
 - utilizarlo para satisfacer sus propias necesidades (UNGRD,2017).
- **Escenario de riesgo:** Son fragmentos o campos delimitados de las condiciones de riesgo del territorio presentes o futuras, que facilitan tanto la comprensión y priorización de los problemas como la formulación y ejecución de las acciones de intervención requeridas (UNGRD,2017).
- **Evaluación de riesgos:** Proceso de comparación de los resultados de análisis de riesgos con criterios de riesgo para determinar si el riesgo y/o su magnitud es aceptable, el cual ayuda a la decisión sobre las medidas de reducción del riesgo a implementar (UNGRD,2017).
- **Gestión del Riesgo:** proceso social orientado a la formulación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas, estrategias, planes, programas, regulaciones, instrumentos, medidas y acciones permanentes para el conocimiento y la reducción

del riesgo y para el manejo de desastres, con el propósito explícito de contribuir a la seguridad, el bienestar, la calidad de vida de las personas y al desarrollo sostenible (Art. 1: Ley 1523 de 2012).

- **Plan de gestión del riesgo de desastres:** Es el instrumento que define los objetivos, programas, acciones, responsables y presupuestos, mediante las cuales se ejecutan los procesos de conocimiento del riesgo, reducción del riesgo y de manejo de desastres, en el marco de la planificación del desarrollo (UNGRD,2017).
- **Prevención de riesgo:** Medidas y acciones de intervención restrictiva o prospectiva dispuestas con anticipación con el fin de evitar que se genere riesgo. Puede enfocarse a evitar o neutralizar la amenaza o la exposición y la vulnerabilidad ante la misma en forma definitiva para impedir que se genere nuevo riesgo (Ley 1523 de 2012).
- **Riesgo de desastres:** Corresponde a los daños o pérdidas potenciales que pueden presentarse debido a los eventos físicos peligrosos de origen natural, socio-natural, tecnológico, biosanitario o humano no intencional, en un período de tiempo específico y que son determinados por la vulnerabilidad de los elementos expuestos; por consiguiente, el riesgo de desastres se deriva de la combinación de la amenaza y la vulnerabilidad (Ley 1523 de 2012)
- **Vulnerabilidad:** Susceptibilidad o fragilidad física, económica, social, ambiental o institucional que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en caso de que un evento físico peligroso se presente. Corresponde a la predisposición a sufrir pérdidas o daños de los seres humanos y sus medios de subsistencia, así como de sus sistemas físicos, sociales, económicos y de apoyo que pueden ser afectados por eventos físicos peligrosos (Ley 1523 de 2012).

Capítulo XI. Diseño Metodológico

11.1 Tipo de Investigación

Para el desarrollo de la investigación se utilizó la metodología de tipo Descriptivo para las encuestas realizadas. Según Bernal (2010), la investigación descriptiva es aquella en que “se reseñan las características o rasgos de la situación o fenómeno objeto de estudio” (p. 113).

Se describieron los aspectos más representativos para hacer reconocible de manera cualitativa el objeto de estudio planteado.

11.2 Fuentes de Información

Se recolectó información primaria mediante visitas de campo, sacando una muestra representativa de 19 viviendas ubicadas en la zona de interés. De igual manera se realizó el tratamiento de información secundaria disponible, obtenida de entidades como la alcaldía Distrital de Barrancabermeja. La información recopilada permitió la evaluación de la vulnerabilidad física y social del asentamiento humano Altos de Bellavista.

11.3 Población y Muestra

La población universal objeto de estudio represento el 63% de las viviendas del área de interés constituido por 19 familias que corresponden a 19 viviendas de las 30 viviendas damnificadas según el censo que arrojó en el momento de la calamidad.

11.4 Recolección de Datos

La recolección se dio mediante entrevistas semiestructuradas y la observación directa In Situ (visita de campo) con esta técnica se determinó la zona de afectación y los efectos causados por el movimiento en masa.

También se obtuvo información de recolección documental, que permitió recopilar información relevante sobre la historia de los eventos producidos en esta zona, y con el apoyo de la oficina de Gestión del Riesgo de Desastres del municipio y los habitantes de la zona de estudio sobre los efectos y el impacto que generó el movimiento en masa.

11.5 Cuestionario

El cuestionario que se muestra a continuación se diseñó y se usó para recolectar la información necesaria para establecer criterios de comparación de pares de parámetros de evaluación y de esta manera se obtuvieron los insumos necesarios para establecer la vulnerabilidad física y social en el área de estudio. (ver Tabla 4).

Tabla 4 Cuestionario para la evaluación vulnerabilidad física y social

EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD FÍSICA Y SOCIAL EN LAS ÁREAS SUSCEPTIBLES A MOVIMIENTOS EN MASA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO ALTOS DE BELLAVISTA, EN EL MUNICIPIO DE BARRANCABERMEJA.			
NOMBRE RESPONSABLE DE LA VIVIENDA:			
VULNERABILIDAD FÍSICA			
1. TIPO DE CONSTRUCCIÓN (Material de construcción)		2. NUMERO DE PISOS DE LA VIVIENDA	
Concreto reforzado		Mayor a 3	
Mampostería		2	
Bareque		1	
Madera / Tabla			
		3. ANTIGÜEDAD DE LA CONSTRUCCIÓN	
Latas		Mayor a 10 Años	
Plástico		Entre 10 y 5 Años	
Cartón		Entre 5 y 3 Años	
		Entre 3 y 2 Años	
		Entre 1 y 0	
4. TIPO DE TECHO DE LA VIVIENDA		5. DISTANCIA DE LA VIVIENDA A UN MOVIMIENTO DE MASA ACTIVO	
Concreto / Placa		Mayor o Igual a 100 m	
Plancha de cemento		Entre 50 y 100 m	
Eternit		Entre 30 y 50 m	
Latas		Entre 20 y 30 m	
Plástico		Menos a 20 m	
Otros			
VULNERABILIDAD SOCIAL			
1. NIVEL DE EDUCACIÓN		2. EDAD	

Universitaria			Mayor a 70 Años	
Técnico o Tecnólogo			Entre 50 y 70	
Educación Básica			Entre 18 y 50	
No escolaridad			Entre 6 y 12	
			Menor a 6	
3. DISCAPACITADOS			4. INGRESOS	
SI			Mas de 3 SMMLV	
NO			Entre 2 y 3 SMMLV	
			Entre 1 y 2 SMMLV	
			Menor a 1 SMMLV	
			Sin Ingresos	
5. CONOCIMIENTO DEL RIESGO			6 RED DE APOYO ¿Cuenta con apoyo por parte de un familiar o amigo, en caso de tener que evacuar su vivienda?	
SI			SI	
NO			NO	
7. ¿SABE COMO ACTUAR EN CASO DE UNA EMERGENCIA?				
SI				
NO				

Fuente: Elaboración propia.

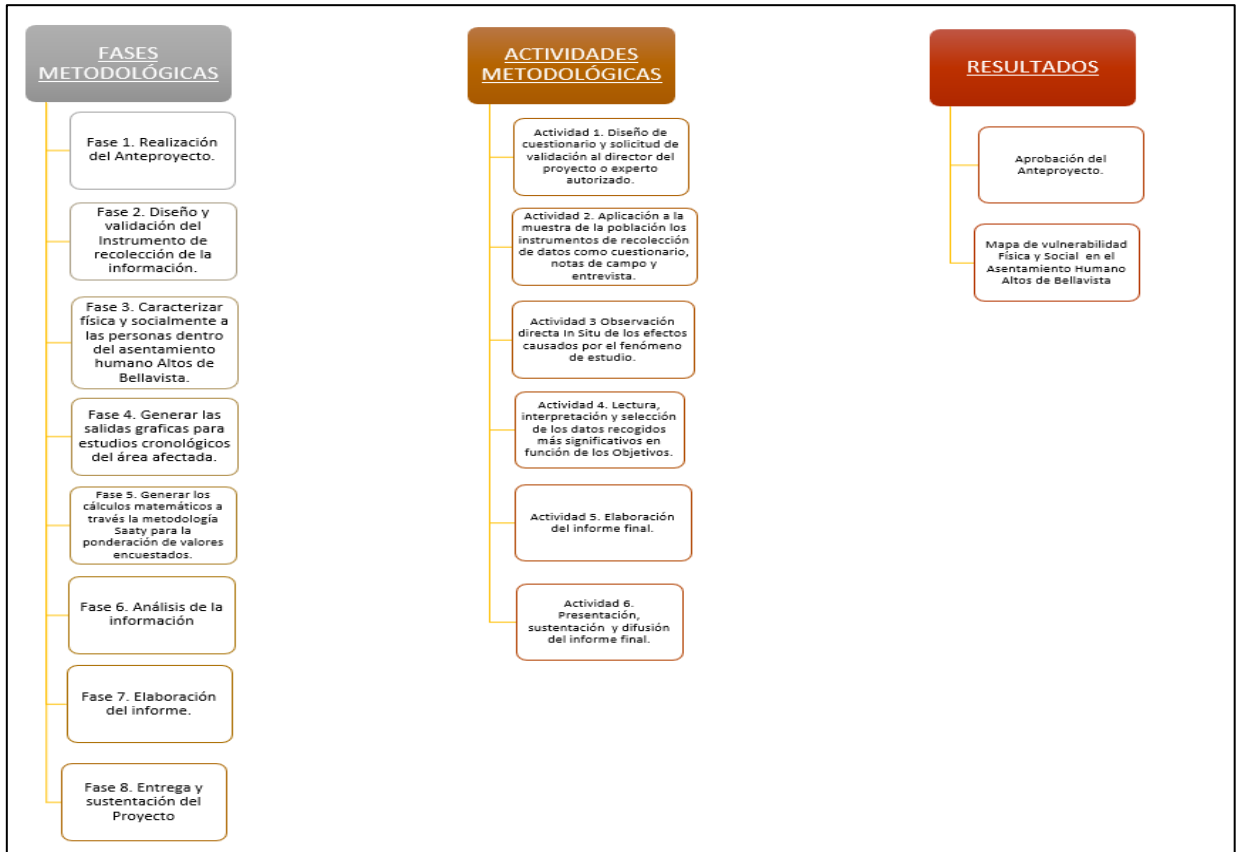
Una vez recolectada la información primaria, se procedió a valorar cuantitativa y cualitativamente los criterios de comparación de pares de parámetros de evaluación mediante la aplicación de la metodología de Saaty (1980).

11.6 Procesamiento de Datos

Se realizó el procesamiento de resultados mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) con el propósito de organizar la información recopilada mediante el software ArcGIS 10.4.1 y archivos en formato shapefile y/o Raster. Lo anterior, con el fin de obtener los resultados de la investigación y plasmarlos en mapas de vulnerabilidad física, social y una vulnerabilidad final.

11.7 Fases Metodológicas

Gráfica 1 Fases Metodológicas Monografía



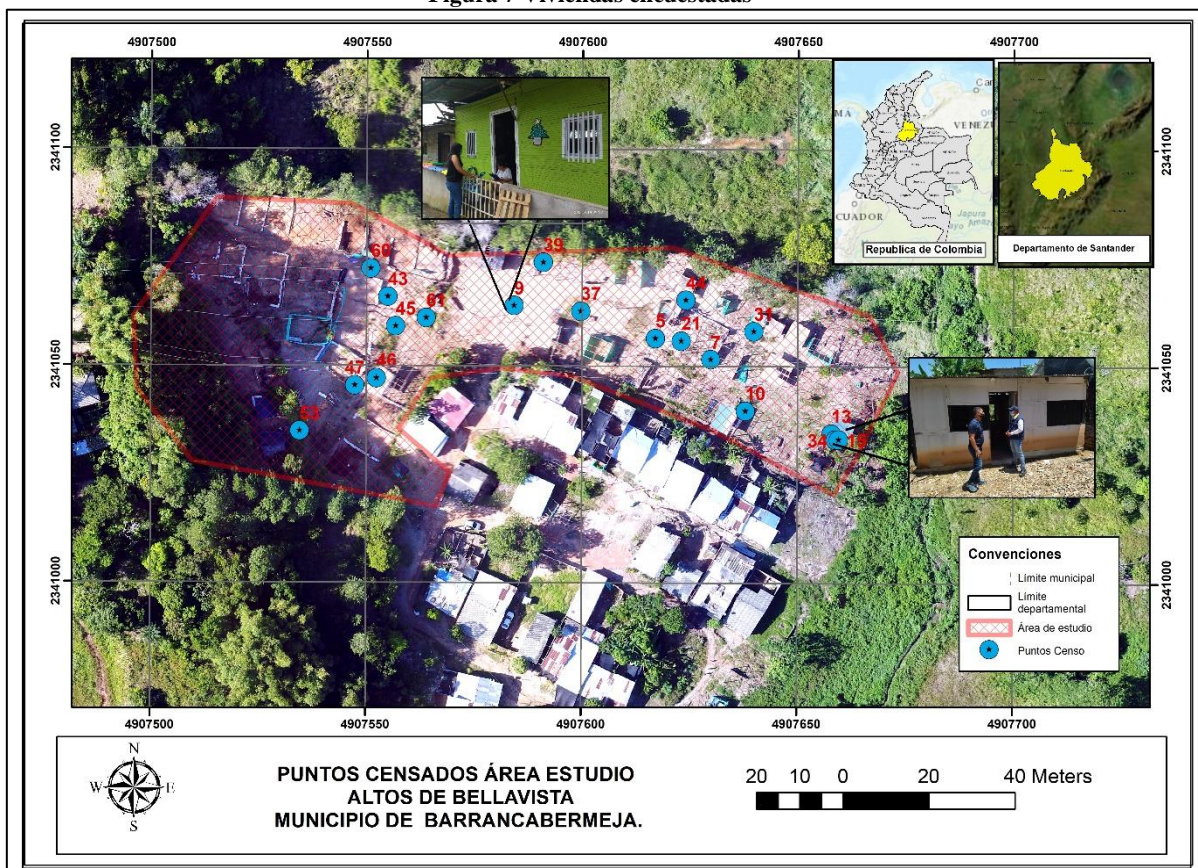
Fuente: Elaboración propia

11.8 Resultados

11.8.1 Resultados encuestas.

El área de estudio está conformada por 30 viviendas aproximadamente, las cuales se pudieron realizar 19 encuestas debido a que al momento de realizar la recolección de información primaria, algunas viviendas estaban deshabitadas y en otras no se pudieron contactar las personas que viven en ellas y que por motivos de seguridad no se pudieron realizar en el horario nocturno, por lo que los resultados y salidas graficas georreferenciadas están asociadas a las viviendas encuestadas (ver Figura 7).

Figura 7 Viviendas encuestadas



Fuente: Elaboracion propia.

Para el análisis de las encuestas, estas se clasificaron en preguntas físicas (infraestructura y estado del mismo) y social (caracterización social de la zona), como se identifica en la Tabla

4 Cuestionario para la evaluación vulnerabilidad física y social.

➤ Vulnerabilidad física

Los datos recopilados en campo para la vulnerabilidad física se muestran de la Gráfica 2 a la Gráfica 6.

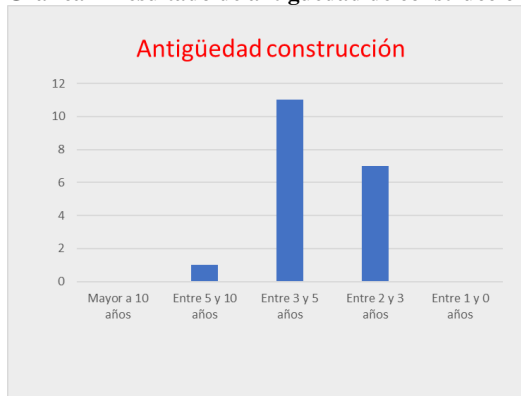
Gráfica 2 Resultado de distancia de vivienda a movimientos de remoción de masa



Gráfica 3 Resultado de tipo de construcción



Gráfica 4 Resultado de antigüedad de construcción



Gráfica 5 Resultado de número de pisos vivienda



Gráfica 6 Resultado tipo de techo vivienda



Fuente: Elaboracion propia.

Para el criterio de distancia de vivienda a movimiento de remoción en masa se identifica que la distancia que predomina es entre 30 m y 50 m ya que 6 casas de las 19 encuestadas se encuentran a esta proximidad, para el tipo de construcción de las viviendas predomina la madera/tabla, seguido para la antigüedad de construcción predomina las viviendas entre 3 y 5 años siendo estas unas de las primeras en construirse al momento de ocupar este territorio. Por último, se obtiene que la mayoría de viviendas son de un piso con techo de materiales como Eternit y latas.

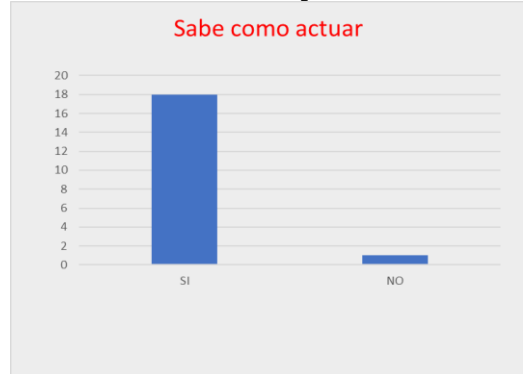
➤ Vulnerabilidad social.

Los datos recopilados en campo para la vulnerabilidad social se muestran de la Gráfica 7 la 13.

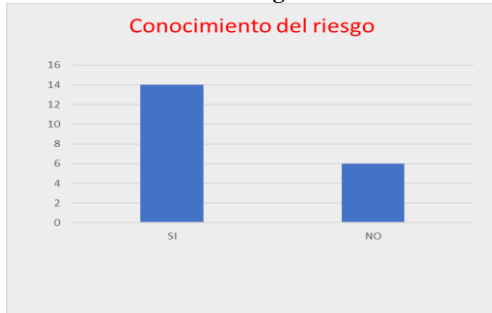
Gráfica 7 Resultado de distancia de vivienda a movimientos de remoción de masa



Gráfica 8 Resultado de tipo de construcción



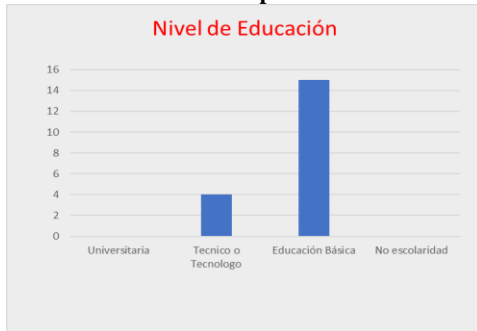
Gráfica 9 Resultado de antigüedad de construcción



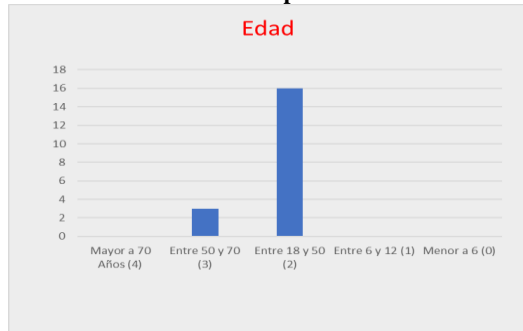
Gráfica 10 Resultado de número de pisos vivienda



Gráfica 11 Resultado tipo de techo vivienda



Gráfica 12 Resultado tipo de techo vivienda



Gráfica 13 Resultado tipo de techo vivienda



Fuente: Elaboracion propia.

Las preguntas realizadas en la encuesta de vulnerabilidad social se realizaron con el fin de obtener una caracterización social y de esta manera establecer criterios de comparación de pares de parámetros de evaluación y así tener insumos para obtener la vulnerabilidad física y social.

Como resultado se obtuvo que la mayor parte de la población no se encuentra en condiciones de discapacidad, al momento de ocurrir una eventualidad similar a la ocurrida, tendría el conocimiento del proceso a seguir para salvaguardar sus vidas y las redes de apoyo a donde acudir. A manera de información general se identifica que la mayoría de la población en el área de estudio no tienen ingresos y el nivel de educación es la básica es decir hasta bachillerato, así mismo, la mayor parte de la población se encuentra entre los 18 y 50 años. Las encuestas realizadas permiten obtener información relevante la cual posteriormente será recalculada a través de una matriz Saaty (The Analytic Hierarchy Process, 1980) que permite resolver y jerarquizar problemas por medio de criterios múltiples para así definir prioridades al momento de generar soluciones a partir de un análisis subjetivo por parte de los autores de este estudio.

11.8.2 Resultados Vulnerabilidad

11.8.2.1 Mapa Vulnerabilidad Física

Luego de la aplicación de la matriz Saaty, se realizó un proceso de normalización de pares con el fin de determinar el valor porcentual de cada criterio de evaluación como se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5 Porcentaje criterios de evaluación Vulnerabilidad física

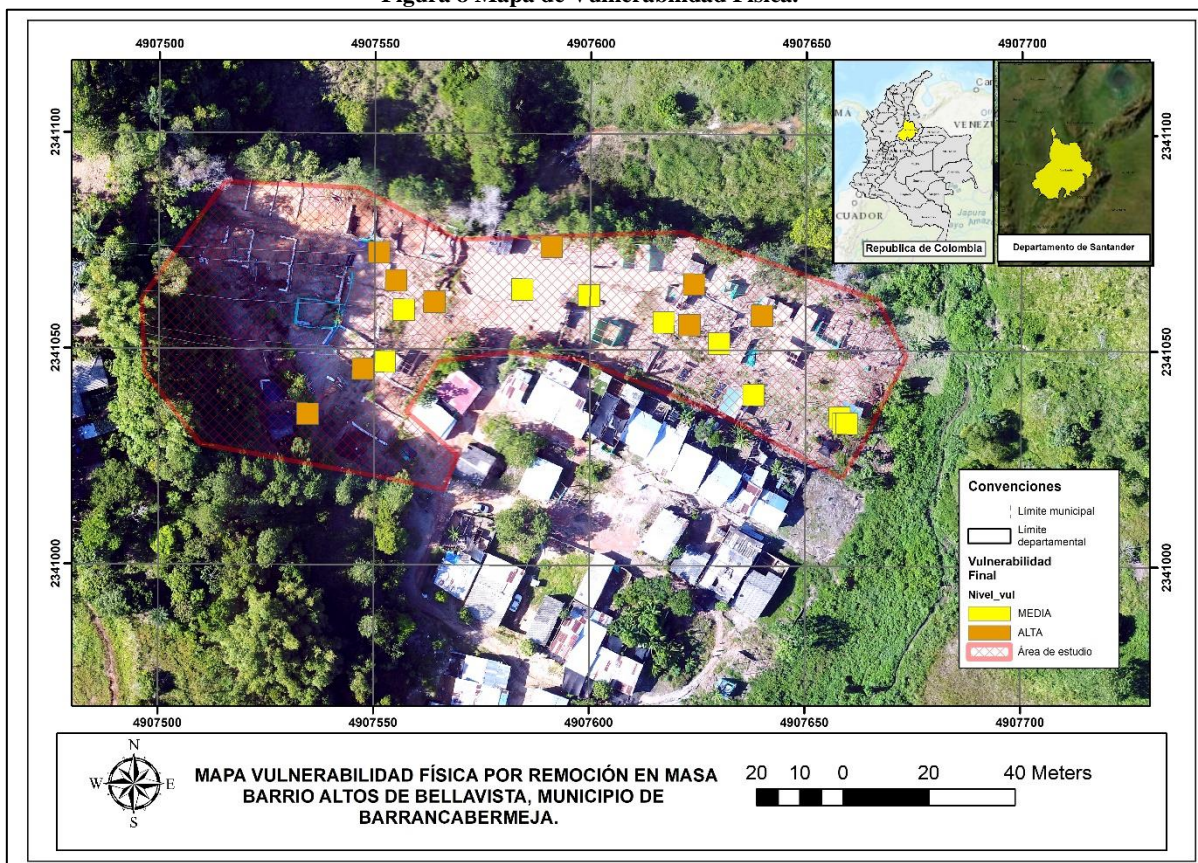
Criterio	%
Distancia vivienda a movimiento en masa	47,43
Tipo de construcción	27,14
Antigüedad de construcción	14,20
Tipo de piso vivienda	7,06
Tipo de techo vivienda	4,18

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la Tabla 5, el criterio con más valor porcentual es la distancia de la vivienda al fenómeno de movimiento en masa ocurrido con un 47,43 %, luego al tipo de construcción con un 27,14%, seguido a la antigüedad de construcción y al tipo de piso de vivienda con un valor porcentual de 14,20 % y 7,06% respectivamente. Por último, los valores de cada criterio se multiplican por la clasificación y peso obtenido por cada pregunta (para mayor información ver el Anexo 1 – Resumen Vulnerabilidad).

Al obtener los resultados definido para la vulnerabilidad física, se aplica las técnicas de procesamiento de datos y se obtiene el mapa de vulnerabilidad física como se muestra en la Figura 8.

Figura 8 Mapa de Vulnerabilidad Física.



Fuente: Elaboracion propia.

De acuerdo a esta figura, las viviendas estudiadas se encuentran entre valores de vulnerabilidad física media y alta, debido a las condiciones actuales de las viviendas y la distancia de esta al fenómeno de remoción en masa ocurrido.

11.8.2.2 Mapa Vulnerabilidad Social

Luego de la aplicación de la matriz Saaty, se realizó un proceso de normalización de pares con el fin de determinar el valor porcentual de cada criterio de evaluación como se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6 Porcentaje criterios de evaluación Vulnerabilidad física

Criterios	%
Discapacitados	35,04
Saber cómo actuar	23,75
Conocimientos del riesgos	15,90
Ingresos	10,56
Nivel de Educación	6,96
Edad	4,62
Red de apoyo	3,18

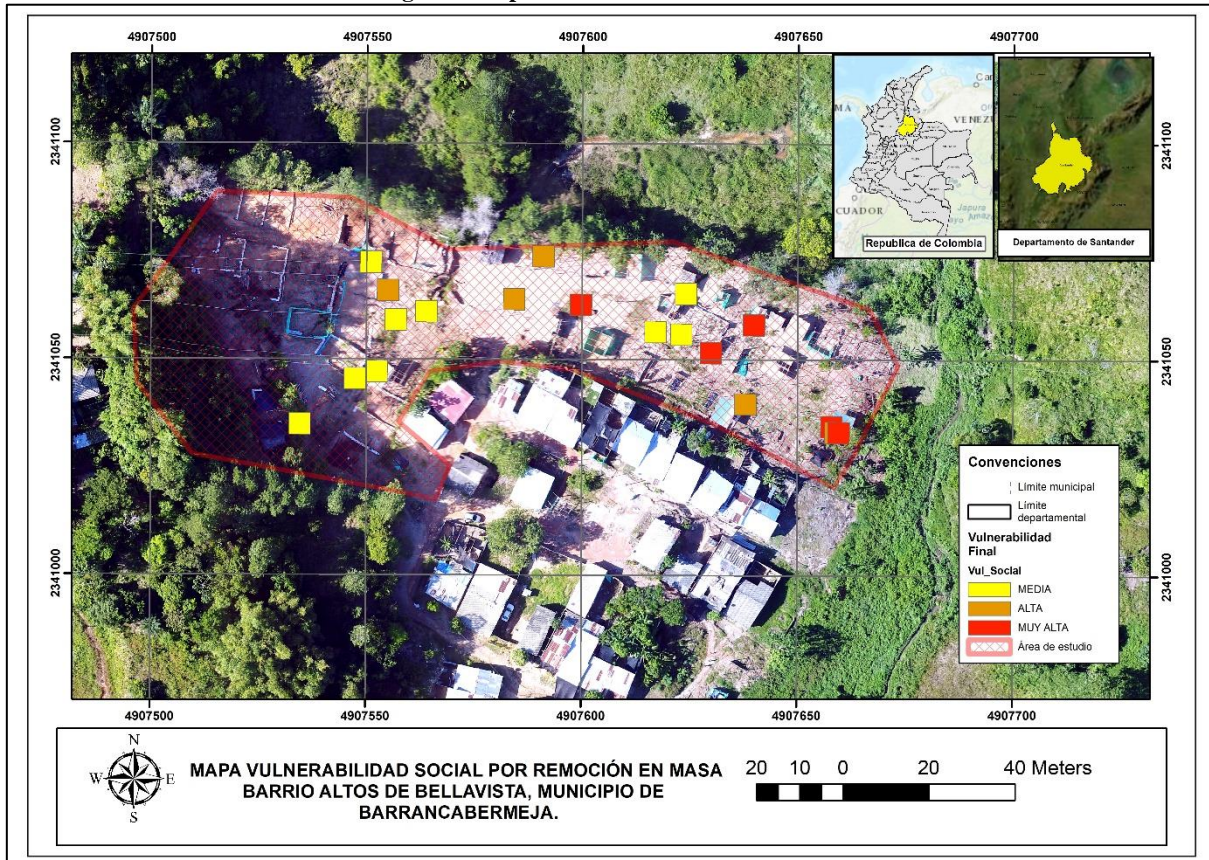
Fuente: Elaboracion propia.

Como se puede observar en la Tabla 6 , los criterios con más valores porcentual son la discapacidad y el saber cómo actuar con un 35,04% y 23,75% respectivamente, seguido del conocimiento del riesgo y los ingresos con un 15,90% y 10,56% respectivamente. Por último, se tiene el criterio de nivel d educación con un 6,96%, la edad con un 4,62% y la red de apoyo en un 3%.

Los valores de cada criterio se multiplican por la clasificación y peso obtenido por cada pregunta (para mayor información ver el Anexo 1 – Resumen Vulnerabilidad).

Al obtener los resultados definido para la vulnerabilidad social, se aplica las técnicas de procesamiento de datos y se obtiene el mapa de vulnerabilidad física como se muestra en la Figura 9.

Figura 9 Mapa de Vulnerabilidad Social.



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la Figura 9, las viviendas estudiadas se encuentran entre valores de vulnerabilidad social media, alta y muy alta debido a que las condiciones sociales de la mayoría de los habitantes del asentamiento humana son mininas, teniendo muchas necesidades económicas y necesidades básicas insatisfechas.

10.8.2.3 Mapa Vulnerabilidad Final

Luego de la aplicación de la matriz Saaty, se realiza un proceso de normalización de pares, con el fin de determinar el valor porcentual de cada vulnerabilidad como se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7 Porcentaje criterios de evaluación Vulnerabilidad

Vulnerabilidad	%
Física	60
Social	40

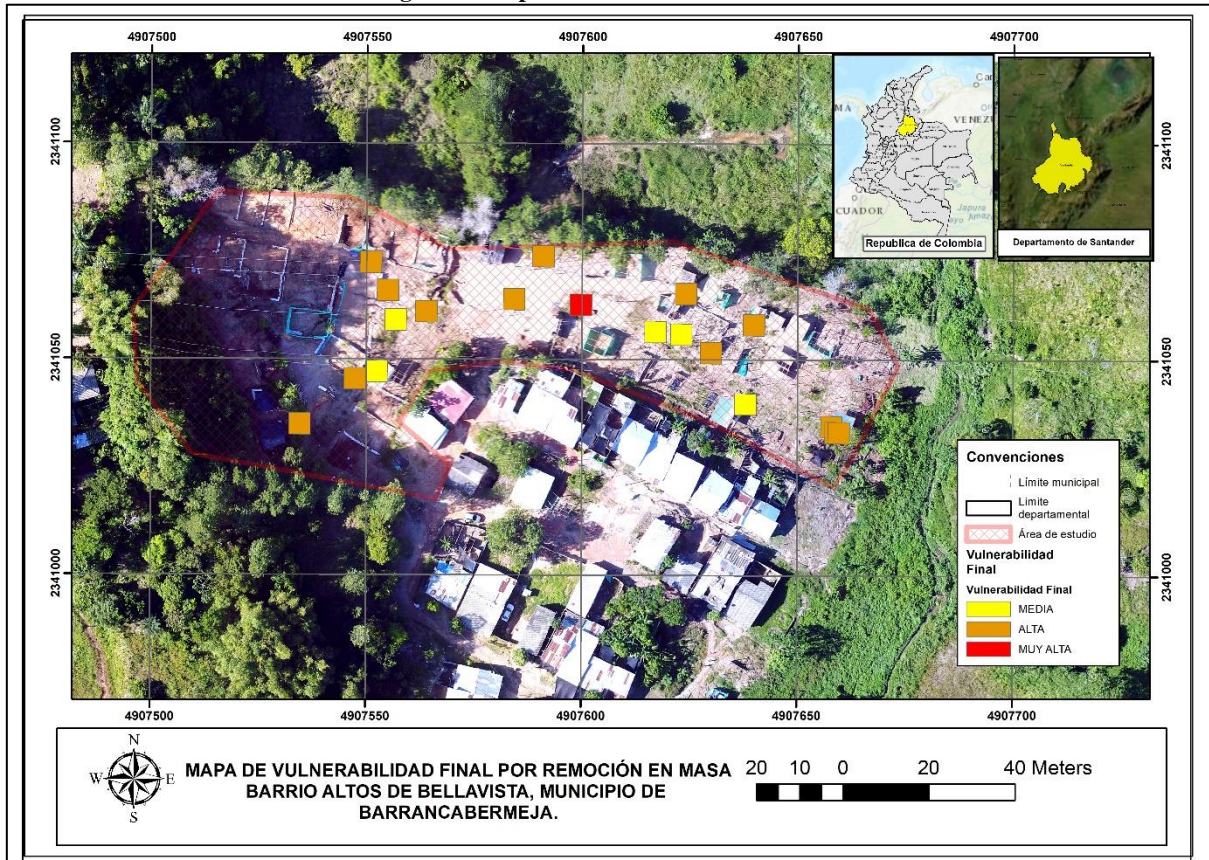
Fuente: Elaboracion propia.

Como se puede observar en la Tabla 7, el criterio con mayor valor porcentual es la vulnerabilidad física dado a que en esta se tratan los criterios físicos y estructurales de las viviendas del área de estudio y que son un factor primordial para el alcance del desastre. Seguido de la vulnerabilidad social con un 40% debido a que se relaciona criterios de conocimiento de riesgo y procedimiento de respuesta frente a evento de riesgo, así mismo, de las condiciones sociales y económicas que presenta los pobladores.

Los valores de cada criterio se multiplican por la clasificación y peso obtenido por cada pregunta (para mayor información ver el Anexo 1 – Resumen Vulnerabilidad).

Al obtener los resultados definido para la vulnerabilidad física y social, se aplica las técnicas de procesamiento de datos y se obtiene el mapa de vulnerabilidad final como se muestra en la Figura 10.

Figura 10 Mapa de Vulnerabilidad Final.



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la Figura 10, las viviendas estudiadas se encuentran entre valores de vulnerabilidad final media, alta y muy alta debido a que las condiciones físicas sociales de la mayoría de los habitantes. Se evidencia que la casa # 37, es la única que presenta una vulnerabilidad muy alta esto debido a que el material de construcción de esta es de madera y vive una persona con discapacidad, así mismo, no tienen fuente de ingreso económico al estar desempleado actualmente, por lo que esta es la vivienda más vulnerable en el área de estudio. Sin embargo, en general la mayoría de viviendas se encuentra en estado de vulnerabilidad física y social, todo está relacionado a la falta de satisfacción de necesidades básicas al ser un asentamiento humano formado informalmente, por lo que no cumplen con las condiciones estructurales de construcción y las familias son de bajos recursos económicos.

11.9 Conclusiones

La cronología permite establecer que para el 2016 se inicia el proceso de adecuación del terreno, momento en el cual se debió iniciar los procesos de control urbano y para el año 2017 a pesar de que ya se había realizado un proceso policivo evidencia una deficiencia en cuanto a la operación y cumplimiento de la norma.

Los valores de factores unitarios que más aportan al nivel de vulnerabilidad física son: tipo de construcción, antigüedad de la construcción y la distancia de la vivienda a un movimiento de masa activo. Por otra parte, los valores de factores unitarios que más aportan al nivel de vulnerabilidad social son: discapacidad, saber cómo actuar, ingresos, nivel de educación y tener conocimiento del riesgo.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede concluir que la mayoría de las viviendas en el barrio Alto de Bellavista se encuentra en un nivel de vulnerabilidad alta y muy alta y es como resultado a un proceso de asentamiento informal por lo que no se aseguraron las condiciones físicas estructurales al momento de construcción de las viviendas y presentan necesidades económicas y básicas insatisfechas.

La presente monografía deja información base disponible con respecto a metodologías y herramientas fundamentales para la evaluación de la vulnerabilidad al municipio de Barrancabermeja, para que de esta manera tenga un instrumento de evaluación y toma de decisiones frente a eventos que han ocurrido o futuros siniestros.

11.10 Recomendaciones

- La administración debe incrementar el personal capacitado para conceptualizar de forma más eficaz las alertas generadas por la comunidad y curaduría por procesos relacionados a invasión y loteo de predios públicos y privados.
- Implementar un manejo de sistemas de información geográfica por parte de las dependencias del Distrito, de manera que se pueda abordar de manera más rápida y segura los puntos críticos que ameriten revisión constante por parte de la administración.
- Desarrollar programas educativos que permitan concientizar a los jóvenes de las inseguridades que con lleva el construir asentamientos informales sobre áreas protegidas y en condición de riesgo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bernal, C (2010) Metodología de la investigación, recuperado de <http://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf.pdf>.
- Cardona, O. D. (1993). Evaluación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo. Los desastres no son naturales, 51-74. <http://www.planesmojana.com/documentos/estudios/19.Evaluacion%20de%20la%20amenaza,%20la%20Vulnerabilidad%20y%20el%20riesgo.pdf>.
- Chimbo Yauqui, Á. I., & Cáceres Valencia, C. P. (2017). Evaluación de la vulnerabilidad físico estructural y socioeconómica en áreas susceptibles a inundaciones del Río Camarón, en el recinto San José de Camarón, cantón Echeandía, durante el período mayo–agosto del 2017 (Bachelor's thesis)..Disponible en: http://190.15.128.197/bitstream/123456789/1865/1/PROYECTO%20DE%20INVESTIGACION%20RECINTO_CAMARON.pdf.
- Climent, A., Salgado, D., Slob, S., & van Westen, C. J. (2003, August). Amenaza sísmica y vulnerabilidad física en la ciudad de Cañas, Guanacaste, Costa Rica. ITC. Recuperado de <http://cidbimena.desastres.hn/docum/unesco/Amenazas/Publicaciones%20RAPCA/Costa%20Rica/Amenaza%20sismica%20en%20Canas%20Costa%20Rica.PDF>.
- El Tiempo (2018) Causas del derrumbe que deja 9 muertos en Barrancabermeja, recuperado de <https://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/causas-del-derrumbe-que-deja-9-muertos-en-barrancabermeja-284094>.
- Evaluación del riesgo asociado a vulnerabilidad física por taludes y laderas inestables en la microcuenca cay, Ibagué, Tolima, Colombia.
- <http://www.scielo.org.co/pdf/cein/v26n2/v26n2a07.pdf>
- Guía Metodológica para la elaboración de planes Departamentales de GRD (2012) recuperado de <https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/handle/20.500.11762/20871>.

- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación (6a ed.). México, D.F., México: McGraw-Hill Interamericana. Recuperado de <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Luna, L., & Edgar, J. (2013). Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales en la ciudad de Trujillo. Disponible en: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/4967>
- Pérez-Gutiérrez, R. (2007). Análisis de la vulnerabilidad por los deslizamientos en masa, caso: Tlacuitlapa, Guerrero. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, 59(2), 171-181. <http://www.scielo.org.mx/pdf/bsgm/v59n2/1405-3322-bsgm-59-02-171-s1.pdf>
- UNGRD (2012) Ley 1523 de 2012 Ley Sistema Nacional de Gestión del Riesgo, recuperado de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=47141>
- Uribe Castro, H. (2011). Los asentamientos ilegales en Colombia: las contradicciones de la economía-mundo capitalista en la sociedad global. Latinoamérica. Revista de estudios latinoamericanos, (53), 169-200. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-85742011000200009
- Veloza W (2017) Estudio de vulnerabilidad física como pauta para la gestión del riesgo en Macanal, Boyacá. Disponible en: <https://repository.udca.edu.co/bitstream/11158/788/1/Proyecto%20de%20Investigacion-%20METINV.pdf>
- Wikipedia (2020) División política de Barrancabermeja, tomado de <https://es.wikipedia.org/wiki/Barrancabermeja>
- Wilches-Chaux, G. (1993). La vulnerabilidad global. Los desastres no son naturales, 11-44. Disponible en: <https://www.gub.uy/sistema-nacional-emergencias/sites/sistema-nacional-emergencias/files/documentos/publicaciones/La%20vulnerabilidad%20social%20WILCHES%20CHAUX.pdf>

- Vanguardia (2019), Disponible en:
<https://www.vanguardia.com/santander/barrancabermeja/que-va-a-pasar-con-las-invasiones-en-barrancabermeja-CY1023859>
- Saaty, T.L. (1980). The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation, McGraw-Hill.