

**ANÁLISIS Y VALORACIÓN DE LA VULNERABILIDAD POR FENÓMENOS
DE REMOCIÓN EN MASA EN LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS
LOCALIZADOS EN LAS COMUNAS 10 Y 11 DE LA ESCARPA
OCCIDENTAL DEL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA.**

LUIS CARLOS FLOREZ PEDRAZA

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA BUCARAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA
2015**

**ANÁLISIS Y VALORACIÓN DE LA VULNERABILIDAD POR FENÓMENOS
DE REMOCIÓN EN MASA EN LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS
LOCALIZADOS EN LAS COMUNAS 10 Y 11 DE LA ESCARPA
OCCIDENTAL DEL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA.**

LUIS CARLOS FLOREZ PEDRAZA

**DIRECTOR
ING. JORGE MAURICIO RAMIREZ VELASQUEZ**

Proyecto de Grado para optar al título de Ingeniero Civil

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA BUCARAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA
2015**

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus agradecimientos:

Al Ingeniero Jorge Mauricio Ramírez Velásquez por su acompañamiento y seguimiento en la elaboración del proyecto de grado como mi director de tesis.

Al Ingeniero Julián Andrés Serrano Gómez por su colaboración en la información del consorcio Edarfris y por permitirme trabajar en su empresa y elaborar esta tesis aplicada con ellos.

Al Ingeniero Miguel Quirós Gómez como compañero de trabajo y por su colaboración en asesoría del proyecto en información acerca de ingeniería.

Al Ingeniero Jorge Gélvés y el Ingeniero Jorman reyes por sus asesorías en el tema de vulnerabilidad estructural y sistema de información geográfico (SIG).

A mi familia y amigos por su acompañamiento en mi proceso educativo durante el proceso formativo y al momento de realización del proyecto final

A la Universidad Pontificia Bolivariana y sus profesores que me acompañaron durante mi formación profesional, y

A DIOS.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN

1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	16
1.1 LOCALIZACIÓN.....	16
1.1.1 Territorio y suelos	16
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	17
1.2.1 Delimitación	17
1.2.2 Cronología del Problema	19
1.3 ALCANCE DEL PROYECTO	20
1.4 JUSTIFICACIÓN.....	20
2. OBJETIVOS	23
2.1 Objetivo General.....	23
2.2 Objetivos Específicos.....	23
3. MARCO TEÓRICO.....	24
3.1 El riesgo y sus componentes.....	24
3.1.1 Vulnerabilidad.....	25
3.1.2 Amenaza.....	25
3.2 Vulnerabilidad de las edificaciones.....	27
3.2.1 Métodos para la evaluación de vulnerabilidad en edificaciones.....	28
3.2.2 Funciones de vulnerabilidad Grupo Inme.....	29
4. Metodología.....	34

4.1 METODOLOGÍA EVALUACIÓN VULNERABILIDAD EDIFICACIONES ADOPTADA POR EL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA.....	35
4.2 PARÁMETRO 1- SISTEMA ESTRUCTURAL.....	35
4.3 PARÁMETRO 2- CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE.....	36
4.4 PARÁMETRO 3- RESISTENCIA ESTRUCTURAL.....	37
4.5 PARÁMETRO 4- CONFIGURACIÓN EN ALTURA.....	38
4.6 PARÁMETRO 5- UBICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN.....	39
4.7 PARÁMETRO 6- SISTEMA ESTRUCTURAL.....	41
4.8 PARÁMETRO 7- POSICIÓN DE LA CIMENTACIÓN.....	42
4.9 PARÁMETRO 8- TIPO DE CIMENTACIÓN.....	43
4.10 PARÁMETRO 9- VEGETACIÓN DEL SITIO.....	44
4.11 PARÁMETRO 10- MUROS DE CONTENCIÓN.....	45
4.12 PARÁMETRO 11- SISTEMA DE DRENAJES.....	47
4.13 PARÁMETRO 12- MANEJO DE BASURAS.....	48
4.14 PARÁMETRO 13- ESTADO CONSERVACIÓN ENTORNO.....	49
4.15 PARÁMETRO 14- ESTADO CONSERVACIÓN EDIFICACIÓN.....	50
5. SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG) PARA LA PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	55
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	75
BIBLIOGRAFÍA.....	78
ANEXOS.....	80

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa Geopolítico de Bucaramanga	14
Figura 2. Mapa geofísico de Bucaramanga.	15
Figura 3. Localización de los barrios a estudiar	15
Figura 4. Imagen Granja Reagan.....	16
Figura 5. Estadística Parámetro 1.....	31
Figura 6. Estadística Parámetro 2.....	32
Figura 7. Estadística Parámetro 3.....	33
Figura 8. Estadística Parámetro 4.....	35
Figura 9. Estadística Parámetro 5.....	36
Figura 10. Estadística Parámetro 6.....	38
Figura 11. Estadística Parámetro 7.....	39
Figura 12. Estadística Parámetro 8.....	40
Figura 13. Estadística Parámetro 9.....	41
Figura 14. Estadística Parámetro 10.....	42
Figura 15. Estadística Parámetro 11.....	43
Figura 16. Estadística Parámetro 12.....	44
Figura 17. Estadística Parámetro 13.....	45
Figura 18. Estadística Parámetro 14.....	46
Figura 19. Imagen Barrio Luz de salvación 1.....	47
Figura 20. Imagen Granja Reagan.....	47

Figura 21. Imagen Balcones del Sur.....	48
Figura 22. Imagen Punta Paraíso.....	48
Figura 23. Pantallazo barrios en estudio.....	51
Figura 24 Vulnerabilidad por colores.....	52
Figura 25. Selección de predios.....	53
Figura 26. Delimitación barrio Punta Paraíso.....	53
Figura 27. Aplicación de la table of contents.....	54
Figura 28. Uso comando identify.....	55
Figura 29. Tabla de información de las propiedades.....	55
Figura 30. Información recolectada en el barrio.....	56
Figura 31. Información de predios 1.....	57
Figura 32. Número de propiedades del barrio.....	57
Figura 33. Uso de la opción show selected records.....	58
Figura 34. Información de predios 2.....	58
Figura 35. Información de predios 3.....	59
Figura 36. Paso 1 para calcular los pisos de una casa.....	60
Figura 37. Paso 2 para calcular los pisos de una casa.....	60
Figura 38. Paso 3 para calcular los pisos de una casa.....	61
Figura 39. Paso 4 para calcular los pisos de una casa.....	61
Figura 40. Uso del comando select by attributes.....	62
Figura 41. Ejemplo 1 de determinación de parámetros.....	63

Figura 42. Ejemplo 2 de determinación de parámetros.....	63
Figura 43. Ítem información_predios.....	64
Figura 44. Información de parámetros.....	65
Figura 45. Uso del Symbol Selector.....	65
Figura 46. Información parámetro 5.....	66
Figura 47. Programación del ítem vulnerabilidad actual. Paso 1.....	67
Figura 48. Programación del ítem vulnerabilidad actual. Paso 2.....	67
Figura 49. Programación del ítem vulnerabilidad actual. Paso 3.....	68
Figura 50. Viviendas con vulnerabilidad media.....	68
Figura 51 Vulnerabilidad Total.....	69

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Estadística Parámetro 1.....	31
Tabla 2. Estadística Parámetro 2.....	32
Tabla 3. Estadística Parámetro 3.....	33
Tabla 4. Estadística Parámetro 4.....	34
Tabla 5. Estadística Parámetro 5.....	36
Tabla 6. Estadística Parámetro 6.....	37
Tabla 7. Estadística Parámetro 7.....	39
Tabla 8. Estadística Parámetro 8.....	40
Tabla 9. Estadística Parámetro 9.....	41
Tabla 10. Estadística Parámetro 10.....	42
Tabla 11. Estadística Parámetro 11.....	43
Tabla 12. Estadística Parámetro 12.....	44
Tabla 13. Estadística Parámetro 13.....	45
Tabla 14. Estadística Parámetro 14.....	46
Tabla 15. Vulnerabilidad Total.....	69

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. Hoja de vida Barrio Granjas de Provenza.....	80
ANEXO B. Hoja de vida Barrio Luz de Salvación 2.....	80
ANEXO C. Hoja de vida Barrio Punta Paraíso.....	81
ANEXO D. Parámetros Barrio Punta Paraíso.....	81
ANEXO E. Registro Fotográfico.....	82
ANEXO F. Carta de Autorización para el uso de información.....	84

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: ANÁLISIS Y VALORACIÓN DE LA VULNERABILIDAD POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA EN LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS LOCALIZADOS EN LAS COMUNAS 10 Y 11 DE LA ESCARPA OCCIDENTAL DEL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA.

AUTOR: Luis Carlos Flórez Pedraza
FACULTAD: Facultad de ingeniería civil
DIRECTOR: Jorge Mauricio Ramírez Velásquez

RESUMEN

La falta de presupuesto y espacios en terrenos adecuados para la construcción, genera que personas que no tengan los recursos y el terreno en zonas adecuadas se vean obligadas a la autoconstrucción en cualquier sitio no apto para construir como las laderas, sin importar que tan vulnerables se lleguen a ver y ser afectados.

De acuerdo con los objetivos propuestos en este proyecto se desarrolla una metodología de tres etapas, la revisión de fuentes bibliográficas, la descripción de los parámetros evaluar en cada vivienda y sector, y la generación de un sistema de información geográfico.

Por medio de encuestas realizadas en los asentamientos de: luz de salvación 1 y 2, brisas de Provenza, balcones del sur, brisas del palmar, granjas de Reagan, punta paraíso, villas del nogal, brisas del paraíso, viveros de Provenza, villa real, cristal alto y granjas de Provenza, barrios ubicados en la escarpa occidental del municipio de Bucaramanga, se estableció un nivel de vulnerabilidad en la que se encuentra las viviendas en su parte estructural y con los estudios del consorcio EDARFRIS con su respectiva autorización se toma información primaria y secundaria, para determinar el nivel de vulnerabilidad que se encuentra los asentamientos informales.

De acuerdo al análisis de resultados se determinó cualitativamente que un 58% de las viviendas se encuentran en vulnerabilidad muy alta, un 10.7% en vulnerabilidad alta, un 13.5% en vulnerabilidad media y un 17.8% en vulnerabilidad baja.

Al analizar las encuestas se observó que la mayor parte de las viviendas fueron autoconstruidas por sus habitantes sin ningún tipo de asesoría técnica por ende muchas viviendas presentan problemas estructurales que las hacen muy vulnerables al igual se puede evidenciar que la gran mayoría son construidas en laderas siendo vulnerables a fenómenos de remoción en masa.

PALABRAS CLAVES: VULNERABILIDAD INFORMALIDAD AUTOCONSTRUCCION

V°B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: ANALYSIS AND EVALUATION OF VULNERABILITY by phenomena of landslides HUMAN SETTLEMENTS LOCATED IN THE COMMUNES 10 AND 11 OF THE WESTERN DISTRICT OF BUCARAMANGA escarpment.

AUTHOR(S): Luis Carlos Flórez Pedraza

FACULTY: Faculty of civil Engineering

DIRECTOR: Jorge Mauricio Ramírez Velásquez

ABSTRACT

Lack of budget and space suitable land for construction, which generates people who do not have the resources and the land suitable areas are forced to self anywhere unfit to build as the slopes, no matter how vulnerable come to see and be affected.

According to the objectives in this project, a three-stage methodology, revision of bibliographical sources, the description of the parameters evaluated in each home and industry, and the creation of a geographic information system it develops.

Through surveys in the settlements: the light of salvation 1 and 2, breezes of Provence, southern balconies, palmar breezes, farms Reagan, paradise tip, villas walnut, breezes of paradise, nurseries Provence, royal villa, tall glass and farms of Provence, neighborhoods on the western escarpment of the city of Bucaramanga, a level of vulnerability that the housing is in its structural part and studies EDARFRIS consortium established their respective authorization information is taken primary and secondary, to determine the level of vulnerability that informal settlements are located.

According to analysis results it is qualitatively determined that 58% of the houses are in very high vulnerability, 10.7% in high vulnerability, 13.5% in medium vulnerability and 17.8% in low vulnerability.

In analyzing the survey found that most of the houses were self-built by its inhabitants without any technical advice therefore many houses have structural problems that make them very vulnerable as can be evidenced that most are built on hillsides being vulnerable to landslides phenomena.

KEYWORDS: VULNERABILITY INFORMALITY
CONSTRUCTION

V ° B ° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

INTRODUCCIÓN

En los últimos 40 años, Colombia ha sido uno de los países más afectados y expuestos a las amenazas por desastres naturales en América. Estudios realizados por la Dirección Nacional de Planeación y la Unidad para la gestión de riesgo de desastres, revela que en promedio cada año ocurren 597 desastres en Colombia, superando a Perú (585), México (241) y Argentina (213)¹.

Entre 1970 y el 2013 se registraron más de 30.000 eventos desastrosos, de los cuales cerca del 60% se reportan a partir de la década de 1990. Conjuntamente, durante el 2010 y el 2012, en tan sólo 20 meses, se alcanzó una cifra equivalente a la cuarta parte de los registros y los muertos de la década anterior, lo que denota un evidente incremento en la ocurrencia de eventos desastrosos, pasando de 5.957 registros, entre 1970 y 1979, a 9.870 registros, entre el 2000 y el 2009, lo cual se explica no sólo por la mayor disponibilidad y calidad de las fuentes de información, sino principalmente por el aumento de la población y los bienes expuestos.

Actualmente, la distribución del nivel de exposición indica que en Colombia el 36% del territorio está en situación de amenaza sísmica alta, el 28% en alto potencial de inundación y el 8% en amenaza alta por movimientos en masa². Mientras los eventos geológicos ocasionan grandes pérdidas concentradas en un territorio y en un lapso relativamente corto, los fenómenos hidrometeorológicos generan impactos más localizados pero de alta frecuencia, lo cual de manera acumulativa en el tiempo significa pérdidas, incluso mayores a las asociadas a los eventos sísmicos y erupciones volcánicas

Frente a este panorama, se tiene que la meseta donde se localiza gran parte del territorio de la población del municipio de Bucaramanga, se encuentra altamente edificada y densificada, hecho que ha llevado a que parte de la población migre a realizar sus construcciones en las zonas riesgosas para habitar, territorio que no es apto para construir pero al igual por falta de recursos lleva a que la población compre y autoconstruya de manera ilegal y sin ningún tipo de control personal o del gobierno, ya que muchas de esas áreas representan una amenaza por fenómenos de remoción en masa, debido a ser zonas de altas laderas topográficamente. Por tal motivo y con miras a proteger a la comunidad presente en dichos sectores, se requiere conocer el estado actual de la evaluación de los factores de amenaza con el fin de controlar los problemas que se puedan presentar.

¹ CORPORACIÓN OSSO. Comportamiento del riesgo en Colombia. Proyecto Análisis de la Gestión del Riesgo de Desastres en Colombia. Bogotá, Colombia: Banco Mundial. 2011

² BANCO MUNDIAL, Análisis de la gestión del riesgo de desastres en Colombia. Copyright © 2012 por Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento / Banco Mundial Región de América Latina y El Caribe
1818 H Street, N.W. Washington, D.C. 20433, U.S.A. Consultado en <http://cedir.gestiondelriesgo.gov.co/dvd/archivospdf/5-GESTIONDELRIESGOWEB.pdf>.

En este sentido, con el objetivo de presentar la evaluación de vulnerabilidad estructural realizada a la totalidad de los predios que comprenden cada uno de los barrios Luz de Salvación 1 y 2, Brisas de Provenza, Balcones del Sur, Brisas del Palmar, Granjas de Reagan, Punta Paraíso, Villas del Nogal, Brisas del Paraíso, Viveros de Provenza, Villa Real, Cristal Alto y Granjas de Provenza del municipio de Bucaramanga. Todos ellos se encuentran ubicados en el sur occidente de la ciudad, y en su mayoría, asentados sobre laderas que limitan la meseta sobre la cual se encuentra construida la ciudad de Bucaramanga.

Esta situación evidencia la alta fragilidad dada sus condiciones socioeconómicas que presentan los habitantes de estos barrios, respecto a los posibles escenarios de fenómenos de remoción en masa; sin embargo a lo largo de la zona de estudio, se evidencian técnicas constructivas que aunque no son las mejores, pueden categorizarse como aceptables a la hora de enfrentarse a solicitudes debido a los fenómenos naturales.

En este trabajo se hizo como primer paso utilizar información primaria y secundaria, la cual la información utilizada fue tomada de manera cualitativamente, esta información utilizada fue prestada y autorizada con fines académicos por parte del consorcio EDARFRIS el cual realizo estudios en la zona, luego se hicieron visitas a campo a la zona de estudio, lo cual fue para hacer la recolección de los datos de campo, posteriormente se procede a la realización de digitalizar todo lo recolectado en campo la cual va en las hojas de vida y como prioridad la información se ordena de una manera más entendible en un SIG (sistema de información geográfico).

Se realiza un SIG (sistema de información geográfico), el cual proporcionó la información de cada vivienda que fue evaluada y con el cual se pudo obtener la información de los parámetros en cada vivienda, del barrio y de la comuna, es decir, cada persona que desee consultar respectiva información sobre lo que más le interese dentro de un sistema de información geográfico podrá obtenerla de una manera más detallada y ordenada en este programa.

Esta manera de ordenar información en un sistema de información geográfico va ser una herramienta muy útil para definir los procesos de reubicación de las unidades familiares que estén en riesgo, para entidades planeadoras y ejecutoras de proyectos de vivienda y proyectos de control de erosión.

1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

1.1 AREA DE ESTUDIO

1.1.1 Zona de estudio indirecta

1.1.1.1 Descripción Geopolítica Bucaramanga, capital del departamento de Santander, fue fundada en 1622 y hoy día es considerada la quinta ciudad más grande de Colombia. Está ubicada al Nororiente del país, en una meseta de la cordillera Oriental, sobre Los Andes, a orillas de los ríos de Oro, Suratá y Frío. Se encuentra en una zona de alta actividad sísmica, dado que se ubica es una meseta a manera de bloque hundido entre dos fallas geológicas llamadas Bucaramanga - Santa Marta y la falla del Suárez, lo que provoca un alto número de movimientos telúricos, que aumentan por la cercanía al nudo sísmico de Los Santos. Su topografía 15% plana, 30%ondulada y el restante 55% es quebrada. La ciudad tiene más de medio millón de habitantes que gozan de una amplia cobertura de servicios públicos y un buen nivel de calidad de vida. Sin embargo el desarrollo urbanístico acelerado ha transcurrido en medio de los problemas propios de una ciudad en continuo crecimiento³.

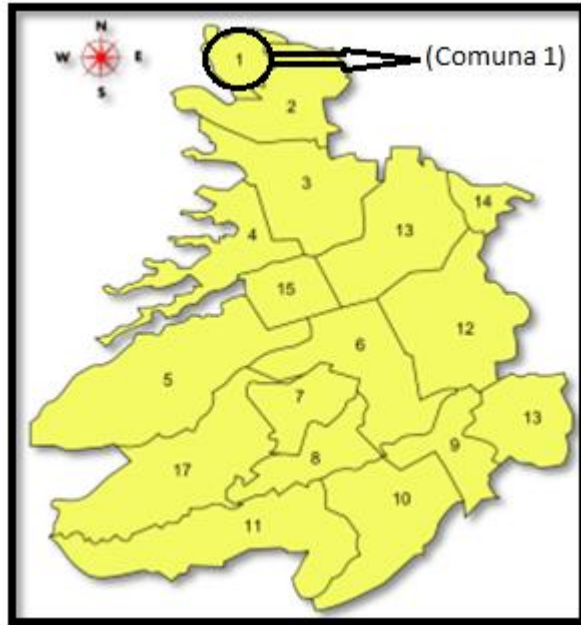
La comuna 1, Comuna Norte es la que contiene mayor número de barrios, 33 y 12 asentamientos en un área de 438,3 hectáreas (Ha), la segunda es la Comuna Sur con 28 barrios y dos asentamientos; en contraste con la Comuna 7, Ciudadela, que contiene sólo el barrio Ciudadela Real de Minas, en un área de 107,9 Ha, y la Comuna 15, Centro con solo dos barrios y un área de 103,7Ha⁴.

³ SECRETARIA DE SALUD DE SANTANDER. Análisis de Situación de Salud con el Modelo de los Determinantes Sociales de Salud. Disponible en http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:UPcg_6OUnHIJ:www.observatorio.saludsantander.gov.co/index.php/publicaciones/publicacionesespeciales/asis-municipal-santander-2014/554-bucaramanga/file+&cd=4&hl=es&ct=clnk&gl=co.

⁴ *Ibíd.*, p.58

La figura No.1 muestra el mapa geopolítico del municipio de Bucaramanga

Figura 1. Mapa Geopolítico de Bucaramanga. Ubicación comuna 1

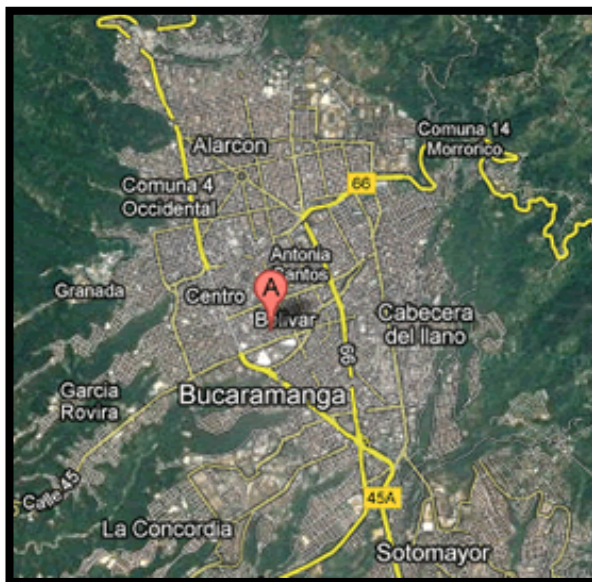


Fuente: POT Bucaramanga (Plan De Ordenamiento Territorial de Bucaramanga).

1.1.1.2 Descripción Geofísica El área del municipio de Bucaramanga es de 165 km²; las diferentes altitudes de algunos puntos del suelo permiten que la ciudad se encuentre en varios pisos térmicos que se distribuyen en cálido 55 km², medio 100 km² y frío 10 km². La meseta de Bucaramanga está ubicada dentro del valle del río de Oro y forma un ancho saliente adosado a la vertiente oriental del Valle. Está formada por una sucesión de mantos del periodo Pleistoceno, que descienden ligeramente hacia el oeste. La meseta comienza por el este al pie del Macizo de Bucaramanga, y queda delimitada por el oeste por una escarpa vertical, en cuya base comienza una topografía disectada por corrientes de agua intermitentes que dan al territorio una morfología dendrítica. Cerca de la banda occidental del río aparecen también restos de materiales que forman la meseta, de rocas formadas en los periodos jurásico y triásico. El suelo agrupa una sucesión de mantos casi horizontales que varían litológicamente entre conglomerados, limonitas, arcillas, areniscas y gravas. Sus suelos, desde el punto de vista agrológico, se pueden dividir en dos grupos: los primeros, al no tener peligro de erosión, son propicios para el cultivo de gran variedad de productos y el uso para la ganadería. La otra clase de suelos tiene una alta potencialidad erosiva; por esta razón, presenta baja fertilidad y una capa de fertilidad superficial, en alguna situación casi nula, ubicándola en una zona de Actividad Sísmica Alta.

La Figura 2 muestra la descripción geofísica de Bucaramanga.

Figura 2. Mapa geofísico de Bucaramanga

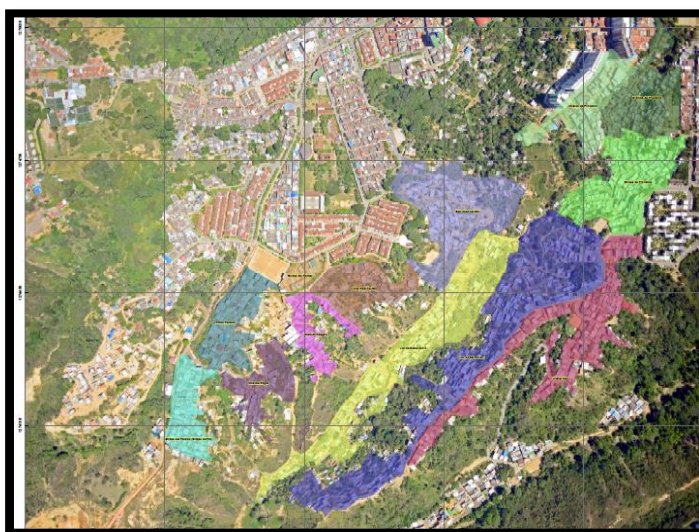


Fuente: Oficina del Riesgo Alcaldía de Bucaramanga

1.2 ZONA DE ESTUDIO

1.2.1 Descripción geofísica de la zona de estudio Los barrios objetos de este estudio se ubican en la zona occidente del Municipio de Bucaramanga del Departamento de Santander, y comprende 13 barrios. Ver Figura 3.

Figura 3. Localización de los barrios a estudiar



Fuente: POT Bucaramanga

El sitio donde están localizados los barrios geomorfológicamente, se encuentran en zona de ladera; las viviendas varían entre uno y seis pisos y no están ubicadas linealmente; está en proceso de legalización los barrios evaluados lo que hace que el tipo de suelo este en proceso a cambiar a tipo urbano y el uso del mismo es residencial.

Figura 4. Imagen Granja Reagan



Fuente: Autor de la Investigación

1.2.2 Cronología del Problema Desde hace más de 40 años, la erosión de la escarpa occidental de la meseta sobre la cual descansa la ciudad de Bucaramanga se ha convertido tal vez en el problema más serio y difícil a que las autoridades municipales se han tenido que enfrentar desde su existencia. En realidad la erosión es un fenómeno natural inevitable y su curso generalmente continúa en forma progresiva mediante la combinación de diversos factores. Por un lado, la construcción de colectores que recolectaban las aguas sanitarias y pluviales de los barrios tributarios y las descargaban verticalmente desde el borde de la meseta hasta los lechos de las quebradas, aparentemente no ofrecía consecuencias sobre la estabilidad de las zonas involucradas; pero, la descarga libre procedentes de estos colectores erosionaba continuamente los materiales adosados al pie de la escarpa⁵.

Con el transcurso de los años los efectos de la erosión fueron incrementándose de manera potencial, en un inicio, el agua que caía por las laderas de la escarpa fue removiendo la vegetación protectora y el suelo superficial, acelerando la acción destructora de las aguas lluvias sobre los materiales granulares que formaban los taludes protectores de la base de esta.

⁵ ABDÓN Carlos y LOMBANA, Jaime. Geografía de los suelos de Colombia. Bogotá: Universidad Jorge Tadeo Lozano.1982.

Es así como en el lugar de estudio se ubican múltiples viviendas, algunas con estructuras precarias y otras aparentemente en mejor estado; además presentan un incremento acelerado en la construcción de nuevas edificaciones entre tres y seis niveles.

Descripción de la Problemática En el lugar de estudio se ubican múltiples viviendas, algunas con estructuras precarias y otras aparentemente en mejor estado además de un incremento acelerado en la construcción de nuevas edificaciones entre tres y seis niveles, las cuales en muchos casos no cumplen con las normas de construcción vigentes, no tiene permisos de las autoridades municipales (planeación y curadurías), no tienen diseños y son construidas sin ningún tipo de control en los materiales.

Adicionalmente el lugar de emplazamiento de cada una de las estructuras, las convierte inmediatamente en viviendas en riesgo, ya que las mayorías de ellas están construidas en lomos y laderas con pendiente fuerte, siendo susceptibles a fenómenos en remoción en masa y erosión, la cual causaría catástrofes ambientales y humanas llevando a situaciones lamentables como pérdidas de vidas y patrimonios familiares.

1.3 ALCANCE DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.

Este proyecto de grado tiene como principal alcance realizar una investigación para determinar la calidad en las viviendas de los asentamientos humanos, localizados en las comunas 10 y 11 de la escarpa occidental del municipio de Bucaramanga, para luego evaluar la vulnerabilidad que puede presentar estos asentamientos informales.

Para este efecto, se consultará a entidades públicas como el Servicio Geológico Colombiano – SGC (anterior INGEOMINAS), la corporación Autónoma Regional para la Defensa de la meseta de Bucaramanga (CDMB) y la Universidad industrial de Santander (UIS) entre otras, con el objetivo de adquirir una base de información disponible en lo que respecta a cartografía geológica, topografía y estudios geotécnicos detallados cercanos.

1.4 JUSTIFICACIÓN

El Municipio de Bucaramanga por sus características culturales, sociales, geográficas, climáticas y alta potencialidad productiva de sus suelos se ha convertido en una región apetecida para que el fenómeno del desplazamiento, de la violencia y del deseo de mejorar la situación económica de las poblaciones menos favorecidas. Sin embargo esta migración masiva de habitantes provenientes de zonas rurales y de otros municipios, ha generado la

creación espontánea de casi trescientos asentamientos⁶, muchos de los cuales están situados en estas zonas de laderas con pendientes altas.

Así mismo, este fenómeno de asentamientos también tiene las siguientes causas:

- ✓ Migración masiva de población rural hacia la capital en busca de mejoramiento de calidad de vida.
- ✓ Ausencia de políticas y estrategias relacionadas con planificación urbana.
- ✓ Ausencia de políticas y normas en materia de vivienda.
- ✓ Niveles de pobreza prácticamente generalizados que inducen condiciones económicas precarias para población que desea vivir en el Área metropolitana.
- ✓ Selección de lotes o sitios para vivienda cercanos a fuentes de empleo, servicios sociales y centros de salud, aunque sea en zonas de amenaza.

Esta situación, aunada al reducido espacio vital, donde el conflicto por la tenencia de la tierra es histórica, el desconocimiento de la normatividad, la baja capacitación de tecnologías apropiadas para el manejo del suelo y la ausencia de planificación en cuanto a la ocupación del espacio territorial en función de la vocación del uso del suelo, ha ocasionado la intervención de áreas de estricta función protectora, en donde múltiples familias establecen explotaciones agropecuarias conflictivas en la zona rural.

Por otra parte, las condiciones naturales del municipio de Bucaramanga, como los constantes movimientos telúricos derivados de su ubicación geográfica, implica una fuerte infiltración en los suelos que en su mayoría son derivados de rocas meteorizadas, de textura arenosa y arcillo-limosa, que tienden a sobresaturarse y fluir; esto, ayudado por las fuertes pendientes en las laderas, que en su mayoría están dedicadas al pastoreo extensivo, ha venido generando fenómenos de remoción en masa (deslizamientos, reptación, caída de bloques), que al activarse causan el represamiento de las corrientes, creando amenazas de avalanchas e inundaciones que afectan la población a nivel social, económico, además de la ambiental, como pérdidas de cultivos, disminución de áreas de aprovechamiento, obras de infraestructura, impacto visual, pérdida de hábitat para la flora y fauna, entre otros.

⁶ ALCALDÍA DE BUCARAMANGA. Plan de Desarrollo 2012-2015. Dirección de Asentamientos Humanos y vivienda. 2012

Como resultado de estos factores se generan las siguientes consecuencias:

- ✓ Crecimiento urbano desordenado,
- ✓ Asentamientos desarrollados en áreas de deslizamiento (barrancos), manejo inadecuado del suelo mediante construcción de asentamientos sin normas y reglamentos,
- ✓ Uso no adecuado de suelos (poblacional, agrícola y de explotación minera), que tiende a aumentar el potencial de deslizamientos,
- ✓ Viviendas construidas sin normas de calidad.

Dadas estas condiciones, se genera un riesgo debido a la creciente población que se asienta en sitios de alta amenaza de deslizamientos, donde existen múltiples vulnerabilidades no identificadas adecuadamente. De ahí que sea necesario iniciar un frente de trabajo en esta frontera urbana en la cual existe una situación del riesgo.

Por lo anterior se hizo necesario iniciar una investigación para determinar la calidad en las viviendas de los asentamientos humanos, localizados en las comunas 10 y 11 de la escarpa occidental del municipio de Bucaramanga, para luego evaluar la vulnerabilidad que puede presentar estos asentamientos informales y determinar las causas que están generando fenómenos de remoción en masa de la zona a estudiar.

Mediante el presente informe se obtuvo la mayor información técnica posible para tomar las medidas de precaución necesarias para mitigar las amenazas asociadas.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Caracterizar la zona de estudio (comuna 10 y 11) para la evaluación de la vulnerabilidad a los fenómenos de remoción en masa en los asentamientos humanos localizados en la comuna 10 y 11 de la escarpa occidental del municipio de Bucaramanga.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- A partir de la información del grupo (INME), caracterizar la metodología para la evaluación de la vulnerabilidad de las edificaciones adoptada por el municipio de Bucaramanga.
- Recopilar y Analizar la información de campo estadísticamente de cada uno de los parámetros evaluados por la metodología INME, para el estudio de la vulnerabilidad por fenómenos de remoción en masa e inundación en los asentamientos luz de salvación 1 y 2, brisas de Provenza, balcones del sur, brisas del palmar, granjas de Reagan, punta paraíso, villas del nogal, brisas del paraíso, viveros de Provenza, villa real, cristal alto y granjas de Provenza del municipio de Bucaramanga.
- Elaborar un sistema de información geográfica (SIG) para la presentación y análisis de la información acerca de la vulnerabilidad en edificaciones de uno de los sectores estudiados en este trabajo, con el fin de que la comunidad pueda tener la información de cada predio correspondiente.
- Analizar de manera detallada los resultados obtenidos y generar conclusiones y recomendaciones.

3. MARCO TEÓRICO

Tanto en el pasado como en el presente siglo se han presentado cambios fundamentales en la relación hombre-medio ambiente. La actividad antrópica ha generado una aceleración de los agentes naturales, a la par que el desarrollo económico, ha aportado un incremento de la vulnerabilidad, acrecentando los riesgos de las actividades socioeconómicas de ellas derivadas. Bajo estas condiciones de relación hombre- medio ambiente, los taludes y laderas inestables se constituyen en un peligro latente que es importante caracterizar para su prevención y control⁷.

De tal manera, los fenómenos de remoción en masa tipo deslizamientos, caídas, flujos, reptación entre otros, hacen parte de fenómenos naturales que son manifestación de la evolución del relieve, constituyéndose en uno de los procesos geológicos más comunes que inciden en la superficie terrestre y que son una amenaza latente, manifiesta en forma cada vez recurrente en el territorio municipal y que son detonados por los llamados eventos meteorológicos extraordinarios los cuales son cada vez más frecuentes.

3.1 El riesgo y sus componentes: Definición amenaza y vulnerabilidad

Desde la figura de los desastres, existe una relación intrínseca entre la marginalidad económica y la vulnerabilidad, debido a que la disminución de esta última está ligada en gran medida a la intervención de las necesidades básicas de desarrollo. Por esta razón, Rendón y Caballero⁸ *et al* señalan que los factores sociales y económicos de cada una de las familias de una población, son los parámetros principales a la hora de evaluar y establecer la resiliencia ante un desastre.

Para el caso de este estudio, el Ingeominas⁹ establece que el resultado final en un estudio de vulnerabilidad es el índice de daño que sufriría una tipología estructural específica, sometida a una determinada acción sísmica. Este resultado se puede obtener mediante dos procedimientos: el primero por medio de las denominadas matrices de probabilidad de daño, y el segundo a través de las funciones de vulnerabilidad.

Así, los principales métodos utilizados para la generación de las matrices de probabilidad de daño o funciones de vulnerabilidad, difieren básicamente en los datos de entrada y en la forma como se obtienen las probabilidades asociadas a cada estado de daño; estos métodos pueden ser experimentales, analíticos o

⁷ MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Antecedentes Asentamientos Informales. [En línea] Disponible en: [Http://www.Minambiente.gov.co](http://www.Minambiente.gov.co)

⁸ RENDÓN, Antonio, Caballero Hernando, *et al*. Estudio geológico-geomorfológico en el oriente cercano a Medellín, como apoyo a la búsqueda de actividad tectónica reciente. Boletín de Ciencias de La Tierra, Numero 29, Medellín pp. 39-53.2011

⁹ INGEOMINAS. Geología de la Plancha 147 Medellín Oriental. Explicación del mapa geológico (escala 1:50.000). Medellín.2005.

estar basados en observaciones de campo o en la opinión de expertos. Dependiendo de la información con la que se cuente se podrá utilizar uno u otro método, o se podrán combinar¹⁰.

En el caso de aplicación a ciudades colombianas como las del Área Metropolitana de Bucaramanga, no se contaba con registros de datos reales ni con información experimental, por lo cual se tomó la decisión de utilizar técnicas basadas en opinión de expertos combinadas con procesos analíticos. De esta manera, las opiniones de expertos fueron utilizadas para la definición del índice de vulnerabilidad, y los procesos analíticos se aplicaron en la estimación del daño.

3.1.1 Funciones de Vulnerabilidad Una función de vulnerabilidad es una relación matemática que expresa de forma continua el daño que puede sufrir un tipo de estructura específico, cuando se somete a una sollicitación sísmica de determinado nivel. Las funciones de vulnerabilidad pueden ser observadas o calculadas¹¹.

Las observadas se basan en información existente de registros de daño debidos a sismos, a diferencia de las simuladas, que dada la falta de esta información, simulan las características de las edificaciones para evaluar el daño. Dentro de las funciones de vulnerabilidad observadas se encuentran las propuestas por Guagenti y Petrini¹², que relacionan el índice de vulnerabilidad, daño y aceleración del terreno, en edificaciones de mampostería con parámetros estimados en las edificaciones de las comunidades italianas de Venzone, Tarcento, San Daniele y Barrea; de tal manera que el daño se basa en una relación lineal y los coeficientes de correlación varían de acuerdo con la vulnerabilidad y se expresan en función de la Aceleración máxima en el terreno.

3.1.2 Amenaza Wilches Chau¹³ manifiesta que la verdadera amenaza surge cuando de la posibilidad teórica se pasa a la probabilidad más o menos concreta, de que uno de esos fenómenos de origen natural o humano, se produzca en un determinado tiempo y en una determinada región que no esté adaptada para afrontar sin traumatismos ese fenómeno.

¹⁰ *Ibíd.*, p.45

¹¹ CAICEDO Carlos; BARBAT, Anthonio; *et al.* Vulnerabilidad sísmica de edificios, Monografías de Ingeniería Sísmica, Vol. IS-6 España: CIMNE, Editor A. H. Barbat.1994.

¹² MALDONADO, Eduardo. Vulnerabilidad sísmica de centros urbanos, Ediciones Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga.2008

¹³ WILCHES-CHAUX, George.Auge caída y levantada de Felipe Pinillo, Mecánico y soldador o yo voy a correr el riesgo. Guía de la red para la gestión local del riesgo.1998.

Asimismo, la ONU/EIRD¹⁴ (2004), la define como un evento físico, potencialmente perjudicial, fenómeno y/o actividad humana que puede causar .la muerte o lesiones, daños materiales, interrupción de la actividad social y económica o degradación ambiental corresponde a un fenómeno de origen natural, socionatural, tecnológico o antrópico en general, definido por su naturaleza, ubicación, recurrencia, probabilidad de ocurrencia, magnitud e intensidad (capacidad destructora) (BID-CEPAL-IDEA, 2002).

Las amenazas pueden ser individuales, combinadas o secuenciales en su origen y efectos. Cada una de ellas se caracteriza por su localización, magnitud o intensidad, frecuencia y probabilidad.

Lee y Jones ¹⁵ subdividen las amenazas en naturales, tecnológicas y sociales. "Las amenazas naturales son definidas como aquellos elementos del ambiente físico que son perjudiciales para los humanos y son causados por fuerzas diferentes a la sociedad humana". Por otra parte, de acuerdo con la dramática influencia de la actividad humana en la operación de los sistemas ambientales, la intersección con las amenazas naturales o tecnológicas es lo que se define como amenazas híbridas, destacándose dentro de ese grupo las cuasi naturales que son aquellas que involucran actividad humana ya sea a nivel social o tecnológico dentro de un proceso natural.

En consecuencia la amenaza es la probabilidad de ocurrencia de un evento potencialmente dañino en un tiempo y lugar específico.

En cuanto a la amenaza por movimientos en masa, se tiene que es la probabilidad de desplazamiento de un volumen de material in-situ, transportado o residual en un área determinada, causado por la interacción de diferentes factores internos o externos al talud y al materia presente en este.

Una de las etapas previas para la identificación y evaluación de la amenaza por taludes y laderas inestables en un área determinada, es la definición de todos los factores que intervienen en la misma. Estos factores deben ser deducibles directamente a partir de la información técnica existente y admitir una definición sencilla.

Para comprender la peligrosidad o amenaza natural, se identificaron las variables físicoambientales más importantes, como geomorfología, vegetación, clima, hidrología, geología y suelos, los cuales están condicionados por tres factores: la fragilidad del medio, el evento detonante y la energía del fenómeno.

Por otra parte, el International Centre for Geohazards (2002) explica que los deslizamientos, como amenaza particular, se generan por intervención de las siguientes variables:

¹⁴ ONU/EIRD. Vivir con el riesgo: Informe mundial sobre iniciativas para la reducción de desastres.2004.

¹⁵ SUÁREZ, Jaime. Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales, primera Edición. Colombia. 540 pp.1998.

- Precipitaciones
- Actividad sísmica
- Condiciones topográficas y ángulos de pendiente
- Tipo de suelo
- Condición hidrológica
- Vegetación

3.2 Vulnerabilidad de Edificaciones La vulnerabilidad de una edificación es el nivel de riesgo que una edificación tiene de recibir daños provenientes de amenazas humanas, naturales o tecnológicas. Las amenazas naturales que puede poner en riesgo a una edificación son: las inundaciones, los huracanes, los terremotos, los incendios, etc. Para reducir la vulnerabilidad de la edificación ante tales amenazas se debe de prevenir estas desde el momento que se esté realizando la construcción de la edificación, realizando varios estudios, ya sea de suelo, la resistencia de los materiales, etc. Generalmente estos estudios no son muy costosos. Estos garantizan la seguridad de las personas que compren la obra. Otro tipo de amenaza que pone en riesgo la edificación, son las producidas por el ser humano, ya sea que realice una operación inadecuada, que realice excavaciones cercanas, que descuide la obra, que arruine la construcción con equipos pesados, etc. La personas debe de tener en cuenta que tipos de elementos puede soportar la obra, y cuales garantizan la sustentabilidad de la edificación. Por último, existen amenazas tecnológicas que afectan la estructura como son los fallos de sistemas y componentes constructivos ya sea en el interior o por los alrededores de la edificación, originando el desgaste, el envejecimiento, y el deterioro de la obra. Todos los sistemas y los componentes utilizados en la construcción o los que estén en su alrededor, deben de ser periódicamente evaluados para no generar estos problemas en la obra¹⁶

¹⁶ CHAPARRO, Diana y Maritza Guerra. Estudio de vulnerabilidad sísmica a nivel preliminar para el edificio de laboratorios de la UPTC, sede central, y adaptación a la NSR-98. Trabajo de grado Ingeniería Civil. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. 2003

3.2.1 Métodos para la evaluación de vulnerabilidad en edificaciones En la definición del modelo para estimar el daño de una muestra de edificaciones de una zona se pueden utilizar las funciones de vulnerabilidad o las matrices de probabilidad de daño (Mena, 2002; Jiménez, 2002; Yépez, 1996; Castillo, 2005; Maldonado et al., 2008; Maldonado y Chio, 2008)¹⁷. Las primeras expresan el daño en forma continua y la segunda de manera discreta. Las funciones y matrices pueden construirse a partir de datos experimentales, analíticos, o estar basados en observaciones de campo o en la opinión de expertos. Dependiendo de la información con la que se cuente se podrá utilizar uno u otro método, o combinar.

En el caso de la estimación del daño de edificaciones como las del Área Metropolitana de Bucaramanga, donde no se cuenta con suficiente información de registros de daño ante eventos pasados o no se tienen datos experimentales de evaluación de daño de las edificaciones, es necesario proponer modelos híbridos¹⁸, razón por la cual, para el caso de Bucaramanga se tomó la decisión de utilizar técnicas basadas en opinión de expertos combinadas con procesos analíticos, aplicando técnicas de simulación.

El modelo utilizado para estimación de la vulnerabilidad dentro de la construcción de las funciones de vulnerabilidad y matrices de probabilidad de daño es el planteado por Maldonado¹⁹, y descrito en UIS Alcaldía Bucaramanga, que se definió a partir del método del índice de vulnerabilidad propuesto por Benedetti y Petrini. El modelo propuesto cuantifica la vulnerabilidad sísmica de edificaciones en función de once (11) parámetros que representan la predisposición de una edificación a sufrir daño debido a un evento sísmico.

¹⁷ Mena, Uriel. Evaluación del Riesgo Sísmico en Zonas Urbanas., Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España, 2002

¹⁸ Yépez, Fernando. Metodología para la evaluación de la vulnerabilidad y riesgo sísmico de estructuras aplicando técnicas de simulación, tesis presentada a la Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España, para optar al título de Doctor, 1996.

¹⁹ MALDONADO, Nelson. Estructura de Concreto Reforzado, Editorial Limusa, México. 7- Enrique Bazan, Roberto Meli. Diseño Sísmico de Edificios, Editorial Limusa, México. 1999.

Los parámetros que se encuentran en el modelo son referidos a:

1. Sistema estructural,
2. Calidad del sistema resistente,
3. Resistencia estructural,
4. Posición de la cimentación,
5. Suelo y pendiente del terreno,
6. Diafragmas horizontales,
7. Configuración en planta,
8. Configuración en elevación,
9. Distancia máxima entre muros,
10. Tipo de cubierta,
11. Estado de conservación de la edificación.

Cada parámetro, a su vez, se encuentra dividido en tres a cuatro clasificaciones a las cuales se les asocia un grado de vulnerabilidad diferente entre A (nada vulnerable) y D (muy vulnerable).

3.2.2 Funciones de vulnerabilidad Grupo Inme El modelo propuesto por el grupo de investigación INME consiste en estimar un índice de vulnerabilidad, el cual permite clasificar las edificaciones entre vulnerabilidad muy baja, baja, media, alta y muy alta y relacionarlas con un índice de daño para un efecto de remoción en masa de una magnitud determinada, a través de unas funciones de vulnerabilidad.

Estos parámetros del modelo, se basan en la definición de 14 parámetros de la edificación y de su entorno más cercano, los cuales se consideran como los de mayor influencia en la vulnerabilidad de una edificación de mampostería y concreto, ante los efectos de remoción en masa.

Los parámetros definidos en el modelo son:

1. Sistema estructural,
2. Calidad del sistema resistente,
3. Resistencia Estructural,
4. Configuración en altura,
5. Ubicación de la edificación,
6. Posición de la cimentación,
7. Tipo de cimentación,
8. Tipo de suelo,
9. Vegetación del sitio,
10. Muros de contención,
11. Sistema de drenajes,
12. Manejo de basuras,
13. Estado de conservación del entorno,
14. Estado de conservación de la edificación.

A su vez, estos parámetros se clasifican subdividen en diferentes categorías de acuerdo a su grado de vulnerabilidad dentro del parámetro, de la siguiente manera:

Parámetro 1: Sistema estructural

- A. Edificación en mampostería confinada en todas las plantas.
- B. Edificación en mampostería reforzada en todas las plantas.
- C. Edificación en mampostería confinada pero no en todas las plantas.
- D. Edificación en mampostería que solo posee vigas de confinamiento sin columnas o columnas sin vigas de confinamiento.
- E. Edificación en mampostería que no posee vigas y columnas de confinamiento en ninguna de las plantas.

Parámetro 2: Calidad del sistema resistente

- A. Mampostería de buena calidad, con piezas homogéneas y presencia de buen ligamento.
- B. Mampostería de buena calidad, con piezas no muy homogéneas y bien ligadas.
- C. Mampostería de baja calidad con piezas homogéneas o no muy homogéneas y que se encuentran bien ligadas.
- D. Mampostería de buena o baja calidad, con piezas no homogéneas o mal ligadas.

Parámetro 3: Resistencia Estructural

- A. Edificación con un valor de $a \geq 1$.
- B. Edificación con un valor de $0.6 \leq a < 1$.
- C. Edificación con un valor de $0.4 \leq a < 0.6$.
- D. Edificación con un valor de $a < 0.4$.

Parámetro 4: Configuración en altura

- A. Edificación con $-\Delta M/M < 10\%$ o edificaciones de un solo piso.
- B. $10\% \leq -\Delta M/M < 20\%$.
- C. $-\Delta M/M > 20\%$.
- D. $+\Delta M/M > 0$.

Parámetro 5: Ubicación de la edificación

A. Edificación que cumpla una de las siguientes condiciones:

1. Edificación ubicada sobre una pendiente menor a 30 grados o ubicada fuera de un talud mayor de 30 grados que cumple con las distancias de aislamiento requeridas establecidas.
2. Edificación ubicada arriba de la corona de una ladera con pendiente del terreno entre 30 y 45 grados, sobre un talud de altura inferior a 5 metros pero que cuenta con un muro de contención en estructura rígida (concreto simple, ciclópeo o reforzado, o pantalla atirantada) de igual o mayor altura total del

talud y una pendiente general del terreno abajo del pié y arriba de la cabeza del muro no superior a 3%, en una longitud superior a 3 veces la altura del muro.

3. Edificación localizada abajo de la base o pie del talud, con altura total inferior a 5 metros, con muro de contención en estructura rígida (concreto simple, ciclópeo o reforzado, o pantalla atirantada), con una altura igual o superior a la altura total del talud, y con pendiente general del terreno arriba y abajo de la cabeza del muro no superior a 3%, en una longitud superior a 3 veces la altura del muro.

B. No se cumple ni A ni C.

C. Edificación que presenta una de las siguientes características:

1. Edificaciones ubicadas sobre el talud con pendiente natural superior a 57% (Angulo de inclinación con la horizontal superior a 30 grados) o fuera de él pero donde no se cumple con las distancias de aislamiento requeridas.

2. Edificaciones construidas sobre cortes.

3. Edificación ubicada sobre un corte realizado en una ladera con pendiente natural del terreno superior a 30 grados.

4. Edificación ubicada sobre relleno en ladera.

Parámetro 6: Posición de la cimentación

A. La cimentación está ubicada a una misma cota. Ausencia de empuje no equilibrado debido a un terraplén.

B. La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro con ausencia de empuje no equilibrado debido a un terraplén o la fundación se encuentra a una misma cota pero hay presencia de empuje no equilibrado debido al terraplén.

C. La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro con presencia de empuje no equilibrado debido a un terraplén.

D. La diferencia máxima entre las cotas de la fundación es superior a un metro.

Parámetro 7: Tipo de cimentación

A. Sistema de pilotes.

B. Cimentación corrida.

C. La edificación se encuentra sobre una losa de cimentación.

D. La edificación se apoya sobre elementos esbeltos que descansan en zapatas profundas.

E. La edificación se apoya sobre elementos esbeltos que descansan en zapatas en la superficie del terreno.

Parámetro 8: Tipo de suelo

A. Edificación cimentada sobre roca o suelo rígido.

B. Edificación cimentada sobre llenos.

Parámetro 9: Vegetación del sitio

- A. La edificación se encuentra sobre un sitio donde se ha mantenido el contorno natural en lo posible y donde existe buena parte de su vegetación natural.
- B. La edificación se encuentra sobre un sitio donde no se ha mantenido el contorno natural y se conserva una pequeña parte de la vegetación natural del sitio.
- C. El sitio donde se ha construido la edificación ha sufrido una transformación importante y se ha realizado una limpieza discriminada.

Parámetro 10: Muros de contención

- A. La edificación no requiere muros de contención y si los requiere se cumple lo siguiente:
 - a. Los muros estén diseñados para resistir la acción del suelo y las fuerzas que ejerce el agua.
 - b. Están cimentados sobre roca o suelo firme.
 - c. Los muros cuentan con un sistema de drenaje detrás de la pared vertical y/o un sistema de lloraderos o huecos de drenaje con diámetros de 2 a 3 pulgadas, espaciados menos de 1.5 metros horizontalmente y 1.0 verticalmente, en columnas intercaladas. El primer lloradero aparece a una altura baja mínima de 30 centímetros por encima del nivel del pie del muro.
 - d. Los materiales de relleno son limpios y compactos de acuerdo a las normas de la ingeniería.
 - B. Edificación que no aplica en A o en C.
 - C. Requiere muro pero no cuenta con él. La edificación requiere muros estructuralmente pero estos:
 - a. Están contruidos inadecuadamente, utilizando material flojo o mal compactado.
 - b. El relleno cuenta con troncos, árboles, vegetación, rocas inestables, escombros de construcción etc.
 - c. No se cuenta con un sistema de drenaje adecuado.
- Parámetro 11: Sistema de drenaje

A. Se cumple lo siguiente:

- a. Existe sistema de alcantarillado el cual recoge las aguas lluvias de los tejados y de las aguas negras.
- b. Existen drenajes superficiales para las aguas de escorrentía y estas descargan a un sistema de alcantarillado.
- c. Los tanques de almacenamiento son herméticos y cimentados adecuadamente.

B. No se cumple ni A ni C.

C. Se cumple lo siguiente:

- a. Las aguas de escorrentía recogidas en la cubierta de la edificación son entregadas directamente al talud.
- b. Las aguas negras son entregadas directamente al talud.
- c. No existen drenajes superficiales.
- d. Los tanques de almacenamiento no son herméticos y no están cimentados adecuadamente.

Parámetro 12: Manejo de basuras

A. Existe un sistema de recolección de basuras adecuado.

B. El sistema de recolección no es adecuado o se vierte la basura directamente sobre y en la ladera.

Parámetro 13: Estado de conservación del entorno

A. El sector cuenta con sistemas de drenaje limpios. No existen uniones rotas en el alcantarillado ni hay presencia de escapes en tubos de suministro. No se observan filtraciones de agua en el suelo.

B. No clasifica en A ni en C.

C. El sector no cuenta con sistema de drenaje limpio y además se presenta por lo menos uno de los siguientes aspectos:

- Existen uniones rotas en el alcantarillado.
- Hay presencia de escapes en tubos de suministro.
- Se observan filtraciones de agua en el suelo.

Parámetro 14: Estado de conservación de la edificación

A. Muros en buena condición, sin fisuras visibles.

B. Muros que presentan fisuras no extendidas.

C. Muros con fisuras de tamaño medio entre 2 a 3 milímetros de ancho, edificio que no presenta fisuras pero que se caracteriza por un estado mediocre de conservación de la mampostería.

D. Muros que presentan un fuerte deterioro de sus materiales constituyentes ó, fisuras de más de 3 milímetros de ancho.

4. METODOLOGIA

Recolección de información.

Se utilizó información primaria y secundaria la cual fue prestada y autorizada para fines académicos por el consorcio EDARFRIS el cual es el propietario de cierta información.

En un primer paso se hicieron visitas de campo al sector objeto de este estudio y posteriormente se planificó la recopilación de información de campo primaria y secundaria.

Luego de la recolección de datos se procedió a conocer y entender cada uno de los parámetros con los que se iban a evaluar las viviendas; la recolección de datos se realizó en campo en el cual se hizo un barrido de los 13 barrios que entraron en el estudio. Se realizó a cada una de las viviendas haciendo la evaluación estructural y tomando su respectivo registro fotográfico para incluirlo en la hoja de vida que cada unidad de vivienda.

Se procedió a realizar la digitalización de la información recolectada en campo y a partir del análisis de esta información se identificaron los tipos de vulnerabilidad que se encontraron en cada parte de este sector a evaluar de acuerdo a los resultados obtenidos en campo.

Se tabularon los resultados obtenidos de cada uno de los catorce (14) parámetros con los que se evaluaron cada una de las viviendas, para obtener estadísticas de cada uno y de los ítems más representativos que afectaron la muestra a la hora de dar el concepto final acerca de que tan vulnerables son las viviendas evaluadas.

Análisis de los resultados.

Se obtuvo el plano de la zona a evaluar con el cual se procedió a realizar un SIG (sistema de información geográfico), el cual proporcionó la información de cada vivienda que fue evaluada y con el cual se pudo obtener la información de los parámetros en cada vivienda, es decir, cada persona que desee consultar le podrá dar clic en sus viviendas y podrá ver la información de cada una de las viviendas y tener acceso a la información de cómo fueron evaluadas y a la evaluación de la vulnerabilidad.

Luego de analizar cada propiedad y de acuerdo a los conceptos obtenidos de vulnerabilidad por fenómenos de remoción en masa, se prosiguió a dar los conceptos detallados que conllevan a una serie de recomendaciones y conclusiones.

4.1 METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD DE LAS EDIFICACIONES ADOPTADA POR EL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA.

4.2 PARÁMETRO 1- SISTEMA ESTRUCTURAL

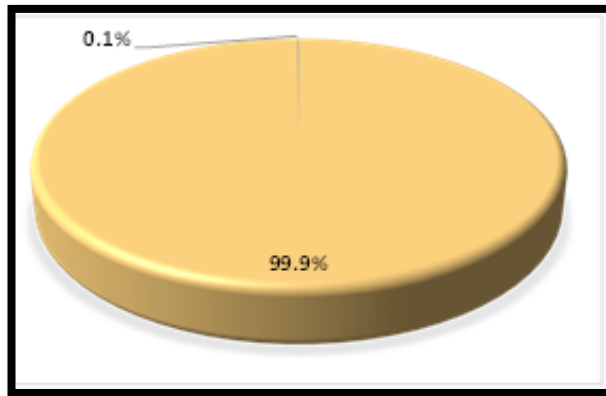
- A. Edificación en mampostería confinada en todas las plantas.
- B. Edificación en mampostería reforzada en todas las plantas.
- C. Edificación en mampostería confinada pero no en todas las plantas.
- D. Edificación en mampostería que solo posee vigas de confinamiento sin columnas o columnas sin vigas de confinamiento.
- E. Edificación en mampostería que no posee vigas y columnas de confinamiento en ninguna de las plantas.

Tabla 1. Estadística Parámetro 1

PARÁMETRO 14		
	No. De Edificaciones	%
A	2088	99.9
B	2	0.1
C	0	0.0
D	0	0.0

Fuente: Autor del Proyecto

Figura 5. Estadística Parámetro 1



Fuente: Autor del Proyecto

De acuerdo a la figura No.5, el 99.9% (2.088) de las edificaciones posee sistema estructural A, es decir, edificación en mampostería confinada en todas las plantas. Solo existen 2 edificaciones (0,1%) que tienen sistema B: Edificación en mampostería reforzada en todas las plantas.

4.3 PARÁMETRO 2- CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE

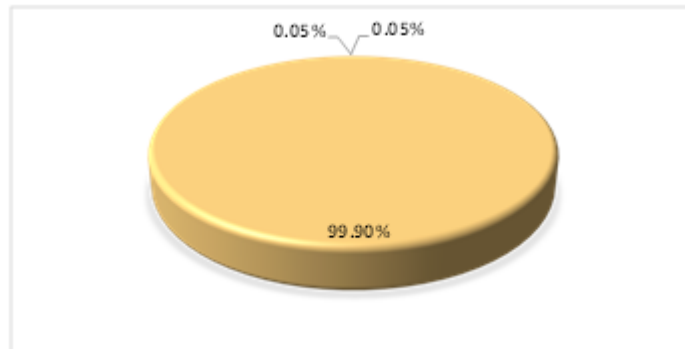
- A. Mampostería de buena calidad, con piezas homogéneas y presencia de buen ligamento.
- B. Mampostería de buena calidad, con piezas no muy homogéneas y bien ligadas.
- C. Mampostería de baja calidad con piezas homogéneas o no muy homogéneas y que se encuentran bien ligadas.
- D. Mampostería de buena o baja calidad, con piezas no homogéneas o mal ligadas.

Tabla 2. Estadística parámetro 2.

PARÁMETRO 2 - CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE		
	No. De Edificaciones	%
A	2088	99.9
B	1	0.05
C	1	0.05
D	0	0.0

Fuente: Autor del Proyecto

Figura 6. Estadística Parámetro 2



Fuente: Autor del Proyecto

Conforme a la figura 6 en lo relacionado al parámetro 2 en lo que respecta a la calidad del sistema resistente, el 99.9% (2.088) de las edificaciones posee sistema estructural tipo A, es decir, mampostería de buena calidad, con piezas homogéneas y presencia de buen ligamento. De otro lado se encontraron 2 viviendas con sistema tipo B y C respectivamente, lo que corresponde al 0.05% cada una.

4.4 PARÁMETRO 3- RESISTENCIA ESTRUCTURAL

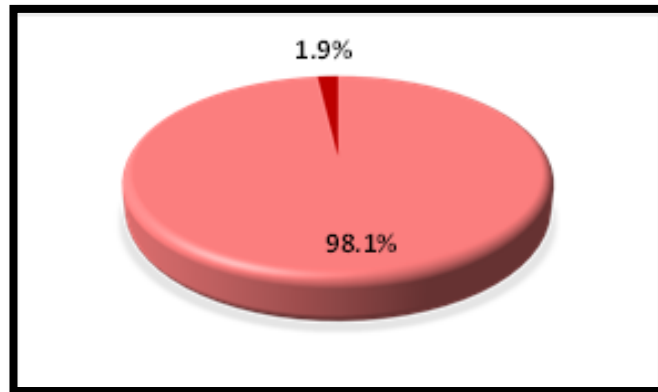
- A. Edificación con un valor de $a \geq 1$.
- B. Edificación con un valor de $0.6 \leq a < 1$.
- C. Edificación con un valor de $0.4 \leq a < 0.6$.
- D. Edificación con un valor de $a < 0.4$.

Tabla 3. Estadística parámetro 3.

PARÁMETRO 3	No. De Edificaciones	%
A	2051	98.1
B	0	0.0
C	0	0.0
D	39	1.9

Fuente: Autor del Proyecto

Figura 7. Estadística Parámetro 3



Fuente: Autor del Proyecto

En lo que respecta a la estadística del parámetro 3 en el tema de resistencia estructural, se puede observar que el 98.1% de las edificaciones (2.051) posee resistencia estructural tipo A, es decir son edificaciones con un valor de $a \geq 1$. Por otra parte existen 39 edificaciones (1.9%) con una resistencia estructural tipo D: Edificación con un valor de $a < 0.4$.

4.5 PARÁMETRO 4 - CONFIGURACIÓN EN ALTURA

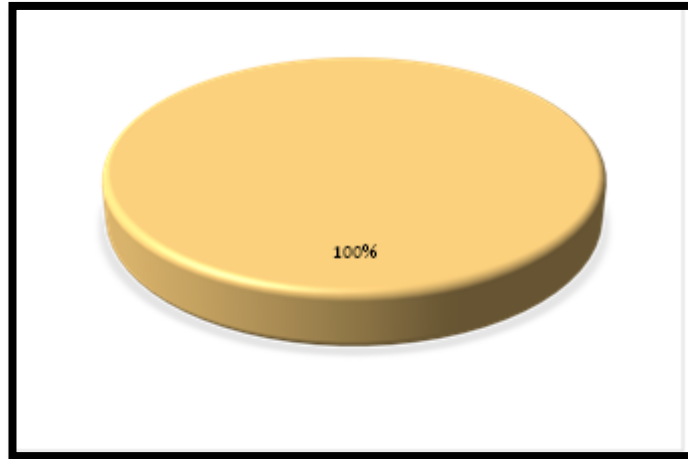
- A. Edificación con $-\Delta M/M < 10\%$ o edificaciones de un solo piso.
- B. $10\% \leq -\Delta M/M < 20\%$.
- C. $-\Delta M/M > 20\%$.
- D. $\Delta M/M > 0\%$.

Tabla 4. Estadística parámetro 4

PARÁMETRO 4 - CONFIGURACIÓN EN ALTURA		
	No. De Edificaciones	%
A	2090	100.0
B	0	0.0
C	0	0.0
D	0	0.0

Fuente: Autor del Proyecto

Figura 8. Estadística parámetro 4.



Fuente: Autor del Proyecto

Referente a lo relacionado con el parámetro 4: Configuración en altura, la figura No.8 muestra que el 100% de las edificaciones observadas presenta configuración tipo A, es decir, Edificación con $-\Delta M/M < 10\%$ o edificaciones de un solo piso.

4.6 PARÁMETRO 5- UBICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN

A. Edificación que cumple una de las siguientes condiciones:

a. Edificación ubicada fuera del talud y que cumple con las distancias de aislamiento requeridas establecidas y/o edificaciones ubicada sobre una pendiente menor a 30 grados.

b. Edificación ubicada arriba de la corona de una ladera con pendiente del terreno entre 30 y 45 grados, sobre un talud de altura inferior a 5 metros pero que cuenta con un muro de contención en estructura rígida (concreto simple, ciclópeo o reforzado, o pantalla atirantada) de igual o mayor altura total del talud y una pendiente general del terreno abajo del pie y arriba de la cabeza del muro no superior a 3%, en una longitud superior a 3 veces la altura del muro.

c. Edificación localizada abajo de la base o pie del talud, con altura total inferior a 5 metros, con muro de contención en estructura rígida (concreto simple, ciclópeo o reforzado, o pantalla atirantada), con una altura igual o superior a la altura total del talud, y con pendiente general del terreno arriba y

abajo de la cabeza del muro no superior a 3%, en una longitud superior a 3 veces la altura del muro.

B. No se cumple ni A ni C.

C. Edificación que presenta una de las siguientes características:

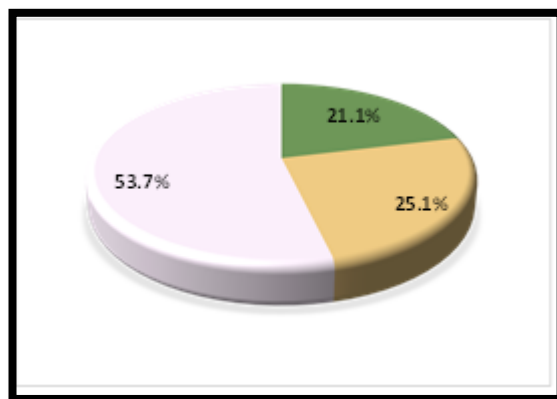
- a. Edificaciones ubicadas sobre el talud con pendiente natural superior a 57% (Angulo de inclinación con la horizontal superior a 30 grados) o fuera de él pero donde no se cumple con las distancias de aislamiento requeridas.
- b. Edificaciones construidas sobre cortes.
- c. Ubicada sobre un corte realizado en una ladera con pendiente natural del terreno superior a 30°.
- d. Edificación sobre relleno en ladera.

Tabla 5. Estadística parámetro 5.

PARÁMETRO 5 - UBUCACIÓN DE LA EDIFICACIÓN		
	No. De Edificaciones	%
A	442	21.1
B	525	25.1
C	1123	53.7

Fuente: Autor del Proyecto

Figura 9. Estadística parámetro 5



Fuente: Autor del Proyecto

Al observar la figura No. 9 se puede apreciar en lo referente a la ubicación de la edificación que el 53.7% de las edificaciones (1.123) presenta un requisito del parámetro C como es que son edificaciones ubicadas sobre el talud con pendiente natural superior a 57% (Angulo de inclinación con la horizontal superior a 30 grados) o fuera de él pero donde no se cumple con las distancias de aislamiento requeridas. Seguidamente y con un porcentaje de 25.1% (525), son edificaciones que no cumplen con ninguna de las especificaciones de los requisitos del parámetro A y C. Por último, el 21.1% (442) de las edificaciones cumple con algunas de las características del requisito A en lo relacionado con la ubicación de las casas.

4.7 PARÁMETRO 6- POSICIÓN DE LA CIMENTACIÓN

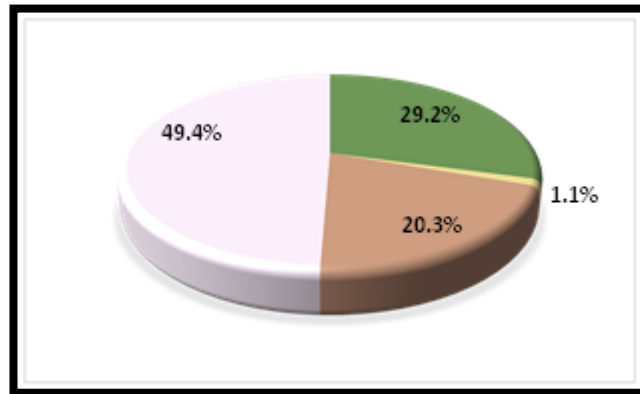
- A. La cimentación está ubicada a una misma cota. Ausencia de empuje no equilibrado debido a un terraplén.
- B. La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro con ausencia de empuje no equilibrado debido a un terraplén o la fundación se encuentra a una misma cota pero hay presencia de empuje no equilibrado debido al terraplén.
- C. La diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro con presencia de empuje no equilibrado debido a un terraplén.
- D. La diferencia máxima entre las cotas de la fundación es superior a un metro.

Tabla 6. Estadística parámetro 6.

PARÁMETRO 6	No. De Edificaciones	%
A	611	29.2
B	23	1.1
C	424	20.3
D	1032	49.4

Fuente: Autor del Proyecto

Figura 10. Estadística parámetro 6



Fuente: Autor del Proyecto

En lo relacionado al parámetro 6, posición de la cimentación, la figura No.10 muestra que el 49.4% (1.032) de las edificaciones poseen una diferencia máxima entre las cotas de la fundación superior a un metro (Tipo D); a su vez el 29.2% de ellas (611) presentan una cimentación ubicada a una misma cota y ausencia de empuje no equilibrado debido a un terraplén (Tipo A). Por último el 20.3% de las edificaciones (424), tienen una posición tipo C, donde la diferencia máxima entre las cotas de la cimentación es inferior a 1 metro con presencia de empuje no equilibrado debido a un terraplén.

4.8 PARÁMETRO 7 - TIPO DE CIMENTACIÓN

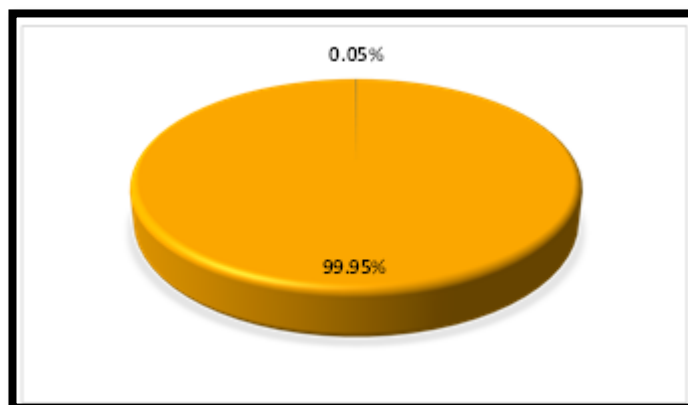
- A. Sistema de pilotes.
- B. Cimentación corrida.
- C. La edificación se encuentra sobre una losa de cimentación.
- D. La edificación se apoya sobre elementos esbeltos que descansan en zapatas profundas.
- E. La edificación se apoya sobre elementos esbeltos que descansan en zapatas en la superficie del terreno.

Tabla 7. Estadística parámetro 7

PARÁMETRO 7 - TIPO DE CIMENTACIÓN		
	No. De Edificaciones	%
A	0	0.00
B	2089	99.95
C	0	0.00
D	1	0.05
E	0	0.00

Fuente: Autor del Proyecto

Figura 11. Estadística parámetro 7



Fuente: Autor del Proyecto

La Figura No. 11 señala que el 99.95% de las edificaciones (2.089) presentan una cimentación corrida. Tan solo una, con un porcentaje no relevante de 0.05% es una edificación que se apoya sobre elementos esbeltos que descansan en zapatas profundas.

4.9 PARÁMETRO 8- TIPO DE SUELO

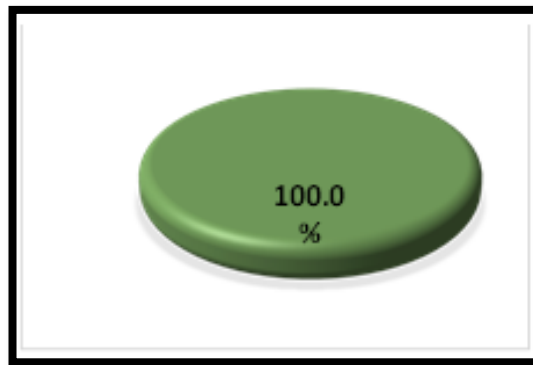
- A. Edificación cimentada sobre roca de buena calidad o suelo rígido.
- B. Edificaciones que no cumplen con los requisitos para ser clasificadas como A o C.
- C. Edificación cimentada sobre suelos blandos o llenos.

Tabla 8. Estadística parámetro 8

PARÁMETRO 8	No. De Edificaciones	%
A	2090	100.0
B	0	0.0
C	0	0.0

Fuente: Autor del Proyecto

Figura 12. Estadística parámetro 8



Fuente: Autor del Proyecto

En lo referente al tipo de suelo se puede observar que el 100% de las edificaciones en estudio corresponde a edificaciones cimentadas sobre roca de buena calidad o suelo rígido (tipo A).

4.10 PARÁMETRO 9 - VEGETACIÓN DEL SITIO

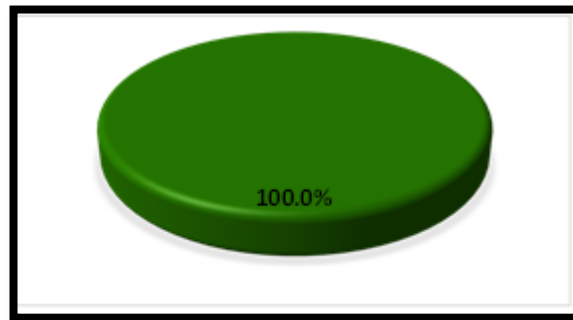
- A. La edificación se encuentra sobre un sitio donde se ha mantenido el contorno natural en lo posible y donde existe buena parte de su vegetación natural.
- B. La edificación se encuentra sobre un sitio donde no se ha mantenido el contorno natural y se conserva una pequeña parte de la vegetación natural del sitio.
- C. El sitio donde se ha construido la edificación ha sufrido una transformación importante y se ha realizado una limpieza discriminada.

Tabla 9. Estadística parámetro 9

PARÁMETRO 9	No. De Edificaciones	%
A	0	0.0
B	0	0.0
C	2090	100.0

Fuente: Autor del Proyecto

Figura 13. Estadística parámetro 9



Fuente: Autor del Proyecto

Al analizar el parámetro 9 en relación a la vegetación del sitio se encontró que el 100% de las edificaciones corresponde a sitios que han sufrido una transformación importante y se ha realizado una limpieza discriminada.

4.11 PARÁMETRO 10- MUROS DE CONTENCIÓN

A. La edificación no requiere muros de contención y si los requiere se cumple lo siguiente:

- a. Los muros están diseñados para resistir la acción del suelo y las fuerzas que ejerce el agua.
- b. Están cimentados sobre roca o suelo firme.
- c. Los muros cuentan con un sistema de drenaje detrás de la pared vertical y/o un sistema de lloraderos o huecos de drenaje con diámetros de 2 a 3 pulgadas, espaciados menos de 1.5 metros horizontalmente y 1.0 verticalmente, en columnas intercaladas. El primer lloradero aparece a una altura baja mínima de 30 centímetros por encima del nivel del pie del muro.

d. Los materiales de relleno son limpios y compactos de acuerdo a las normas de la ingeniería.

B. Edificación que no aplica en A o en C.

C. Requiere muro pero no cuenta con él. La edificación requiere muros estructuralmente pero estos:

a. Están contruidos inadecuadamente, utilizando material flojo o mal compactado.

b. El relleno cuenta con troncos, árboles, vegetación, rocas inestables, escombros de construcción etc.

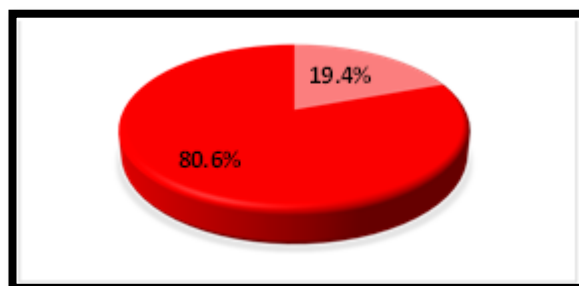
c. No se cuenta con un sistema de drenaje adecuado.

Tabla 10. Estadística parámetro 10

PARÁMETRO 10	No. De Edificaciones	%
A	405	19.4
B	1685	80.6
C	0	0.0

Fuente: Autor del Proyecto

Figura 14. Estadística parámetro 10



Fuente: Autor del Proyecto

La figura No.14 muestra que el 80.6% de las edificaciones (1.685) en lo relacionado a los muros de contención se ubican en el tipo B, es decir, que no presentan características ni de A ni de C. Seguidamente el 19.4% de ellas (405)

4.12 PARÁMETRO 11- SISTEMA DE DRENAJES

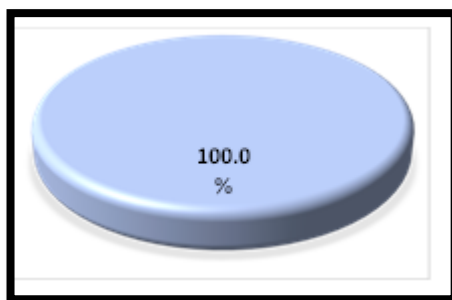
- A. Se cumple lo siguiente:
 - a. Existe sistema de alcantarillado el cual recoge las aguas lluvias de los tejados y de las aguas negras.
 - b. Existen drenajes superficiales para las aguas de escorrentía y estas descargan a un sistema de alcantarillado.
 - c. Los tanques de almacenamiento son herméticos y cimentados adecuadamente.
- B. No se cumple ni A ni C.
- C. Se cumple lo siguiente:
 - a. Las aguas de escorrentía recogidas en la cubierta de la edificación son entregadas directamente al talud.
 - b. Las aguas negras son entregadas directamente al talud.
 - c. No existen drenajes superficiales.
 - d. Los tanques de almacenamiento no son herméticos y no están cimentados adecuadamente.

Tabla 11. Estadística parámetro 11

PARÁMETRO 11	No. De Edificaciones	%
A	2090	100.0
B	0	0.0
C	0	0.0

Fuente: Autor del Proyecto

Figura 15. Estadística parámetro 11



Fuente: Autor del Proyecto

De acuerdo a la figura No. 15 el 100% de las edificaciones en estudio posee sistema de drenaje con sistema de alcantarillado que recoge las aguas lluvias de los techos y de las aguas negras, drenajes superficiales para las aguas de escorrentía que descargan a un sistema de alcantarillado y tanques de almacenamiento herméticos y cimentados adecuadamente.

4.13 PARAMETRO 12- MANEJO DE BASURAS

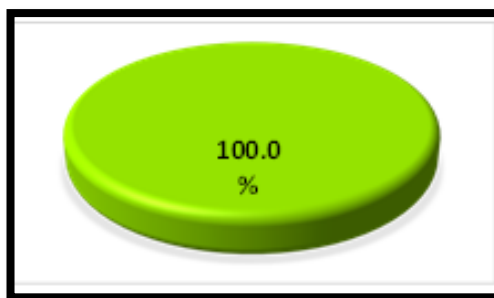
- A. Existe un sistema de recolección de basuras adecuado.
- B. El sistema de recolección no es adecuado o se vierte la basura directamente sobre y en la ladera.

Tabla 12. Estadística parámetro 12

PARÁMETRO 12	No. De Edificaciones	%
A	2090	100.0
B	0	0.0

Fuente: Autor del Proyecto

Figura 16. Estadística parámetro 12



Fuente: Autor del Proyecto

Referente al sistema de basuras, la figura No. 16 muestra que el 100% de las edificaciones posee un sistema de recolección de basuras adecuado.

4.14 PARÁMETRO 13 - ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL ENTORNO

A. El sector cuenta con sistemas de drenaje limpios. No existen uniones rotas en el alcantarillado ni hay presencia de escapes en tubos de suministro. No se observan filtraciones de agua en el suelo.

B. No clasifica en A ni en C.

C. El sector no cuenta con sistema de drenaje limpio y además se presenta por lo menos uno de los siguientes aspectos:

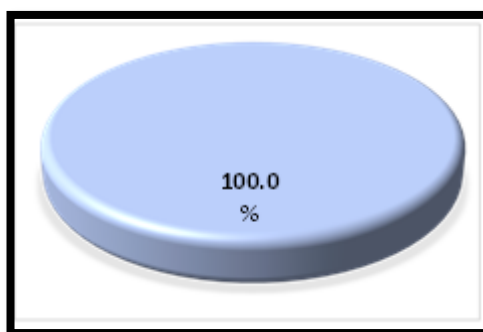
- a. Existen uniones rotas en el alcantarilla
- b. do.
- c. Hay presencia de escapes en tubos de suministro.
- d. Se observan filtraciones de agua en el suelo.

Tabla 13. Estadística parámetro 13

PARÁMETRO 13	No. De Edificaciones	%
A	2090	100.0
B	0	0.0
C	0	0.0

Fuente: Autor del Proyecto

Figura 17. Estadística parámetro 13



Fuente: Autor del Proyecto

La figura No.17 muestra que el 100% de las edificaciones en estudio están en un sector que cuenta con sistemas de drenaje limpios. No existen uniones rotas en el alcantarillado ni hay presencia de escapes en tubos de suministro. No se observan filtraciones de agua en el suelo.

4.15 PARÁMETRO 14 - ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN

Edificaciones en Mampostería

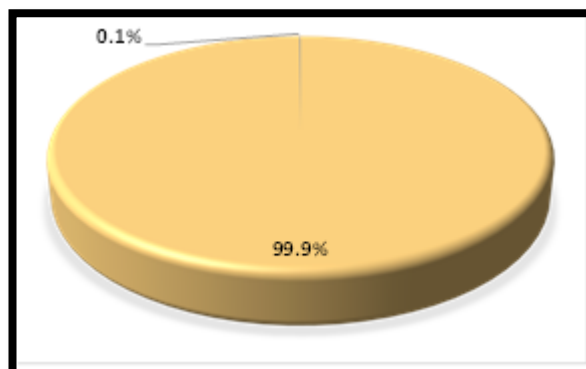
- A. Muros en buena condición, sin fisuras visibles.
- B. Muros que presentan fisuras no extendidas, producidas por causas diferentes a la acción sísmica.
- C. Muros con fisuras de tamaño medio entre 2 a 3 milímetros de ancho producidas por sismos ó, edificio que no presenta fisuras pero que se caracteriza por un estado mediocre de conservación de la mampostería.
- D. Muros que presentan un fuerte deterioro de sus materiales constituyentes o, fisuras de más de 3 milímetros de ancho.

Tabla 14. Estadística parámetro 14

PARÁMETRO 14		
	No. De Edificaciones	%
A	2088	99.9
B	2	0.1
C	0	0.0
D	0	0.0

Fuente: Autor del Proyecto

Figura 18. Estadística parámetro 14



Fuente: Autor del Proyecto

En lo referente al estado de conservación de la edificación, la figura No.18 enseña que el 99.9% de las edificaciones tiene Muros en buena condición, sin fisuras visibles.

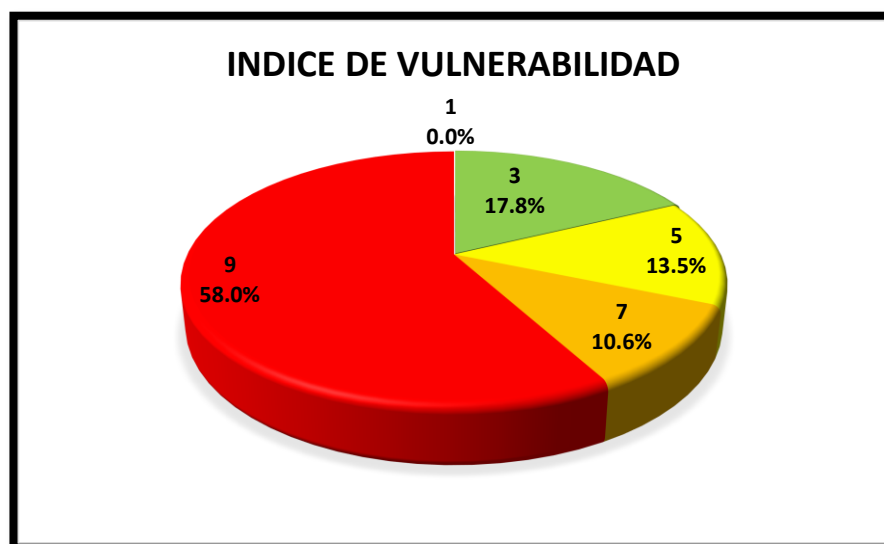
A partir de la evaluación de los parámetros de la muestra total y de la aplicación del modelo de índice de vulnerabilidad propuesto por la UIS, se obtuvieron los siguientes resultados generales. Asimismo los resultados detallados se presentan en los planos anexos del proyecto.

Tabla 15. Vulnerabilidad Total

ÍNDICE DE VULNERABILIDAD		No. De Edificaciones	%
	Vulnerabilidad Muy Baja	0	0.0
	Vulnerabilidad Baja	367	17.9
	Vulnerabilidad Media	278	13.6
	Vulnerabilidad Alta	224	10.7
	Vulnerabilidad Muy Alta	1221	58.4

Fuente: Autor del Proyecto

Figura 51. Vulnerabilidad Total



Fuente: Autor del Proyecto

En conclusión y adicionalmente a los resultados expuestos anteriormente, el lugar de emplazamiento de cada una de las estructuras, las convierte inmediatamente en viviendas en riesgo, ya que las mayorías de ellas están construidas en lomos y laderas con pendiente fuerte, siendo susceptibles a fenómenos en remoción en masa. La Figura 19 muestra el inminente estado de peligro de las viviendas de uno de los barrios en estudio, Luz de salvación 1.

Figura 19. Imagen Barrio Luz de salvación 1



Fuente: Autor de la Investigación

Algunos taludes de este costado occidental del municipio están expuestos a la intemperie (sin cobertura vegetal), lo que evidencia el peligro en las viviendas adyacentes. Como lo muestra la Figura 20 en la granja Reagan, se evidencian los asentamientos sobre la pendiente erosionable en el lugar de estudio, con el fin de enseñar las afectaciones ocasionadas.

Figura 20. Imagen Granja Reagan



Fuente: Autor de la Investigación

De igual forma la influencia de las cargas dentro de las laderas y lomos, además de la construcción no homogénea, la falta de un sistema correcto de

alcantarillado pluvial y en algunos casos sanitario, aumenta el riesgo ya que se presenta deformaciones del terreno, sobre todo en épocas de invierno, donde la infiltración de agua asociado a los factores antes mencionados se ven reflejados en la aparición de grietas sobre las estructuras.

Igualmente, el manejo inadecuado de las estructuras, donde se aprecian secciones de columnas y vigas inferiores a lo permitido por la norma, o estructuras con poco acero, estructuras en mampostería sin ningún confinamiento o estructuras en madera sin la debida permeabilidad y diseños, hacen que exista una vulnerabilidad alta a fenómenos no solamente de remoción en masa o erosión, sino también a fenómenos sísmicos. En la figura 21 se observa el gran número de casas ubicadas en sectores no aptos para asentarse.

Figura 21. Imagen Balcones del Sur



Fuente: Autor de la Investigación

Por su parte en la Figura 22, se puede observar la zona de descarte de material no confinado que tiene una alta probabilidad de desprendimiento en el asentamiento Punta paraíso.

Figura 22. Imagen Punta Paraíso



Fuente: Autor de la Investigación

Para concluir, se tiene que en la zona de estudio se presentan múltiples amenazas causadas por los siguientes factores: construcción no homogénea, falta de control de material y diseño, laderas sin cobertura vegetal, falta de elementos de captación de escorrentía, los cuales evidencian diferentes tipos de riesgos, los cuales deben ser estudiados.

5. SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG) PARA LA PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

El "Sistema de Información Geográfica" SIG se define como un conjunto de métodos, herramientas y datos que están diseñados para actuar coordinada y lógicamente para capturar, almacenar, analizar, transformar y presentar toda la información geográfica y de sus atributos con el fin de satisfacer múltiples propósitos. Los SIG son una nueva tecnología que permite gestionar y analizar la información espacial y que surgió como resultado de la necesidad de disponer rápidamente de información para resolver problemas y contestar a preguntas de modo inmediato²⁰.

Toda la generación de nueva información que puede proveer un SIG depende significativamente de la información que posee la base de datos disponible. La calidad de esta base de datos y sus contenidos determinan la cantidad y calidad de los resultados obtenidos del SIG.²¹.

El uso de este tipo de sistemas facilita la visualización de los datos obtenidos en un mapa con el fin de reflejar y relacionar fenómenos geográficos de cualquier tipo, desde mapas de carreteras hasta sistemas de identificación de parcelas agrícolas o de densidad de población. Además, permiten realizar las consultas y representar los resultados en entornos web y dispositivos móviles de un modo ágil e intuitivo, con el fin de resolver problemas complejos de planificación y gestión, conformándose como un valioso apoyo en la toma de decisiones²².

La construcción e implementación de un SIG en cualquier organización es una tarea siempre progresiva, compleja, laboriosa y continua. En los SIG se debe considerar las especiales características de los datos que utiliza y sus correspondientes procesos de actualización.

Es indiscutible que los datos son el principal activo de cualquier sistema de información. Por ello el éxito y la eficacia de un SIG se miden por el tipo, la calidad y vigencia de los datos con los que opera.

²⁰ INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. Sistema de Información Geográfica SIG. Consultado en <http://sigotn.igac.gov.co/sigotn/>.

²¹ BRENES, Carlos. Sistemas de Información Geográfica. Consultado en <http://www.oirsa.org/aplicaciones/subidoarchivos/BibliotecaVirtual/sistemasinfgeog.pdf>.

²² *Ibíd.*

Los SIG permiten²³:

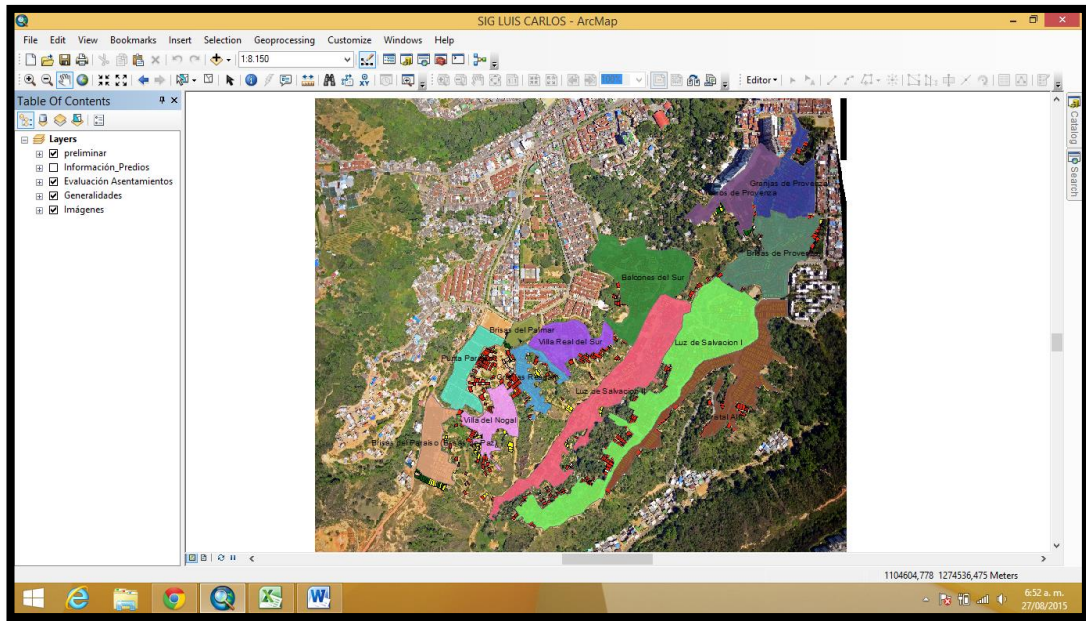
- Realizar un gran número de manipulaciones, sobresaliendo las superposiciones de mapas, transformaciones de escala, la representación gráfica y la gestión de bases de datos.
- Consultar rápidamente las bases de datos, tanto espacial como alfanumérica, almacenadas en el sistema.
- Realizar pruebas analíticas rápidas y repetir modelos conceptuales en despliegue espacial.
- Comparar eficazmente los datos espaciales a través del tiempo (análisis temporal).
- Efectuar algunos análisis, de forma rápida que hechos manualmente resultarían largos y molestos.
- Integrar en el futuro, otro tipo de información complementaria que se considere relevante y que esté relacionada con la base de datos nativa u original.

Con este contexto acerca de la funcionalidad de los SIG, a continuación se presenta el Sistema diseñado para efectos para la presentación y análisis de la información acerca de la vulnerabilidad en edificaciones de los sectores estudiados en este proyecto, con el fin de que la comunidad pueda tener la información de cada predio correspondiente a su vez podrán ver todo tipo de información recolectada de sus viviendas tanto individual como la de su barrio completo, saber que tan vulnerables son adicionalmente podrán obtener todo tipo de información que sea introducida dentro del SIG así:

- 1) La figura 23 muestra el pantallazo de los trece barrios estudiados, donde las delimitaciones entre cada barrio se ven evidenciadas por medio de colores.

Figura 23. Pantallazo barrios en estudio

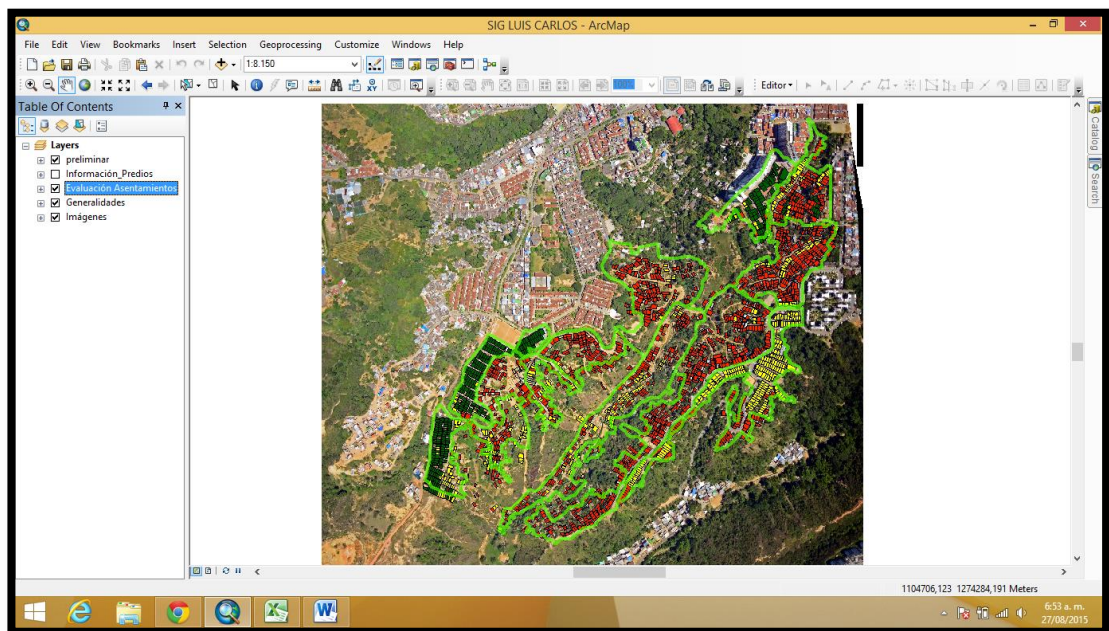
²³ Ibíd.



Fuente: Autor del Proyecto

2) La figura 24 señala las delimitaciones de los barrios, donde se pueden evidenciar con los colores verde, rojo y amarillo la vulnerabilidad de las viviendas una por una, siendo el color verde la vulnerabilidad baja, la amarilla la vulnerabilidad media, y la roja la vulnerabilidad alta.

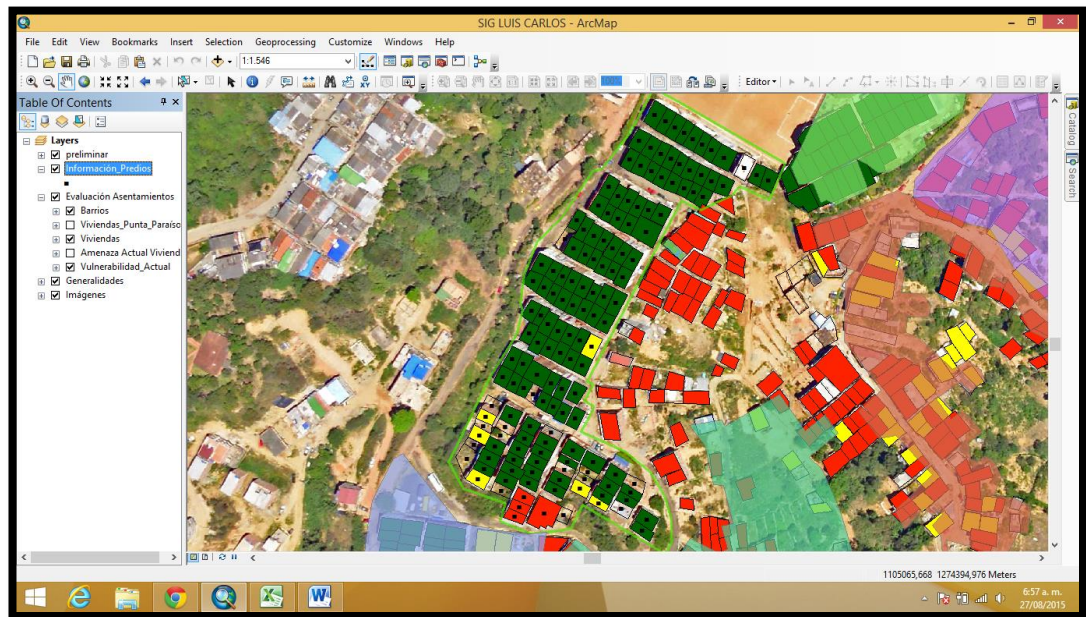
Figura 24. Vulnerabilidad por colores



Fuente: Autor del Proyecto

3) La figura 25 muestra la forma como seleccionando el ítem de información_predios se puede ir al barrio específicamente en el cual se va a trabajar (punta paraíso) el cual se ve delimitado con línea verde.

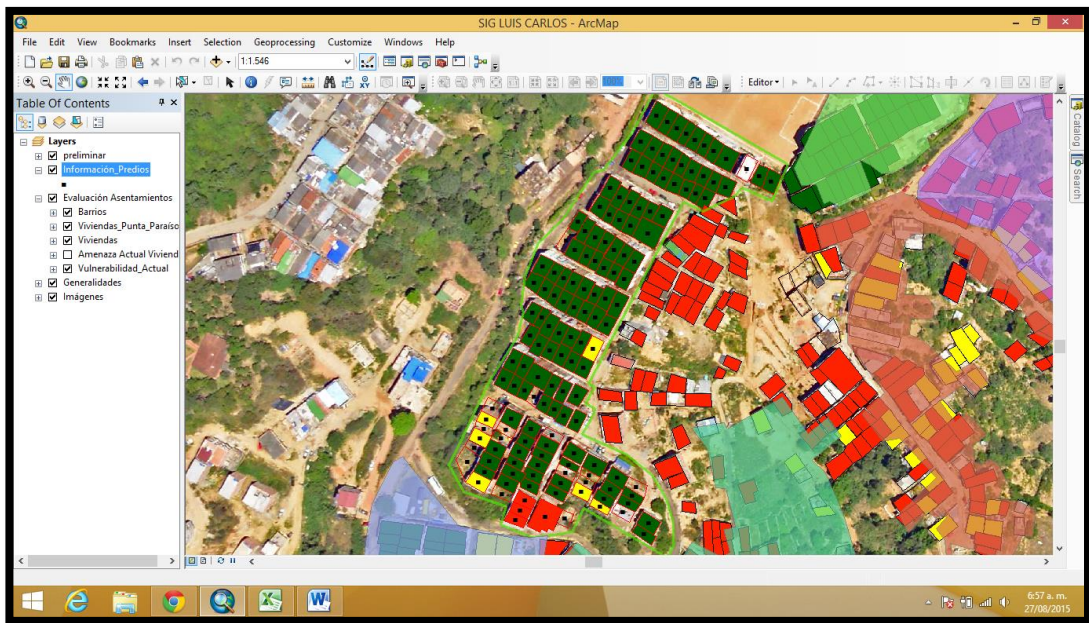
Figura 25. Selección de predios



Fuente: Autor del Proyecto

4) La figura 26 señala la forma como al “prender” el ítem de viviendas_punta_paraíso se pueden ver las delimitaciones de cada propiedad en el barrio punta paraíso, cada una por separado.

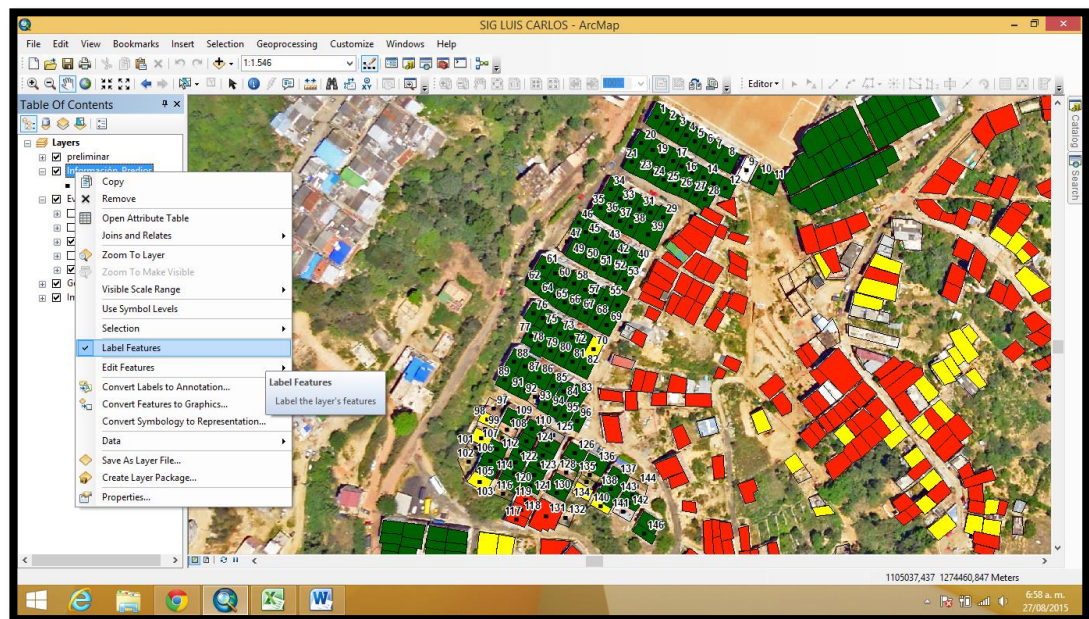
Figura 26. Delimitación barrio Punta Paraiso



Fuente: Autor del Proyecto

5) La figura 27 indica la manera como en la tabla Table of Contents se puede dar clic derecho al ítem información_predios y en la opción label features se observa la numeración que se la asignado a cada casa en el momento de la recolección de datos, en el cual se puede evidenciar las propiedades que pertenecen a cada barrio.

Figura 27. Aplicación de la label features

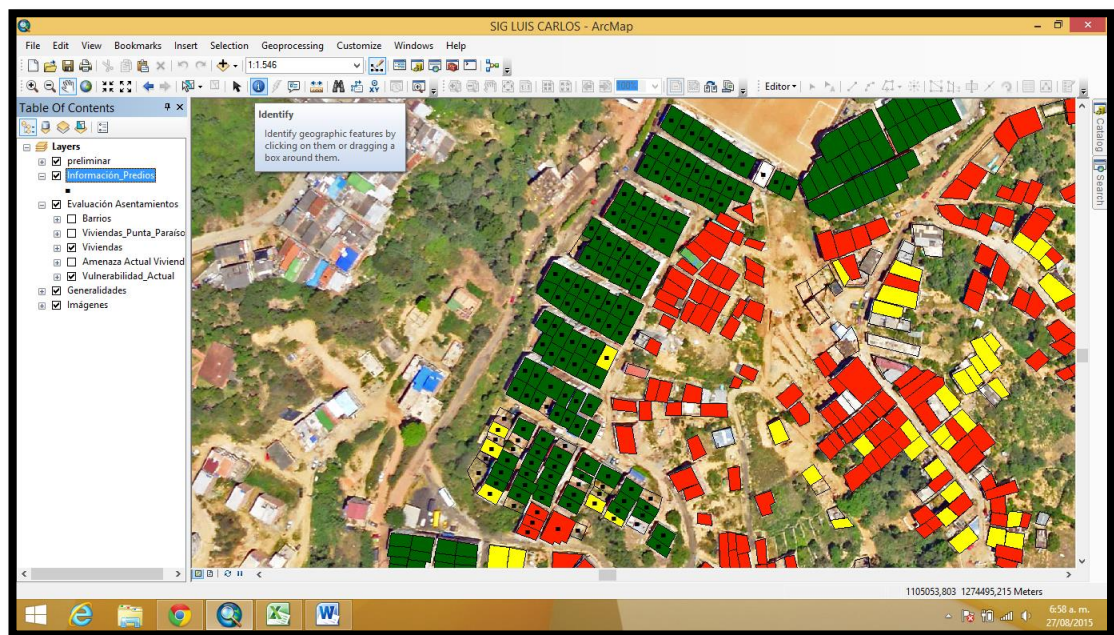


Fuente: Autor del Proyecto

A continuación se presentarán cuatro formas de obtener datos que fueron recolectados en campo y digitalizados, con el fin de conseguir la información que se requería para el estudio, con respecto al barrio, y a cada una de las casas.

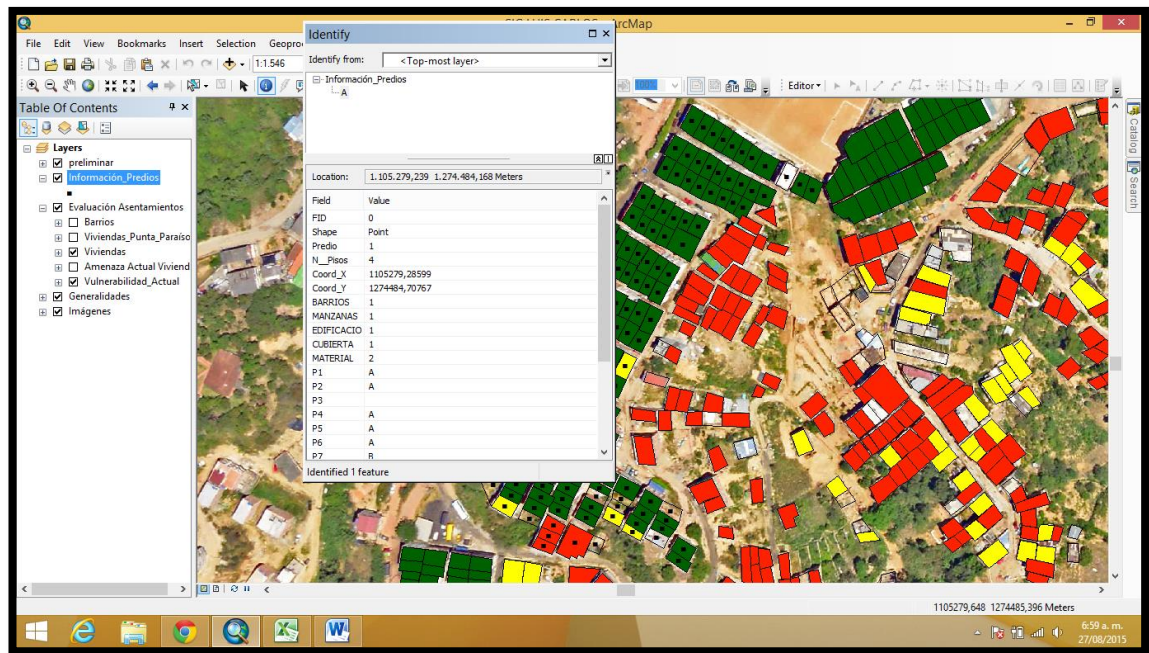
6) La figura 28 indica la forma como seleccionando el comando identify se puede ver la información de cada propiedad del barrio, información que fue recolectada en campo y que fue digitalizada para poder obtener estos resultados. Posteriormente en la figura 29 se puede evidenciar la tabla de información que se genera cuando se le da clic a la propiedad de la cual se desea consultar información que cada una tiene por separado.

Figura 28. Uso comando identify



Fuente: Autor del Proyecto

Figura 29. Tabla de información de las propiedades

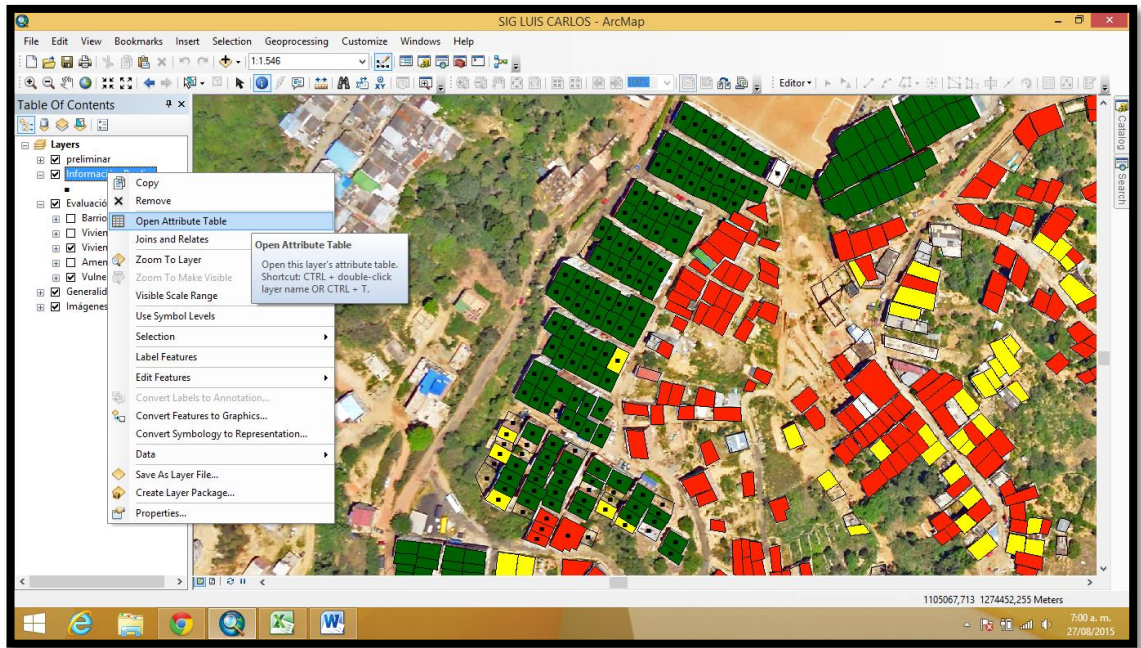


Fuente: Autor del Proyecto

7) En la figura 30 se presenta la Table of contents, donde al seleccionar con el clic derecho el ítem información_predios, se despliega una ventana para posteriormente elegir la casilla open attribute table, que va a generar una tabla que contiene la información recolectada en campo del barrio en el cual se está haciendo la muestra. Luego se va a la opción table options donde se generará una ventana en la que se debe señalar la opción select by attributes, que desplegará una tabla donde se elegirá la opción P5; así, se da doble clic y luego se selecciona la opción de = para seguidamente escoger la opción get unique values, que va a generar unas opciones para seleccionar como A, B, C. En este caso se escoge la B, luego se da apply y así se genera la tabla que se puede observar en la figura 31.

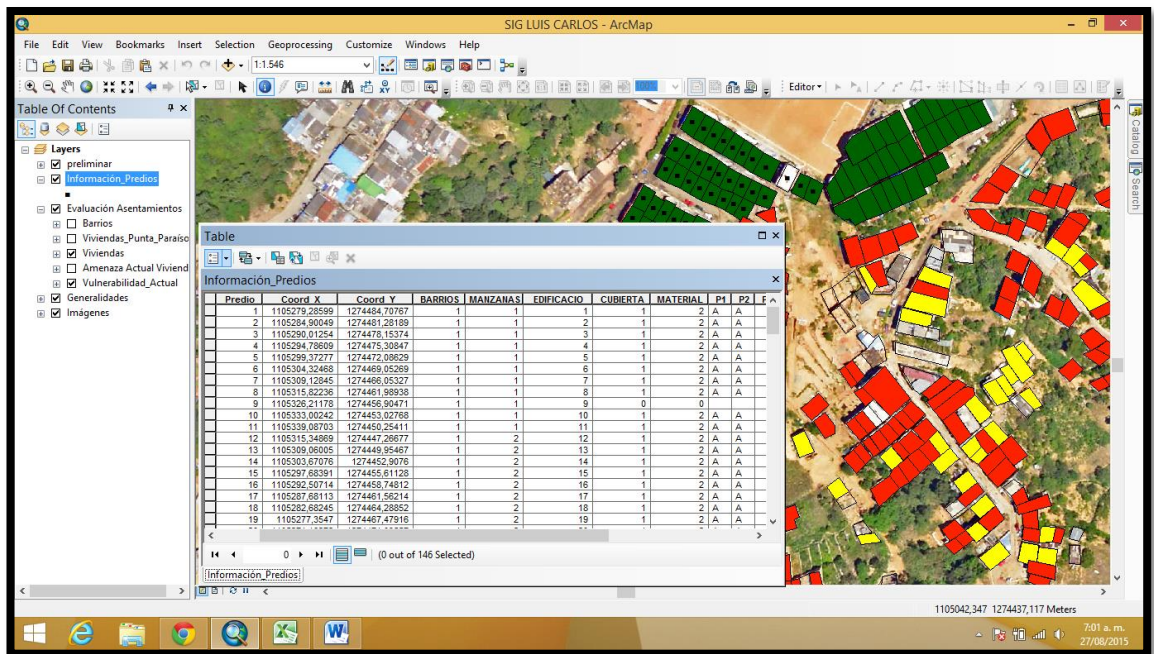
Allí se puede ver la información de cuantas propiedades del barrio tienen la opción B. No obstante, si se quiere saber ver exactamente cuáles son las propiedades, se da clic a la opción show selected records.

Figura 30. Información recolectada en el barrio.



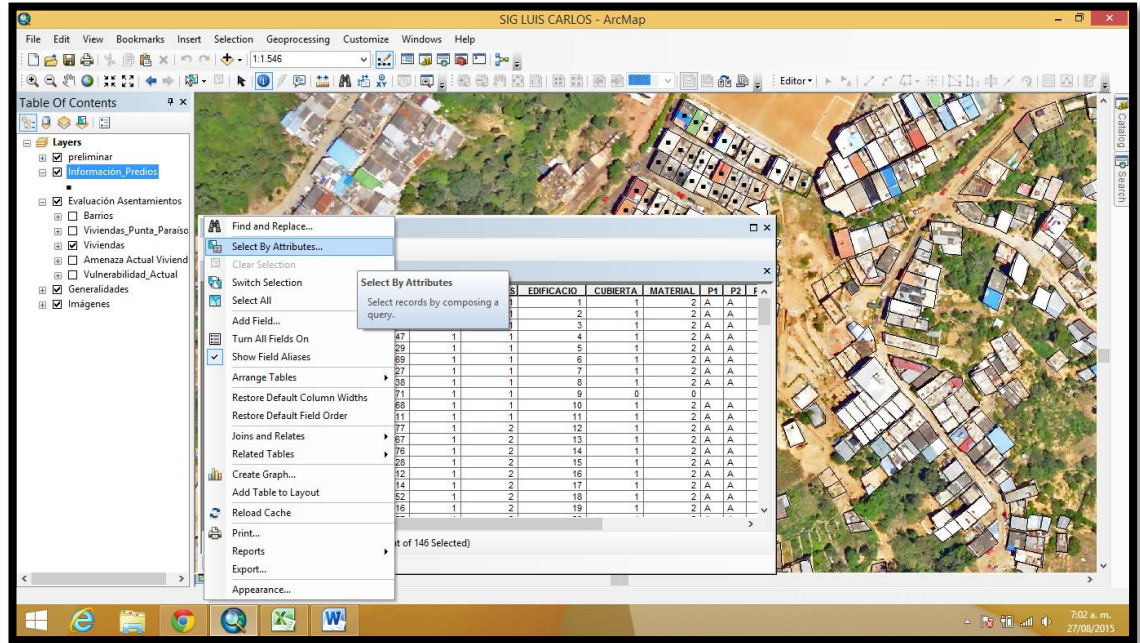
Fuente: Autor del Proyecto

Figura 31. Información de predios 1.



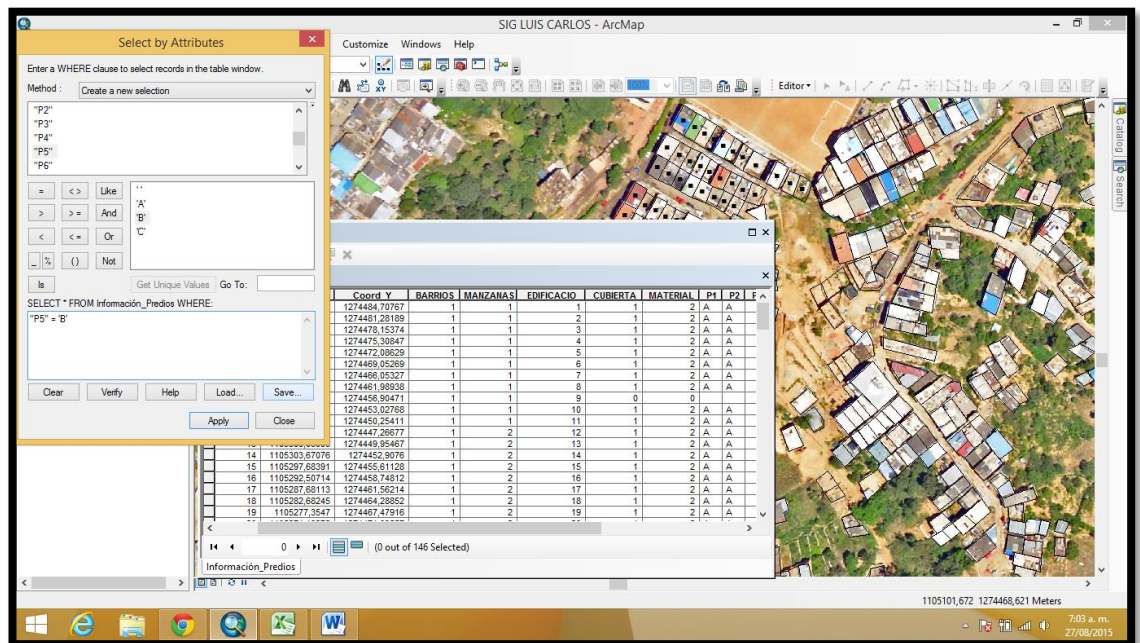
Fuente: Autor del Proyecto

Figura 32. Número de propiedades del barrio.



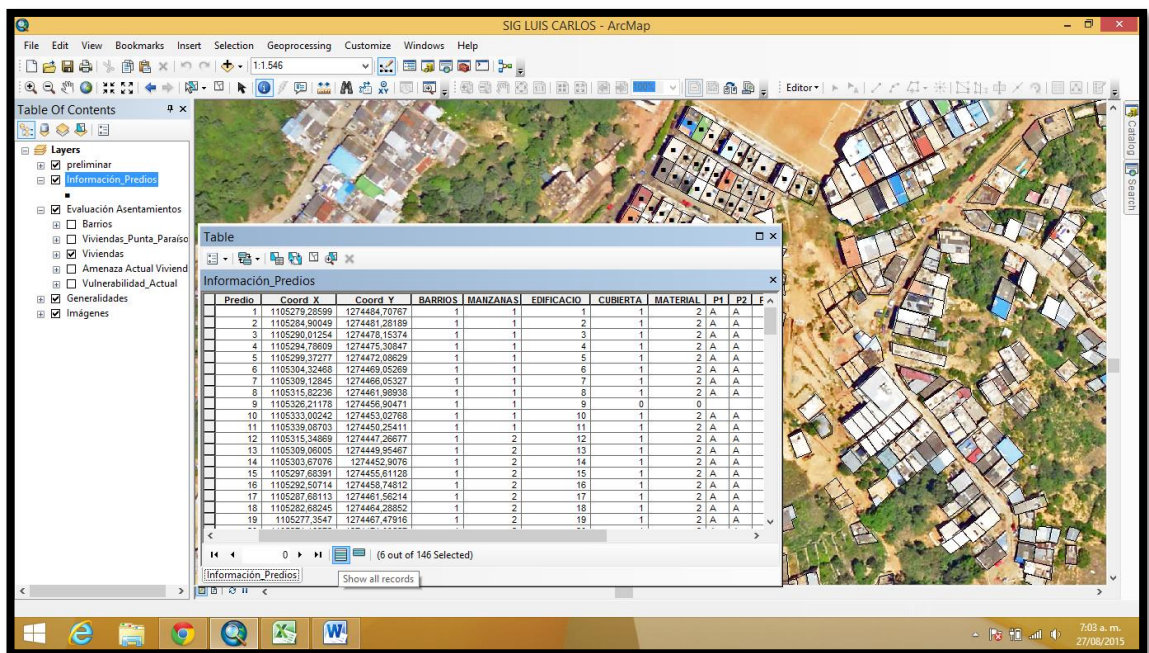
Fuente: Autor del Proyecto

Figura 33. Uso de la opción show selected records



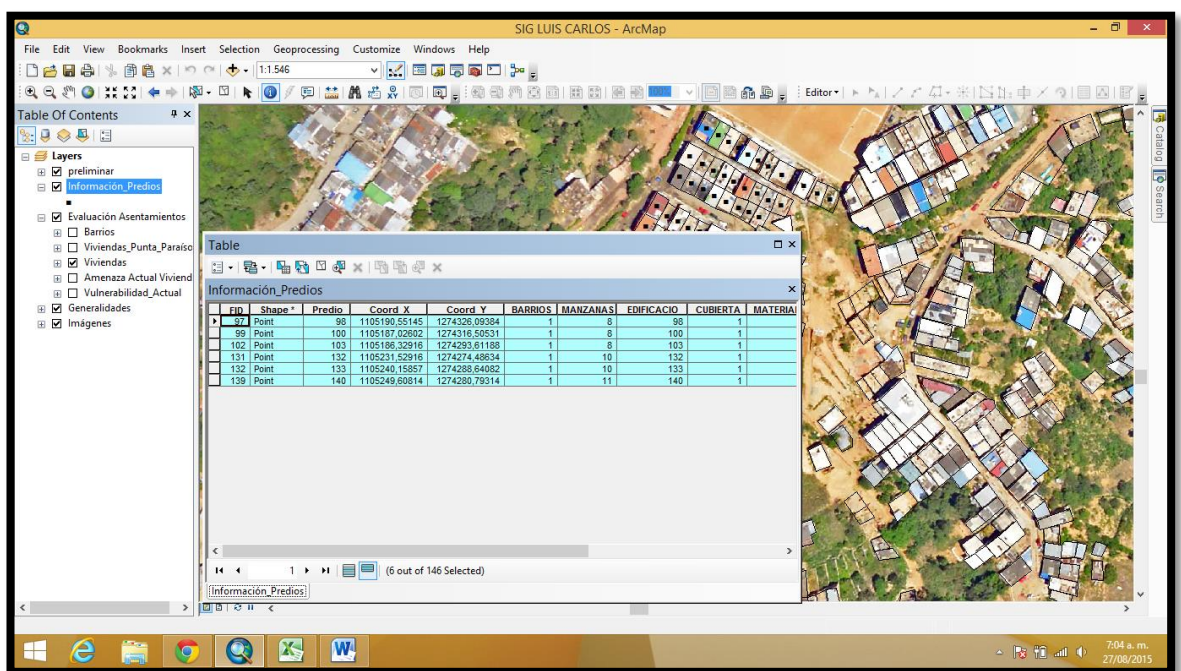
Fuente: Autor del Proyecto

Figura 34. Información de predios 2



Fuente: Autor del Proyecto

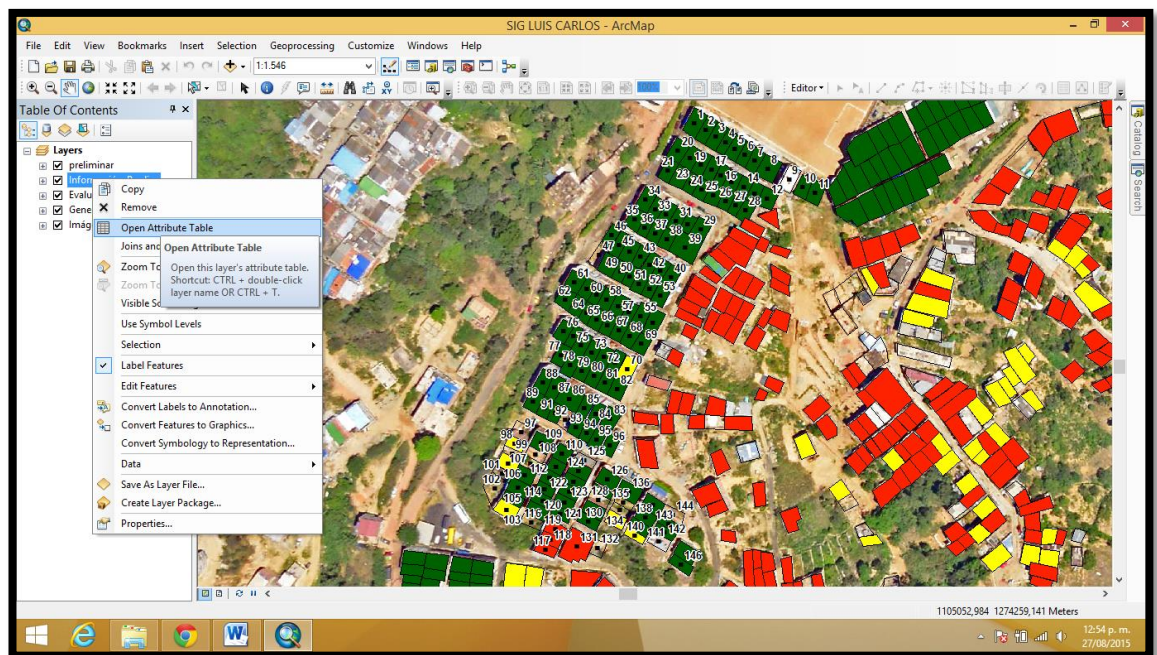
Figura 35. Información de predios 3



Fuente: Autor del Proyecto

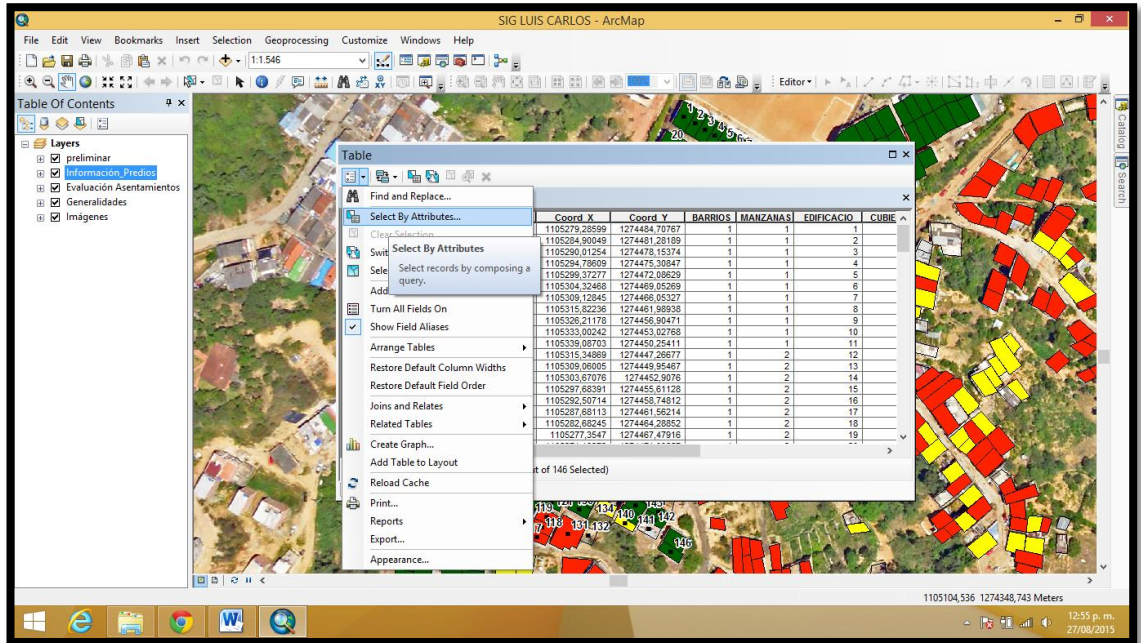
8) Siguiendo los mismos pasos del punto anterior (7) se procede a calcular con la opción N_pisos, el número de pisos que tiene cada una de las propiedades. En este ejemplo se le dio la orden de mostrar las casas que tienen dos pisos, como lo muestran las subsiguientes figuras.

Figura 36. Paso 1 para calcular los pisos de una casa.



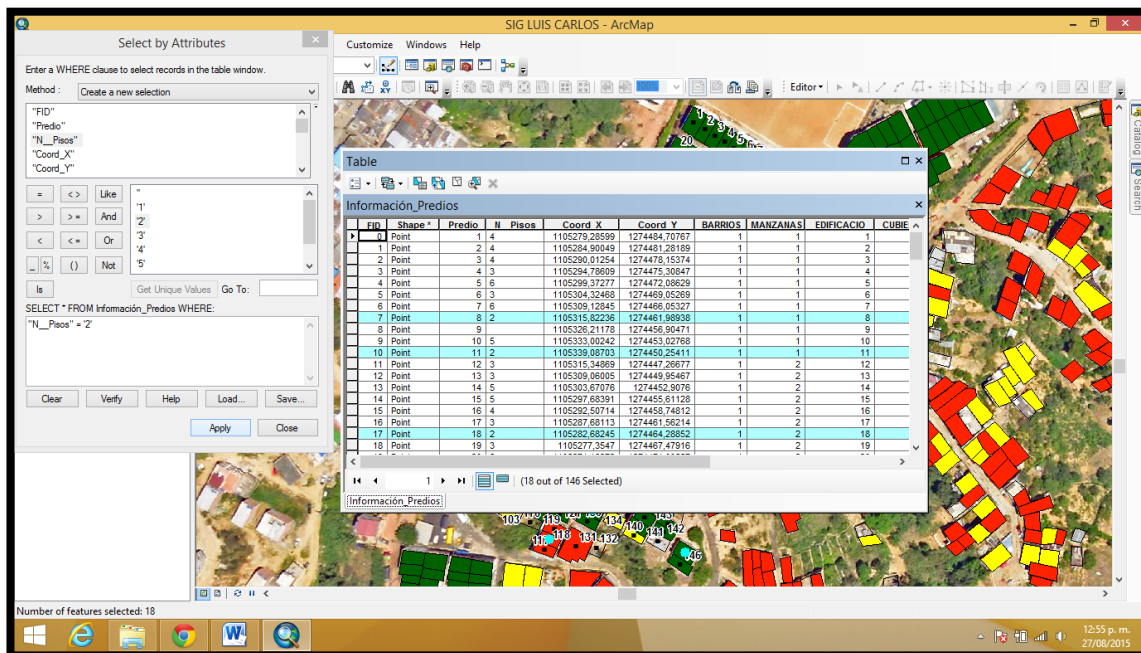
Fuente: Autor del Proyecto

Figura 37. Paso 2 para calcular los pisos de una casa



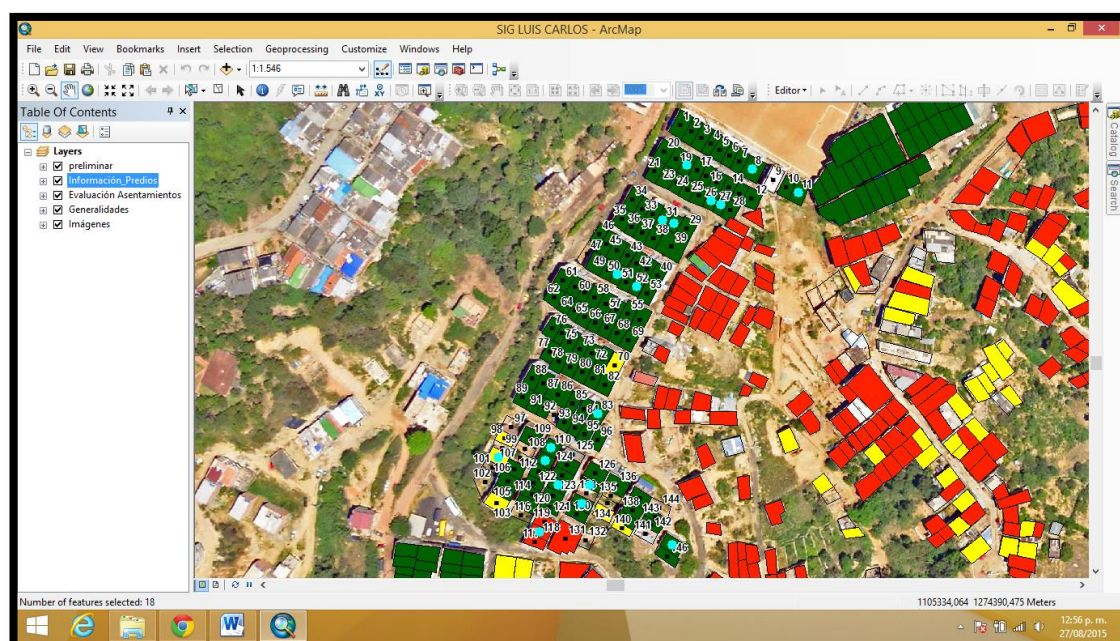
Fuente: Autor del Proyecto

Figura 38. Paso 3 para calcular los pisos de una casa



Fuente: Autor del Proyecto

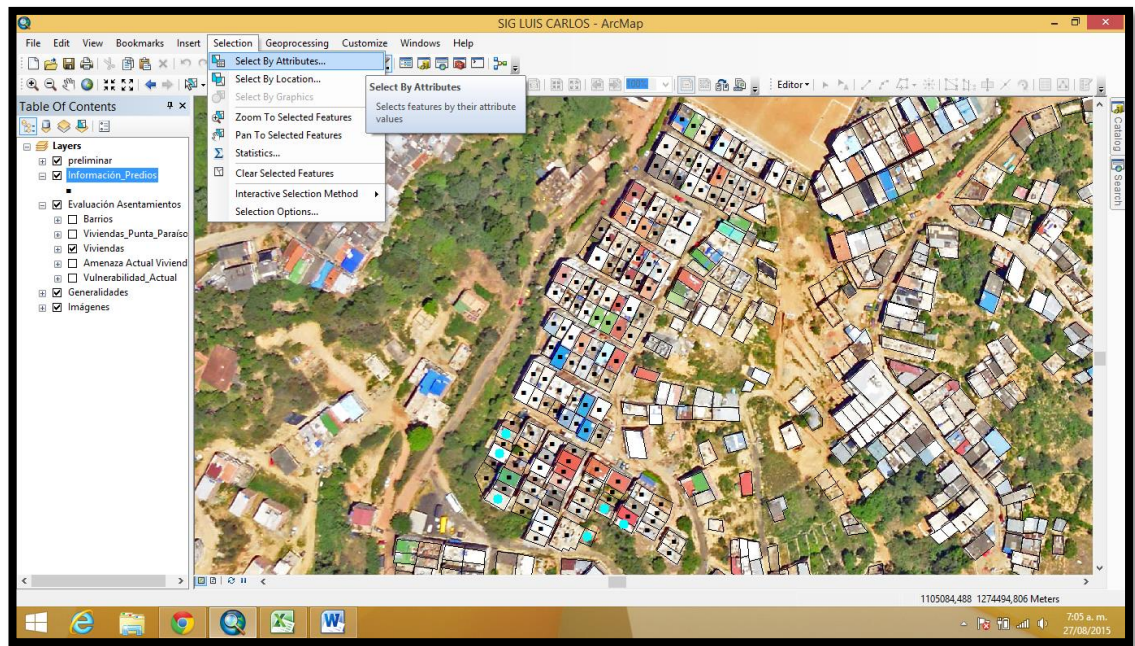
Figura 39. Paso 4 para calcular los pisos de una casa



Fuente: Autor del Proyecto

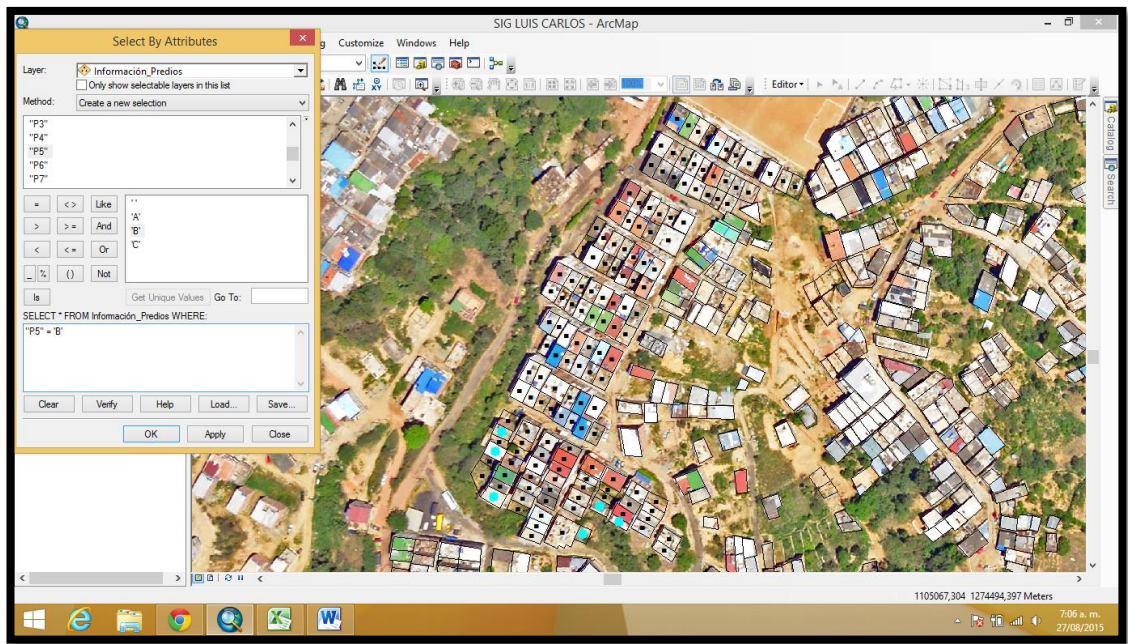
9) A continuación en el comando de selection se puede desplegar una ventana en la cual se selecciona el ítem llamado select by attributes, que despliega una tabla en la que se puede consultar la información que se requiera del barrio. Posteriormente en la figura 40 muestra la opción de saber el número de propiedades que tienen en el parámetro 5 la opción B y a su vez la figura 42 señala como con el mismo proceso y al dar la opción de ver cuales casas tienen la opción A, sí lo muestra.

Figura 40. Uso del comando select by attributes



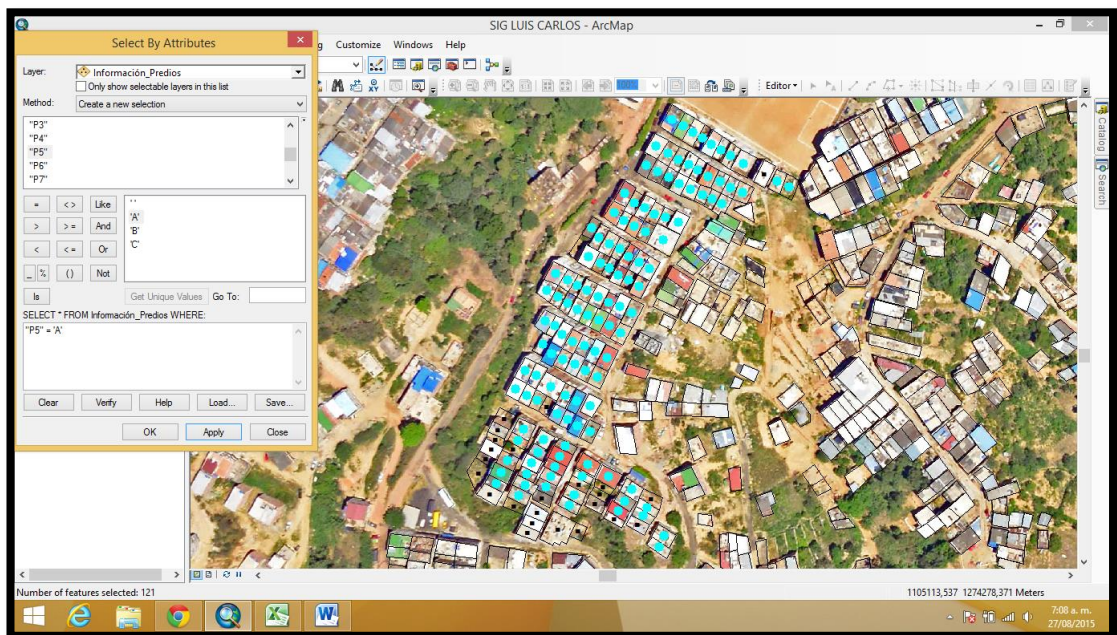
Fuente: Autor del Proyecto

Figura 41. Ejemplo 1 de determinación de parámetros



Fuente: Autor del Proyecto

Figura 42. Ejemplo 2 de determinación de parámetros



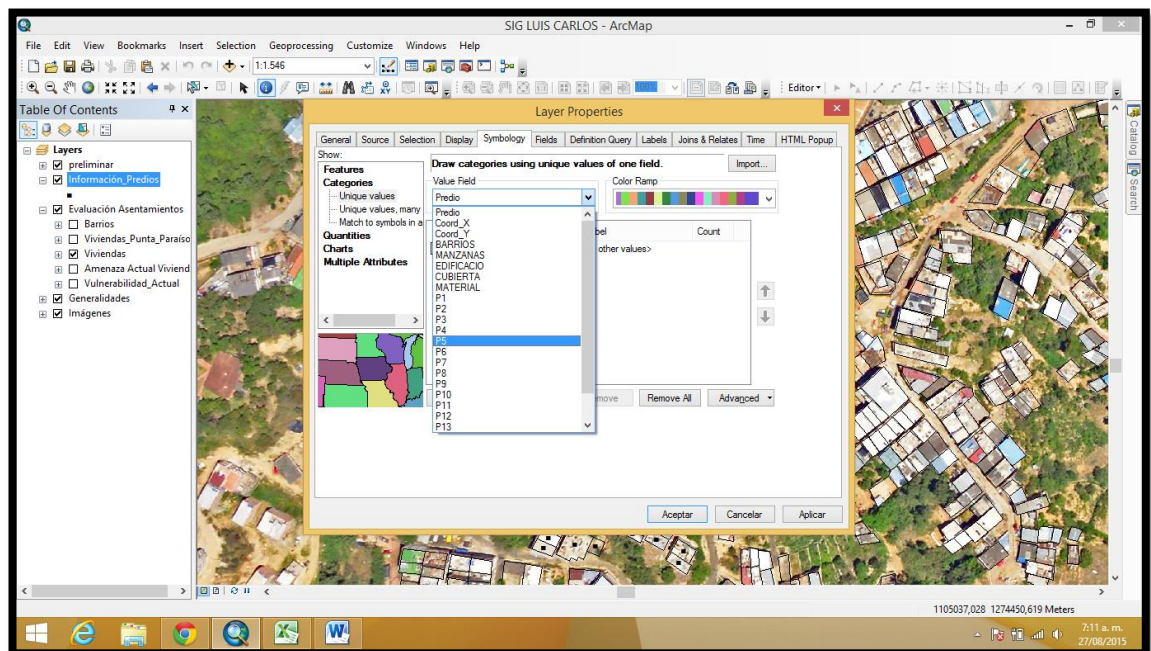
Fuente: Autor del Proyecto

10) Otra de las formas de obtener información del barrio al cual se le está haciendo la muestra, es en la table of contents en el ítem llamado información_predios; así, se da doble clic izquierdo y se despliega la tabla que

se muestra en figura 43, seguidamente en la opción value field se selecciona la opción de la información que se requiera conocer, que para este caso es la opción del parámetro 5. De esta forma en la figura 44 se puede observar la información de ese parámetro en el barrio, ubicados en la opción A, B, C, que indica el número de propiedades de cada ítem.

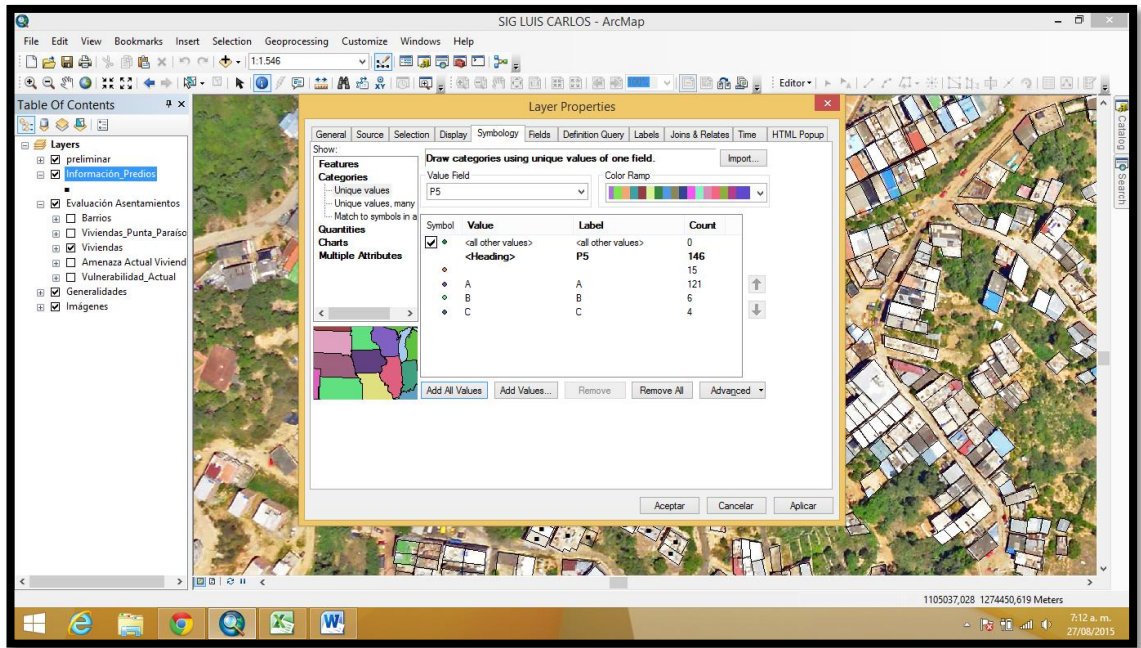
Asimismo, se selecciona la opción A para este ejemplo donde se pueden cambiar sus características como color forma tamaño como lo muestra la figura 44. Ya en la figura 45 se puede ver la información que se necesita acerca del parámetro 5.

Figura 43. Ítem información_predios



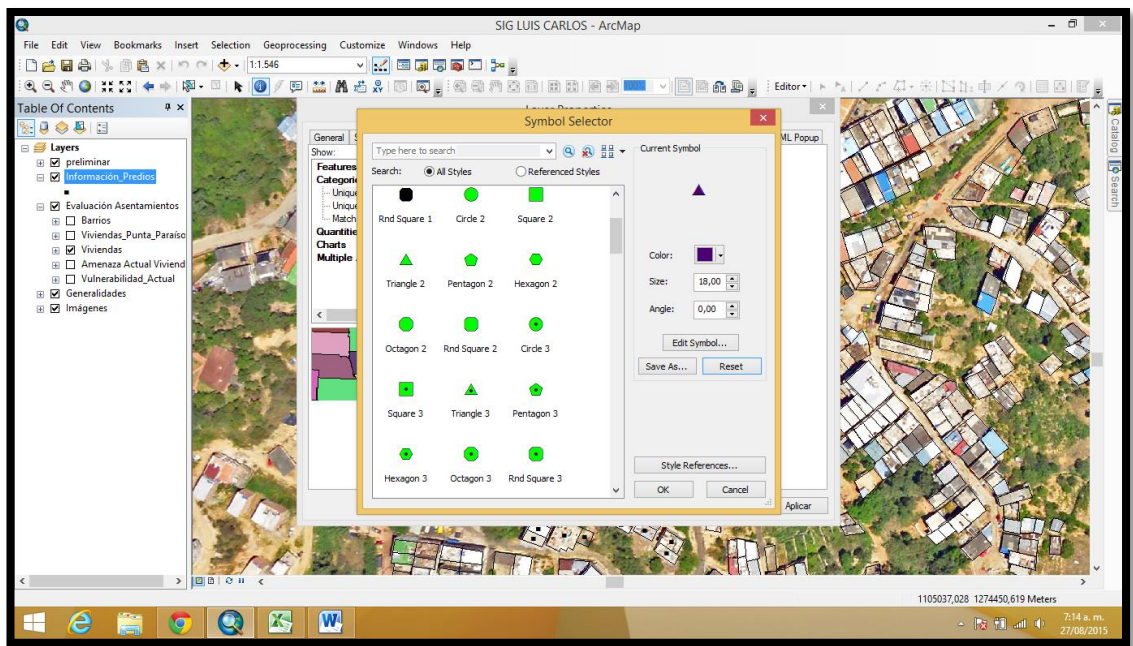
Fuente: Autor del Proyecto

Figura 44. Información de parámetros



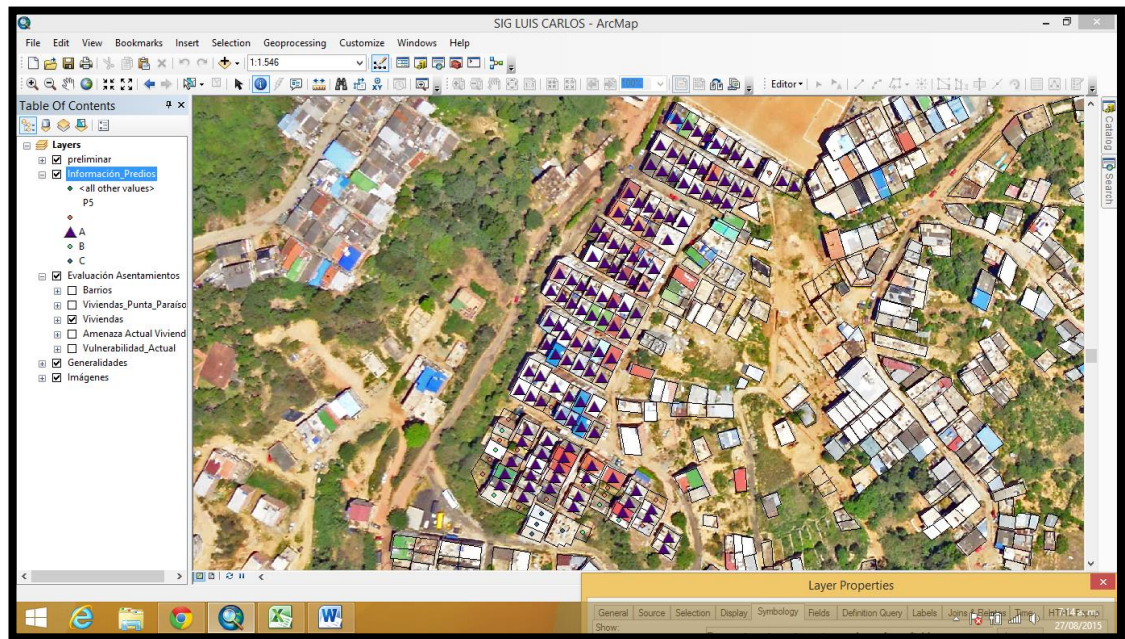
Fuente: Autor del Proyecto

Figura 45. Uso del Symbol Selector



Fuente: Autor del Proyecto

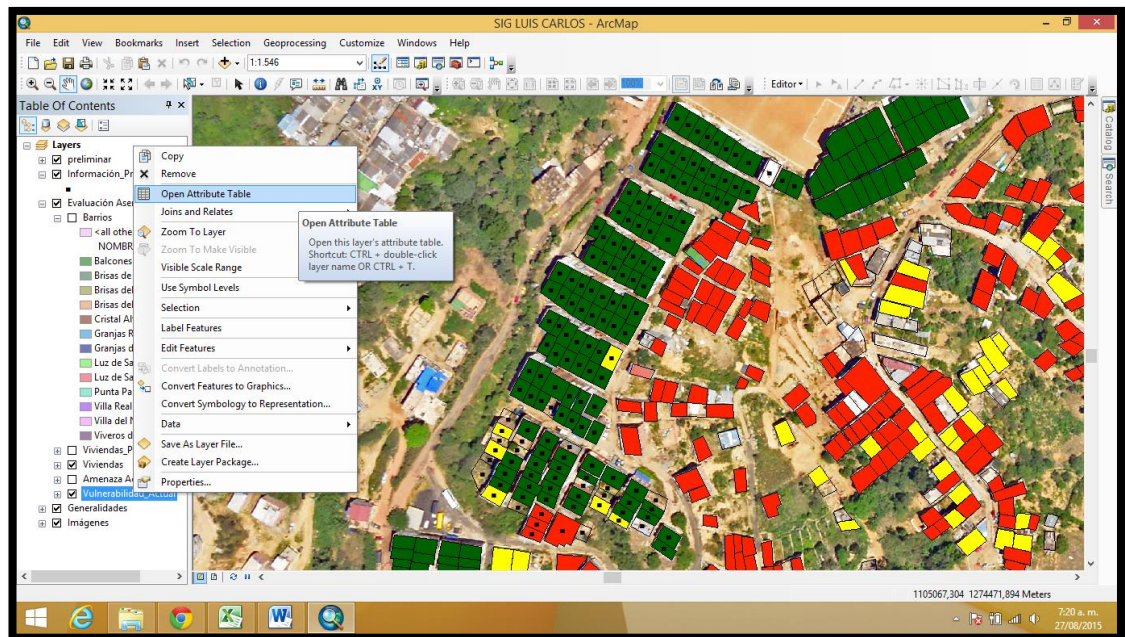
Figura 46. Información parámetro 5



Fuente: Autor del Proyecto

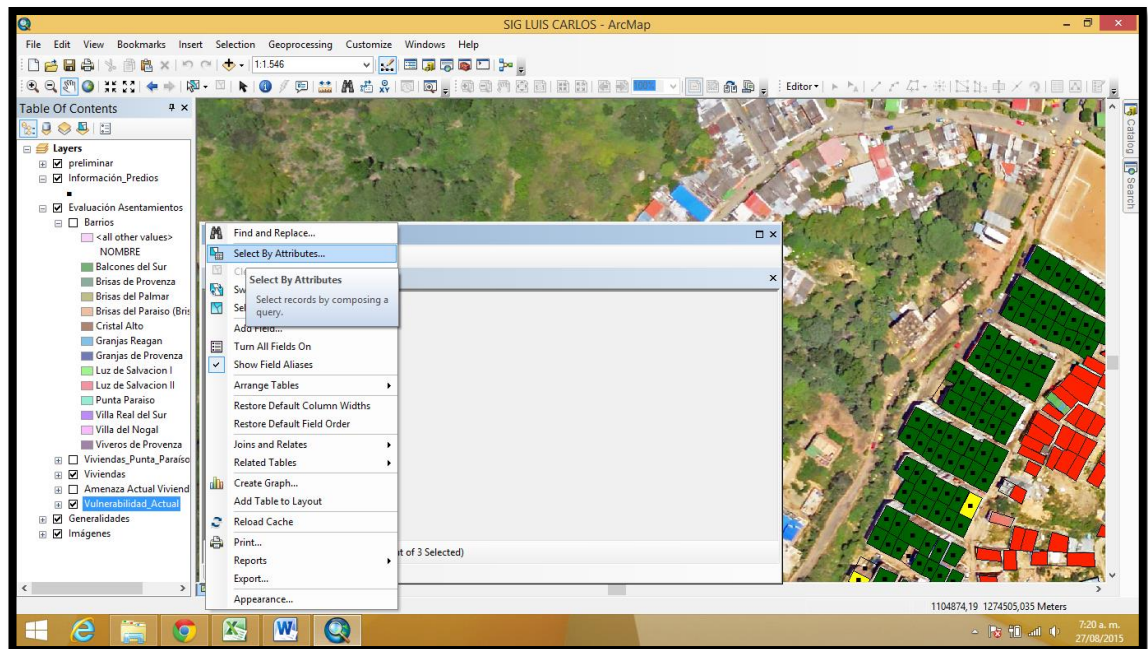
11) En este punto se hace el mismo procedimiento que en el numeral 7, al ítem de vulnerabilidad_actual, con el fin que sean seleccionadas las viviendas que tienen vulnerabilidad baja, media y alta; para este efecto se hace el ejemplo con la opción de vulnerabilidad media en la cual en la figura 50 se visualizan las viviendas seleccionadas con vulnerabilidad media que corresponde al color amarillo y que posteriormente fueron seleccionadas.

Figura 47. Programación del ítem vulnerabilidad actual. Paso 1



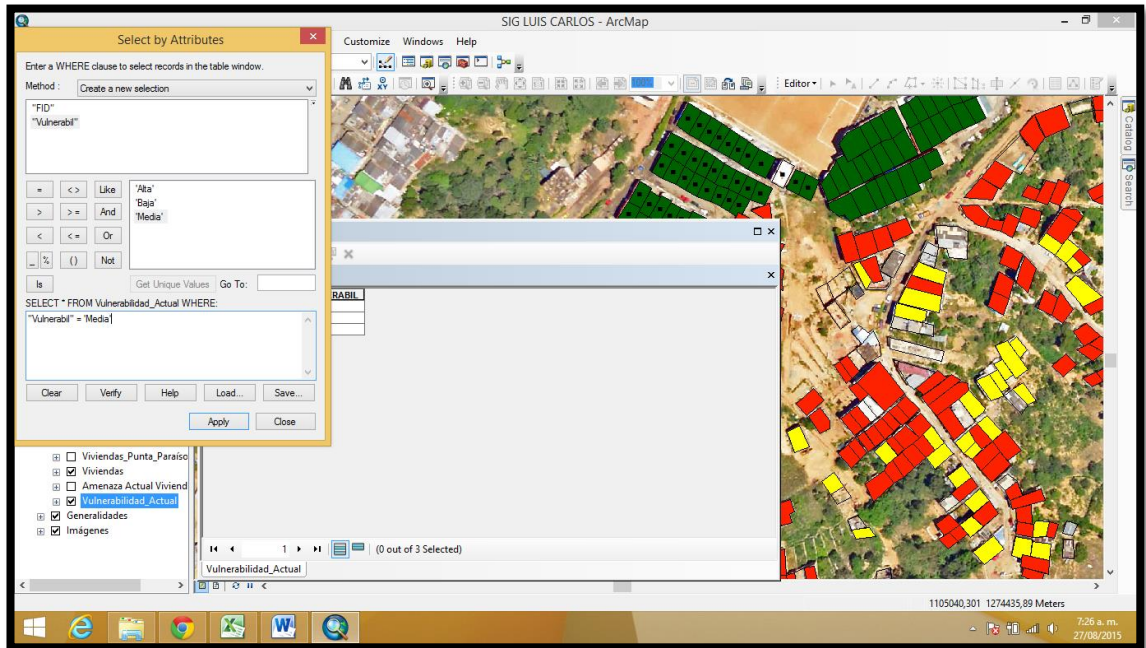
Fuente: Autor del Proyecto

Figura 48. Programación del ítem vulnerabilidad actual. Paso 2



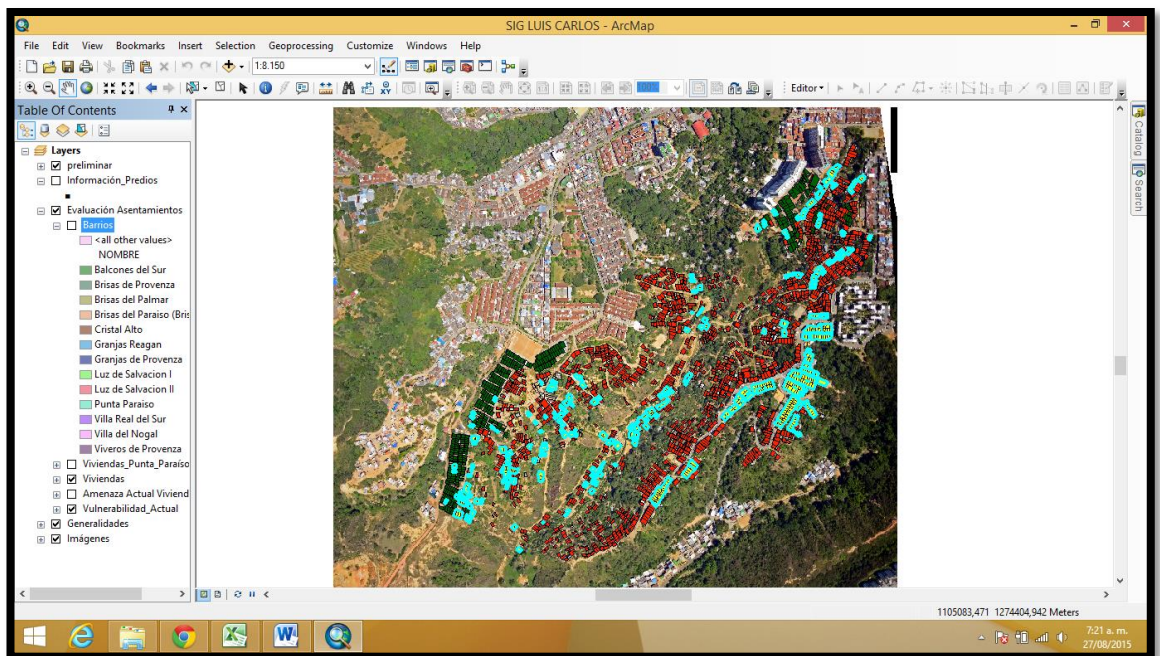
Fuente: Autor del Proyecto

Figura 49. Programación del ítem vulnerabilidad actual. Paso 3



Fuente: Autor del Proyecto

Figura 50. Viviendas con vulnerabilidad media



Fuente: Autor del Proyecto

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El índice de vulnerabilidad total de la muestra de las edificaciones de los barrios que componen el estudio, evidencia el predominio de la vulnerabilidad estructural muy alta principalmente en las edificaciones ubicadas sobre los taludes; por esta razón se debe entender que el parámetro de ubicación de la edificación es el de mayor importancia junto con el sistema estructural predominante que es la mampostería confinada y en muchos casos sin confinar, aunque la calidad de los sistemas de mampostería no son en su totalidad buena, el barrio presenta edificaciones que están en capacidad estructural de resistir un fenómeno natural de alta intensidad debido a que presentan una buena cimentación y mampostería bien dispuesta.

Es de resaltar que la falta de obras de contención y estabilización de los taludes sobre los cuales se desarrollan urbanísticamente la gran mayoría de barrios y la sobrepresión sobre dichos taludes, aumenta en proporción a las edificaciones que cada vez van creciendo en número y sin ningún control de algún ente territorial.

Asimismo, la gran mayoría de los barrios del estudio sufren una amenaza alta desde el punto de vista estructural, al desarrollarse urbanísticamente en un porcentaje mayor al 50% de las muestras tomadas sobre la pendiente del talud y con la alta pendiente de los mismos como se muestra en la figura de vulnerabilidad, donde el 58% de las edificaciones estudiadas están bajo una vulnerabilidad permanente. Con base en lo anterior es necesario intervenir los taludes con obras de mitigación como los drenajes para disminuir el nivel freático, un buen manejo de las aguas lluvias y muros de contención que mitiguen los posibles movimientos del talud desde la pata hasta su corona, según los resultados mostrados en el estudio de amenaza.

Es así como el estudio de vulnerabilidad estructural presenta como conclusión final y principal la presencia de vulnerabilidad muy alta en un 58% de las edificaciones levantadas, ya que al hacer referencia a la estadística de los parámetros de ubicación de la edificación y cimentación de la misma (parámetros 5 y 6 respectivamente), se observa el predominio de estos factores dentro de los resultados finales.

Vale la pena resaltar que la calidad del sistema estructural resistente de la gran mayoría de las edificaciones esta entre regular y bueno, sin embargo existen edificaciones que aunque tienen cortos periodos de vida y no presentan sistemas resistentes adecuados para resistir fenómenos naturales de alta intensidad. Es el caso de las casas que no disponen de confinamiento en su mampostería y conforman un sistema bastante usual en la muestra tomada que para efectos de este estudio se llamará muro losa, y que se caracteriza por tener únicamente muros de mampostería sin confinar apoyando las losas de entrepiso en la totalidad del desarrollo en altura de dichas edificaciones.

Lo anterior lleva a concluir también que la implementación de buenas técnicas constructivas podrían mitigar en gran medida los altos grados de vulnerabilidad que pueden llegar a tener las edificaciones. Por ello es deber de los entes encargados de la aprobación y supervisión de las construcciones en dichos barrios, exigir y fiscalizar la calidad de la construcción de nuevos predios bajo la norma colombiana vigente para el diseño de edificaciones competentes y resistentes ante fenómenos naturales. No obstante, no se debe limitar la fiscalización a las nuevas construcciones únicamente, sino que también debe estudiarse la posibilidad de generar conjuntamente con los propietarios de las edificaciones que no cumplan los requerimientos normativos, estrategias para el mejoramiento de la calidad de dichas edificaciones, promoviendo así una especie de rehabilitación o reforzamiento estructural para lograr mitigar la vulnerabilidad de dichos predios generada por su mala configuración estructural.

De otro lado, la geomorfología de las laderas sobre las cuales se encuentran ubicadas las urbanizaciones, presenta un suelo estable en gran proporción según la información obtenida de los sondeos realizados por geotecnia en el sitio. Con todo, las grandes cargas gravitacionales ejercidas por las edificaciones, llevan al talud a estar en riesgo continuo de falla, y por tal razón, se convierte en un tema de principal relevancia la construcción de obras de mitigación en los sitios más vulnerables de la zona en estudio como los taludes sobre los cuales se encuentra un porcentaje mayor de las edificaciones que componen los barrios en estudio. Igualmente, obras de mitigación como drenajes de los taludes, muros de contención en zonas críticas y demás obras que se deban disponer según los profesionales competentes para tal estudio, deberán ser las prioridades en el desarrollo de las actividades de estabilización de la zona en estudio.

Conjuntamente se visualiza que el desarrollo urbanístico de la zona es precario, y por ello se debe buscar la forma de ajustar las características propias de una urbanización, ya que en este momento se construye sin respetar ningún tipo de estas normas, hecho que genera una posible superpoblación y por ende un requerimiento de servicios públicos que puede no estar contemplado para tanta población. Al mismo tiempo todos los servicios básicos incluyendo las aguas servidas, si no son correctamente dirigidas y servidas pueden convertirse en una causal de alto riesgo para el movimiento del talud y por consiguiente alta vulnerabilidad estructural para cualquier sistema resistente que se encuentre sobre el mismo.

Además de lo anterior, una muestra representativa de las edificaciones presentan su mayor comportamiento vulnerable debido a su ubicación sobre el talud; su sistema resistente aunque no es el mejor le permite atender solicitudes debido a fenómenos naturales de media y baja intensidad, sin embargo hay un porcentaje medio de edificaciones que no soportarían un movimiento de mediana intensidad debido a la pobre configuración estructural que presentan. En este sentido la estabilización y conformación de los taludes que componen la zona de estudio, es la labor principal que debe ejecutarse en

primera medida ya que cuando se garantice la estabilidad de los mismos se podrá entrar en una etapa de estudio para identificar las edificaciones que deben tener un reforzamiento o rehabilitación estructural, con el objetivo de brindar una seguridad alta a los propietarios y habitantes de la toda la zona en estudio.

Es de resaltar, que las obras tendientes al mejoramiento estructural de las viviendas que así lo soliciten después de un estudio serio por parte de un profesional competente, deberán ser un propósito de sus propietarios y los entes públicos que tengan a su cargo tal responsabilidad.

El sistema de información geográfico es una herramienta muy útil para los entes de control para el área del gobierno al igual que para la parte privada, les permitirá llevar un mejor control y seguimiento de manera ordenada y fácil de obtener, podrán mantener información pasada presente y futuro, podrán tener inventarios y estadísticas ya sean de obras viviendas vías y de más.

Se recomienda que se implemente un sistema de información geográfico para todo tipo de consultoría que se realice por parte del gobierno para un mayor control y calidad a la hora de requerir la información.

Para terminar se observó, que las viviendas que se encuentran sobre terrenos no vulnerables como lo son las laderas, presentan un comportamiento aceptable ante fenómenos de remoción en masa por lo que el mayor interés de mitigación de riesgo y vulnerabilidad se concentra en los predios ubicados sobre las laderas. No obstante, existen predios que no están ubicados sobre los taludes y que son altamente vulnerables ante cualquier fenómeno natural que lo solicite.

5. BIBLIOGRAFIA

ABDÓN Carlos y LOMBANA, Jaime. Geografía de los suelos de Colombia. Bogotá: Universidad Jorge Tadeo Lozano.1982.

BONACHEA, Jaime. Desarrollo, aplicación y validación de procedimientos y modelos para la evaluación de amenazas, vulnerabilidad y riesgo debidos a procesos geomorfológicos, PhD, tesis. 2006

GÓMEZ, Ignacio. “Simulación de funciones de vulnerabilidad y matrices de probabilidad de daño sísmico para edificaciones de hormigón armado en sistema pórtico”.2008.

SUAREZ, Jaime. Deslizamientos, Análisis geotécnico, Volumen 1. División de Publicaciones UIS, Bucaramanga, 588 pág.2009

SUAREZ, Jaime. Deslizamientos, Técnicas de remediación, Volumen 2. División de Publicaciones UIS, Bucaramanga, 417 pág.2009

FINLAY, Patrick. Vulnerability to landsliding, Quarterly Journal of Engineering Geology, Geotechnical Society, Toronto, Canada, Vol. 1, pp. 307-324.1997

MALDONADO, Eduardo. Vulnerabilidad sísmica de centros urbanos, Ediciones Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga.2008
MENDOZA, Monick. Estimación del a amenaza y el riesgo de deslizamientos en laderas, México.2005.

CAICEDO Carlos; BARBAT, Anthonio; et al. Vulnerabilidad sísmica de edificios, Monografías de Ingeniería Sísmica, Vol. IS-6 España: CIMNE, Editor A. H. Barbat.1994.

CASTRO, Edgar. Evaluación de riesgos por fenómenos de remoción en masa, Guía metodológica, Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería, Colombia.2001

SECRETARIA DE SALUD DE SANTANDER. Análisis de Situación de Salud con el Modelo de los Determinantes Sociales de Salud. Disponible en http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:UPcg_6OUnHIJ:www.observatorio.saludsantander.gov.co/index.php/publicaciones/publicacionesespeciales/asis-municipal-santander-2014/554-bucaramanga/file+&cd=4&hl=es&ct=clnk&gl=co.

WILCHES-CHAUX, George. Auge caída y levantada de Felipe Pinillo, Mecánico y soldador o yo voy a correr el riesgo. Guía de la red para la gestión local del riesgo. 1998.


ONU/EIRD. Vivir con el riesgo: Informe mundial sobre iniciativas para la reducción de desastres. 2004.

Proyecto de grado del Diagnóstico de amenaza y vulnerabilidad en asentamientos informales en el norte de Bucaramanga.

ANEXOS


ANEXO A. Hoja de vida Granjas de Provenza

BARRIO GRANJAS DE PROVENZA		
NUMERO DE PISOS	PARAMETRO	
2	SISTEMA ESTRUCTURAL	A. Edificación en mampostería confinada en todas las plantas
BARRIO	CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE	A. Mampostería de buena calidad, con piezas homogéneas y presencia de buen ligamento.
GRANJAS DE PROVENZA	RESISTENCIA ESTRUCTURAL	0
MANZANA	CONFIGURACION EN ALTURA	A. Edificación con un $-\Delta M/M < 10\%$ o edificaciones de un solo piso
7	UBICACIÓN DE LA EDIFICACION	a. Edificaciones ubicadas sobre el talud con pendiente natural superior a 57% (ángulo de inclinación con la horizontal superior a 30° grados) o fuera de el pero donde no se cumple con las distancias de aislamiento requeridas.
EDIFICACION	POSICION DE LA CIMENTACION	D. La diferencia máxima entre cotas de la fundación es superior a un metro.
78	TIPO DE CIMENTACION	B. Cimentación corrida
CUBIERTA	TIPO DE SUELO	0
BLANDA	VEGETACION DEL SITIO	C. El sitio donde se ha construido la edificación ha sufrido una transformación importante y se ha realizado una limpieza indiscriminada.
MATERIAL	MURO DE CONTENCION	B. La edificación no aplica para A o C.
MAMPOSTERIA	SISTEMA DE DRENAJE	a. Existe sistema de alcantarillado el cual recoge las aguas lluvias de los tejados y de las aguas negras.
RESISTENCIA ESTIMADA ELEMENTO ESTRUCTURAL (PSI)	MENEJO DE BASURAS	A. Existe un sistema de recolección de basuras adecuado.
0	ESTADO DE CONSERVACION DEL ENTORNO	A. El sector cuenta con un sistema de drenaje limpio, no existen uniones rotas en el alcantarillado ni hay presencia de escapes en tubos de suministro. No se observan filtraciones de agua en el suelo.
COMENTARIO	ESTADO DE CONSERVACION DE LA EDIFICACION	A. Muros en buena condición, sin fisuras visibles



ANEXO B. Hoja de vida barrio Luz de Salvación 2

BARRIO LUZ DE SALVACION 1		
NUMERO DE PISOS	PARAMETRO	
1	SISTEMA ESTRUCTURAL	
BARRIO	CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE	
LUZ DE SALVACION 1	RESISTENCIA ESTRUCTURAL	0
MANZANA	CONFIGURACION EN ALTURA	A. Edificación con un $-\Delta M/M < 10\%$ o edificaciones de un solo piso
40	UBICACIÓN DE LA EDIFICACION	a. Edificaciones ubicadas sobre el talud con pendiente natural superior a 57% (ángulo de inclinación con la horizontal superior a 30° grados) o fuera de el pero donde no se cumple con las distancias de aislamiento requeridas.
EDIFICACION	POSICION DE LA CIMENTACION	D. La diferencia máxima entre cotas de la fundación es superior a un metro.
483	TIPO DE CIMENTACION	B. Cimentación corrida
CUBIERTA	TIPO DE SUELO	0
BLANDA	VEGETACION DEL SITIO	C. El sitio donde se ha construido la edificación ha sufrido una transformación importante y se ha realizado una limpieza indiscriminada.
MATERIAL	MURO DE CONTENCION	B. La edificación no aplica para A o C.
OTRO	SISTEMA DE DRENAJE	a. Existe sistema de alcantarillado el cual recoge las aguas lluvias de los tejados y de las aguas negras.
RESISTENCIA ESTIMADA ELEMENTO ESTRUCTURAL (PSI)	MENEJO DE BASURAS	A. Existe un sistema de recolección de basuras adecuado.
0	ESTADO DE CONSERVACION DEL ENTORNO	A. El sector cuenta con un sistema de drenaje limpio, no existen uniones rotas en el alcantarillado ni hay presencia de escapes en tubos de suministro. No se observan filtraciones de agua en el suelo.
COMENTARIO	ESTADO DE CONSERVACION DE LA EDIFICACION	



ANEXO C. Hoja de vida Barrio Punta Paraíso

BARRIO PUNTA PARAISO		
NUMERO DE PISOS	PARAMETRO	
4	SISTEMA ESTRUCTURAL	A. Edificación en mampostería confinada en todas las plantas
BARRIO	CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE	A. Mampostería de buena calidad, con piezas homogéneas y presencia de buen ligamento.
PUNTA PARAISO	RESISTENCIA ESTRUCTURAL	0
MANZANA	CONFIGURACION EN ALTURA	A. Edificación con un $-\Delta M/M < 10\%$ o edificaciones de un solo piso
1	UBICACIÓN DE LA EDIFICACION	0
EDIFICACION	POSICION DE LA CIMENTACION	A. La cimentación esta ubicada en una misma cota. Ausencia de empuje no equilibrado debido a un terraplen
1	TIPO DE CIMENTACION	B. Cimentación corrida
CUBIERTA	TIPO DE SUELO	0
DURA	VEGETACION DEL SITIO	C. El sitio donde se ha construido la edificación ha sufrido una transformación importante y se ha realizado una limpieza indiscriminada.
MATERIAL	MURO DE CONTENCIÓN	a. Los muros están diseñados para resistir la acción del suelo y las fuerzas que ejerce el agua.
MAMPOSTERIA	SISTEMA DE DRENAJE	a. Existe sistema de alcantarillado el cual recoge las aguas lluvias de los tejados y de las aguas negras.
RESISTENCIA ESTIMADA ELEMENTO ESTRUCTURAL (PSI)	MENEJO DE BASURAS	A. Existe un sistema de recolección de basuras adecuado.
0	ESTADO DE CONSERVACION DEL ENTORNO	A. El sector cuenta con un sistema de drenaje limpio, no existen uniones rotas en el alcantarillado ni hay presencia de escapes en tubos de suministro. No se observan filtraciones de agua en el suelo.
COMENTARIO	ESTADO DE CONSERVACION DE LA EDIFICACION	A. Muros en buena condición, sin fisuras visibles



ANEXO E. Registro Fotográfico





ANEXO F. Carta de Autorización

CONSORCIO EDARFRIS
NIT. 900.708.964 - 1




El representante legal del **CONSORCIO EDARFRIS** con número de identificación tributaria NIT. 900.708.964-1 Autoriza a **FLOREZ PEDRAZA LUIS CARLOS**, identificado con cedula de ciudadanía N° 1.098.709.219 de Bucaramanga, a utilizar la información recolectada en campo del Contrato N° 117 DE 2014 cuyo objeto es: ESTUDIO DETALLADO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA E INUNDACIÓN EN LOS ASENTAMIENTOS LUZ DE SALVACIÓN 1 Y 2, BRISAS DE PROVENZA, BALCONES DEL SUR, BRISAS DEL PALMAR, GRANJAS DE REAGAN, PUNTA DEL PARAÍSO, VILLAS DEL NOGAL, BRISAS DEL PARAÍSO, VIVEROS DE PROVENZA, VILLA REAL, CRISTAL ALTO Y GRANJAS DE PROVENZA DEL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, con fines académicos para que sean analizados dentro del proyecto de grado, ya que es un requisito para optar por el título de Ingeniero Civil en la Universidad Pontificia Bolivariana de Bucaramanga.

La información corresponde a la toma de datos e información de la evaluación estructural para el estudio de vulnerabilidad física de las 2800 viviendas que hacen parte de los 13 asentamientos estudiados.

Expedida en Bucaramanga el día Once (11) del mes de Junio del año 2015

Atentamente,


JULIAN ANDRES SERRANO GOMEZ
C.C. 13.870.690 de Bucaramanga
R/L Consorcio Edarfris
NIT. 900.708.964-1

CARRERA 26 No. 36 - 14 Edificio Fénix Business Center Oficina 403
TEL. 6914305 CORREO: JNATA21@OUTLOOK.COM