

ESTIMACION DEL GRADO DE RIESGO GENERADO POR LA AMENAZA
RELACIONADA CON FENÓMENOS DE REMOCION EN MASA (FRM) DE TIPO
HIDROGRAVITATORIO EN LOS BARRIOS DE JUANUY ALTO, SAN ANTONIO,
NUEVO AMANECER Y CONJUNTO CERRADO MORASURCO, MUNICIPIO DE
PASTO DEPARTAMENTO DE NARIÑO

JULIO CESAR VELÁSQUEZ CADENA

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFÍA APLICADA
SAN JUAN DE PASTO
2013

ESTIMACION DEL GRADO DE RIESGO GENERADO POR LA AMENAZA
RELACIONADA CON FENOMENOS DE REMOCION EN MASA (FRM) DE TIPO
HIDROGRAVITATORIO EN LOS BARRIOS DE JUANUY ALTO, SAN ANTONIO,
NUEVO AMANECER Y CONJUNTO CERRADO MORASURCO MUNICIPIO, DE
PASTO DEPARTAMENTO DE NARIÑO

JULIO CESAR VELÁSQUEZ CADENA

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de
Geógrafo

Asesor: Germán Narváez Geógrafo
Profesor: Asistente Departamento de Geografía

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFÍA APLICADA
SAN JUAN DE PASTO
2013

NOTA DE RESPONSABILIDAD

Las ideas y conceptos expresados en el siguiente trabajo son de responsabilidad del autor.

Artículo 1 del acuerdo número 324 de octubre 11 de 1966 emanado del honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

NOTA DE ACEPTACIÓN:

Firma del presidente de jurado

Firma de jurado

Firma de jurado

San Juan de Pasto, Marzo de 2012.

RESUMEN

La propuesta está encaminada a crear un diseño metodológico para el análisis y la estimación del riesgo en los barrios de Juanoy Alto, San Antonio, Nuevo Amanecer y Conjunto Cerrado Morasurco, los cuales son afectados por fenómenos de remoción en masa de tipo hidrogravitatorio debido a la alta pendiente, acompañados de construcciones vulnerables con alta concentración poblacional.

Este estudio contempla el análisis y ubicación de las amenazas existentes, también establece las posibles áreas susceptibles a los fenómenos de remoción en masa (FRM) que por su particular condición y características topográficas, cobertura de suelos, geomorfología y temporadas de lluvia en la zona, con el fin de realizar una cartografía temática que sirva como documento temático y de análisis para esta investigación.

Permite establecer las vulnerabilidades socio-económica como la infraestructural física; la recolección de la información se hizo mediante una encuesta tipo inventario predio a predio lo cual hace que los datos sean más confiables, para establecer qué tipo de vulnerabilidad existe en los barrio de Juanoy Alto, San Antonio, Urbanización Nuevo Amanecer y el Conjunto Cerrado Morasurco, y establecer la vulnerabilidad total que se encontró con la suma y el cruce de la información de las dos vulnerabilidades a estudiar, con estos resultados se obtuvo una cartografía temática que indica donde se encuentran ubicadas las vulnerabilidades física infraestructural, socio-económica y vulnerabilidad total con sus respectivos niveles bajo, medio y alto,

Después de tener establecidas las amenazas y la delimitación de las zonas susceptibles a los fenómenos de remoción en masa (FRM) y establecer con la vulnerabilidad total del área de estudio se estimó los grados de riesgo, que fueron representados en cartografía temática para una mayor comprensión y ubicación de las posibles zonas en riesgo a la que están expuestos los habitantes de la zona de estudio generando una evaluación de bajo, medio, y alto riesgo respectivamente según el cruce de cartografía de susceptibilidad a la amenazas y vulnerabilidad.

ABSTRACT

The proposal aims to create a design methodology for the analysis and estimation of risk in Juanoy Alto neighborhoods, San Antonio, New Dawn and Gated Morasurco, which are affected by landslide phenomena hidrogravitatorio type due to the high slope, accompanied by vulnerable buildings with high population density.

This project includes the analysis and location of threats in the study area and sets out possible areas susceptible to the FRM for their particular condition and topography, land cover, geomorphology and rainy seasons in the study area the sole purpose of making a map that serves as a supply issue for this research.

This work also allows for the vulnerability of both socio-economic and physical infrastructure of the study area this collection of information was a survey type inventory property to property which makes the data more reliable in establishing what type of vulnerability exists in Juanoy Alto neighborhoods, San Antonio, and New Dawn Construction Gated Morasurco, and set the total vulnerability was found with the sum of the two vulnerabilities to study and analyze how vulnerabilities are located socio-economic and physical infrastructure of study area,

After having established and localized threats and areas susceptible to the FRM and have the overall vulnerability of the study area was estimated risk levels, which were represented in thematic cartography for greater understanding and location of potential risk areas exposed to the inhabitants of the study area to generate an assessment of low, medium, and high risk respectively as they threw the crossing hazard and vulnerability mapping.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	18
1. PROBLEMA.	19
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	19
1.2 FORMULACION DEL PROBLEMA.	19
1.3 DESCRIPCION DEL PROBLEMA.	19
2. OBJETIVOS.	22
2.1 OBJETIVO GENERAL.	22
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	22
3. JUSTIFICACION.	23
4. MARCO DE REFERENCIA.	24
5. MARCO TEORICO-CONCEPTUAL.	26
5.1 CONCEPTOS SOBRE FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA	26
5.2 CLASES DE FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA DE TIPO HIDROGRAVITATORIO	27
5.2.1 La reptación.	28
5.2.2 La solifluxión.	28
5.2.3 Flujos de barro.	30
5.2.4 Aludes.	31
5.2.5 Deslizamientos..	31
5.3 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA SUSCEPTIBILIDAD A LA AMENAZA POR FENOMENOS DE REMOCION EN MASA HIDROGRAVITATORIOS.	35
5.3.1 Calidad de pendientes o inclinación.	35
5.3.2 La pluviosidad como determinante de los deslizamientos.	35
5.3.3 Factor hidrológico.	36
5.3.4 Acciones Antrópicas.	37
5.4 AMENAZA	37
5.4.1 Definición de amenazas según algunas organizaciones internacionales.	38

5.4.2 clases y tipos de amenazas.	40
5.5 LA VULNERABILIDAD.	41
5.5.1 Factores que influyen en la vulnerabilidad.	43
5.5.2 Clases de vulnerabilidad.	44
5.6 EL RIESGO.	45
5.6.1 ¿Qué es el riesgo?	45
5.6.2 Evaluación y estimación del riesgo.	47
5.7 MARCO LEGAL	48
6. METODOLOGÍA.	50
6.1 FASE 1. CARACTERIZACIÓN Y UBICACIÓN DE LAS AMENAZAS EXISTENTES POR FENOMENOS DE REMOCION EN MASA (FRM)	51
6.2 FASE 2.ESTABLECER ÁREAS SUSCEPTIBLES A LOS FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA (FRM).	51
6.3 FASE 3. EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD SOCIOECONÓMICA E INFRAESTRUCTURAL QUE PRESENTA LA POBLACIÓN EN LA ZONA DE ESTUDIO.	53
6.4 FASE 4. ZONIFICACIÓN DE LAS ÁREAS CON DIFERENTES GRADOS DE RIESGO DERIVADOS DE LA AMENAZA POR LOS FENOMENOS DE REMOCIÓN EN MASA (FRM) Y LA VULNERABILIDAD EN EL AREA DE ESTUDIO.	59
7. CAPITULO I DESARROLLO DEL DIAGNÓSTICO, CARACTERIZACIÓN Y UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO, AMENAZAS Y ÁREAS SUSCEPTIBLES A LOS FRM.	65
7.1 UBICACIÓN Y DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.	65
7.2 GEOLOGÍA GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO.	69
7.3 DESCRIPCIÓN DE LOS FENÓMENOS AMENAZANTES EXISTENTES EN LA ZONA DE ESTUDIO.	70
7.4 EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS ÁREAS CON SUSCEPTIBILIDAD A LA AMENAZA POR LOS FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA DE TIPO HIDROGRAVITATORIO.	78

7.5 PROCESO PARA LA ESTIMACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD DE LA AMENAZA POR FRM, ANÁLISIS DE PESOS DE ÁREAS DE PENDIENTES, GEOMORFOLOGÍA Y COBERTURA DE SUELOS	84
7.6 ANALISIS DE ÁREAS SUSCEPTIBES A LA AMENAZA POR FRM Y AMENAZAS IDENTIFICADAS Y LOCALIZADAS.	88
8. CAPÍTULO II ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SOCIO-ECONÓMICA E INFRAESTRUCTURAL (FÍSICA) DE LA ZONA DE ESTUDIO.	91
8.1 ANÁLISIS DE DATOS GENERALES PARA ESTABLECER LA VULNERABILIDAD SOCIAL.	91
8.2 ANÁLISIS DE DATOS GENERALES PARA ESTABLECER LA VULNERABILIDAD ECONÓMICA.	97
8.3 ANÁLISIS DE DATOS GENERALES PARA ESTABLECER LA VULNERABILIDAD FÍSICA INFRAESTRUCTURAL.	100
8.4 EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SOCIOECONÓMICA E INFRAESTRUCTURAL FÍSICA DEL ÁREA DE ESTUDIO.	104
8.5 EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD TOTAL DE LA ZONA DE ESTUDIO.	108
9. CAPITULO III EVALUACION Y ESTIMACIÓN DE LOS GRADOS DE RIESGO EN LA ZONA DE ESTUDIO.	113
9.1 ANALISIS Y EVALUACIÓN DEL RIESGO EN LA ZONA DE ESTUDIO.	116
10. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	119
CONCLUSIONES	121
RECOMENDACIONES	123
BIBLIOGRAFÍA	125
NETGRAFIA	127
ANEXOS	129

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Ejemplo tipo de pendiente y porcentaje de inclinación según la FAO 1994.	52
Tabla 2. Rangos de vulnerabilidad socioeconómica.	55
Tabla 3. Ejemplo tabla de inventario sobre vulnerabilidad infraestructural (física)	57
Tabla 4. Tabla de puntos GPS de control del área de estudio.	65
Tabla 5. Precipitaciones Datos (mms).	75
Tabla 6. Relación entre temporadas altas de lluvias y los frm	77
Tabla 7. Tabla atributos de pendientes de la zona de estudio	80
Tabla 8. Geomorfología General de la Zona de Estudio	81
Tabla 9. Tabla atributos cobertura de suelos zona de estudio	83
Tabla 10. Tabla de análisis y evaluación de pesos con relación pendiente, geomorfología y cobertura de suelo para la susceptibilidad a la amenaza por FRM	84
Tabla 11. Tipo de evaluación de peso de cada mapa a interceptarse para crear el mapa de susceptibilidad de amenazas por FRM	85
Tabla 12. Áreas de susceptibilidad de amenazas por FRM	88
Tabla 13. Porcentaje poblacional Área de Estudio	92
Tabla 14. Tipo de población en el área de estudio	92
Tabla 15. Nivel educativo de la población adulta de la zona de estudio	93
Tabla 16. Nivel educativo de la población infantil en la zona de estudio	95
Tabla 17. Nivel educativo de la población adulto mayor en la zona de estudio	96
Tabla 18. Tabla de Estabilidad Laboral	97
Tabla 19. Tabla de tipo de ingresos Económicos	98
Tabla 20. Tabla de Relación entre los tipos de ingresos y la estimación en pesos	100
Tabla 21. Tipo de armazón de la vivienda	102
Tabla 22. Tabla Columnas y Bigas de la Vivienda	102

Tabla 23. Tabla de evaluación de la vulnerabilidad de niveles educativos de los adultos	105
Tabla 24. Tabla de evaluación de vulnerabilidad socioeconómica.	107
Tabla 25. Evaluación de vulnerabilidad física	108
Tabla 26. Evaluación de vulnerabilidad total	110
Tabla 27. Evaluación de la distribución espacial de la vulnerabilidad total	111

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ubicación geográfica del área del estudio	25
Figura 2. Reptación movimiento muy lento de masa de suelo.	28
Figura 3. Flujos combinación de agua y barro.	31
Figura 4. Deslizamientos rotacionales.	33
Figura 5. Deslizamientos traslacionales.	34
Figura 6. Extensiones Laterales.	34
Figura 7. Esquema de vulnerabilidad total	58
Figura 8. Diagrama para caracterizar la amenaza y estimar el riesgo del área de estudio.	60
Figura 9. Esquema modelo conceptual para el mapa de susceptibilidad y zonificación de amenazas.	61
Figura 10. Esquema de modelo conceptual para el mapa de vulnerabilidad socioeconómico y físico infraestructural.	61
Figura 11. Esquema modelo conceptual para el mapa de estimación del riesgo.	62
Figura 12. Esquema final del modelo cartográfico para la estimación del riesgo	63
Figura 13. Esquema modelo entidad relación cartográfico para la estimación de la amenaza por frm	64
Figura 14. MDT de la Zona de Estudio	65
Figura 15. Mapa de FRM Identificados y Ubicados en la Zona de Estudio	78
Figura 16. MDT de Pendientes	79
Figura 17. Mapa de Geomorfología	80
Figura 18. MDT Cobertura de Suelos	82
Figura 19. Esquema de combinación de cartografía	86
Figura 20. Susceptibilidad de Amenazas Por FRM.	87
Figura 21. Susceptibilidad y ubicación de amenazas por FRM.	89
Figura 22. Combinación Cartografía de vulnerabilidad socioeconómica, vulnerabilidad física de la vivienda	109

Figura 23. Información de la Metadata para el Sistema de Arcgis.	114
Figura 24. Estimación del riesgo por FRM de tipo hidrogravitatorio en los barrios de juanoy alto, san Antonio, cerrado morasurco y ur. Nuevo amanecer.	115
Figura 25. Estimación de Riesgo por FRM por predios de la zona de estudio.	116
Figura 26. Susceptibilidad a la Amenaza y Estimación del Riego por FRM de tipo Hidrogravitatorios en la Zona de Estudio.	117
Figura 27. Susceptibilidad a la amenaza de FRM en la zona de estudio y estimación del riesgo.	118

LISTA DE IMÁGENES

	Pág.
Imagen 1. Ubicación de la zona de estudio, en 2010.	24
Imagen 2. Barrio Juanoy Alto	66
Imagen 3. San Antonio	67
Imagen 4. Conjunto Cerrado Morasurco	68
Imagen 5. Urbanización Nuevo Amanecer	69
Imagen 6. Juanoy Alto	71
Imagen 7. Juanoy Alto Parte alta de la Vía Panamericana.	71
Imagen 8. Juanoy alto cuatro viviendas afectadas FRM activo	72
Imagen 9. Juanoy alto Zona afectada por Reptación.	73
Imagen 10. Deslizamiento activo en el conjunto cerrado Morasurco	74
Imagen 11. Efecto de solifluxión ladera frente a la panamericana	75

LISTA DE GRAFICAS

	Pág.
Gráfica 1. Áreas de pendientes en porcentajes	79
Gráfica 2.Áreas geomorfológicas en porcentajes	81
Gráfica 3.Áreas de coberturas de suelos	82
Gráfica 4.Porcentaje poblacional Área de Estudio	91
Gráfica 5.Tipo de población en el área de estudio	93
Gráfica 6.Nivel educativo de la población adulta de la zona de estudio	94
Gráfica 7.Nivel educativo de la población infantil en la zona de estudio	95
Gráfica 8.Nivel educativo de la población adulto mayor en la zona de estudio	96
Gráfica 9.Estabilidad laboral por predios	97
Gráfica 10.Tipo de ingresos económicos por predios.	98
Gráfica 11.Relación de tipo de ingresos y estimación en pesos	100
Gráfica 12.Relación Número de predios y Armazón de vivienda	102
Gráfica 13.Relación de predios con existencia de cimientos en la infraestructura	103
Gráfica 14.Relación de predios encuestados y su estado de vulnerabilidad socioeconómico.	107
Gráfica 15.Relación de predios y la vulnerabilidad física de la vivienda	108
Gráfica 16.Relación de predios en con la vulnerabilidad total	110

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Formato inventario encuesta preliminar para determinar la vulnerabilidad social, económica e infraestructura física	130
Anexo B. Mapa base zona de estudio	132
Anexo C. Mapa ubicación de deslizamientos y FRM	133
Anexo D. Mapa de pendientes zona de estudio	134
Anexo E. Mapa geomorfológico de la zona de estudio	135
Anexo F. Mapa de susceptibilidad a las amenazas por FRM en la zona de estudio	136
Anexo G. Mapa estado de los predios en la zona de estudio	137
Anexo H. Mapa de nivel educativo de la población adulta por predios en la zona de estudio	138
Anexo I. Mapa de nivel educativo de la población infantil por predios en la zona de estudio	139
Anexo J. Mapa de nivel educativo de la población adulto mayor por predios en la zona de estudio	140
Anexo K. Mapa de estabilidad laboral por predios en la zona de estudio	141
Anexo L. Mapa de estabilidad financiera y tipo de ingresos por predios en la zona de estudio	142
Anexo M. Mapa estimación de ingresos en pesos y tipo de ingresos por predios en la zona de estudio	143
Anexo N. Mapa de identificación de cimientos por predios en la zona de estudio	144
Anexo O. Mapa tipo de armazón de la vivienda por predios en la zona de estudios	145
Anexo P. Mapa estructura de la vivienda columnas y vigas por predios en la zona de estudio	146

Anexo Q. Mapa estructura de la vivienda material de muros o paredes por predios en la zona de estudio	147
Anexo R. Mapa tipo de cubiertas en los predios en la zona de estudio	148
Anexo S. Mapa estado físico actual de la vivienda por predios en la zona de estudio	149
Anexo T. Mapa antigüedad de construcción de la vivienda predios en la zona de estudio	150
Anexo U. Mapa número de pisos de la vivienda por predios en la zona de estudio	151
Anexo V. Mapa vulnerabilidad socioeconómica de la zona de estudio	152
Anexo W. Mapa vulnerabilidad infraestructural física de la zona de estudio	153
Anexo X. Mapa vulnerabilidad total VSE + VIF de la zona de estudio	154
Anexo Y. Mapa estimación del riesgo por FRM por predios de la zona de estudios	155
Anexo Z. Mapa susceptibilidad a la amenaza y estimación del riesgo por FRM por predios en la zona de estudio	156

INTRODUCCIÓN

La propuesta se encamina a la creación de un diseño metodológico para el análisis y la estimación del riesgo en los barrios de Juanoy Alto, San Antonio, Urbanización Nuevo Amanecer y Conjunto Cerrado Morasurco, los cuales son afectados por fenómenos de remoción en masa de tipo hidrogravitatorio debido a la alta pendiente, acompañados de construcciones vulnerables con alta concentración poblacional.

Este proyecto estableció una propuesta metodológica para el análisis y estimación del riesgo al que se encuentra expuesta la población de los barrios de Juanoy Alto, San Antonio, Nuevo Amanecer y Morasurco de la ciudad de Pasto, el documento se encuentra organizado con un marco teórico o de referencia en el cual encontramos la información secundaria que sustenta el trabajo de grado; también existe un marco legal, una metodología dividida en 4 fases que determinaron el estado y condiciones del área de estudio y establece zonas susceptibles a deslizamientos al igual que localizar las zonas donde existían los deslizamientos activos también permite el análisis de la vulnerabilidad física infraestructural, social y económica del sector en estudio para generar una cartografía temática que es el resultado final de esta investigación hasta llegar a la estimación de grados de riesgo al que se encuentra expuesta la población de la zona de estudio.

Para llevar a cabo este proyecto se utilizó herramientas de investigación como son los software arcgis 9.3 para la digitalización y generación de mapas del sector urbano comprendido por los barrios Juanoy Alto, San Antonio, Nuevo Amanecer y Morasurco; con ello se obtuvo mapas de zonificación de las áreas de amenaza, vulnerabilidad y los grados de riesgo, análisis y caracterización de las amenazas, el estudio de vulnerabilidad socio económica e infraestructura, a la cual se encuentra expuesta la comunidad, es decir, que la investigación constituye un aporte para la planificación, la prevención y la atención oportuna de desastres.

La ciudad de Pasto, requiere como necesidad inmediata acciones conducentes a mejorar los sistemas de información y actualizarlos como parte indiscutible de la planificación, la prevención y atención de desastres en la ciudad, para tener el conocimiento previo de los lugares o zonas que se encuentren en algún nivel de riesgo por fenómenos de remoción en masa de tipo hidrogravitatorio; lo que hace necesario implementar nuevas acciones, para facilitar la toma de decisiones y la formulación de políticas de gestión como parte de la planificación del desarrollo urbanístico moderno, hacia una mejor calidad de vida.

1. PROBLEMA.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Conocer el grado de riesgo presente en los barrios Juanoy alto, San Antonio, Urbanización Nuevo Amanecer y Conjunto Cerrado Morasurco en la ciudad de Pasto, debido a la amenaza por fenómenos de remoción en masa de tipo hidrogravitatorio en función a la vulnerabilidad física, social y económica.

1.2 FORMULACION DEL PROBLEMA.

¿Cuál es el grado de riesgo en los barrios de Juanoy alto, San Antonio, Nuevo Amanecer y Morasurco de la ciudad de Pasto, con relación a la amenaza por fenómenos de remoción en masa (FRM) de tipo hidrogravitatorio en función a la vulnerabilidad física, social y económica?

1.3 DESCRIPCION DEL PROBLEMA.

Los procesos de ocupación y uso del suelo en la ciudad de Pasto, obedecen a necesidades como; la expansión hacia las periferias donde se instala en su mayoría la población más vulnerable por su condición social, estas áreas por sus características topográficas son susceptibles a amenazas como: fenómenos de remoción en masa (FRM) de tipo hidrogravitatorio, deslizamientos, inundaciones, entre otras. Los barrios de Juanoy Alto, San Antonio, Nuevo Amanecer y Morasurco están ubicados en zona de pendientes entre 44% y 165% de inclinación del terreno, lo que sin lugar a duda la convierte en una zona vulnerable de alto riesgo para la población del sector.

Los grados de riesgo a los que están expuestos los habitantes de este sector de la ciudad no se han contemplado de forma cuantificable, si bien estos barrios están ubicados en zonas de protección, por su alto nivel de inclinación, no se puede ignorar la inestabilidad de las laderas, los pequeños deslizamientos y los fenómenos de solifluxión; la combinación de estos eventos amenazantes de la zona de estudio, servirán para estimar de manera cuantificable el riesgo causado por estos fenómenos, a los que está expuesta la población.

Se considera necesaria la planificación y el ordenamiento del territorio por el inevitable crecimiento urbano, permitiendo zonificar las amenazas, el grado de vulnerabilidad, lo que implica que la administración local debe garantizar condiciones que faciliten una convivencia sostenible, sin interrumpir el medio ambiente y el entorno social.

En el área de estudio la amenaza por fenómenos de remoción en masa de tipo hidrogravitatorio está presente en diferentes zonas, teniendo en cuenta las

condiciones del terreno como: pendientes y tipo de suelo; factores ambientales del clima y sus temporadas invierno o verano, la sobrepoblación, el drenaje, las escorrentías de aguas y la deforestación, que convierten al área de estudio en una zona propensa a este tipo de fenómenos por sus particularidades.

La amenaza es un fenómeno que evidentemente pone en peligro a las personas, el medio ambiente y su mismo contexto, debemos ser conscientes que este tipo de amenazas constituyen un escenario de riesgo que puede generar un desastre natural, social, económico o cultural, el termino de amenaza se establece como la probabilidad de ocurrencia de un suceso, proceso o fenómeno potencialmente desastroso durante cierto periodo de tiempo en un sitio dado.¹

La vulnerabilidad en el área de estudio se encuentra establecida en esta investigación en tres tipos: vulnerabilidad social, económica e infraestructural física; la vulnerabilidad social se establecerá como un ítem de rangos de edad y géneros, teniendo en cuenta que la población infantil en estas áreas es grande y es la población que se considera más vulnerable y de ahí en adelante; vulnerabilidad económica se establece como la capacidad de ingresos económicos que puede tener una vivienda bajo, medio o alto en estos barrios y la vulnerabilidad infraestructural física esta de la mano con la vulnerabilidad económica a mayores ingresos económicos más posibilidades de construir una vivienda con una buena infraestructura, en esta zona se puede identificar la vulnerabilidad infraestructural con el tipo de construcción y materiales de la vivienda lo que la puede hacer más resistente a algún fenómeno de remoción en masa de tipo hidrogravitatorio.

La vulnerabilidad en términos de desastres por fenómenos naturales, se toma como una medida de que tan susceptible es un bien expuesto, a ser afectado por un fenómeno perturbador, por ejemplo: una casa construida con madera es más vulnerable que una construida con concreto a un tornado. La vulnerabilidad es evaluada dependiendo del bien que se está analizando y el fenómeno que es capaz de dañarle, de allí que la vulnerabilidad puede mostrarse como la incapacidad de resistencia al fenómeno amenazante, o la incapacidad de reponerse a las consecuencias de los desastres.²

El riesgo, entonces, estaría definido por dos elementos básicos: la amenaza y la vulnerabilidad. La primera, que constituye el factor externo de riesgo, está representada por la probabilidad de exceder un nivel de ocurrencia de un suceso con una cierta intensidad, en un sitio específico y durante un tiempo de exposición

¹ ¿Que son las amenazas naturales? (en línea) <http://www.oas.org/dsd/publications/unit/oea57s/ch005.htm> (FORMATO HTTP) 9 de septiembre del 2008

² Metodologías para la evaluación de la vulnerabilidad poblacional a los desastres de la variabilidad y el cambio climático (en línea) http://www.cybertesis.cl/tesis/uchile/2006/teutsch_c/sources/teutsch_c.pdf (formato pdf) 10 de septiembre del 2008.

determinado según Cardona³; la segunda, en tanto que, constituye el factor interno de riesgo y corresponde a las condiciones determinadas por factores o procesos físicos, sociales, económicos y ambientales, que aumentan la susceptibilidad de una comunidad al impacto de los peligros UN/ISDR,2004.⁴

De tal forma que, para el establecimiento del grado de riesgo en la zona se llevara a cabo un análisis integrando a la amenaza y la vulnerabilidad, con el fin de obtener una zonificación y caracterización del riesgo en los barrios objeto de estudio. Con el propósito de diseñar una metodología que estima de manera cuantificable el riesgo de la zona de estudio.

³CARDONA, Omar D. La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo: "Una crítica y una revisión necesaria para la gestión". 2001. 18p.

⁴(UN/ISDR,2004), metodologías para la evaluación de la vulnerabilidad poblacional a los desastres de la variabilidad y el cambio climático pag.18.

2. OBJETIVOS.

2.1 OBJETIVO GENERAL.

Estimar el grado de riesgo generado por la amenaza relacionada con fenómenos de remoción en masa (FRM) de tipo hidrogravitatorio en los barrios de Juanoy alto, San Antonio, Nuevo Amanecer y Conjunto Cerrado Morasurco municipio de Pasto- departamento de Nariño

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

Caracterizar y ubicar los fenómenos de remoción en masa (FRM) de tipo hidrogravitatorio existentes en los barrios de Juanoy Alto, San Antonio, Urbanización Nuevo Amanecer y Conjunto Cerrado Morasurco.

Establecer áreas susceptibles a la amenaza por fenómenos de remoción en masa (FRM), de los barrios de Juanoy Alto, San Antonio, Urbanización Nuevo Amanecer y Conjunto Cerrado Morasurco, en la ciudad de Pasto

Evaluar la vulnerabilidad socioeconómica e infraestructural que presenta la población de los barrios de Juanoy Alto, San Antonio, Urbanización Nuevo Amanecer y Conjunto Cerrado Morasurco. Frente a la amenaza por fenómenos de remoción en masa (FRM)

Zonificar las áreas con diferentes grados de riesgo en los barrios de Juanoy Alto, San Antonio, Urbanización Nuevo Amanecer y Conjunto Cerrado Morasurco en la ciudad Pasto y que se deriven de la amenaza por fenómenos de remoción en masa (FRM) y de la vulnerabilidad.

3. JUSTIFICACION.

La propuesta se focalizó en el perímetro urbano de la ciudad de Pasto, con el propósito zonificar y estimar el grado de riesgo en los barrios de Juanoy Alto, San Antonio, Nuevo Amanecer y Morasurco con la ayuda del software arcgis 9.3, para la digitalización y generación de la cartografía como aporte a esta investigación, además, de facilitarle a la administración municipal una herramienta para la planificación y prevención de cualquier fenómeno o desastre por deslizamiento de remoción en masa de tipo hidrogravitatorio.

Se realizó un diseño metodológico para el análisis y estimación del riesgo que permitió la caracterización de las amenazas, la estimación de la vulnerabilidad socio económico e infraestructura física existentes en la zona de estudio y por último la estimación del grado de riesgo.

Este trabajo es importante por la necesidad que existe de tratar de cuantificar y caracterizar el riesgo en las zonas de pendientes pronunciadas y de ladera de la ciudad de Pasto, como las del sector en estudio y se pueda consolidar una metodología que sirva como iniciativa en otras investigaciones, ante el inevitable proceso de expansión urbanística sobre las zonas periféricas, ya que la parte plana se encuentra totalmente construida y habitada, es sobre estas zonas de amenaza, riesgo y vulnerabilidad que la administración municipal debe implementar los programas de atención de desastres por este tipo de fenómenos, teniendo en cuenta que la amenaza es una constante que depende de muchos factores externos e internos naturales, como son las épocas invernales, inclinación del terreno, pequeños deslizamientos y movimientos de tierra, el desgaste de la cobertura vegetal por acciones humanas y la misma incertidumbre de los habitantes.

En la investigación se creó un diseño metodológico para el análisis y estimación del riesgo como herramienta para la planificación, también compromete acciones encaminadas a conocer algunas situaciones ligadas de carácter social por el temor colectivo que despierta la amenaza de posibles fenómenos de remoción en masa de tipo hidrogravitatorio a la población que ve inestable su vivienda, sus teneres y su propia vida, pues no hay que olvidar que este tipo de desastres por regla general son impredecibles.

Es esta una razón de peso, para que el trabajo de investigación sea de importancia y conocido no solo por las autoridades competentes, sino también por la comunidad afectada por las posibles amenazas que existan de tipo de remoción en masa hidrogravitatorio y que generen una cultura colectiva que les permita cuidar el medio ambiente y hacer uso racional de su espacio físico y sus recursos.

4. MARCO DE REFERENCIA.

La investigación se desarrolló en la ciudad de Pasto en los barrios de Juanoy Alto, San Antonio, Morasurco y Nuevo Amanecer en la comuna 9 ubicados al noreste de la ciudad, entre coordenadas máximas en X 629000 y mínimas en X 628000 igualmente en máximas en Y 977000 y mínimas en Y 976000 con datum de proyección geográfica magna sirgas Bogotá Colombia oeste.

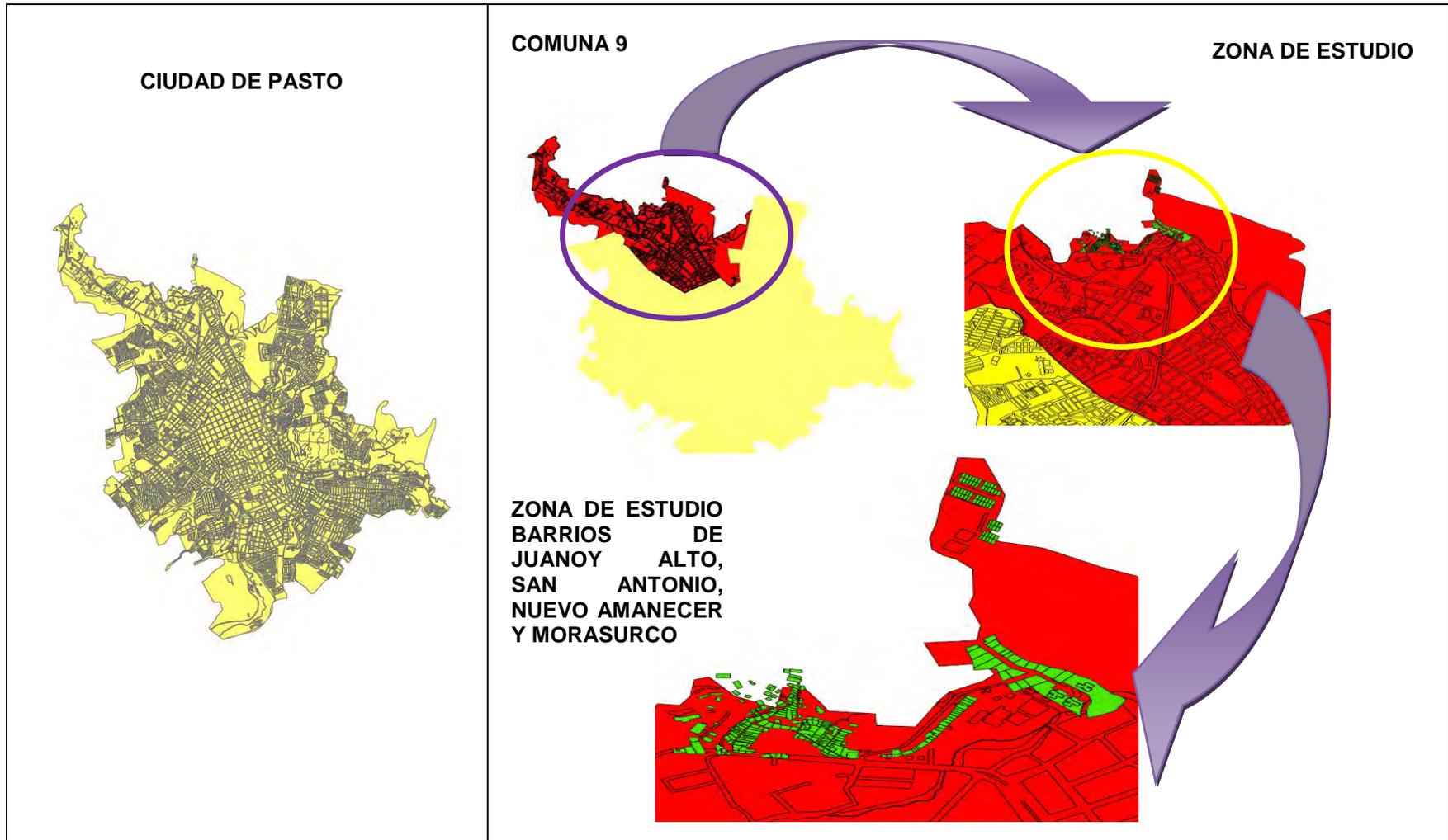
El área de estudio fue conocido hace más de 50 años como San Antonio de Juanoy y en la actualidad se ha dividido en Juanoy Alto, Juanoy bajo y San Antonio, también para esta investigación se propone como zona de estudio el conjunto cerrado Morasurco por su cercanía y ubicación en el costado del barrio San Antonio y la nueva urbanización Nuevo Amanecer edificada en el año 2006 en los costados de la montaña donde se ubica el objeto de estudio, los barrios de Juanoy Alto, San Antonio, conjunto cerrado Morasurco y urbanización Nuevo Amanecer, limitados al norte por la vía panamericana; ubicados y edificados en zonas de protección y de alta pendiente por las condiciones geomorfológicas del terreno, a esto hay que agregarle que Juanoy Alto no es considerado un barrio oficial ante las autoridades municipales.

Imagen 1. Ubicación de la zona de estudio, en 2010.



Fuente: Esta Investigación 2010

Figura 1. Ubicación geográfica del área del estudio



Fuente: Esta investigación 2012.

5. MARCO TEORICO-CONCEPTUAL.

En la zona de estudio se estableció que la amenaza identificada más común es la ocasionada por los fenómenos de remoción en masa de tipo hidrogravitatorios, por que se encuentran registros históricos de este tipo de deslizamientos, su condición topografía, su relieve o geomorfología, su cobertura de suelos actual y su geología de alguna forma son factores y condiciones que no son muy favorables, además la alta pendiente, geomorfología de montaña escarpada y la falta de cobertura vegetal que actúa como una capa protectora contra el impacto directo de la precipitación convierten a esta zona en una área susceptible a deslizamientos, que relacionados estrictamente con hechos de precipitación, en este caso son los detonantes de fenómenos de remoción en masa (FRM) de tipo hidrogravitatorio, en algunas ocasiones es el mismo drenaje de alcantarillado que se satura y sus aguas se sobrecargan convirtiéndose en detonantes que reactivan estos movimientos por la humedad del terreno y la inclinación del mismo; pero en el caso de los barrios de Juanoy Alto, San Antonio, Urbanización Nuevo Amanecer y Conjunto Cerrado Morasurco, la susceptibilidad a la amenaza es evidente ya que la comunidad está informada del tema y no se han tomado decisiones al respecto, también su vulnerabilidad no se ha establecido en ningún tipo de estudio es por esto que se han consultado e investigado diferentes fuentes bibliográficas con el propósito de que esta investigación este lo suficientemente sustentada. A continuación se presentan fuentes que ayudaran a dar un entendimiento sobre lo que representa los fenómenos de remoción en masa de tipo hidrogravitatorio:

5.1 CONCEPTOS SOBRE FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA

- Cruden⁵ denomina los movimientos de ladera como movimientos de remoción en masa de rocas, tierras y derrumbes. Para Varnes⁶ es un movimiento hacia abajo y hacia fuera de los materiales que forman una ladera abajo la influencia de la gravedad, acompañadas a veces por otras fuerzas naturales como las sísmicas, volcánicas o la presión de gases y representando la materia sólida en porcentaje del peso de más del 70%.⁷

⁵ CRUDEN, D. M. A simple definition of a landslide. Bulletin of the International Association for Engineering Geology p. 27-29. 1991

⁶ VARNES, D. J. "Slope movements, types and processes", Landslides: Analysis and control, transportation research board, Spec. Rep. National Academy of Science, Washington.176, 11-33, (1978)

⁷ Análisis de la susceptibilidad a fenómenos de remoción en masa en la parroquia pimampiro – ecuador.p.113-114

- Se define como un movimiento descendente de un volumen de material constituido por roca, suelo o por ambos Cruden⁸.
- El criterio más ampliamente utilizado para clasificar los fenómenos de remoción en masa (FRM) corresponde a aquel propuesto por Varnes⁹, el cual se basa en el tipo de movimiento y en la naturaleza de material involucrado.
- Los fenómenos de remoción en masa hidrogravitatorios son deslizamientos de roca o suelos bajo la influencia de la gravedad y la saturación de agua según Cruden y Varnes.¹⁰

Si bien los fenómenos de remoción en masa son movimientos de terreno que interactúan con los factores hídricos del medio ambiente y de las geoformas y sus niveles de inclinación y además de esto agregamos la intervención del ser humano son detonantes para que un fenómeno de remoción en masa se active y evolucione en cualquier tipo de deslizamiento o se establezca como una zona susceptible a ellos.

En la zona de estudio, se estableció que los fenómenos de remoción en masa son de tipo hidrogravitatorios, que actúan en conjunto con el factor hidrometeorológicos, en este caso, la precipitación, factores topográficos, niveles o grados de inclinación del terreno, cobertura de suelos actual del área de estudio, las geoformas y la geología general que se presentan en la zona influenciada establecieron las zonas susceptibles a este tipo de (FRM), que se van a definir en el transcurso de esta investigación permiten establecer algunos conceptos, clasificación y descripción para mayor entendimiento del tema.

5.2 CLASES DE FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA DE TIPO HIDROGRAVITATORIO

Según Cruden los movimientos se dividen en seis tipos: desprendimiento de rocas (“rock fall”), volcamiento (“toppling”), deslizamiento, dispersión (“spread”) y flujo¹¹.

Los fenómenos de remoción en masa se pueden identificar en seis tipos o clases de fenómenos según Varnes,¹² entre ellos están:”

⁸ Ibid.p.11.

⁹ Ibid.p.11.

¹⁰ CRUDEN, D. M. and D. J. Varnes. Landslide types and processes. In: Turner AK, Schuster RL, editors. Landslides Investigations and Mitigations Special Report 247, National Research Council, Transportation Research Board. Press, Washington, DC: National Academy. p. 36–75. 1978.

¹¹ Ibid.p.38.

¹² Ibid.p.38.

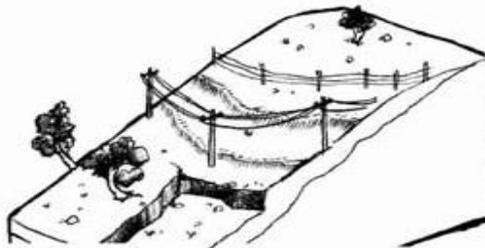
- ✓ Reptación.
- ✓ Solifluxión.
- ✓ Flujos de barro.
- ✓ Caída de rocas.
- ✓ Aludes.
- ✓ deslizamientos.

5.2.1 La reptación. Se refiere a movimientos superficiales, extremadamente lentos, y prácticamente imperceptibles, salvo después de largos períodos de medida. Estos movimientos suelen ocurrir en unos materiales ricos en arcillas y con una cierta periodicidad.¹³

La reptación consiste en un desplazamiento y redistribución del suelo a favor de la pendiente por acción de la gravedad y favorecida por otros agentes externos como la lluvia¹⁴.

Es la deformación que sufre la masa de suelo o roca, como consecuencia de movimientos muy lentos por acción de la gravedad. Se suele manifestar en la curvatura de las rocas y troncos de los árboles, el corrimiento de carreteras y la aparición de grietas.¹⁵

Figura 2. Reptación movimiento muy lento de masa de suelo.



Fuente: Guía para la gestión local de riesgo por deslizamientos- la gtz, cooperación técnica Alemana .p. 15-16. 2002.¹⁶

5.2.2 La solifluxión. La solifluxión (flujo de suelo), consiste en un desplazamiento que afecta a una masa de fango desplazada sobre un basamento estable. Afecta únicamente a los materiales arcillosos susceptibles a transformarse en fango por

¹³ Movimientos de Tierra en Flujo: Solifluxión y Reptación (Desastres Naturales) (EN LINEA) <http://weblogs.madrimasd.org/universo/archive/2008/06/20/95172.aspx> (FORMATO HTTP) 23 de octubre de 2008.

¹⁴ Geología física II las formas del relieve. Licenciatura en biología universidad de Alcalá. (En línea) https://portal.uah.es/portal/page/portal/gp_epd/pg_ma_asig/pg_asig-65108/tab42351/gf-ii-2.pdf (Formato pdf) 23 de octubre de 2008

¹⁵ CRUDEN, Op.cip.,p.38.

¹⁶ guía para la gestión local de riesgo por deslizamientos. Alemania. cooperación técnica alemana (gtz); proyecto manejo del riesgo local en ahuachapán (marlah ii); red comunitaria de América central para la gestión de riesgo. san salvador, sv; p. 15-16.nov. 2002 (En línea) <http://www.eird.org/deslizamientos/pdf/spa/doc14987/doc14987.htm> (Formato pdf) 22 de Octubre 2008

el aumento de su contenido en agua líquida, lo que provoca un cambio de densidad, del peso y del volumen, que favorece el desplazamiento a lo largo de la pendiente. Al transformarse en fango, la propia lámina que se desplaza colmata los huecos y suaviza las irregularidades de la pendiente, lo que reduce la resistencia del sustrato al desplazamiento. Cuando se alcanza el límite de fluidez en los niveles superficiales se establece un plano de discontinuidad hídrica que funciona como plano de cizalla.

La actuación del agua puede producirse por el empapamiento del material a causa de infiltraciones, o el desbordamiento de mantos freáticos, o por la abundancia de las precipitaciones en una zona¹⁷.

Existen diferentes tipos de solifluxión, pero se clasifican en dos: la generalizada y la localizada.

5.2.2.1 La solifluxión generalizada. Afecta a toda una ladera y son procesos normalmente, lentos y sostenidos a lo largo del tiempo. En esta modalidad se distingue:

- ✓ La solifluxión laminar, que afecta a una capa muy superficial en un proceso de descenso muy lento.
- ✓ La solifluxión subcutánea, que está dificultada por la existencia de un manto vegetal, y que produce abombamientos en dicho manto. Estos abombamientos pueden rasgar el tapiz dejando escapar el fluido fangoso.
- ✓ La solifluxión en terracillas, propia de las grandes pendientes, donde el movimiento se descompone en pequeños deslizamientos escalonados, expresados en peldaños discontinuos de altitud y anchura de dimensiones decimétricas. A semejanza de pequeños senderos escalonados. Esta solifluxión se ve acentuada por las pisadas de los animales mayores, por lo que esos peldaños, cuando aparecen aislados, también se llaman pisada de vaca. Frecuentemente las terracillas superiores cabalgan sobre las inferiores¹⁸.

5.2.2.2 La solifluxión localizada. Se caracteriza en lugares determinados, y también en momentos concretos, lo que provoca fenómenos catastróficos. En este fenómeno se distingue:

- ✓ El nicho de solifluxión, zona de despegue delimitado por un talud semicircular abrupto, con forma de cuchara.
- ✓ La colada de solifluxión o colada de barro, existen cuando el material desplazado se extiende a lo largo de la pendiente en forma de lengua espesa y ondulada. En la parte final adopta bien una forma cónica plana, si

¹⁷ CRUDEN, Op.cip.,p.38.

¹⁸ CRUDEN, Op.cip.,p.39.

es muy fluido, o bien se acumula el material en la parte delantera formando caballones.

- ✓ Los caballones o lóbulos de soliflucción, se forman cuando el material se acumula en la parte inferior formando una pequeña contrapendiente. Los caballones tienen forma convexa y detrás suyo dejan una depresión donde se acumula agua. En el recorrido de la lengua fangosa queda una cicatriz
- ✓ Con una pendiente marcada. Los caballones presentan un perfil claramente escalonado¹⁹.

La soliflucción es un fenómeno muy generalizado, sobre todo en las regiones húmedas y templadas o frías, debido a la pobreza de la vegetación, condiciones que son muy particulares de la ciudad de Pasto, en los barrios de Juanoy Alto, San Antonio, Nuevo Amanecer y Morasurco. Con la caracterización de la cobertura de los suelos se estableció los valores de peso por área de cobertura y se identificó la relación con la cobertura vegetal y la precipitación, sumando la pendiente y la geomorfología de la zona de estudio encontrando áreas con FRM y zonas susceptibles a este tipo de fenómenos. En las regiones tropicales húmedas la soliflucción es limitada, a causa de la abundante masa forestal. No obstante, en los países de sábana se tiene una presencia significativa; en las regiones frías se favorece la soliflucción.²⁰

5.2.3 Flujos de barro. El flujo es el mecanismo propio de los medios fluidos, agua y flujos de barro, así como de los sólidos plásticos, capaces de experimentar un flujo lento.

Los flujos rápidos, en los que el agua tiene una participación importante, pueden producirse sobre pendientes muy bajas, siempre y cuando la granulometría de los materiales sea fina (limos y arcillas). Su puesta en movimiento puede ser producida por una vibración brusca (caída de un gran bloque rocoso, terremoto, etc.). La velocidad que pueden alcanzar estos flujos es de hasta 100 m/seg con efectos catastróficos. En estos casos la única salvación posible es la adecuada prevención.²¹

Estos movimientos se producen en rocas, escombros y suelos; en los últimos dos casos están relacionados con una saturación de agua, principalmente en los períodos de lluvia intensa. El movimiento generalmente es muy rápido y por eso es muy peligroso.²²

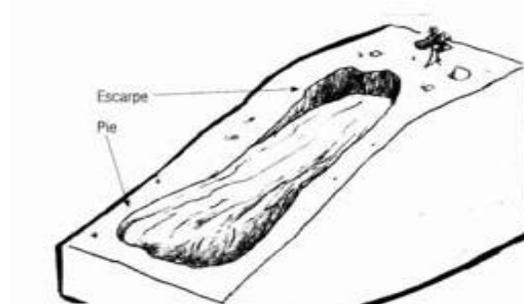
¹⁹ CRUDEN, Op.cip.,p.39.

²⁰ CRUDEN, Op.cip.,p.39.

²¹ CRUDEN, Op.cip.,p.40.

²² CRUDEN, Op.cip.,p.40.

Figura 3. Flujos combinación de agua y barro.



Fuente: Guía para la gestión local de riesgo por deslizamientos- la gtz, cooperación técnica Alemana p. 15-16.2002.²³

5.2.4 Aludes. Según una definición clásica de diccionario, las avalanchas o aludes son una gran masa de tierra que se desprende de los montes o montañas con violencia y estrépito, pero cualquiera sabe que por todas las implicancias muchas veces perjudiciales, las avalanchas o aludes no se pueden agotar en una simple definición, son mucho más que eso.

En principio hay que saber que los aludes o avalanchas se producen cuando la fuerza de la gravedad es mayor que la fuerza que mantiene unida a la tierra. Son muchísimas las variables del terreno, climatológicas o humanas que pueden influir para que se alcance esta situación y se produzca un deslizamiento. Entre las razones meteorológicas y del terreno se puede citar las siguientes:²⁴

El estado del tiempo: exceso de sol o calor (temperatura), lluvia o viento. Las distintas combinaciones de estos dos factores provocan habitualmente las avalanchas o aludes²⁵.

5.2.5 Deslizamientos. Son característicos de medios sólidos. En ellos existe una superficie de despegue que delimita el material desplazado del inmóvil o subyacente. El inicio de estos desplazamientos se produce en el momento en que el esfuerzo de cizalle (corte) supera el valor del esfuerzo normal en dicha superficie. Cuanto mayor sea la pendiente mayor es la componente de cizalle (corte) y los deslizamientos serán más frecuentes.

En zonas montañosas y tectónicamente activas es frecuente que el incremento paulatino de las pendientes gatille deslizamientos de gran magnitud. El agua actúa en el mismo sentido: es considerado el agente gatillador más importante.

²³ CRUDEN, Op.cip.,p.40.

²⁴ (En línea) <http://www.andinia.com/a21601.shtml> (Formato http) 23 de octubre de 2008.

²⁵ CRUDEN, Op.cip.,p.41.

De esta manera es frecuente que durante lluvias intensas o épocas lluviosas se produzcan estos fenómenos en la zona de cordillera teniendo en cuenta que el área de estudio está ubicado en una zona de cordillera, en épocas de invierno se producen deslizamientos o avalanchas²⁶ producto de este tipo de combinaciones o factores externos e internos. Una avalancha es un tipo de corrimiento o movimiento de masa de tierra, provocado por la inestabilidad de un talud.

Se produce cuando una gran masa de terreno se convierte en zona inestable y se desliza con respecto a una zona estable, a través de una superficie o franja de terreno de pequeño espesor. Los deslizamientos se producen cuando en la franja se alcanza la tensión máxima en todos sus puntos.

Estos tipos de inestabilidades son evitables por medios técnicos. Sin embargo, el resto de deslizamientos como (flujo de arcilla, licuefacción y reptación) resultan más difíciles de evitar²⁷.

Algunos factores que influyen en los deslizamientos como la pendiente o la inclinación, el factor hídrico y el factor de pluviosidad, estos factores son determinantes en los deslizamientos de laderas y los fenómenos de remoción en masa hidrogravitatorios.

Guidicini e Iwasa²⁸ realizaron un estudio sobre la ocurrencia de deslizamientos en relación con la pluviosidad y establecieron el coeficiente del ciclo como parámetro fundamental que toma en cuenta la pluviosidad. El coeficiente del ciclo fue definido como la precipitación acumulada hasta el día de la falla en porcentaje del promedio de la precipitación anual.

Los resultados del estudio indican que la acumulación de la precipitación causa un incremento en la saturación del terreno que eleva el nivel freático, por lo tanto una tormenta en la estación seca o al comienzo de la estación húmeda tendría un efecto menor en la estabilidad del talud que una tormenta de la misma intensidad al final de la estación húmeda²⁹.

También se establece que los deslizamientos se subdividen en otros tipos, que son diferentes por su forma, condiciones y el modo en que suceden; a continuación se describen y se indica las diferencias que nos ayudaran a identificar este tipo de fenómenos³⁰. En los barrios de Juanoy Alto, San Antonio,

²⁶ CRUDEN, Op.cip.,p.41.

²⁷ ¿Qué es deslizamiento? (EN LINEA) <http://es.wikipedia.org/wiki/Deslizamiento> (FORMATO HTML). 9 de septiembre del 2008

²⁸ GUIDICINI, G.; Iwasa, O.Y Tentative correlation between rainfall and landslides in a humid tropical environment. Bulletin Intl. Assoc. of Engrg. Geol. (16): p. 13-20. (1977).

²⁹ Guía para identificar problemas de deslizamiento (EN LINEA) <http://www.disaster-info.net/watermitigation/e/publicaciones/EstudioVEN/cap3.PDF> (FORMATO PDF). 10 de septiembre del 2008

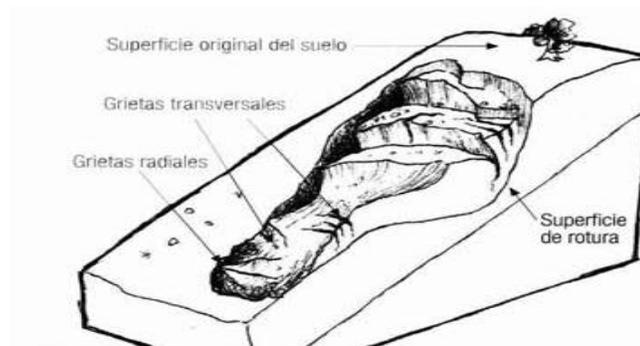
³⁰ CRUDEN, Op.cip.,p.41.

Nuevo Amanecer y Morasurco se estableció que los fenómenos de remoción en masa de tipo hidrogravitatorios sean identificados gracias a su ocurrencia o frecuencia en el transcurso de los años y la relación directa que existe entre las temporadas de lluvias y los (FRM) de esto se puede descartar que los fenómenos de remoción en masa en el área de estudio es la combinación de una serie de deslizamientos descritos en este trabajo de investigación, estos (FRM) aún no han puesto en peligro a la población de este sector, pero hay una clara identificación de que los fenómenos existen y también de que hay áreas muy susceptibles a este tipo de fenómenos que ocurren en el sector que se describen en la siguiente investigación y fuentes bibliográficas.

5.2.6.1 Tipos de deslizamientos.³¹ Es importante saber cómo se mueven los materiales para clasificarlos y proponer medidas de prevención que permitan su control y estabilización. Existen seis tipos principales de movimientos: caída, vuelco, deslizamientos rotacionales y traslacionales, extensiones laterales, flujos y reptación. Cada uno de estos tipos puede ser subdividido por los materiales afectados: suelos, escombros o rocas duras según Cruden (1.991)³² y Varnes (1978)³³.

Deslizamientos rotacionales: La superficie del deslizamiento ocurre internamente en el material, de forma aproximadamente circular o cóncava. Las salidas de las superficies circulares de rotura pueden ocurrir en diferentes partes de un talud. Así tenemos: superficie de rotura de talud, superficie de rotura de pie de talud y superficie de rotura de base de talud. La velocidad de estos movimientos varía de lenta a moderada y se ve acelerada generalmente con lluvia excesiva.³⁴

Figura 4. Deslizamientos rotacionales.



Fuente: Guía para la gestión local de riesgo por deslizamientos- la gtz, cooperación técnica Alemana. p. 15-16. 2002.³⁵

³¹ ¿Cuáles son los tipos de deslizamiento? (En línea) <http://www2.gtz.de/dokumente/bib/07-1156.pdf> (Formato pdf). 9 de septiembre del 2008

³² CRUDEN, Op.cip.,p.42.

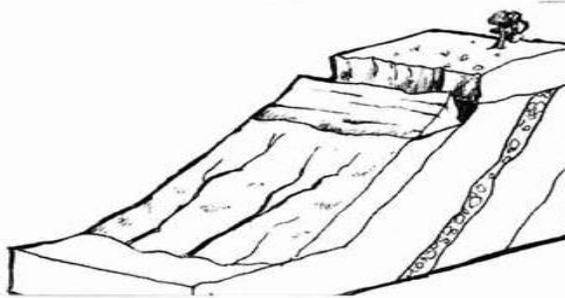
³³ CRUDEN, Op.cip.,p.42.

³⁴ CRUDEN, Op.cip.,p.43.

³⁵ CRUDEN, Op.cip.,p.43.

Deslizamientos traslacionales: En este tipo de deslizamientos la masa de terreno se desplaza hacia afuera y abajo, a lo largo de una superficie más o menos plana o suavemente ondulada, con pequeños movimientos de rotación. Los deslizamientos traslacionales están controlados por las fracturas de las rocas y la resistencia de los materiales. Cuando este tipo de deslizamiento ocurre en rocas es muy lento. En suelos, acelera con la lluvia y puede ser muy rápido.³⁶

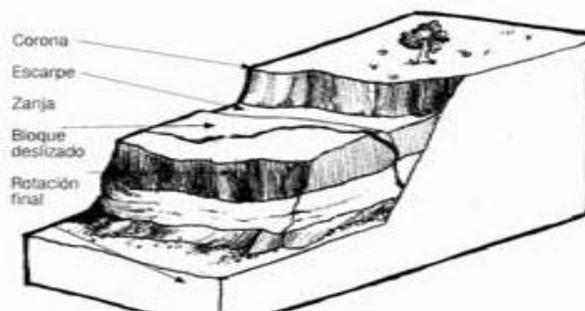
Figura 5. Deslizamientos traslacionales.



Fuente: Guía para la gestión local de riesgo por deslizamientos- la gtz, cooperación técnica Alemana. p. 15-16. 2002.³⁷

Extensiones laterales: El movimiento consiste en una extensión lateral controlada por fracturas. Puede ocurrir en rocas con diferente resistencia o bien sobre suelos. Cuando se produce en rocas, se desarrolla con lentitud; cuando se produce en suelos, puede ser considerablemente rápido durante terremotos y representar, en estos casos, una alta amenaza.³⁸

Figura 6. Extensiones Laterales.



Fuente: Guía para la gestión local de riesgo por deslizamientos- la gtz, cooperación técnica Alemana. p. 15-16. 2002.³⁹

³⁶ CRUDEN, Op.cip, p.43.

³⁷ CRUDEN, Op.cip.,p.43.

³⁸ CRUDEN, Op.cip.,p.44.

³⁹ CRUDEN, Op.cip.,p.44.

5.3 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA SUSCEPTIBILIDAD A LA AMENAZA POR FENOMENOS DE REMOCION EN MASA HIDROGRAVITATORIOS.

Se tiene que tener en cuenta unas condiciones y factores que interactúan entre sí, los factores detonantes que se describen a continuación son muy determinantes en el área de estudio por que sus efectos pueden desencadenar una serie de eventos o fenómenos de remoción en masa de tipo hidrogravitatorio que en el área puede establecer unas zonas más susceptibles a los FRM.

Los elementos que configuran una condición potencialmente inestable o de susceptibilidad a la amenaza junto a los agentes gatilladores o detonantes, determinan la ocurrencia de FRM. Son principalmente: la topografía, geomorfología, cobertura vegetal de los suelos, la geología y condiciones geotécnicas de los materiales que en este caso no serán evaluados por que no se cuenta con estos estudios y son muy costosos de realizar, el clima y la vegetación. Adicionalmente, en algunos casos perturbaciones antrópicas pueden generar condiciones favorables para FRM.⁴⁰

5.3.1 Calidad de pendientes o inclinación. La influencia de la calidad de pendiente sobre la ocurrencia de deslizamientos es el factor más fácil de comprender generalmente, las pendientes más pronunciadas tienen mayor probabilidad de deslizamientos, esto no impide que ocurran deslizamientos en pendientes suaves otros factores pueden contribuir a que una pendiente suave sea especialmente propensa a fallar y así, en esta situación, se podría determinar que tiene un potencial relativamente alto de peligro. Por ejemplo, en condiciones de aguas subterráneas cercanas a la superficie y suelos arenosos, podría ocurrir licuefacción durante un terremoto. Esto puede causar deslizamientos en pendientes tan pequeñas como del 5% a 10% o a la inversa, las pendientes más pronunciadas pueden no ser siempre las más peligrosas, las pendientes pronunciadas son menos proclives a acumular una gruesa capa de material en superficie, la cual estaría sujeta a ciertos tipos de deslizamientos, la calidad de la pendiente puede ser cartografiada usando mapas topográficos generalmente disponibles.⁴¹

5.3.2 La pluviosidad como determinante de los deslizamientos. La pluviosidad tiene un efecto en la estabilidad de los taludes ya que influencia la forma, incidencia y magnitud de los deslizamientos. En suelos residuales, generalmente no saturados, el efecto acumulativo puede llegar a saturar el terreno y activar un deslizamiento, con respecto a la pluviosidad hay tres aspectos importantes:⁴²

⁴⁰ Factores condicionantes de frm (En línea) http://74.125.45.104/search?q=cache:i7oh6pudw9wj:https://www.u-cursos.cl/ingenieria/2007/1/gl62c/1/material_docente/objeto/119369+tipos+de+f.r.m&hl=es&ct=clnk&cd=4&gl=es (en formato PowerPoint) 23 de octubre de 2008

⁴¹ CRUDEN, Op.cip.,p.44.

⁴² CRUDEN, Op.cip.,p.45.

- El ciclo climático en un periodo de año, por ejemplo; alta precipitación anual versus baja precipitación anual.
- La acumulación de pluviosidad en un año determinado en relación con la acumulación normal.
- Intensidad de una tormenta específica.

En el área de estudio se estableció que los fenómenos de remoción en masa son hidrogravitatorios que actúan en conjunto tanto la gravedad como los fenómenos hidrometeorológicos que en su entorno pueden generar alguna peligrosidad a la población de los barrios de Juanoy Alto, San Antonio, Nuevo Amanecer y Morasurco, es por esto que en esta investigación se realizó un análisis de los fenómenos de remoción en masa que afectan al sector de estudio en Pasto, pero de alto potencial de ocurrencia en ambientes montañosos.

5.3.3 Factor hidrológico. El agua se reconoce como factor importante en la estabilidad de las pendientes casi tan importante como la gravedad. La información sobre el nivel freático y sus fluctuaciones, raramente se encuentra disponible. Para representar el factor hidrológico en las evaluaciones de peligro de deslizamiento, se pueden usar medidas indirectas que pueden ser cartografiadas para mostrar la influencia de la hidrología del área, tal como la vegetación, la orientación de las pendientes entre otras cosas.⁴³

El tipo y densidad de vegetación frecuentemente reflejarán las variaciones en las aguas subterráneas de un área determinada; ciertas especies buscan el agua (freatófilas). La presencia de estas especies sugiere un nivel freático considerable cerca de la superficie y presencia de manantiales. En las regiones montañosas los diferentes microclimas producen diversas condiciones hidrológicas que, a su vez, producen comunidades de plantas que varían de acuerdo con la cantidad de humedad disponible a la pendiente y su distribución durante el año.⁴⁴

La orientación de las pendientes se refiere a la dirección hacia donde da la cara la pendiente. Puede ser una medida indirecta de la influencia climática sobre las características hidrológicas del paisaje. En otros casos, una pendiente puede experimentar un mayor número de ciclos húmedo/seco, lo cual puede reducir la resistencia del suelo y hacer más susceptible a deslizamientos al área. En general, debido a la complejidad de estos factores y las actividades de desarrollo existentes, usualmente no hay una correlación directamente observable entre la orientación de la pendiente y el peligro de deslizamiento.⁴⁵

⁴³ CRUDEN, Op.cip.,p.38.

⁴⁴ CRUDEN, Op.cip.,p.38.

⁴⁵ CRUDEN, Op.cip.,p.38.

5.3.4 Acciones Antrópicas.

- Cambios en propiedades de los materiales y estado de stress (uso de explosivos, excavaciones, sobrecargas, etc.)
- Cambios en niveles de agua y capacidad de infiltración.
- Cambios en geometría de las laderas.
- Deforestación, acciones erosivas.
- Formación de depósitos susceptibles de movilizarse (áridos, relaves, presas de tierra, etc.)

Sin embargo, para que un FRM comience, se requiere de un agente desencadenante o gatillador: estímulo externo que causa una respuesta casi inmediata en forma de remoción en masa. Algunos de los agentes gatilladores más comunes son las lluvias intensas, los sismos y las erupciones volcánicas. Eventos menores, que dejan grandes pérdidas económicas debido a la destrucción de casas, caminos, puentes, etc., ocurren permanentemente durante épocas con precipitaciones anormalmente intensos.⁴⁶

5.4 AMENAZA

La amenaza es un término que hace tiempo se venía confundiendo con el del riesgo y siempre ha estado presente en la sociedad, desde las comunidades antiguas que asumían conocimientos basados en los sacerdotes o chamanes para acertar en la toma de decisiones y no tener que toparse con eventos amenazantes o de riesgos para sus cosechas y negocios. El termino de amenaza y el proceso de desarrollo mismo del hombre lo ha llevado a conceptualizar de manera apropiada elementos vinculados a su hábitat, medio ambiente y las posibilidades de interactuar entre ellos. A pesar de que en el principio se haya tenido una percepción equívoca del término de amenaza, esta acepción a contribuido a dar una mayor claridad a los términos de vulnerabilidad, desastre y riesgo, que con la ayuda conceptual de la amenaza y la vulnerabilidad ayudaron a establecer la terminología de riesgo, la amenaza a evolucionado de tal forma que es necesario clasificar los tipos y diversos eventos que sean amenazantes para la sociedad, el medio ambiente y lo económico, el concepto de amenaza, peligro o peligrosidad se establece actualmente como la probabilidad de ocurrencia de un suceso, proceso o fenómeno potencialmente desastroso durante cierto periodo de tiempo en un sitio dado.⁴⁷

Los conceptos de amenaza han evolucionado de acuerdo a las necesidades y situaciones a las que se ha encontrado expuesto el hombre a través del tiempo la amenaza se comparó y se pensó que era lo mismo que el riesgo sin tener en

⁴⁶ CRUDEN, Op.cip.,p.45.

⁴⁷ CARDONA, Op.cip.,p.18.

cuenta la aparición del concepto de vulnerabilidad que es la que en si modifíco de alguna manera lo forma de ver el concepto de amenaza.⁴⁸

5.4.1 Definición de amenazas según algunas organizaciones internacionales.

- ✓ Centro Regional de Información de Desastres (CRID): Probabilidad de que un fenómeno, de origen natural o humano, se produzca en un determinado tiempo y espacio. Peligro (potencial) de que las vidas o bienes materiales humanos sufran un perjuicio o daño Posibilidad a la que están expuestos los pobladores de un determinado lugar.⁴⁹
- ✓ Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD): Evento amenazante, o probabilidad de que ocurra un fenómeno potencialmente dañino dentro de un área y período de tiempo dado.⁵⁰
- ✓ Organización de los Estados Americanos (OEA): Denominados “peligros naturales”, son todos los fenómenos atmosféricos, hidrológicos, geológicos (especialmente sísmicos y volcánicos) y originados por el fuego que, por razón del lugar donde ocurren, su severidad y frecuencia, pueden afectar de manera adversa a los seres humanos, a sus estructuras o actividades. Otros “peligros” son los originados por seres humanos tales como guerras, polución y contaminación química, o peligros no necesariamente relacionados con el entorno físico (caso enfermedades infecciosas).⁵¹
- ✓ La Red: La probabilidad de ocurrencia de un evento potencialmente desastroso durante cierto período de tiempo en un sitio dado. Es tomado como sinónimo de peligro.
- ✓ Office Furniture Dealers Alliance (OFDA): Factor externo de riesgo, representado por la potencial ocurrencia de un suceso de origen animal o generado por la actividad humana, que puede manifestarse en un lugar específico, con una intensidad y duración determinadas.⁵²
- ✓ Organización Panamericana de la Salud (OPS): “Factor de riesgo externo de un sujeto o sistema, representado por un peligro latente asociado con un fenómeno físico de origen natural o tecnológico que puede presentarse en

⁴⁸ La seguridad continental y las nuevas amenazas (En línea) <http://www.geostrategy.com/geoestrategia/america/articulos/ame031112.htm> (Formato http) 8 de septiembre 2008

⁴⁹ La seguridad continental y las nuevas amenazas (En línea) <http://www.geostrategy.com/geoestrategia/america/articulos/ame031112.htm> (Formato http) 8 de septiembre 2008

⁵⁰ La seguridad continental y las nuevas amenazas (En línea) <http://www.geostrategy.com/geoestrategia/america/articulos/ame031112.htm> (Formato http) 8 de septiembre 2008

⁵¹ La seguridad continental y las nuevas amenazas (En línea) <http://www.geostrategy.com/geoestrategia/america/articulos/ame031112.htm> (Formato http) 8 de septiembre 2008

⁵² UN/SDR,2004, Op.cip.,p.18.

un sitio específico y en un tiempo determinado produciendo efectos adversos en las personas, los bienes o el medio ambiente, matemáticamente expresado como la probabilidad de exceder un nivel de ocurrencia de un evento con una cierta intensidad en un cierto sitio y en cierto período de tiempo.⁵³

Concluyendo, la o las amenazas dependen de la valoración que haga cada país, subregión o región en función de la probabilidad de la ocurrencia de un suceso de origen natural o humano, que se manifiesta en lugar específico, con una duración e intensidad determinada.

Estos términos de amenaza según algunas organizaciones internacionales tienen en común la probabilidad de que un evento o fenómeno amenazante ocurra, no se salen mucho de la terminología general que es la probabilidad y ocurrencia de un fenómeno amenazante en nuestro caso particular en los barrios de Juanoy Alto, San Antonio, Nuevo Amanecer y Morasurco que se encuentra delimitado por la vía Panamericana y el Río Pasto; los fenómenos amenazantes son identificados y se estableció la relación amenaza-vulnerabilidad con el fin de estimar los grados de riesgo.

El conjunto de conceptos nos ayudará a aclarar un poco la dinámica del significado de amenaza a nivel internacional, nacional y local; la amenaza en el sector de estudio se conoce como los deslizamientos que pueden ser ocasionados por la temporada alta de precipitación o época de invierno, siendo este el concepto que manejan los habitantes del sector, ellos están en pleno conocimiento de que están expuestos a unas amenazas conocidas como deslizamientos o derrumbes de tierra, es importante saber y conocer claramente que es una amenaza y como la están percibiendo los habitantes de este sector en su entorno y comunidad, la amenaza es un término muy extenso que abarca muchas posibilidades de interpretación pero en este caso la amenaza se tomara como un peligro de origen natural con ayuda del ser humano que acelera los procesos de deterioro ambiental, como lo es en el área de estudio, la amenaza es un eventualidad que puede ser muy frecuente o no frecuente, esta es la forma de medir o estimar de alguna forma los factores de riesgo a los que se encuentran expuestos los habitantes de una comunidad, de esta manera se podrán definir factores externos e internos que interactúan juntos para generar posibles amenazas y susceptibilidad a este tipo de fenómenos de gran magnitud y poca magnitud dependiendo del grado de vulnerabilidad al que se encuentren expuestos los habitantes, en el caso especial de los barrios de Juanoy Alto, San Antonio, Nuevo Amanecer y Morasurco, se tiene un previo conocimiento de antecedentes de deslizamientos en la zona de estudio, a lo cual no se le ha hecho un seguimiento para determinar a qué fenómenos se encuentran expuestos estos habitantes.

⁵³ UN/SDR,2004, Op.cip.,p.18.

Con la finalidad de entender un poco más sobre el concepto de amenaza y aplicarlo a esta investigación como aporte a al diseño metodológico, una amenaza es un fenómeno que puede ser ocurrente o no ocurrente depende de su frecuencia y magnitud asociado a la vulnerabilidad se puede estimar un grado de riesgo, es necesario identificar y describir a qué tipo de amenaza se enfrentan los habitantes de los barrios de Juanoy Alto, San Antonio, Nuevo Amanecer y Morasurco donde se encuentran localizadas ya sean puntuales o zonales con el fin de establecer unos rangos de susceptibilidad, probabilidad de ocurrencia y localización del fenómeno que nos determinaron en este caso los fenómenos de remoción en masa de tipo hidrogravitatorios a los cuales se le estableció una caracterización para lograr conseguir unos atributos para evaluar y medir en escala de bajo, medio y alto este tipo de fenómenos y su susceptibilidad y que tan amenazante es para la comunidad.

5.4.2 clases y tipos de amenazas.

- ✓ Amenazas naturales: Pese al término "natural", una amenaza natural tiene elementos de participación humana, un evento físico, como por ejemplo una erupción volcánica que no afecta al ser humano, es un fenómeno natural, y no una amenaza natural, un fenómeno natural que ocurre en un área poblada es un evento peligroso, un evento peligroso que cause fatalidades y/o serios daños más allá de la capacidad de la sociedad a responder, es un desastre natural, en áreas donde no hay intereses humanos, los fenómenos naturales no constituyen amenazas ni tampoco resultan en desastres, esta definición difiere con la idea tradicional de que los desastres naturales son estragos inevitables causados por las fuerzas incontrolables de la naturaleza, un desastre no es un proceso puramente natural, sino que es un evento natural que ocurre en lugares donde hay actividades humanas⁵⁴.
- ✓ Amenaza antropica: Finalmente, hay que mencionar algunas de las intervenciones de los seres humanos que pueden alterar el medio físico y determinar la ocurrencia de fenómenos de remoción en masa. Estos últimos, que son, en general, de menor magnitud que la mayoría de los "fenómenos naturales", pueden causar grandes daños en términos económicos y sociales debido a su estrecha relación con centros urbanos⁵⁵.

Tipos de amenazas de origen antrópico o por intervención de los humanos en su mayoría tienen que ver con el medio ambiente, explosiones,

⁵⁴ ¿que son las amenazas naturales? (En línea)<http://www.oas.org/dsd/publications/unit/oea57s/ch005.htm>(Formato http) 9 de septiembre del 2008.

⁵⁵ conceptos básicos asociados a peligros naturales (En línea)
http://www.plataforma.uchile.cl/fg/semestre2/_2002/tierra/modulo4/clase3/texto/concept.htm (formato http) 24 de octubre 2008

accidentes industriales, guerras entre otras; los tipos de amenazas más frecuentes hechas al medio ambiente son⁵⁶:

Amenazas ambientales

- Contaminación ambiental
- Deforestación
- Desertización
- Infestación de plagas
- Epidemias

En esta investigación se realizó una caracterización de la amenaza existente en sector de Juanoy Alto, San Antonio, Nuevo Amanece y Morasurco de la ciudad de Pasto identificarla y entender su naturaleza con el fin de que esta investigación consiga su propósito final, que es la de la estimación de los grados de riesgo de la zona de estudio.

En conclusión, una amenaza puede ser un fenómeno o proceso natural o una causa antrópica, que puede poner en peligro a un grupo de personas con sus bienes materiales y afectar al medio ambiente. Existen diferentes tipos de amenazas, algunas son naturales, otras son provocadas por el ser humano, como las llamadas industriales o tecnológicas (Explosiones, incendios y derrames de sustancias tóxicas). Las guerras y el terrorismo también son amenazas creadas por el ser humano dependiendo de su probabilidad de ocurrencia se establecerá que tan grave es la eventualidad amenazante⁵⁷.

5.5 LA VULNERABILIDAD.

La vulnerabilidad en términos de desastres por fenómenos naturales, se toma como una medida de que tan susceptible es un bien expuesto, a ser afectado por un fenómeno perturbador, por ejemplo, una casa construida con madera es más vulnerable que una construida con concreto a un tornado. La vulnerabilidad es evaluada dependiendo del bien que se está analizando y el fenómeno que es capaz de dañarle.⁵⁸

La vulnerabilidad se define como la capacidad de reacción a un evento a fenómeno natural al que se encuentre expuesto un bien inmueble o seres humanos, es por esto que encontramos diferentes tipo de vulnerabilidades tales como: social, cultural, económica, institucional, física entre otras que si bien pueden ser medidas cuantitativamente otras no y su combinación crea unas

⁵⁶ UN/SDR,2004, Op.cip.,p.18.

⁵⁷ ¿qué es una amenaza? (En línea)<http://www.eird.org/fulltext/riesgolandia/booklet-spa/page4-spa.pdf> (Formato pdf) 9 de septiembre del 2008

⁵⁸ CARDONA, Op.cip.,p.18.

nuevas vulnerabilidades, es importante destacar que en esta investigación se tendrá en cuenta dos tipos de vulnerabilidad tales como la física y socio-económica que se pretenden abordar e investigar en la zona de estudio con el fin de establecer unos índices de vulnerabilidad que nos ayuden a comprender la magnitud y grados de riesgo a los que se encuentra expuestos los habitantes de los barrios Juanoy Alto, San Antonio, nuevo Amanecer y Morasurco con respecto a los fenómenos de remoción en masa hidrogravitatorios⁵⁹.

McEntire⁶⁰, por su parte, identifica dos grandes teorías que, a su juicio, debieran integrarse: por un lado, la teoría conservadora, responsabiliza a los elementos de la cultura, y sostiene que para disminuir los efectos de los desastres se necesita modificar algunas creencias y comportamientos, así como mejorar las instituciones vinculadas al tema; por otro lado, la teoría radical, liderada por Hewitt⁶¹, afirma que la vulnerabilidad de la población está determinada por la pobreza, por lo que la reducción de los desastres sólo se logrará a través de una reestructuración de las relaciones sociales, políticas y económicas.

Respecto a esta última teoría, Yamin⁶², presentan una visión opuesta, afirmando que es la pobreza la que se encuentra determinada por la vulnerabilidad y no al contrario. Según estos autores, “la pobreza de hoy es la vulnerabilidad no abordada de ayer”; por lo mismo, sugieren que la atención está todavía mal enfocada en la reducción de la pobreza, especialmente cuando ésta es considerada exclusivamente en términos monetarios.

Si bien los distintos autores consultados concuerdan respecto a la importancia de los elementos sociales en la construcción de la vulnerabilidad, actualmente se reconoce la necesidad de una perspectiva más amplia para entender sus causas. Así, se han planteado una serie de enfoques que definen la vulnerabilidad en función de diversos factores. Charvériat⁶³, por ejemplo, señala que la vulnerabilidad de los asentamientos humanos está dada por la combinación de tres factores:

- la presencia de personas y activos en zonas propensas a las amenazas.
- el grado de sensibilidad de las personas y activos a los efectos de las amenazas naturales.

⁵⁹ UN/SDR,2004, Op.cip.,p.19.

⁶⁰ MCENTIRE, David A. “Tenets of Vulnerability: Assessing a Fundamental Disaster Concept.” *Journal of Emergency Management*, 2(2): p. 23-29. (2004).

⁶¹ HEWITT, Kennet. Daños ocultos y riesgos encubiertos: Haciendo visible el espacio social de los desastres. En: MANSILLA, Elizabeth (editora). *Desastres: Modelo para armar*. Colección de piezas de un rompecabezas. Lima: Tarea asociación gráfica Educativa, 1996. p. 23 – 45.

⁶² YAMIN, F, A. Rahman and S. Huq, “Vulnerability, Adaptation and Climate Disasters: A Conceptual overview,” *IDS Bulletin*, 36(4). p. 1-14. 2005.

⁶³ Charvériat, C. *Natural Disasters in Latin America and the Caribbean: An Overview of Risk*. Documentode trabajo Nro. 434, Departamento de Investigación. Banco Interamericano de Desarrollo. 2000.

- la degradación del medio ambiente por parte de las personas en zonas propensas a amenazas.

Cardona⁶⁴, por su parte, propone otros tres factores de origen:

- Fragilidad física o exposición, que corresponde a “la condición de susceptibilidad que tiene el asentamiento humano de ser afectado por estar en el área de influencia de los eventos peligrosos y por su falta de resistencia física a los mismos”.
- Fragilidad social, referida a “la predisposición que surge como resultado del nivel de marginalidad y segregación social del asentamiento humano y sus condiciones de desventaja y debilidad relativa por factores socioeconómicos”.

5.5.1 Factores que influyen en la vulnerabilidad. Existen también planteamientos más generales, como el de Alcántara-Ayala⁶⁵, que señala que aunque existen diversos factores que determinan la vulnerabilidad humana, todos ellos pueden insertarse dentro de cuatro categorías principales: sociales, económicos, culturales y políticos. De manera similar, McEntire⁶⁶, propone la siguiente lista de factores con algunos ejemplos para cada uno pero en el caso específico del área de estudio solo utilizaremos tres o dos categorías el factor físico, económico y social o socioeconómico que se describen a continuación:

Factores Físicos:

- Proximidad de personas y propiedades a agentes desencadenantes
- Construcción inadecuada de edificios
- Previsión inadecuada en el diseño de la infraestructura.

Factores Sociales:

- Educación limitada
- Rutina inadecuada de emergencias y cuidado de la salud
- Migración masiva y no planificada a áreas urbanas
- Marginalización de grupos e individuos específicos

Factores Económicos:

- Divergencia creciente en la distribución del ingreso

⁶⁴ CARDONA, Op.cip.,p.19.

⁶⁵ Alcántara-Ayala, I. Geomorphology, natural hazards, vulnerability and prevention of natural disasters in developing countries. Geomorphology 47, p. 107- 124. (2002).

⁶⁶ CARDONA, Op.cip.,p.19.

- Búsqueda de ganancias sin pensar en las consecuencias
- Recursos disgregados para prevención, planificación y gestión

En este sentido se destaca el hecho de que una casa o unidad familiar puede ser vulnerable a un evento, aun cuando la comunidad en la que se encuentra insertada no lo sea. Entre los factores específicos que influyen sobre la vulnerabilidad a este nivel se mencionan los siguientes:

- ✓ Pobreza: Las familias pobres son consideradas más vulnerables debido a que sus casas, generalmente mal construidas, suelen ubicarse en zonas más expuestas a las amenazas; además, tienen escaso acceso a transporte para evacuar y sus recursos económicos no alcanzan para cubrir medidas preventivas o adquirir lo necesario para recuperarse⁶⁷.
- ✓ Edad: Si bien la vulnerabilidad de las personas mayores varía de acuerdo a su estado de salud, contexto familiar y situación económica, la probabilidad de que requieran asistencia en caso de un desastre es alta. Por ello, en términos generales, se les considera un grupo vulnerable. Del mismo modo, debido a su total dependencia, la vulnerabilidad de los niños es alta, especialmente la de aquellos que no cuentan con una adecuada protección familiar⁶⁸.
- ✓ Constitución de la unidad familiar: Las familias que cuentan sólo con padre o madre son vulnerables, ya que el hecho de contar con un solo proveedor las hace más propensas a la pobreza. Asimismo, las familias con muchos miembros dependientes (niños, ancianos, enfermos) tienen una vulnerabilidad mayor⁶⁹.
- ✓ Género: En general, las mujeres son consideradas más vulnerables que los hombres, ya que están sujetas a desventajas (como la discriminación laboral) que aumentan su probabilidad de ser pobres.

5.5.2 Clases de vulnerabilidad. Se estableció que las vulnerabilidades a trabajar en esta investigación son la social, económica e infraestructura física que se van a seleccionar por las condiciones en las que se encuentra expuesta la población del sector de los barrios de Juanoy alto, San Antonio, Nuevo Amanecer y Morasurco que son las más apropiadas para el desarrollo y cumplimiento de los objetivos propuestos en esta investigación y que de alguna manera son cuantificables y se las puede medir en escala de bajo, medio y alta vulnerabilidad.

⁶⁷ UN/SDR,2004, Op.cip.,p.19.

⁶⁸ CHARDON, Op.cip.,p.20.

⁶⁹ CHARDON, Op.cip.,p.20.

- ✓ Vulnerabilidad económica: En el sector de estudio la vulnerabilidad económica se estimó con unos ítems que van a un formulario encuesta que nos permitió analizar de alguna forma la situación económica de las familias ubicadas en este sector de la ciudad de Pasto para analizar este tipo de vulnerabilidad se tuvo en cuenta si el encargado de la vivienda es la madre o el padre y si solo tienen un solo sustento económico o más para medir de alguna manera su nivel económico.⁷⁰
- ✓ Vulnerabilidad social: En esta vulnerabilidad se enfatizó desde la población más vulnerable de acuerdo a su edad y nivel económico que se estimó después de realizar el análisis de la vulnerabilidad económica, con el fin de ser muy concretos en el tema de vulnerabilidad y que de acuerdo a las condiciones de la población en los barrios de Juanoy Alto, San Antonio y Nuevo Amanecer estos tres tipos de vulnerabilidad son los más acordes a estimar en esta área.⁷¹
- ✓ Vulnerabilidad física: Se refiere a la localización de asentamientos humanos en zonas de riesgo y a las deficiencias estructurales de sus construcciones. Esto se atribuye en gran medida a la pobreza, que limita el acceso a zonas más seguras, y también a la alta productividad de muchas de estas zonas de riesgo, lo cual incita a su poblamiento.⁷²

5.6 EL RIESGO.

El riesgo se determinó en esta investigación como una combinación de la identificación, caracterización de las amenazas existentes en la zona y también la susceptibilidad de la amenaza y su probabilidad de ocurrencia y los diferentes tipos de vulnerabilidad a los que se encuentran expuestos los pobladores de los barrios de Juanoy Alto, San Antonio, Nuevo Amanecer y Morasurco, también se retomaron algunas fuentes bibliográficas que nos den una clara explicación de lo que es el significado del riesgo y sus características generales.

5.6.1 ¿Qué es el riesgo? El riesgo, entonces, estaría definido por dos elementos básicos, la amenaza y la vulnerabilidad. La primera, que constituye el factor externo de riesgo, está representada por “la probabilidad de exceder un nivel de ocurrencia de un suceso con una cierta intensidad, en un sitio específico y durante un tiempo de exposición determinado según Cardona;⁷³ la segunda, en tanto, constituye el factor interno de riesgo y corresponde a “las condiciones determinadas por factores o procesos físicos, sociales, económicos y ambientales,

⁷⁰ MCENTIRE, Op.cip.,p.22.

⁷¹ MCENTIRE, Op.cip.,p.22.

⁷² MCENTIRE, Op.cip.,p.22.

⁷³ CARDONA, Op.cip.,p.20.

que aumentan la susceptibilidad de una comunidad al impacto de los peligros” UN/ISDR,2004.⁷⁴

El riesgo es la probabilidad de que una amenaza se convierta en un desastre. La vulnerabilidad o las amenazas, por separado, no representan un peligro. Pero si se actúan en conjunto se convierten en un riesgo, o sea, en la probabilidad de que ocurra un desastre.

Sin embargo los riesgos pueden reducirse o manejarse. Si somos cuidadosos en nuestra relación con el ambiente, y si estamos conscientes de nuestras debilidades y vulnerabilidades frente a las amenazas existentes, podemos tomar medidas para asegurarnos de que las amenazas no se conviertan en un factor de riesgo.

La prevención de los desastres, por su parte, se encuentra íntimamente ligada a la evaluación del riesgo, entendido como el “potencial de pérdidas que pueden ocurrirle al sujeto o sistema expuesto, como resultado de la relación entre la amenaza y la vulnerabilidad” Cardona⁷⁵ propone de hecho, según una de las premisas básicas de La Red, “el riesgo es el concepto fundamental en el análisis del problema, y no el desastre en sí. La reducción de la incidencia de los desastres requiere un conocimiento profundo de la construcción social del riesgo” Lavell⁷⁶.

Para llegar al análisis de riesgo se estableció un diseño metodológico, bases y conceptos que nos ayuden a comprender de alguna forma la caracterización y estimación del riesgo en los barrios de Juanoy Alto, San Antonio, Nuevo Amanecer y Morasurco lo cual debe aplicarse al caso de estudio actual. Esto incluye:

- Evaluación y estimación del riesgo.

De alguna manera esta propuesta busca encaminarse hacia la estimación del grado de riesgo teniendo en cuenta los conceptos de amenaza, vulnerabilidad y riesgo con el fin de llegar al cumplimiento de los objetivos propuestos en esta investigación; es de esta forma que el trabajo más que una tesis de grado, será una guía metodológica aplicable a espacios con las mismas características físicas que la del área de estudio u otro tipo de fenómeno amenazante al que se encuentre expuesto cualquier población, es una clara combinación entre la identificación y caracterización de la amenaza su probabilidad o susceptibilidad de

⁷⁴ UN/ISDR,2004, Op.cip.,p.20.

⁷⁵ CARDONA, Op.cip.,p.21.

⁷⁶ LAVELL, Allan “Desastres y Desarrollo: hacia un entendimiento de las formas de construcción social de un desastre. El caso del huracán Mitch en Centroamérica”, en Nora Garita y Jorge Nowalski editores., Del desastre al desarrollo humano sostenible en Centroamérica, bid-Centro Internacional para el Desarrollo Humano Sostenible, San José de Costa Rica. p. 7-45. 2004

ocurrencia y la vulnerabilidad social, económica o (socioeconómica) y física (infraestructural).

5.6.2 Evaluación y estimación del riesgo. La Evaluación del Riesgo, es el conjunto de acciones y procedimientos que se realizan, a fin de levantar la información sobre la identificación de los peligros, el análisis de las condiciones de vulnerabilidad y cálculo del riesgo.⁷⁷

- Identificación de la Amenaza

La Amenaza es la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural o inducido por el hombre potencialmente dañino, de una magnitud conocida, para un período específico y para una localidad o zona conocida.⁷⁸

La elaboración de Mapas de Amenaza de cada comunidad permite iniciar el proceso de identificación de las áreas en las que podrían tener alto riesgo, y por ende, las áreas en las que se requiere concentrar los programas de reducción de vulnerabilidades de la comunidad.⁷⁹

- Análisis de Vulnerabilidades

La vulnerabilidad puede variar debido a un conjunto de condiciones y procesos que resultan de los factores de orden natural, físico, económico, social, científico y tecnológico, político, cultural, educativo, ecológico, ideológico e institucional. Estos factores varían con el tiempo. Para lo cual, dado un nivel de peligro, se deben vigilar los cambios ocasionados en los elementos expuestos.

La vulnerabilidad de una comunidad es el reflejo del estado individual y colectivo de sus condiciones físicas, sociales, culturales, económicas, institucionales, medio-ambientales y otros que cambian continuamente según su nivel de preparación, actitud, comportamiento, normas, condiciones socio-económicas y políticas en los individuos, familias, comunidades, instituciones y países.

- Cálculo del Riesgo

Estimación matemática probabilística de pérdidas de vidas, de daños a los bienes materiales, a la propiedad y a la economía para un periodo específico y un área conocida, se calcula en función a la Amenaza y la Vulnerabilidad.

La estimación del riesgo define las consecuencias potenciales de un desastre en base a la identificación del peligro y al análisis de la vulnerabilidad.

⁷⁷ Instituto nacional de defensa civil del Perú capítulo vi gestión del riesgo de desastres (En línea) http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc324/doc324_6.pdf (Formato pdf). 29 de octubre de 2008.

⁷⁸ LAVELL, Op.cip.,p.10.

⁷⁹ LAVELL, Op.cip.,p.10.

Riesgo, peligro y vulnerabilidad son funciones del tiempo y el lugar de ocurrencia del fenómeno natural o fuente del peligro, así como la ubicación del elemento expuesto. Incluye información cualitativa y cuantitativa detallada y el conocimiento del riesgo sus factores y consecuencias físicas, sociales, económicas, y medio-ambientales entre otros. Es un paso indispensable para la implementación de cualquier medida de prevención y se orienta a la reducción de los efectos del desastre.⁸⁰

5.7 MARCO LEGAL

El Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres es un conjunto de entidades públicas, privadas y comunitarias que de manera integral buscan presentar soluciones a los problemas del entorno físico de la sociedad frente a la ocurrencia de eventuales fenómenos naturales o antrópicos⁸¹.

El marco legal del proyecto es vital para prevenir la amenaza, el riesgo y la vulnerabilidad, no podríamos justificar que por desconocimiento de la normatividad, la negligencia propicie el escenario de la improvisación de un deber constitucional para las autoridades. Para atender con responsabilidad los desastres naturales, por eso es indispensable, aplicar las normas y tener un plan de prevención que permita conocer desde la información los tres espacios de tiempo en que se desarrollan los sucesos: antes, durante y después.

Ley 46 de 1988: “Por la cual se crea y organiza el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres, se otorgan facultades extraordinarias al Presidente de la República y se dictan otras disposiciones. Según esta ley permite que el Estado implemente una política de atención a víctimas de la tragedia natural, ambiental o social, como política todas las autoridades deben implementar la Prevención y Atención de Desastres como parte esencial de los programas de gobierno.

Ley 388 de 1997. En el Artículo 8 numeral 11 se establece la localización de las áreas críticas de recuperación y control para la prevención de desastres, así como las áreas con fines de conservación y recuperación paisajística⁸². Lo cual es muy importante para el desarrollo y planificación de un espacio geográfico, teniendo en cuenta estas áreas de posible riesgo

Ley 15 23 del 2012. Por el cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el sistema nacional de gestión del riesgo de desastres

⁸⁰ LAVELL, Op.cip.,p.11.

⁸¹ Ley n° 46 de 1988 (2 noviembre) por la cual se crea y organiza el sistema nacional para la prevención y atención de desastres, se otorga facultades extraordinarias al presidente de la República y se dictan otras disposiciones el congreso de Colombia

⁸² LEY 388 DE 1997 (18 de julio) “por la cual se modifica la ley 9a. de 1989, y la ley 3a. de 1991 y se dictan otras disposiciones”.

Decreto 919 de 1989: “Por el cual se organiza el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres y se dictan otras disposiciones.” En este decreto se especifican los objetivos e integrantes del Sistema Nacional, así como los aspectos del Plan Nacional de Prevención y Atención de Desastres, la participación de las entidades y organismos públicos y privados en su elaboración y ejecución y su inclusión en las actividades de planeación nacional, departamental y municipal⁸³.

Por otro lado habla del Sistema Integrado de Información y de la necesidad de que se realice análisis de vulnerabilidad. Dentro de las funciones de la Oficina Nacional de Prevención y Atención de Desastres establece la definición de condiciones mínimas de protección, criterios para diagnóstico y prevención de riesgos, para los mecanismos de información de desastres y calamidades e Impulsar y promover el sistema Integrado de Información y asegurar su actualización y mantenimiento, con la colaboración de los Comités Regionales y Locales y de las entidades públicas y Privadas. Promover estudios e investigaciones históricos sobre la ocurrencia de desastres, tanto a nivel nacional como en los niveles regionales y locales.

Esto conlleva a que esta investigación se establezca como un aporte a la mitigación y prevención de desastres y tomarla como una fuente de información y actualización de datos de la zona de estudio y una herramienta metodológica para la estimación y caracterización de los grados de riesgo en zonas de similares condiciones geográficas.

También enuncia los elementos del planeamiento de operaciones en caso de situaciones de desastre, exige la realización de planes de contingencia por parte de los comités locales y regionales.

Decreto 879 de 1998. Capítulo III, en el artículo 9 del componente general en el numeral 3. Se establecerá las zonas de alto riesgo para la localización de asentamientos humanos⁸⁴. para cualquier proyecto urbanístico se debe tener en cuenta las zonas de alto riesgo con el propósito de establecer si la zona es apta para los asentamientos humanos, también es relevante llevar a cabo alguna metodología para determinar las áreas de riesgo, por lo cual esta investigación será un aporte a este tipo de estudios como una herramienta metodológica.

⁸³ Decreto no. 919 (1 DE MAYO DE 1989) Por el cual se organiza el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres y se dictan otras disposiciones. El Presidente de la República de Colombia, En ejercicio de sus atribuciones constitucionales y legales y en especial de las facultades extraordinarias conferidas por la Ley 46 de 1988

⁸⁴ DECRETO 879 DE 1998 (mayo 13) Diario Oficial No. 43.300, del 15 de mayo de 1998 MINISTERIO DE DESARROLLO ECONOMICO Por el cual se reglamentan las disposiciones referentes al ordenamiento del territorio municipal y distrital y a los planes de ordenamiento territorial

6. METODOLOGÍA.

El desarrollo de esta propuesta investigativa tiene como fundamento la hipótesis de cuál es el grado de riesgo al que están expuestos los barrios de Juanoy Alto, San Antonio, Nuevo Amanecer y Morasurco, con relación a la amenaza por fenómeno de remoción en masa de tipo hidrogravitario, desde la concepción empírico-analítica en la línea de investigación de prevención de desastres de tipo cuali-cuantitativa, también contempla enfoques, metodologías y técnicas de observación directa de la zona de estudio.

Se planteó realizar un diseño metodológico que permitirá analizar y estimar el grado de riesgo de la zona de estudio a partir del diagnóstico y ubicación de la amenaza y áreas susceptibles a los deslizamientos, con la elaboración de cartografía temática, salidas de campo a las zonas donde se presenten este tipo de fenómenos amenazantes y toma de puntos GPS.

Para esta investigación se tuvo en cuenta datos de precipitación, nivel de inclinación del terreno (mapa de pendientes) cobertura de suelos(mapa de coberturas) formaciones del terreno (Mapa geomorfológico), mapa de ubicación de amenazas, con el propósito de caracterizar, ubicar y describir las áreas susceptibles a los FRM con ayuda de cartografía, aerofotografías y trabajo de campo, también se tuvo en cuenta localización y capacidad de drenaje o desagüe de las aguas lluvias en los barrios, utilizando las metodologías de Vargas Germán en su guía metodológica para la zonificación de la susceptibilidad y la amenaza por movimientos en masa y la guía metodológica evaluación del riesgo por fenómenos de remoción en masa.

La vulnerabilidad se determinó primero por el tamaño y condiciones del universo en que se realizó esta investigación, teniendo en cuenta que para este caso solo se determinaron los campos socioeconómicos y físicos (infraestructura elementos en riesgo), en lo socioeconómico se clasificó la población más vulnerable por edades, géneros, además se tendrá en cuenta nivel de escolaridad, ingresos mensuales, quien es el encargado de la vivienda, cuantas personas la habitan, continuando con la vulnerabilidad física infraestructural se implementarán una valoración sobre el tipo de material y la resistencia del mismo que se utilizó para construir la vivienda.

En el desarrollo de las fases y etapas de esta investigación se estableció como punto crucial la estimación y análisis del riesgo para obtener como resultado un diseño metodológico que sirva de alguna forma para la evaluación del riesgo.

6.1 FASE 1. CARACTERIZACIÓN Y UBICACIÓN DE LAS AMENAZAS EXISTENTES POR FENÓMENOS DE REMOCION EN MASA (FRM)

Etapa 1: Localización de la amenaza existente en el área de estudio. Se estableció que se debía realizar un levantamiento total de la información primaria y secundaria como aporte para realizar la descripción por sectores del área, la información se obtuvo con trabajo de campo a través de entrevistas a los pobladores de la zona, con una encuesta tipo inventario que se aplicó en la primera fase y segunda fase del desarrollo de esta etapa de la investigación, encaminada a obtener información de primera mano con la población de los barrios de Juanoy Alto, San Antonio, Nuevo Amanecer y Morasurco.

Etapa 2: Caracterización y Análisis de fenómenos de remoción en masa (FRM) y procedimientos. En este punto se estableció la cartografía base para empezar el análisis de la amenaza teniendo en cuenta un mapa de ubicación, identificación y caracterización de los fenómenos amenazantes que existan en la zona de estudio, se realizó un muestreo de algunos eventos que en el pasado se hallan contemplado como este tipo de fenómenos y se los ubico en un mapa.

Para estas etapa se tuvo en cuenta datos de precipitación y un histograma de eventos amenazantes durante un periodo de 10 o más años, este histograma dependió básicamente de los datos de precipitación y la relación que existe directamente entre un evento amenazante y las temporadas de alta precipitación o lluvias teniendo en cuenta que las precipitaciones son un detonate que desencadena estos fenómenos de deslizamientos Vargas Germán 1999.⁸⁵

6.2 FASE 2. ESTABLECER ÁREAS SUSCEPTIBLES A LOS FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA (FRM).

Etapa 1: Análisis y caracterización de áreas susceptibles a fenómenos de remoción en masa (FRM). Al establecer una metodología para medir la amenaza o la susceptibilidad a ella es importante conocer cuáles son las características principales para que este tipo de amenazas se den en un espacio y tiempo determinado y de alguna forma garantizar una evaluación o escala en que se pueden estimar estas eventualidades con valores de peso en este caso el cruce de áreas con condiciones especiales, que ayudaron a realizar una escala de bajo, medio y alta susceptibilidad a las amenazas por fenómenos de remoción en masa (FRM), para este procedimiento se tuvo en cuenta tipo de pendientes, cobertura de suelos, geomorfología o relieve predominante, con estos insumos cartográficos se realizó cruces para establecer condiciones tales como si hay una pendiente muy alta y el terreno no tiene cobertura vegetal o es nula su cobertura de suelo existirá una susceptibilidad a la amenaza como también se cruzo el mapa de

⁸⁵ Vargas Germán Guía técnica para la zonificación de la susceptibilidad y la amenaza por movimientos en masa. (1999).

geoformas que establece cuáles son las formaciones predominantes del relieve de la zona de estudio, con una nueva reclasificación se obtuvo características específicas para determinar áreas o zonas susceptibles a amenazas por fenómenos de remoción en masa (FRM) y también se tuvo en cuenta el mapa de amenazas localizadas y caracterizadas.

Tabla 1. Ejemplo tipo de pendiente y porcentaje de inclinación según la FAO 1994.

TIPO DE PENDIENTE	PORCENTAJE DE INCLINACION	AREA %	VALOR DE PESO
LIGERAMENTE INCLINADO	5 A 7 %	40%	0-1 BAJO
MODERADAMENTE INCLINADO	7 A 12 %		
FUERTEMENTE INCLINADO	12 A 25 %	30%	1-2 MEDIO
MUY INCLINADO	25 A 50 %		
ESCARPADO	50 A 75 %	30%	2-3 ALTO
MUY ESCARPADO	>75%		
TOTAL		100%	

Fuente: Organización para la Alimentación y la Agricultura. (FAO 1994)⁸⁶

Se estableció en la tabla anterior que la pendiente se tomó o se midió tal como está en las dos primeras columnas y que las dos columnas siguientes son un ejemplo de cómo se midió por pesos de importancia con relación a el área y cómo se estimó y evaluó este tipo de información tanto cartográfica como cualitativa, para evaluar que tan susceptible es un área en la zona de estudio.

$$At = Pp + Pc + Pgeom$$

At = Amenaza total

Pp = Peso o evaluación de pendientes establecida por el área de influencia.

Pc = Peso o evaluación de la cobertura de suelos establecida por el área de influencia.

Pgeo = Peso de evaluación geomorfológica establecida por el área de influencia.

Es importante anotar que los mapas o información más relevante en este estudio y la aplicación de esta metodología es el mapa de pendientes, el de cobertura de suelos, los eventos amenazantes existentes, ya que la información está estrechamente relacionada a mayor cobertura vegetal más protección para el suelo, esta actúa como una capa protectora sobre el terreno y no habrá saturación

⁸⁶ Base referencial del recurso suelo sociedad internacional de las ciencias del suelo (EN LINEA) http://books.google.com.co/books?id=YE6q_jbcp2QC&pg=PA60&lpg=PA60&dq=fao+1994+pendientes&source=bl&ots=sP7tO_yJLs&sig=74nL_MjvqEHGcyJhziAJsOZmjQ0&hl=es&ei=T835StrAC5WlnQez-42HDQ&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=4&ved=0CBYQ6AEwAw#v=onepage&q=&f=false (FORMATO HTML)

de agua ni tampoco mucho nivel de humedad en la capa superficial y es importante tener conocimiento sobre la inclinación del terreno ya que si hay una alta inclinación de terreno y poca cobertura o nula en estas áreas la lluvia cae directamente sobre el terreno saturándolo y elevando el nivel freático siendo este el detonante de un evento amenazante, que por su mismo peso terminará generando un deslizamiento de tal manera, que la información que se cruce en los mapas temáticos con la evaluación obtenida en esta investigación con el único propósito de que sea más fácil de procesar en el programa de computo Arcgis 9.3 y de igual manera el cruce estableció de manera ligera y eficaz la evaluación de 0-1 bajo, 1-2 medio y 2-3 alto, es una evaluación tanto cualitativa como cuantitativa al asignarle valores e intervalos para poderlos nombrar bajo, medio y alto, también dependiendo de qué tanta cobertura tiene cada atributo que se generó en la cartografía temática para establecer áreas susceptibles a los fenómenos de remoción en masa (FRM).

6.3 FASE 3. EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD SOCIOECONÓMICA E INFRAESTRUCTURAL QUE PRESENTA LA POBLACIÓN EN LA ZONA DE ESTUDIO.

Para el análisis de la vulnerabilidad se tuvo solo como prioridad las vulnerabilidades socio-económicas (de elementos como la situación económica, población más vulnerable por edades) y la vulnerabilidad física (infraestructural) de los barrios de Juanoy Alto, San Antonio, Nuevo Amanecer y Morasurco.

Etapa 1: Manejo de instrumentos de la investigación. En esta etapa para la recolección de la información se aplicó diferentes instrumentos entre ellos: entrevista, formulario tipo encuesta e inventario y observación directa, el análisis, la comprensión y cruce de la información obtenida permitió tener un censo de la población que está directamente involucrada en esta investigación.

Para obtener una visión real sobre las características de la zona de estudio y las diferentes vulnerabilidades a las que se encuentra expuesta la población, este tipo de vulnerabilidad se estima de forma cualitativa lo que la hace difícil de medir, es por esto que en esta investigación se utilizó metodologías de diferentes entidades como las del Departamento Nacional de Estadística (DANE) que utilizan variables e indicadores que ayudan a estos datos hacer más acertados y confiables, el propósito de esto es poder llevar a cabo un censo total predio a predio y tener conocimiento de que tan grande es el universo que se quiere estudiar.

Etapa 2: Análisis y evaluación de vulnerabilidad socioeconómica. En esta etapa se tuvo en cuenta solo información socio-económica para estimar de una manera cuantificable la vulnerabilidad tanto social y económica de los barrios de Juanoy Alto, San Antonio, Nuevo Amanecer y Morasurco, con la finalidad de establecer una base de datos e inventario que nos permitió evaluar de manera rápida y eficaz la vulnerabilidad socio-económica, también se estableció unos rangos de (0-1) su

valor real será en porcentaje el cual es de 0 a 100% para que su evaluación e interpretación sea más sencilla, con este tipo de calificación los ítems de la encuesta tipo inventario, también sirvieron como indicadores, que permitió dar una visión analítica y crítica de la actual situación de vulnerabilidad socio-económica de los barrios de Juanoy Alto, San Antonio, Nuevo Amanecer y Morasurco frente a esta vulnerabilidad.

Para la vulnerabilidad social; la población más susceptible va desde los niños, mujeres embarazadas y los ancianos, también el nivel educativo es un factor determinante para esta investigación, con este tipo de encuesta se pudo determinar el encargado del hogar madre o padre o ambos para medir a si poder estimar el nivel de ingresos económicos diarios, quincenales o mensuales, cuántas familias habitan en la vivienda para levantar un censo de la zona e identificar y clasificar la vulnerabilidad socioeconómica.

En este punto el valor de la Vulnerabilidad socio-económica representada con el siguiente sigla (vse), el cual se obtuvo después de haber establecido el censo de la población total de la zona de estudio, ejemplo si el total de la población de una vivienda es de 15 personas en este caso sería el 100% este es el indicador sería el más alto para evaluar este ítem. De igual manera los otros ítems de la encuesta formulario nos sirvieron como indicadores y la suma de estos será el resultado de la evaluación de la vulnerabilidad socioeconómica.

Para un mejor entendimiento de cómo se estimó y cuantificó la vulnerabilidad se utilizó la información total que arrojen las encuestas tipo inventario realizadas a los pobladores de la zona de estudio, de donde los indicadores establecieron la vivienda con mayor número de habitantes, después se realizó la reclasificación de la población más vulnerable en este caso los niños, mujeres embarazadas y los adultos mayores estos tres ítems sirvieron para identificar y clasificar la población más vulnerable para esto cada indicador o ítems tuvo una valoración que se realizará en forma de porcentajes totales por ejemplo donde se encuentre más población infantil, un caso hipotético en una vivienda existieran 9 niños y este es el valor más alto que se registra en todas las encuesta inventario o sea 100% que es igual a 1 desde este punto se partirá con una conocida fórmula matemática llamada regla de tres donde se conoce (A,B,C) y se desconoce (D) con los valores conocidos se puede encontrar (D), para los ítems como son nivel educativo y nivel de ingresos se llevó la misma dinámica que para los primeros ítems.

A= 9n, B= 100% y C= 5n, D=?

$$A=B = 9n = 100\% \quad 9n \times 100\% \quad ? = \frac{5n \cdot 100\%}{9n}$$

$$C=D = 5n = ? \quad 5n \quad ?$$

CONVENCIONES	
A=9n	Máximo población infantil
B=100%	Porcentaje máximo
C=5n	Población infantil
D=?	Porcentaje desconocido

La vulnerabilidad se midió y estimó de igual manera que la susceptibilidad a la amenaza por peso de importancia y una simple fórmula matemática conocida como regla de tres en este caso la evaluación se realizó de la siguiente manera primero se hizo la encuesta predio a predio a los pobladores de la zona de estudio después se organizó la información que arrojó la encuesta tipo inventario y se estableció los ítems que sirven para analizar la vulnerabilidad socio- económica para ser más claro solo se toma un ítems el de las edades de los habitantes por vivienda o predio se analizó este tipo de información solo para poder establecer el número mayor de habitantes menores de edad en una vivienda se estableció que en una sola vivienda conviven 7 niños y es el número más alto que encuentro en la encuesta inventario es decir que es el 100% de la población infantil el valor más alto y de ahí en adelante se evaluara como 3 alto el rango más alto de evaluación que se determinó para esta investigación y su importancia en ella lo que indica que de aquí en adelante 7 es igual a 100% que a su vez es igual 3 la evaluación determinada por esta evaluación de aquí solo se realizó la fórmula matemática de regla de tres para así poder generar evaluaciones o estimaciones que tipo de vulnerabilidad socio-económica es a la que están expuestos estos habitantes.

Tabla 2. Rangos de vulnerabilidad socioeconómica.

RANGOS EN %	TIPO DE VULNERABILIDAD
0%-35%	VSE ALTA
35%-70%	VSE MEDIA
70%- 100%	VSE ALTA

Fuente: esta investigación.

Lo que esto nos indica es que si la suma de los indicadores está dentro de estos rangos se tuvo una evaluación y estimación de la vulnerabilidad socioeconómica por predio.

$$VSE= I1+I2+I3+I4..... +I10$$

Donde VSE es vulnerabilidad socioeconómica y I1 es un indicador cualquiera

Los niños mujeres embarazadas y los adultos mayores son el indicador de la población más vulnerable que se encuentra en la sociedad según UNESCO y DANE.

Etapa 3: Análisis y Evaluación de la vulnerabilidad Física (infraestructural). En el análisis de la vulnerabilidad física el estudio que se realizó será sobre la capacidad de resistencia del material de un sistema o de un elemento físico (viviendas o infraestructuras) expuestas a un evento o fenómeno que pueda ocasionar daño por los fenómenos de remoción en masa de tipo hidrogravitatorios, que pueden tratarse como situaciones fortuitas e impredecibles en la mayoría de los casos; para llegar al desarrollo de esta etapa se realizó la segunda parte de la encuesta tipo inventario que fue analizada cuidadosamente con el fin de llegar a preguntas que sirvieron para estimar y determinar la resistencia de las viviendas y las infraestructuras del lugar de estudio que por su particular ubicación e historia urbanística y modos de construcción es susceptible y vulnerable a cualquier eventualidad de desastre ya sea por sus materiales, estructuras y falta de apoyo técnico en la construcción de sus viviendas y la calidad de las mismas esta encuesta nos permitió tener una mirada crítica sobre el actual estado físico de las viviendas de los barrios de Juanoy Alto, San Antonio, Nuevo Amanecer y Morasurco.

Se obtuvo como resultados una base de datos que sirve como inventario de apoyo para la realización de los mapas parciales de vulnerabilidad socio-económica y física con la finalidad de establecer las zonas más vulnerables.

Este análisis sirvió para determinar que el elemento en riesgo es la vivienda y que la vulnerabilidad física es el estado en que esta la vivienda en la actualidad y que uno es directamente relacionado con el otro ya que el elemento en riesgo es el que se va a evaluar de 0-3 y de esta manera se estimó la vulnerabilidad física dependiendo del estado en el que este el elemento en riesgo y como se encuentra construido de esta forma se evaluó los materiales de las paredes y el tipo de armazón, las cubiertas, la estructura y cimientos.

Tabla 3. Ejemplo tabla de inventario sobre vulnerabilidad infraestructural (física)

INVENTARIO ELEMENTOS EN RIESGO VULNERABILIDAD FISICA		
INFORMACION	DESCRIPCION	EVALUACION POR MATERIAL Y RESISTENCIA
Estudio de suelos	Si o no	Por tipo de respuesta
Tipo de armazón de la vivienda	Madera, prefabricado, ladrillo bloque	Por tipo de armazón
Vivienda tiene	Uno, dos o tres pisos o mas	Por tipo de material
Muros de la vivienda	Material de desecho esterilla adobe, tapia, madera, prefabricado, ladrillo bloque	Por tipo de material
Cubierta vivienda	Zinc, cubierta prefabricada, azotea, aluminio o eternit, placa impermeabilizada	Por tipo de material

Fuente: esta investigación.

La evaluación en este punto es muy parecida a la de vulnerabilidad socioeconómica con la diferencia que en este caso los valores que se acerquen a (0) son los de mayor problema o vulnerabilidad física la tabla se puede interpretar de la siguiente forma que el material o tipo de construcción de la vivienda es directamente proporcional a la evaluación de la vulnerabilidad de la infraestructura física, si la vivienda está bien construida con materiales resistentes será más fuerte a este tipo de fenómenos y habrá menos pérdidas de vidas humanas y bienes inmuebles.⁸⁷

Etapa 4: Análisis y Evaluación de la vulnerabilidad total en la zona de estudio. Para esta etapa se cruzó resultados y evaluaciones de las dos vulnerabilidades antes mencionadas y ya evaluadas con el fin de tener un mapa temático que nos ayudó a identificar y zonificar cual es la población más expuesta a la vulnerabilidad socioeconómica y física (infraestructural).

La suma de las dos vulnerabilidades nos generó la vulnerabilidad total de la zona de estudio.

⁸⁷ Madelin Villalon Semanat. Guía para la elaboración de inventario de elementos en riesgo en áreas vulnerable a inundaciones y a sismos en costa rica julio 2003.

De esta forma se evaluara la vulnerabilidad total:

$$V_t = v_{se} + v_{if}$$

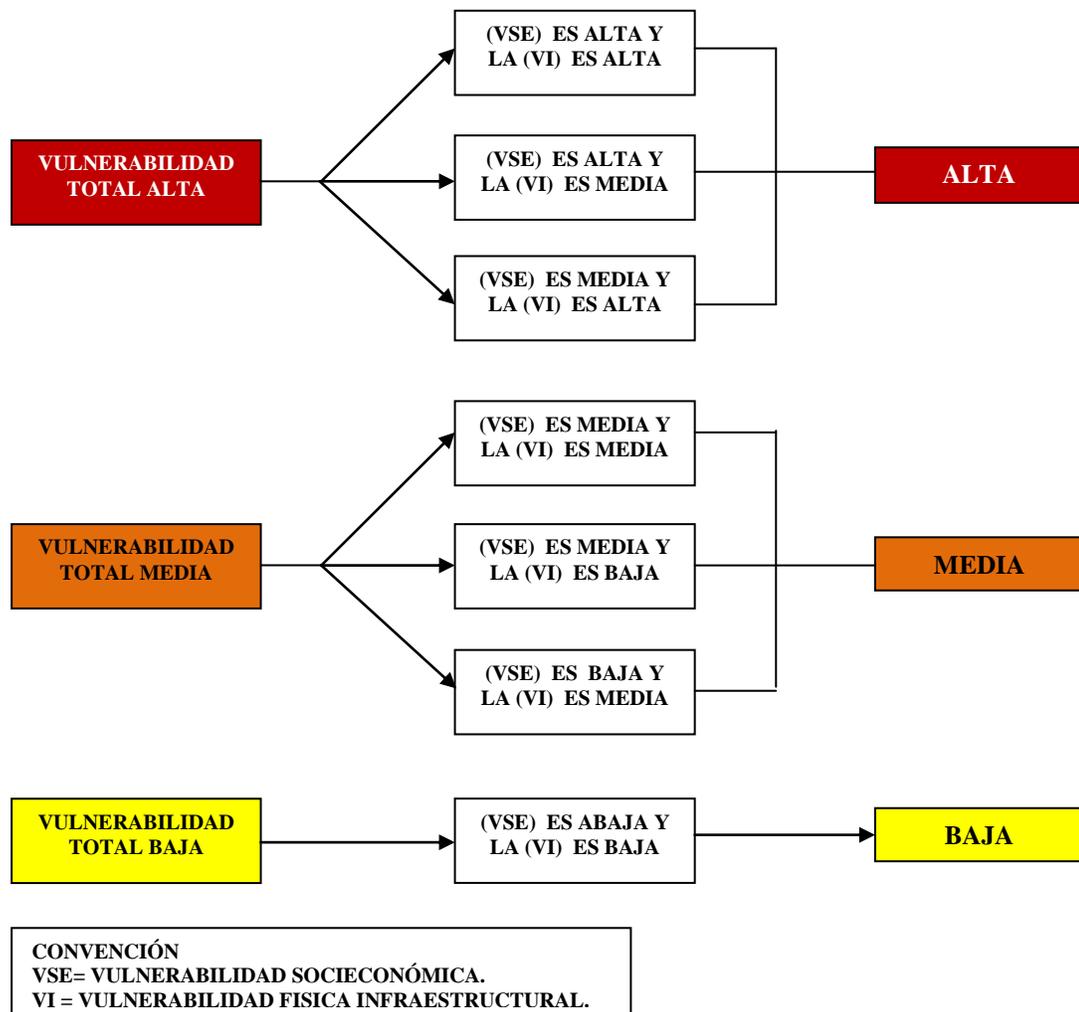
V_t = vulnerabilidad total.

v_{se} = vulnerabilidad socioeconómica.

v_{if} = vulnerabilidad infraestructura.

De otra manera la vulnerabilidad total se evaluó en vulnerabilidad alta, media y baja así ver esquema:

Figura 7. Esquema de vulnerabilidad total



Fuente: Esta Investigación

Estas posibles combinaciones nos establecieron los valores para poder evaluar la vulnerabilidad total del área de estudio.

6.4 FASE 4. ZONIFICACIÓN DE LAS ÁREAS CON DIFERENTES GRADOS DE RIESGO DERIVADOS DE LA AMENAZA POR LOS FENOMENOS DE REMOCIÓN EN MASA (FRM) Y LA VULNERABILIDAD EN EL AREA DE ESTUDIO

Esta fase de la investigación es la más importante en el desarrollo normal de la misma ya que aquí se utilizaron los resultados de las fases anteriores para así estimar los grados de riesgo a los que se encuentra expuesta la población de la zona de estudio, desde este punto la cartografía, es un importante insumo porque de esta cartografía temática se realizó la combinación y cruces de los resultados cartográficos de las demás fases, se establece las condiciones y valores para la estimación, aplicada a la susceptibilidad y localización de amenazas de fenómenos de remoción en masa de tipo hidrogravitatorios en los barrios de Juanoy Alto, San Antonio, Nuevo Amanecer y Conjunto Cerrado Morasurco para obtener los resultados deseados como zonificar el riesgo y estimar sus grados de afectación en esta población, para así llevar a cabo el desarrollo de los objetivos propuestos en esta investigación.

El riesgo en la investigación se tomó como un proceso en que un fenómeno amenazante se pueda convertir en un desastre, con la existencia de una vulnerabilidad cualquiera, en esta investigación se estableció que las vulnerabilidades más adecuadas para su desarrollo normal son la socio-económica que nos permitió conocer la capacidad de reacción y que tan expuestos socialmente y económicamente están a un evento amenazante como lo son los fenómenos de remoción en masa y la vulnerabilidad física que nos entregó un indicador de que tan resistentes son los materiales en la que están construidas las viviendas.

El proceso de construcción del riesgo, tiene que ver, generalmente, con la ocupación del territorio en forma espontánea o inducida, sin responder a ningún plan preestablecido ni a ningún criterio que busque el mejor aprovechamiento del territorio en función de la población ahí asentada, así las condiciones de riesgo son cada vez mayores y recurrente

Etapa 1. Caracterización de los grados de riesgo: El grado de riesgo del área de estudio se calculó a través de la recolección de la información y la aplicación de los resultados parciales que arrojaron las anteriores fases y etapas de la investigación y la metodología que se aplicó, donde se pudo calcular y caracterizar la susceptibilidad de la amenaza por FRM, este tipo de metodologías nos ayudó a caracterizar los grados de riesgos (alto, medio, bajo). Para mayor entendimiento se citara un ejemplo con las combinaciones posibles que pueden existir después de los estudios y el análisis que se le hizo a la a amenaza y a la vulnerabilidad podemos deducir lo siguiente:

$$R = At+Vt$$

R = Estimación del riesgo o susceptibilidad del mismo.

At = Susceptibilidad de amenaza por FRM.

Vt = Combinación de la vulnerabilidad socioeconómico y físico.

Entonces donde hay un área que es susceptible a la amenaza o se encuentra localizada, zonificada y existe una vulnerabilidad social, económica y física infraestructural alta la combinación de estas dos posibles eventualidades nos indicará que el riesgo es alto de lo contrario si una amenaza es muy frecuente su ocurrencia y no existe ningún tipo de vulnerabilidad el riesgo es bajo por el solo hecho de no existir ningún tipo de vulnerabilidad y exposición de la población a este tipo de amenaza.

Etapa 2. Productos del análisis de riesgo: El estudio de riesgos permitió establecer, clases de infraestructura, zonas de riesgo para la población por mal estado de sus viviendas, con el fin de que sea más fácil la implementación e interpretación de la base de datos preliminar que se obtuvo con la ayuda de encuesta tipo inventario que me permitió elaborar el mapa de zonificación del riesgo y estimar el grado de amenazas por fenómenos de remoción en masa de tipo hidrogravitatorio para que de esta manera sea más fácil la Identificación en mapas temáticos y los modelos teóricos prácticos que se realizaron en los diferentes procesos de esta investigación.

Estos son los insumos que se deben tener para conseguir con este diseño metodológico la estimación del riesgo:

Figura 8. Diagrama para caracterizar la amenaza y estimar el riesgo del área de estudio.

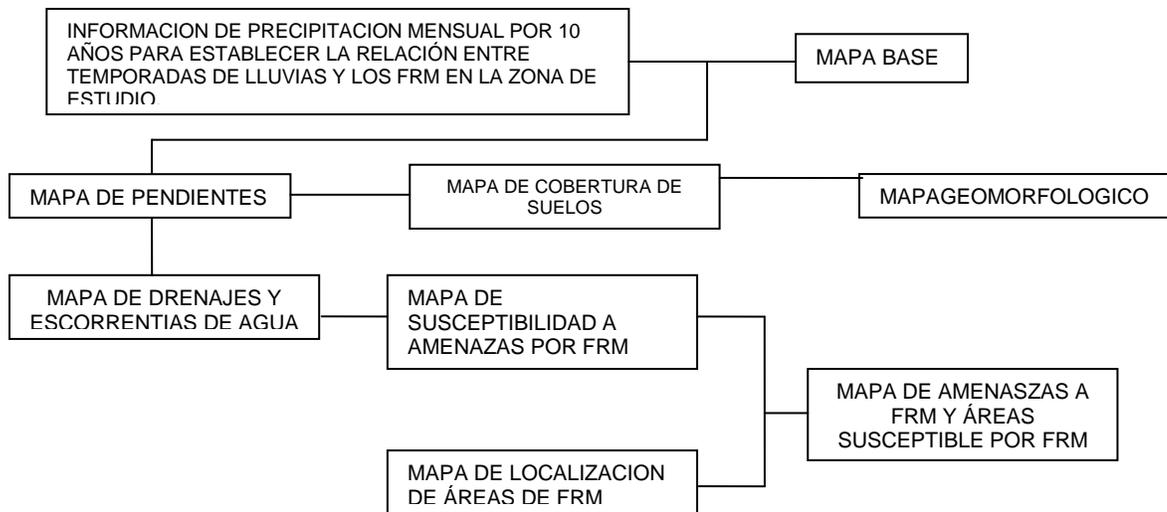


Fuente: Esta Investigación 2010.

Etapa 3. Elaboración de cartografía temática: Para la digitalización y cruce de mapas y la obtención de resultados parciales o finales se utilizó el software

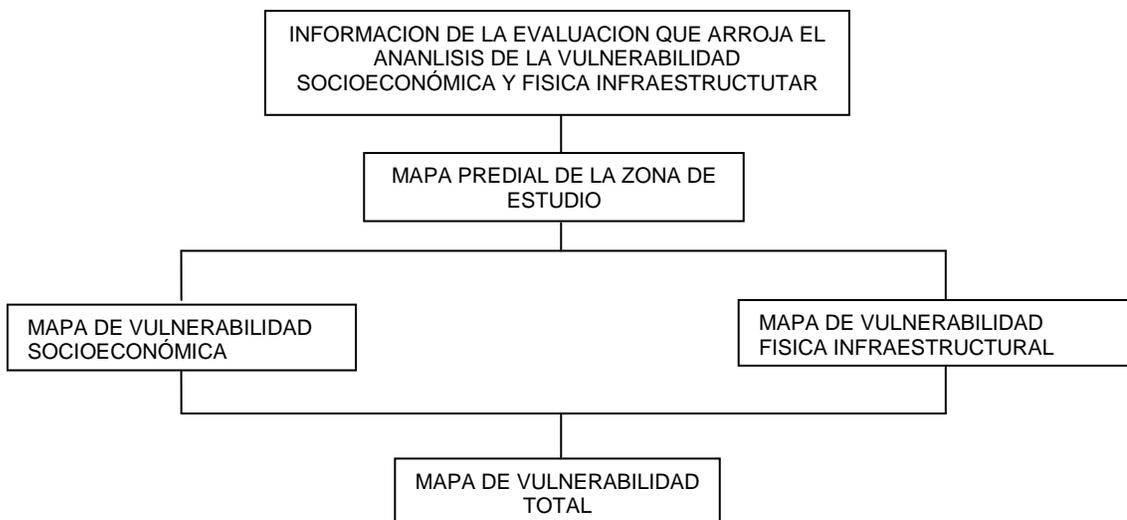
Arcgis 9.2 y otros programas de cómputo, que facilitaron la entrada y manipulación de información geográfica cuantificable y cualificable, para luego ser especializada, en esta etapa, se encuentran inmersas todas las fases y etapas del desarrollo de esta investigación y el diseño metodológico aplicado a este proyecto.

Figura 9. Esquema modelo conceptual para el mapa de susceptibilidad y zonificación de amenazas.



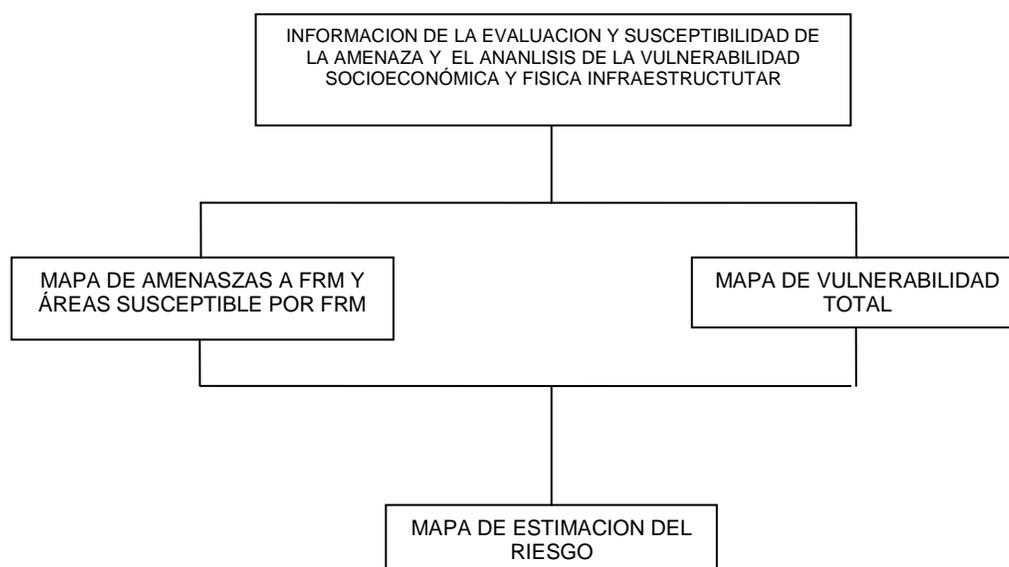
Fuente: Esta Investigación 2010.

Figura 10. Esquema de modelo conceptual para el mapa de vulnerabilidad socioeconómico y físico infraestructural.



Fuente: Esta Investigación 2010.

Figura 11. Esquema modelo conceptual para el mapa de estimación del riesgo.

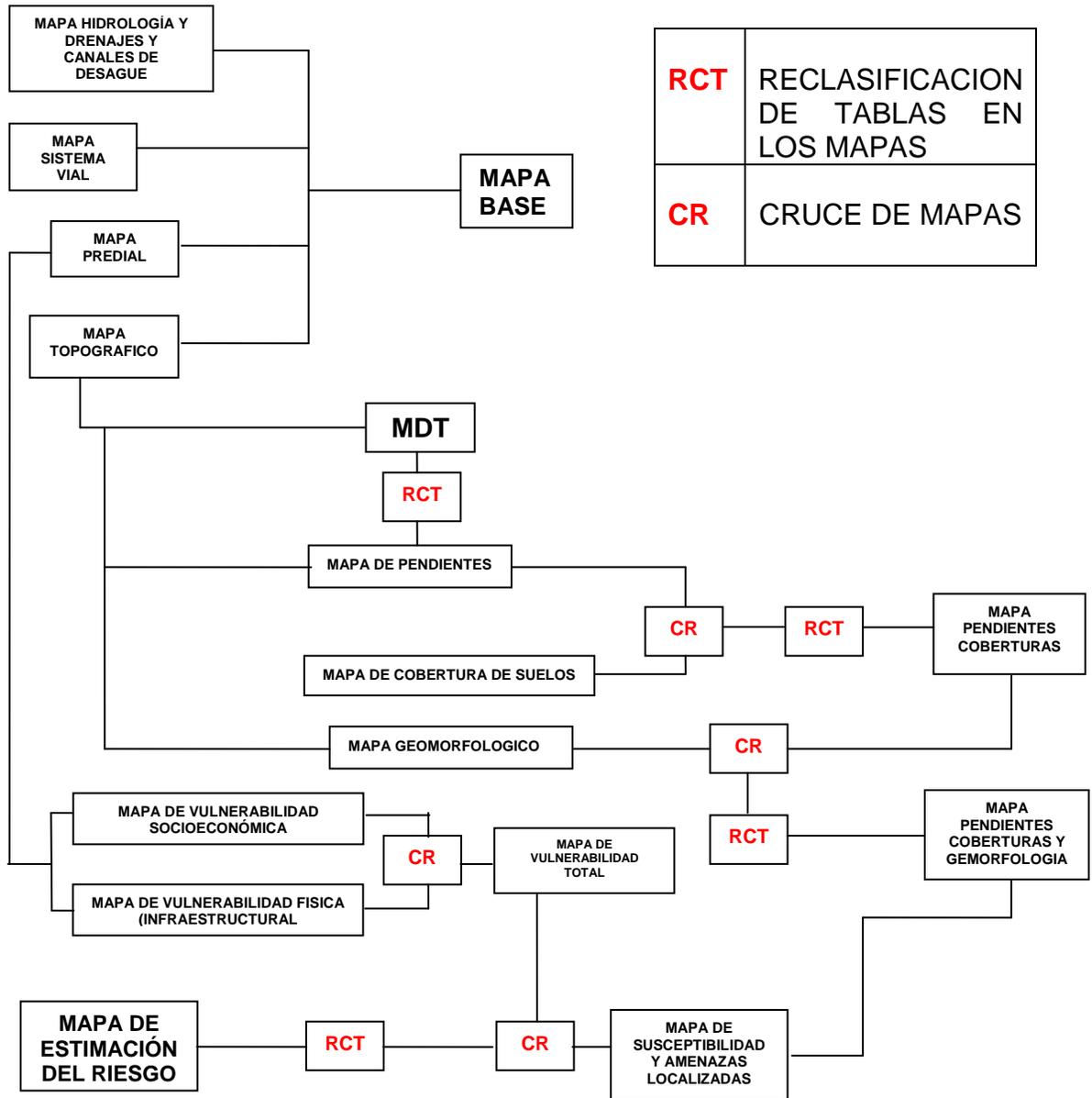


Fuente: Esta Investigación 2010.

La cartografía base se convirtió en una herramienta que permitió identificar el espacio geográfico a investigar, obtenido en el transcurso de esta investigación, información temática como es la cartografía de la zona de estudio con muchos datos que se inventariaron en la encuesta de forma gráfica y representándola geográficamente y espacialmente, de la digitalización se obtienen productos representados en polígonos, polilíneas y puntos, que serán el resultado de la información especializada que se obtuvo del trabajo de campo y la información primaria, con la que se analizan aspectos como la identificación, zonificación y susceptibilidad a la amenaza por FRM, lo mismo sucedió con la vulnerabilidad socioeconómica y física estructural de la zona de estudio, para identificar los diferentes factores amenazantes y vulnerables, mediante el cruce de información cartográfica, para lograr obtener el objeto de esta investigación la estimación del grado riesgo de los barrios Juanoy Alto, San Antonio, Conjunto Cerrado Morasurco y Urbanización Nuevo Amanecer.

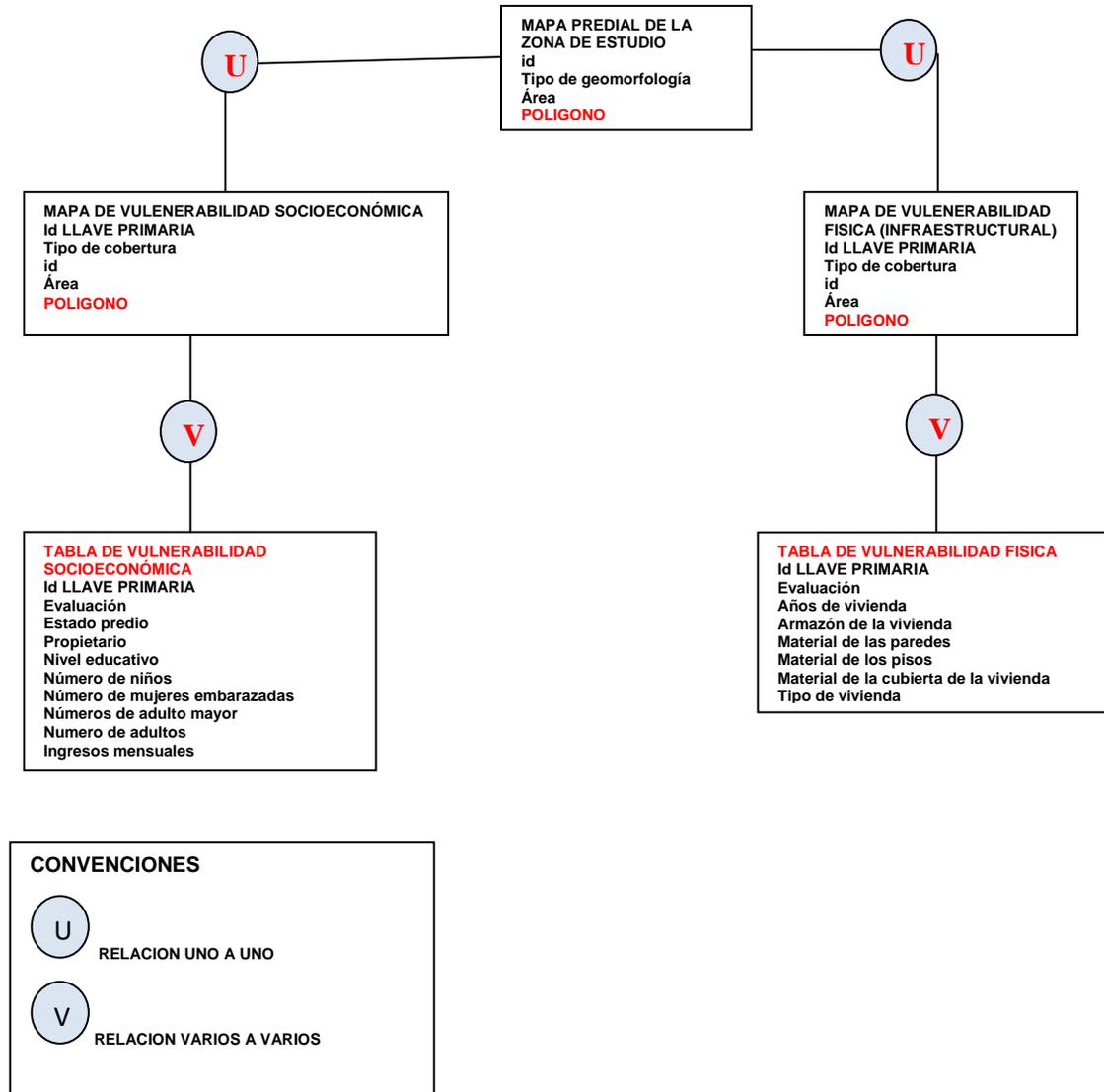
También se estableció un modelo cartográfico que da a entender cómo se trató la información cartográfica y que tipo de insumos se requieren para el cruce de cartografía y como se reclasificaran tablas internas de la cartografía temática que se obtuvo después de tener el mapa base y procesar la información de la encuesta tipo inventario predio a predio.

Figura 12. Esquema final del modelo cartográfico para la estimación del riesgo



Fuente: Esta Investigación 2010.

Figura 13. Esquema modelo entidad relación cartográfico para la estimación de la amenaza por fenómenos de remoción en masa (FRM)



Fuente: Esta Investigación 2010.

7. CAPITULO I DESARROLLO DEL DIAGNÓSTICO, CARACTERIZACIÓN Y UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO, AMENAZAS Y ÁREAS SUSCEPTIBLES A LOS FRM.

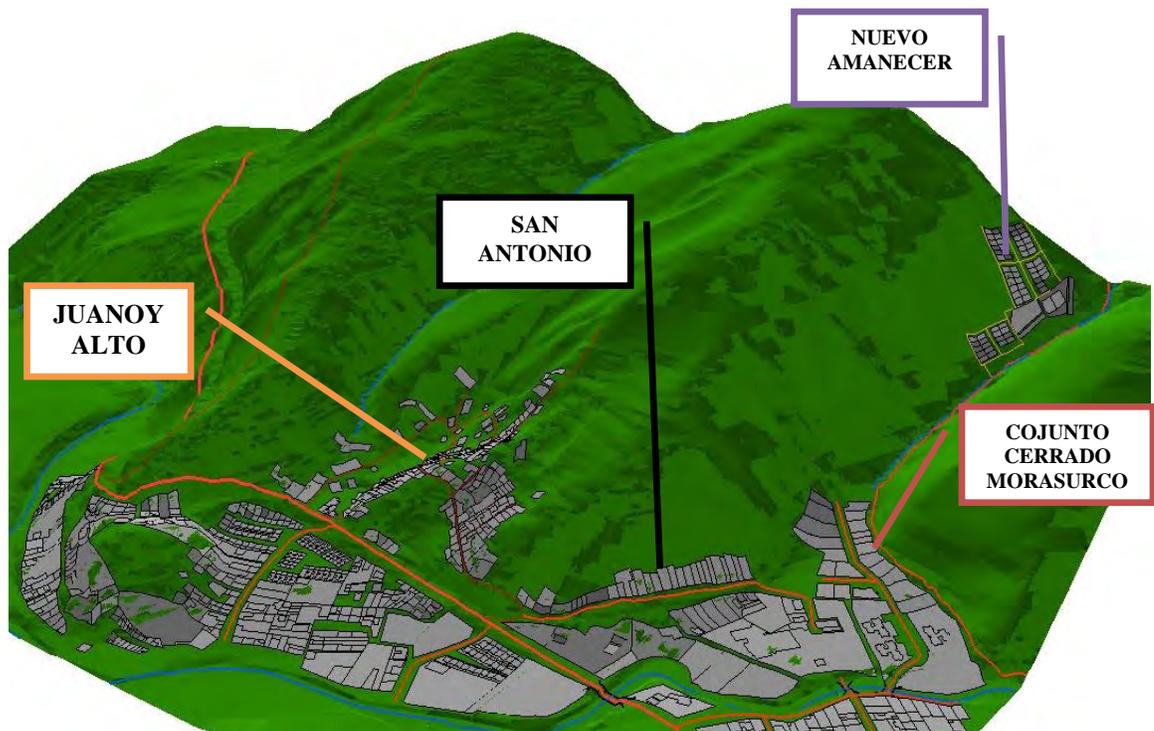
7.1 UBICACIÓN Y DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

El área de estudio está ubicada al Noroeste de la ciudad de Pasto limitada por la Vía Panamericana Norte, Vía o camino hacia la cruz de Pinasaco, Vía a la Urbanización Nuevo Amanecer y El Río Pasto, entre las coordenadas geográficas planas descritas en la siguiente tabla

Tabla 4. Tabla de puntos GPS de control del área de estudio.

X	Y	UBICACIÓN
628800	976800	NORESTE
628200	976800	SURESTE
628200	975600	SUROESTE
628800	975600	NOROESTE

Figura 14. MDT de la Zona de Estudio



Fuente: Esta investigación 2011.

Imagen 2. Barrio Juanoy Alto

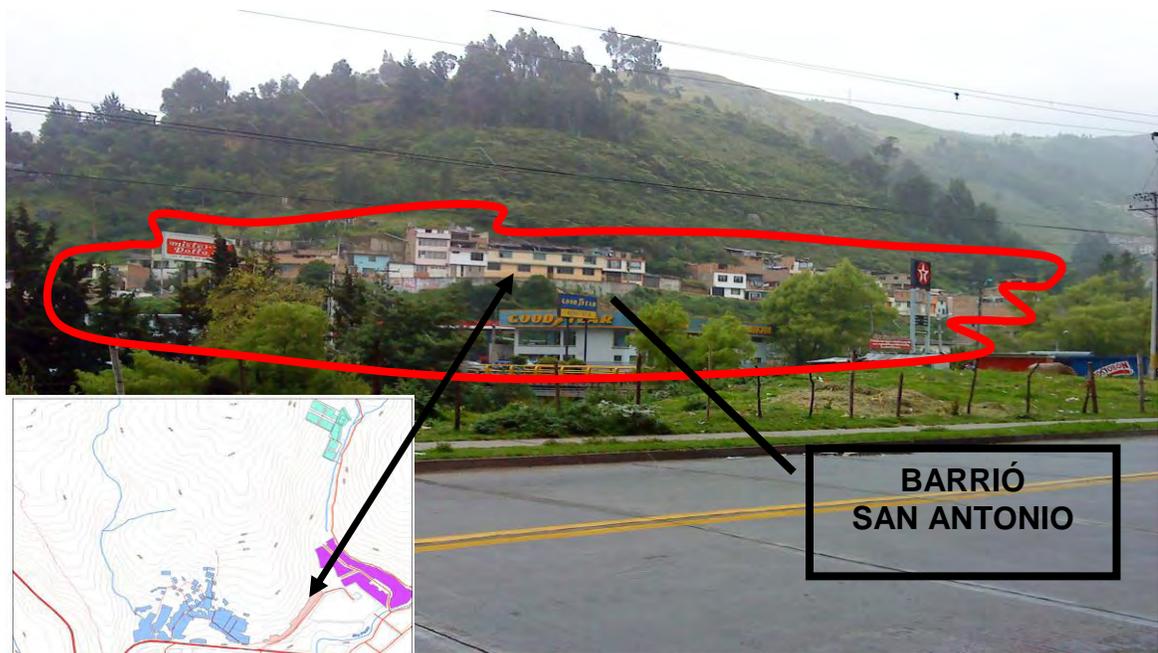


Fuente: Esta Investigación 2011.

Generalidades y descripción de Juanoy alto.

El barrio de Juanoy Alto está ubicado al noroeste de la ciudad de Pasto en lo que se puede denominar geomorfológicamente como una zona de montaña de pendientes medias y escarpadas; este sitio fue poblado hace más de 30 años, en su mayoría los predios han sido adquiridos por herencias y a partir de esto se empezó a urbanizar esta zona montañosa de la ciudad, se puede observar que el creciente auge urbanístico ha incrementado hasta llegar a urbanizar una porción de suelo rural en la parte alta, también existe un problema de legalidad con este barrio o urbanización que parece no existir como tal, con la observación del sitio se pudo establecer que la montaña ha perdido casi en su totalidad la cobertura vegetal que sirve como capa protectora contra las fuertes precipitaciones, la pérdida de esta cobertura vegetal es el aumento de urbanizar y colonizar la zona montañosa y de que el perímetro urbano de la ciudad atraviesa una gran porción de este barrio y de ahí en adelante, el uso del suelo con cultivos que son propios del área rural ha acelerado el proceso de pérdida de cobertura vegetal primaria de este sitio, aparte de esto, el barrio ha sufrido pequeños deslizamientos ya sean ocasionados por el hombre y los de la naturaleza, esto quiere decir, que sí hay un registro de eventualidades de amenaza para la población de Juanoy.

Imagen 3. San Antonio



Fuente: Esta Investigación 2011.

Generalidades y descripción de San Antonio.

Este barrio está ubicado al costado derecho de la montaña, donde también está ubicado el barrio de Juanoy Alto, su geomorfología es de pendiente media y escarpada donde converge la zona montañosa, la formación de un abanico aluvial y la planicie o terraza aluvial que ha sido formada por el Rio Pasto, se observó que el barrio en su parte alta tiene una cobertura vegetal secundaria, que de alguna forma ayuda a mitigar el impactos que genera la precipitación, viento y brillo solar, que en los suelos desnudos causando efectos erosivos, como en este sitio si existe algún tipo de cobertura vegetal y además está el factor pendiente que es escarpado se puede clasificar como una zona susceptible a las amenazas de fenómenos remoción en masa de tipo hidrogravitatorio por la condición de sus cobertura y tipo de pendiente.

Imagen 4. Conjunto Cerrado Morasurco



Fuente: Esta Investigación 2011.

Generalidades y descripción del Conjunto Cerrado Morasurco.

Está ubicada más al Norte del barrio San Antonio su geomorfología puede ser una formación de abanico aluvial creado por la acumulación de sedimentos y que al pasar el tiempo se formó una terraza aluvial con ayuda del Rio Pasto, este conjunto cerrado está ubicado en la parte plana de la zona de investigación, hay que destacar que en este conjunto cerrado predomina la propiedad horizontal, se observa que en la parte de atrás del conjunto hacia la zona de montaña existen deslizamientos que han afectado algunas infraestructuras poniendo en riesgo a la población, esto nos indicó que esta zona es susceptible a deslizamientos por FRM en pequeña escala, aunque el objeto de esta investigación es estimar los grados de riesgo por amenazas de FRM hay que tener en cuenta que también están expuestos a inundaciones, la cobertura vegetal y sistema de drenaje se determinó después de un estudio y análisis cartográfico .

Imagen 5. Urbanización Nuevo Amanecer



Fuente: Esta Investigación 2011.

Generalidades y descripción de Urbanización Nuevo Amanecer.

La urbanización nuevo Amanecer está ubicada más al Norte del conjunto cerrado Morasurco con una única vía de acceso a un costado del conjunto cerrado, esta urbanización es prácticamente muy nueva no tiene más de cinco años de fundada y geomorfológicamente está ubicada en una zona de ladera y ya presenta problemas de deslizamientos que atemorizan a la población, hay que tener en cuenta que esta urbanización todavía se encuentra en proceso de construcción y que su vulnerabilidad socioeconómica posiblemente sea alta y su condición infraestructural es buena porque sus edificaciones son prácticamente nuevas.

7.2 GEOLOGÍA GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO.

Analizando el marco geológico regional, se observó que la zona de estudio está cubierta por depósitos relacionados a actividades volcánicas del terciario-cuaternario, lo cual debe su existencia a diversos centros eruptivos como el volcán Morasurco y el volcán Galeras, de acuerdo a lo anterior los depósitos sedimentarios y materiales rocosos que subyacen a la ciudad de Pasto son: un depósito coluvial y aluvial que abarca el norte y centro de la ciudad, lluvias de ceniza del holoceno localizadas en la parte suroccidental de la ciudad que son rocas de tipo ígneas, flujo de ceniza y puminta que comprende la parte suroccidental y probablemente pertenece al (pleistoceno) cuaternario o al (plioceno) terciario, lavas y cenizas del pleistoceno y plioceno se encuentran en la parte nororiental de

la ciudad de Pasto zonas aledañas al Volcán Morasurco y hacia la parte occidental de la ciudad donde se encuentra el volcán galeras se tiene una idea de tipo basamento rocosa donde se encuentra la ciudad de Pasto.

Se identificó zonas de fallamiento como el sistema de falla de Romeral cuyo trazo principal pasa por el Galeras a 9 Kilómetros de la ciudad de Pasto, la falla Buesaco que pertenece al anterior sistema y pasa aproximadamente a 3 Kilómetros al noroccidente de la ciudad y la falla San Ignacio cuyo trazo principal se localiza aproximadamente a 4 kilómetros al suroccidente del área urbana de la ciudad, de acuerdo a estos rasgos tectónicos y a los esfuerzos compresionales a lo que está sometido la región es probable que se presenten sismos originados de estas fallas.

La geomorfología de en la zona de estudio presenta dos escenarios. La totalidad de la ciudad a excepción de una zona Noroccidental, presenta una topografía relativamente suave de formas sobredondeadas y un valle denominado valle de Atriz sobre el cual se encuentra fundada la ciudad, en contaste al noroccidente que comprende la salida de la ciudad de Pasto al municipio de Nariño se distingue un valle profundo de topografía abrupta por el cual vierte sus aguas el Rio Pasto.

En la geología local, se observa a una escala más detallada de la ciudad de Pasto se encuentra un valle de depósitos volcaniclástico, aluvial y de caída piroclástica, las cuales suprayacen formaciones más antiguas del terciario superior constituidas por lavas de origen volcánico. Algunos afloramientos rocosos que se observan al noroccidente de la ciudad corresponden a lavas asociadas al complejo volcánico galeras, otros al nororiente corresponden a lavas asociadas al volcán morasurco y en general todas las colinas y zonas periféricas de la ciudad son rocas compuestas de material de caída piroclástica. Según este ambiente geológico, se puede inferir a grandes rasgos la geometría de las diferentes formaciones como una superficie cóncava (recipiente) de rocas más antiguas (lavas del terciario y depósitos de caída piroclásticas) rellena de depósitos cuya densidad es menor.

7.3 DESCRIPCIÓN DE LOS FENÓMENOS AMENAZANTES EXISTENTES EN LA ZONA DE ESTUDIO.

Deslizamientos rotacionales: La superficie del deslizamiento ocurre internamente en el material, de forma aproximadamente circular o cóncava. Las salidas de las superficies circulares de rotura pueden ocurrir en diferentes partes de un talud. Así tenemos: superficie de rotura de talud, superficie de rotura de pie de talud y superficie de rotura de base de talud. La velocidad de estos movimientos varía de lenta a moderada y se ve acelerada generalmente con lluvia excesiva⁸⁸

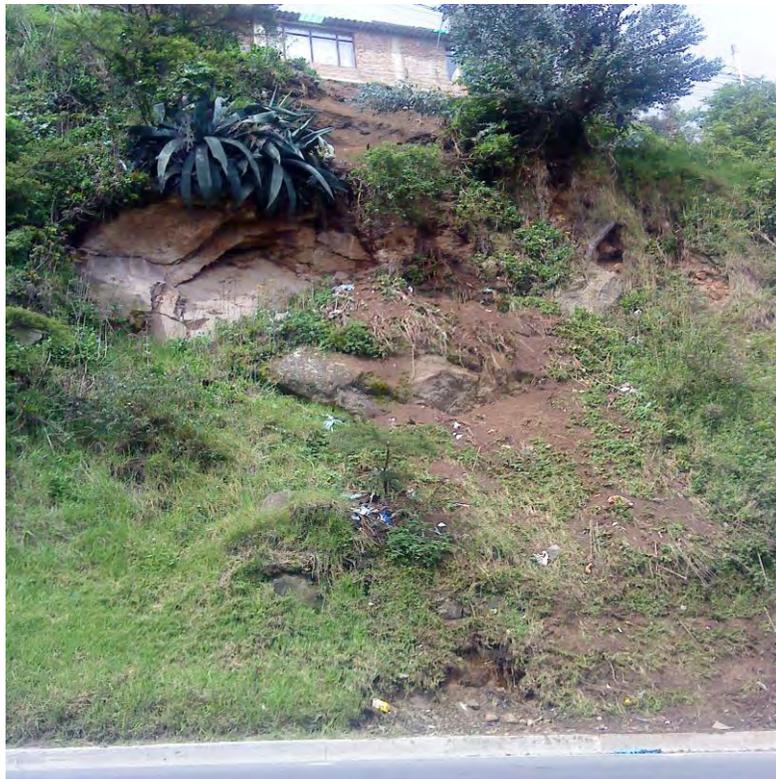
⁸⁸ CRUDEN, Op.cip., p.43.

Imagen 6. Juanoy Alto



Fuente Esta Investigación 10 de Diciembre 2008.

Imagen 7. Juanoy Alto Parte alta de la Vía Panamericana.



Fuente Esta Investigación Diciembre de 2010.

Estos efectos amenazantes se dan en el área de Juanoy alto los cuales afectan algunas viviendas y que tienen relación directa con las temporadas de lluvias o de invierno en la ciudad de Pasto, lo cual demuestra que las fuertes precipitaciones son los detonantes para que este tipo de fenómenos se activen o se desencadenen en otro tipo de fenómeno de remoción en masa de tipo hidrogravitatorio en este breve análisis y descripción de las amenazas por FRM que afectan el área de estudio encontraremos fenómenos de reptación, rotacional y soliflujión que se encuentran ligados a la acción que ejerce la lluvia, la pendiente del terreno y la cobertura de los suelos.

La reptación. Se refiere a movimientos superficiales, extremadamente lentos, y prácticamente imperceptibles, salvo después de largos períodos de medida. Estos movimientos suelen ocurrir en unos materiales ricos en arcillas y con una cierta periodicidad.⁸⁹

La reptación consiste en un desplazamiento y redistribución del suelo a favor de la pendiente por acción de la gravedad y favorecida por otros agentes externos.⁹⁰

Es la deformación que sufre la masa de suelo o roca, como consecuencia de movimientos muy lentos por acción de la gravedad. Se suele manifestar en la curvatura de las rocas y troncos de los árboles, el corrimiento de carreteras y la aparición de grietas.

Imagen 8. Juanoy alto cuatro viviendas afectadas FRM activo



Fuente: Esta Investigación 2011.

⁸⁹ Movimientos de Tierra en Flujo: Soliflujión y Reptación (Desastres Naturales) (EN LINEA) <http://weblogs.madrimasd.org/universo/archive/2008/06/20/95172.aspx> (FORMATO HTTP) 23 de octubre de 2008.

⁹⁰ Geología física II las formas del relieve. Licenciatura en biología universidad de Alcalá. (En línea) https://portal.uah.es/portal/page/portal/gp_epd/pg_ma-asig/pg-asig-65108/tab42351/gf-ii-2.pdf (Formato pdf) 23 de octubre de 2008

También encontramos fenómenos de Reptación en el área de estudio que están afectando directamente a cuatro viviendas del sector de Juanoy alto la imagen es actual y se observa que con la temporada de lluvias de los meses de enero, febrero y marzo del 2010-2011 al parecer han reactivado un fenómeno de reptación en combinación con la solifluxión.

Imagen 9. Juanoy alto Zona afectada por Reptación.



Fuente: Esta Investigación febrero 7 de 2011

Las imágenes nos muestran que hace aproximadamente un año esta área no estaba afectada por el deslizamiento, pero las fuertes precipitaciones que se presentaron en todo el año han acelerado el deterioro del talud donde se encuentran ubicadas las cuatro viviendas afectadas.

La zona marcada en la imagen es la que se ve actualmente afectada y ha incrementado el FRM.

También encontramos este tipo de fenómenos en el Conjunto cerrado Morasurco a diferencia de los fenómenos que se presentan en Juanoy alto en el conjunto cerrado Morasurco se han tomado medidas preventivas para mitigar de alguna forma estos fenómenos de remoción en masa de tipo hidrogravitatorio construyendo muros de contención que mitigan el efecto amenazante que puede generar a las viviendas cercanas a los FRM y a la población, evitando de alguna forma que el fenómeno se agrave o aumente su impacto.

Pero también se observa en la imagen N° 10 que hay una vivienda muy cerca al fenómeno activo que puede ser afectada directamente si el deslizamiento aumenta de tamaño y al final termina afectando la estructura física de la vivienda.

Imagen 10. Deslizamiento activo en el conjunto cerrado Morasurco



Fuente: Esta Investigación 2011.

La soliflucción generalizada. Afecta a toda una ladera y en procesos, normalmente, lentos y sostenidos a lo largo del tiempo. En esta modalidad distinguimos:

La soliflucción en terracillas, propia de las grandes pendientes, donde el movimiento se descompone en pequeños deslizamientos escalonados, expresados en peldaños discontinuos de altitud y anchura de dimensiones decimétricas, asemejan a pequeños senderos escalonados esta soliflucción se ve acentuada por las pisadas de los animales mayores, por lo que esos peldaños, cuando aparecen aislados, también se llaman pisada de vaca. Frecuentemente las terracillas superiores cabalgan sobre las inferiores⁹¹.

Este efecto se viene dando en el sector Juanoy alto en la zona entre la vía panamericana norte y el barrio Juanoy alto que se ve afectado por la llamada pisada de vaca, ya que este predio se ha utilizado para este fin mantener ganado lo cual ha venido deteriorando el terreno y sumándole la pendiente y las altas precipitaciones en la zona de estudio se ve susceptible a este fenómeno de soliflucción que está activo y es degenerativo en el terreno.

⁹¹ CRUDEN, Op.cip.,p.39.

Como se observa en la imagen N° 11 el terreno se ve escalonado y es producto de las pisadas de animales de peso que han deteriorado la ladera y puede crear desestabilidad en la ladera que está muy cerca de la vía panamericana norte.

Imagen 11. Efecto de solifluxión ladera frente a la panamericana



Fuente Esta Investigación 2010.

7.3 ANÁLISIS DE LA PRECIPITACIÓN MENSUAL Y LA ACTIVACIÓN DE LOS FRM.

Tabla 5. Precipitaciones Datos (mms).

TABLA DE PRECIPITACIONES MENSUALES (mms).												
Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1990	42.8	99.6	50.4	72.1	55.2	54.7	38.1	11.3	22.9	112.9	30.7	37.3
1991	60.4	86.8	92.2	68.3	69.8	28	38	24.8	18.7	25.8	114.5	45.2
1992	22.1	32	30.4	52.3	53.1	10	19.2	14.9	29.8	40.5	41.8	47
1993	89.3	87.7	107.7	66.3	74.5	21.9	21.5	17.5	15.6	63.1	176	109.5
1994	98.5	36.3	94.5	120.7	88.5	22.8	16.2	26.9	32.4	45.8	120.4	74.5
1995	29.1	43	41.2	66.9	106.8	41	43.7	22.2	4	72.1	113.1	39.6
1996	105.4	97.3	132	121.4	108.8	62.2	16.7	43.1	422.3	257.4	84.1	120
1997	149.9	65.5	75.4	62.9	46.5	89.8	23	11.2	54.7	68.7	97	48.4
1998	9.9	44.2	67.8	45.1	155.4	28.5	42.3	29.7	29.1	72.8	90.6	53.8
1999	114.2	174.4	91.4	79.3	58.5	68.6	22.5	20.9	567	110.8	308	178.2
2000	107.8	128	67	125.5	177.7	90.5	38.6	19.2	66.7	57.4	51.9	42.9
2001	56.6	59.7	33.1	55.5	50.6	34.6	30.2	21.9	32.1	25.7	101.5	74.9
2002	73.7	35.7	35.7	75	66.1	62.4	29.1	22.3	53.7	133.3	87.1	52.2
2003	20.9	36.3	95.6	75.5	57.9	51.9	40.4	5.5	50.2	91.3	98.1	62.6
2004	68.3	15.5	69.1	75.7	51.7	34.2	25	10.1	26.4	155	94.9	64
2005	72.2	75.4	114	89	79.3	43.1	40.1	31.6	60.7	143.7	105.3	170.8
2006	60.6	66.6	162	130	26.5		77.1	30	11.7	88.3	111.4	112.5
2007	50.9	39.8	98.1	63	40.5	36.7	42.9	43.8	10.9	182.5	116.6	149.1
2008	119.3	111.3	135.8	89.1	141.9	39.9	17.9	34.5	33.3	111	91	138.7
2009	139.8	83.9	117.2	69.7	34.2	31.3	15.8	18.7	22.2	94.8	101.1	77.4
2010	4.4	82.6	47.2	138.8	84.1		72.1	11.1			214.5	

Fuente: IDEAM 2011

En las anteriores tablas encontramos datos cuantitativos descriptivos de la estación meteorológica de Obonuco que de alguna forma nos ayudaran a comprender el comportamiento de las temporadas de precipitación en los últimos 20 años y relacionarlos con los eventos amenazantes por deslizamientos con relación a la pendiente y la cobertura de suelos del área de estudio, en la primera tabla encontramos las temporadas de precipitación mensuales por 20 años y en la segunda tabla el promedio de precipitaciones totales de los mismos 20 años.

De lo anterior podemos deducir que las temporadas de lluvia no han sido de la misma intensidad año tras año transcurrido, parece que también han sido afectadas por los cambios climáticos globales por que los últimos 5 años en los meses de Noviembre y Diciembre ha aumentado las precipitaciones que han generado procesos amenazantes de deslizamientos en la zona de estudio. También se puede analizar que los años con más precipitación son 1996, 1999, 2005 y 2008 este último es en el que más eventos de deslizamientos han ocurrido en la zona de estudio, pero también cabe destacar que en el último mes del año 2010 las precipitaciones fueron muy fuerte y contribuyeron a que deslizamientos que se generaron en el año 2008 volvieran a activarse y generar nuevos deslizamientos. Gracias a este análisis podemos demostrar que los cambios de cobertura de suelos que se han presentado en los últimos años en el área de estudio ha afectado la capacidad de absorción que tienen los suelos, al parecer por esta condición se retiene más humedad y su nivel freático aumenta en las temporadas de alta pluviosidad por la escases de cobertura vegetal primaria o secundaria que ayude a mitigar el impacto directo que tienen las gotas de agua lluvia sobre el suelo, de lo contrario al presentarse este tipo de cobertura el agua lluvia no pasa directamente a los suelos y la absorción de agua en este tipo de cobertura es buena y además actúan como capa protectora es decir como una sombrilla sobre los suelos y en el caso de la zona de investigación los altos niveles de humedad que interactúan directamente con la alta pendiente, la gravedad y el peso que aumenta en el suelo por la cantidad de agua que satura la superficie sin protección de cobertura vegetal primaria o secundaria se convierten en zonas susceptibles a deslizamientos por fenómenos de remoción en masa de tipo hidrogravitatorio.

Tabla 6. Relación entre temporadas altas de lluvias y los frm

Años de más pluviiosidad	Totales Parciales Anuales	Meses de más Pluviiosidad	Promedio Totales Mensuales	Promedios Parciales en % de Lluvias	Eventos Amenazantes
1996	1570.7	Septiembre Octubre	422.3 257.4	43.27%	
1999	1793.8	Septiembre Noviembre	567 308	48.77%	
2005	1025.2	Octubre Diciembre	143.7 170.8	30.67%	
2008	1063.7	Marzo Diciembre	135.8 138.7	25.80%	Aumenta de tamaño un pequeño deslizamiento que pone en riesgo a 4 Familias en la vía Panamericana Norte
2010	705.8	Noviembre	214.5	30.39%	Es un deslizamiento reciente entre la vía Panamericana Norte y El Barrio de Juanoy alto

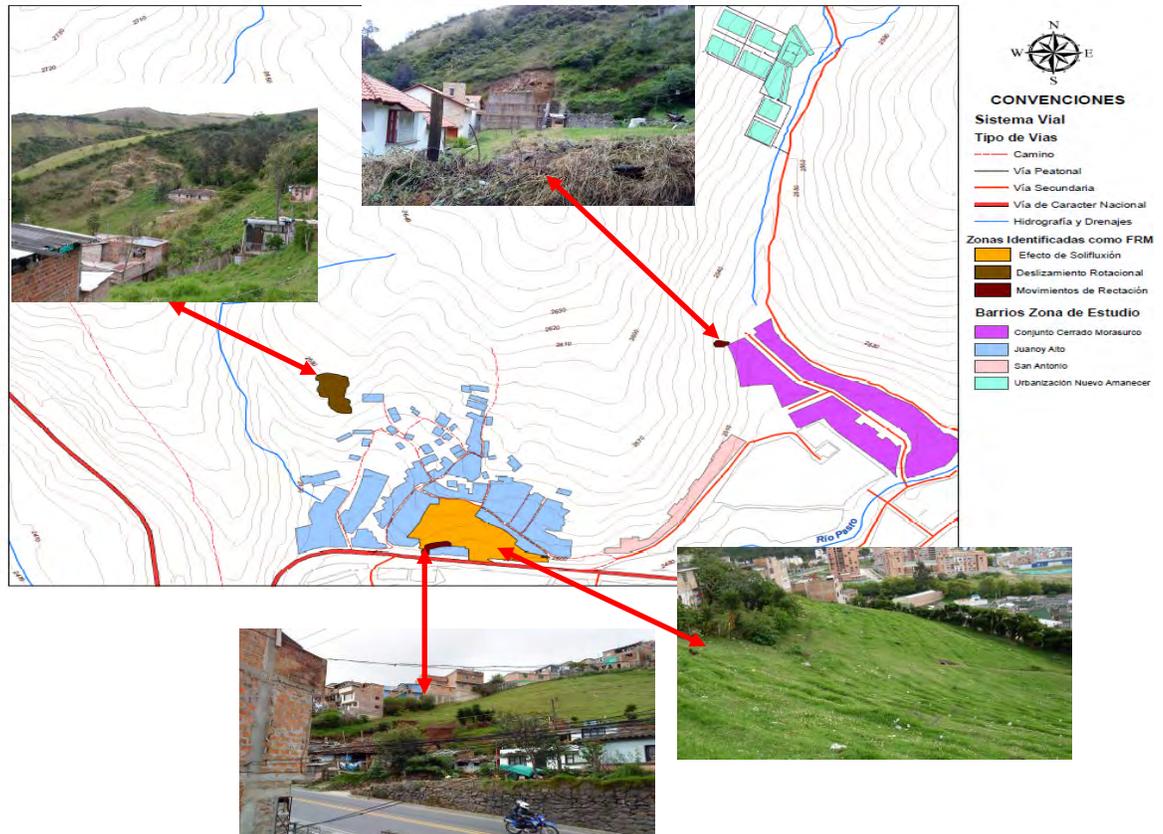
Fuente: Esta Investigación

Se aclara que en el año 2010 faltan datos de precipitación mensual pero en el inicio de este año se han presentados y han reactivado muchos FRM amenazantes en el área a investigar.

En la tabla anterior se relacionan los datos más altos de precipitación anual como también los mensuales con el propósito de aclarar si el incremento de las temporadas de lluvias en la zona de estudio afectan y contribuyen a la aparición de eventos amenazantes como son los FRM que afectan a los habitantes de esta área específica de la ciudad, también se puede observar que los promedios en porcentajes del total de 100% es considerablemente alto ya que solo se evalúan dos meses de cada año en los cuales mas precipitación existe con promedios de 25% hasta un 48%.

Este tipo de análisis me permite aclara dudas de que la precipitación es un detonate de FRM y además que la falta de cobertura vegetal primaria y secundaria influye directamente con el comportamiento de este tipo de fenómenos de la misma manera le sumamos los altos niveles de pendiente que contribuyen como una fuerza interna que junto a la gravedad actúan por naturaleza ya que son fuerzas que han existido siempre (Ver mapa anexos MZE-01).

Figura 15. (FRM) Identificados y Ubicados en la Zona de Estudio



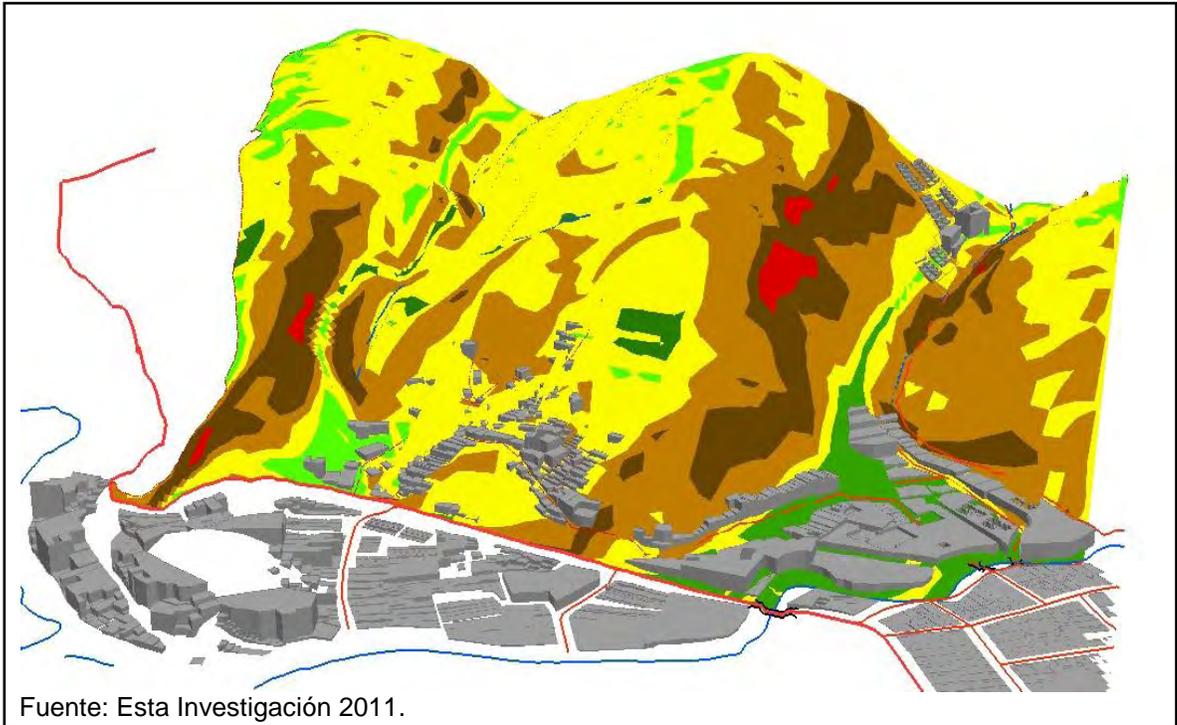
Fuente: Esta Investigación 2011

Es de muy importante también el mapa de deslizamientos ocurridos o que estén en procesos activos esto es también para establecer de alguna forma los eventos amenazantes en el área de estudio y establecer una relación con las temporadas de lluvias o invierno en la ciudad de Pasto

7.4 EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS ÁREAS CON SUSCEPTIBILIDAD A LA AMENAZA POR LOS FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA DE TIPO HIDROGRAVITATORIO.

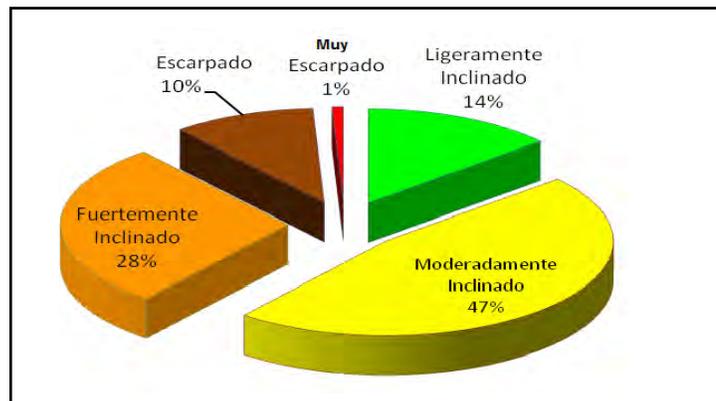
Para establecer la susceptibilidad a la amenaza por fenómenos de remoción en masa de tipo hidrogravitatorio se utilizó los mapas de Pendientes, Geomorfología y Cobertura de Suelos, con la combinación de estos tres insumos se calculó los niveles de susceptibilidad en Alto, Medio y Bajo con el fin de lograr una clasificación y zonificación de las áreas más susceptibles a los deslizamientos por FRM. (Ver mapa anexos MPZE-03)

Figura 16. MDT de Pendientes



El mapa de pendientes se realizó a partir del modelo digital del terreno con pendientes desde 0% hasta 75% en la siguiente tabla se describe los atributos básicos que tiene la cartografía sobre la pendiente.

Gráfica 1. Áreas de pendientes en porcentajes



Fuente: Esta Investigación 2011.

La gráfica nos indica que el 39% del área de estudio es Fuertemente Inclinado y Escarpado con Pendientes en Grados desde 10.8° hasta 67.5° y en porcentajes va

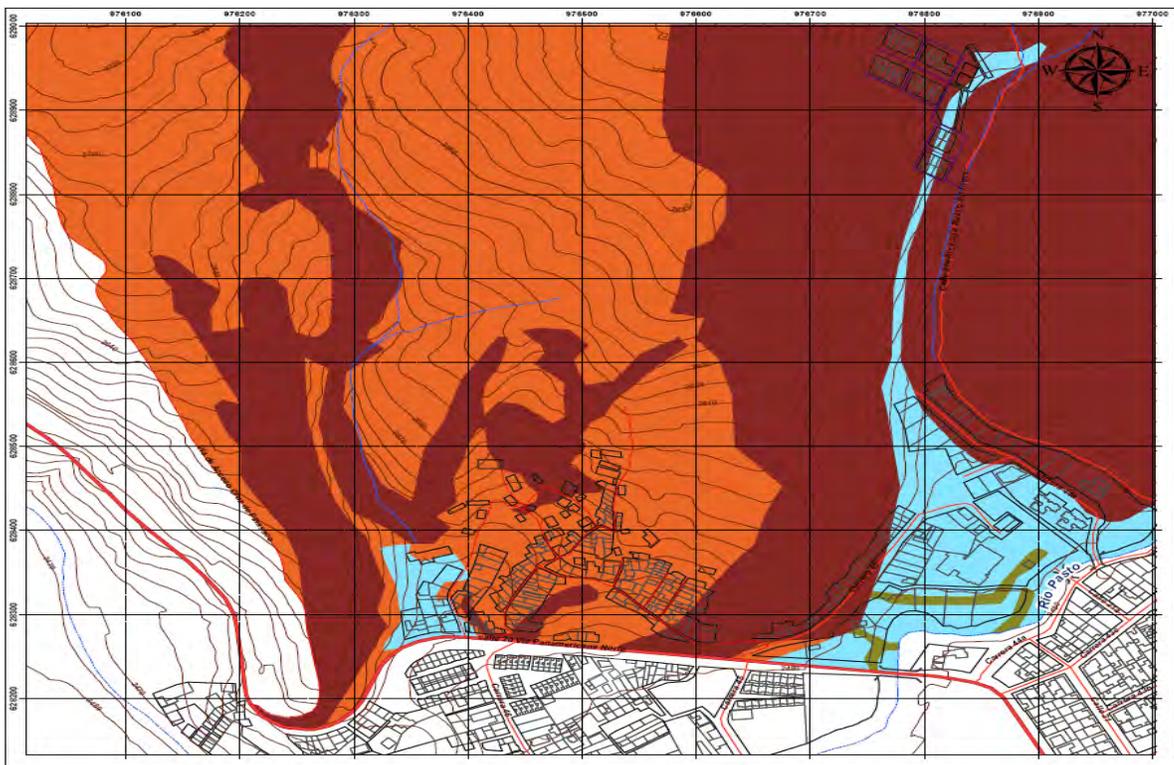
desde 12% a 75%> estos datos me aclaran junto con la cartografía elaborada que la zona de estudio está ubicada en gran parte en estas áreas de influencia inclinada y escarpada.

Tabla 7. Tabla atributos de pendientes de la zona de estudio

Tipo Pendiente Porcentajes (%)	de en	Tipo Pendiente Grados (°)	de en	Área en Hectáreas	Porcentajes Parciales
0%-7%		0° - 6.3°		8.9 Ha	13.64%
7%-12%		6.3° - 10.8°		30.7 Ha	47.05%
12%-25%		10.8° - 22.5°		18.5 Ha	28.4%
25%-50%		22.5° - 45°		6.6 Ha	10.14%
50%-75%		45° - 67.5°		0.5 Ha	0.8%
TOTAL				65.4 Ha	100%

Fuente: Esta Investigación 2011.

Figura 17. Geomorfología

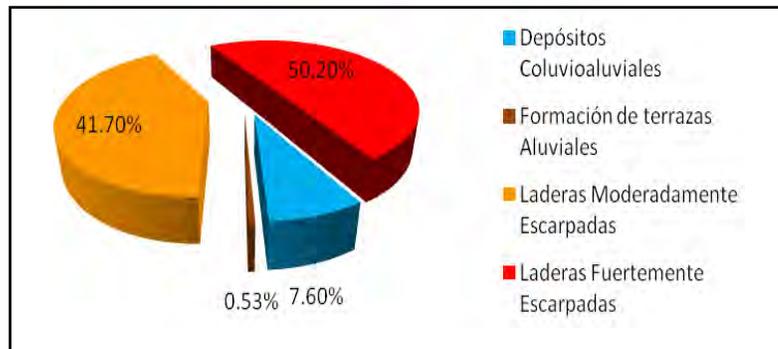


Fuente: Esta Investigación 2011.

Descripción geomorfológica: En la zona de estudio se presentan depósitos coluvioaluviales, formación de terrazas aluviales, laderas moderadamente escarpadas y laderas fuertemente escarpadas que de alguna manera inciden en

los fenómenos de remoción en masa de tipo hidrogravitatorios como lo indica la siguiente tabla (Ver mapa anexos MGEMZE-04).

Gráfica 2. Áreas geomorfológicas en porcentajes



Fuente: Esta Investigación 2011.

La gráfica de geomorfología con relación a los porcentajes de áreas podemos encontrar que el 50.20% del área de la zona de estudio es de geomorfología de laderas fuertemente escarpadas, esta información nos puede indicar junto con la cartografía que en esta zona de laderas fuertemente escarpadas se encuentra ubicados los barrios de Juanoy Alto, San Antonio, Conjunto Cerrado Morasurco y Urbanización Nuevo Amanecer.

Tabla 8. Geomorfología General de la Zona de Estudio

Geomorfología General de la Zona de Estudio				
Geoformas	Áreas Ha	Porcentajes Parciales	Jerarquías	Geología
Depósitos Coluvioaluviales	4.974791 Ha	7.60%	Tierras a Nivel	Valle de Depósitos Volcanoclásticos, Aluvial y caída Piroclástica
Formación de terrazas Aluviales	0.343232 Ha	0.53%	Tierras Moderadamente Escarpadas	Asociados a Caída de Material Píclástico de los Volcanes Galeras y Morasurco
Laderas Moderadamente Escarpadas	27.28135 Ha	41.7%		
Laderas Fuertemente Escarpadas	32.83468 Ha	50.2%	Tierras Escarpadas	
TOTAL	65.43 Ha	100%		

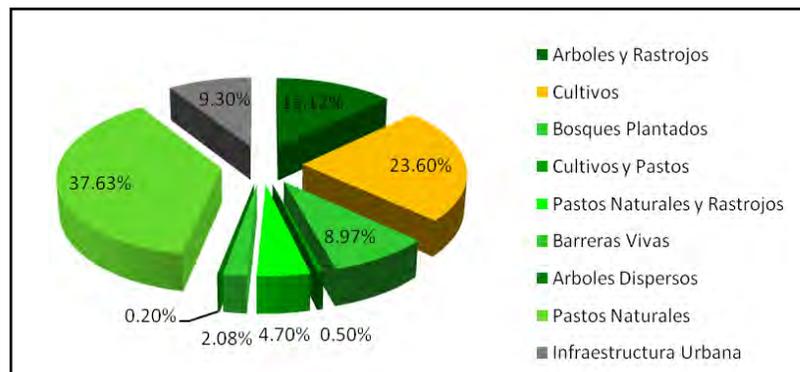
Fuente: Esta Investigación 2011.

Figura 18. MDT Cobertura de Suelos



Fuente: Esta Investigación 2011.

Gráfica 3. Áreas de coberturas de suelos



Fuente: Esta Investigación 2011.

La gráfica de cobertura de suelos nos indica que no se encuentra presente cobertura de vegetación primaria no existe en la zona de estudio, lo que si hay es una gran zona de Pastos naturales y Cultivos, lo cual da a entender que los cambios en el ambiente natural han sido muy fuertes y que la mano antrópica ha hecho su trabajo, desde este punto la relación cobertura vegetal y nivel de inclinación del terreno son proporcionalmente directos entre menos cobertura vegetal primaria exista es menos la capacidad de absorción de humedad y de precipitación de agua y los altos niveles de inclinación del terreno lo hace

susceptible a la amenaza de fenómenos de remoción en masa de tipo hidrogravitatorios ya que a menos cobertura de suelos por vegetación primaria y mal manejo de suelos para cultivos en zonas de laderas escarpadas generan un deterioro del suelo y por esto puede existir acumulación de agua y un alto nivel freático que en ultimas satura el suelo y lo convierte en una amenaza por FRM.

Tabla 9. Tabla atributos cobertura de suelos zona de estudio

Cobertura	Símbolo	Área Ha	Porcentaje Parciales
Arboles y Rastrojos	AR	8.5 Ha	13.12%
Cultivos	C	15.4 Ha	23.6%
Bosques Plantados	BP	5.8 Ha	8.97%
Cultivos y Pastos	CP	0.3 Ha	0.5%
Pastos Naturales y Rastrojos	PNR	3.0 Ha	4.7%
Barreras Vivas	BV	1.3 Ha	2.08%
Arboles Dispersos	AD	0.1 Ha	0.2%
Pastos Naturales	PN	24.6 Ha	37.63%
Infraestructura Urbana	IU	6.1 Ha	9.3%
TOTAL		65.43 Ha	100%

Fuente: Esta Investigación 2011.

Se puede observar en el mapa de coberturas de suelos y en la tabla de atributos que no existe vegetación primaria que es lo único que puede mitigar de alguna forma los FRM, la cobertura primaria es remplazada por la de los Bosque Plantados que representa un 8.97% del área total de la zona de estudio lo cual es 5.87 hectáreas de 65.43 ha que es el 100% lo cual parece ser muy poco para que sirva como una capa mitigadora y protectora de los suelos de alta pendiente (Ver mapa anexos MCSZE-05).

7.5 PROCESO PARA LA ESTIMACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD DE LA AMENAZA POR FRM, ANÁLISIS DE PESOS DE ÁREAS DE PENDIENTES, GEOMORFOLOGÍA Y COBERTURA DE SUELOS

Tabla 10. Tabla de análisis y evaluación de pesos con relación pendiente, geomorfología y cobertura de suelo para la susceptibilidad a la amenaza por FRM

Pendientes	0%-7%		7%-12%	12%-25%		25%-50%	50%-75%		
Área %	13.64%		47.05%	28.4%		10.14%	0.8%		
Evaluación de Peso	1		1.5	2		2.5	3		
Geomorfología	Depositos Coluvialuviales		Formación de Terrazas Aluviales	Laderas Moderadamente Escarpadas		Laderas Escarpadas		Fuertemente Escarpadas	
Área %	7.60%		0.53%	41.7%		50.2%			
Evaluación de Peso	1		1.5	2		3			
Cobertura de suelos	AR	C	BP	CP	PNR	BV	AD	PN	IU
Áreas %	13.12 %	23.6 %	8.97%	0.5%	4.7%	2.08 %	0.2 %	37.63 %	9.3 %
Evaluación de Peso	1.5	2.5	1.5	1	2.5	1	0.5	3	2

Fuente: Esta Investigación 2011.

En esta tabla se puede observar los valores de evaluación de peso que sirvieron para establecer las zonas susceptibles a las amenazas a FRM los valores de evaluación de peso que van desde 0-3 donde 0-1 es bajo, 1-2 es medio y de 2-3 es alto, la evaluación se estableció con orden de importancia si la pendiente es alta la evaluación tomó el valor más alto que es 3 de lo contrario tomara el valor de evaluación de peso 0 o 1 el más bajo, estos valores nos ayudaran a estableció en la cartografía la zonas más susceptibles a las amenazas por FRM, podemos observar que los valores de peso en la cobertura de suelos es muy baja por la falta de cobertura de suelo vegetal primaria y que las pendientes y geomorfología tienen unos valores de evaluación de peso alto en laderas fuertemente escarpadas con pendientes de 25% a 75%, con un área de 50% en la zona de estudio con respecto a la geomorfología de la zona de estudio y de las pendientes 10.94% del área de la zona de estudio y solo un 11.25% del área de cobertura de suelo de árboles plantados, barreras vivas y arboles dispersos que ayudan de alguna forma a mitigar los efectos de la precipitación sobre el suelo y a que no sean tan vulnerables a los fenómenos de remoción en masa de tipo hidrogravitatorios. A continuación la combinación de la tabla anterior y la

cartografía antes mencionada se establecerá las zonas susceptibles a FRM también en alto, medio y bajo con valores de evaluación de peso de 0-3.

Para estimar la susceptibilidad a amenazas por FRM se realizarán cálculos de evaluación de pesos que se les ha dado en la tabla 6 estos valores son estimados por el evaluador y por su importancia para el estudio realizado, por ejemplo si en un estudio hubiera un grupo interdisciplinario compuesto de varios profesionales de distintas ramas de la ciencia establecerían diversos datos de evaluación de peso según sus criterios y la suma de cada uno de estos criterios no daría como resultado varios datos que ayudaran establecer el tipo de evaluación del estudio, también en este estudio se tiene en cuenta los datos que se encuentran como atributos en la cartografía como Evaluación de peso, como son tres los mapas que se van a interceptar el valor máximo de cada uno es decir que para el mapa de pendientes el valor de evaluación de peso máximo o alto es de 3 es decir que la suma de los 3 mapas es 9 para que dé el valor de evaluación de peso más alto.

Tabla 11. Tipo de evaluación de peso de cada mapa a interceptarse para crear el mapa de susceptibilidad de amenazas por FRM

Mapa de Pendientes + Mapa Geomorfológico+ Mapa de cobertura de suelos= Mapa de Susceptibilidad a la amenazas por FRM			Suma de Evaluación de pesos (atributos de tablas)	
Evaluación de Peso Pendientes	Evaluación de Peso Geomorfológico	Evaluación de Peso Cobertura de Suelos	Total de la Suma de Atributos de Evaluación de Peso	Estimación o Evaluación de SAPFRM
3	3	3	9	Alto
3	2	3	8	Alto
1	0.5	1	2.5	Bajo
1	1	1	3	Bajo
2	1	1.5	4.5	Medio

Fuente: Esta Investigación 2011.

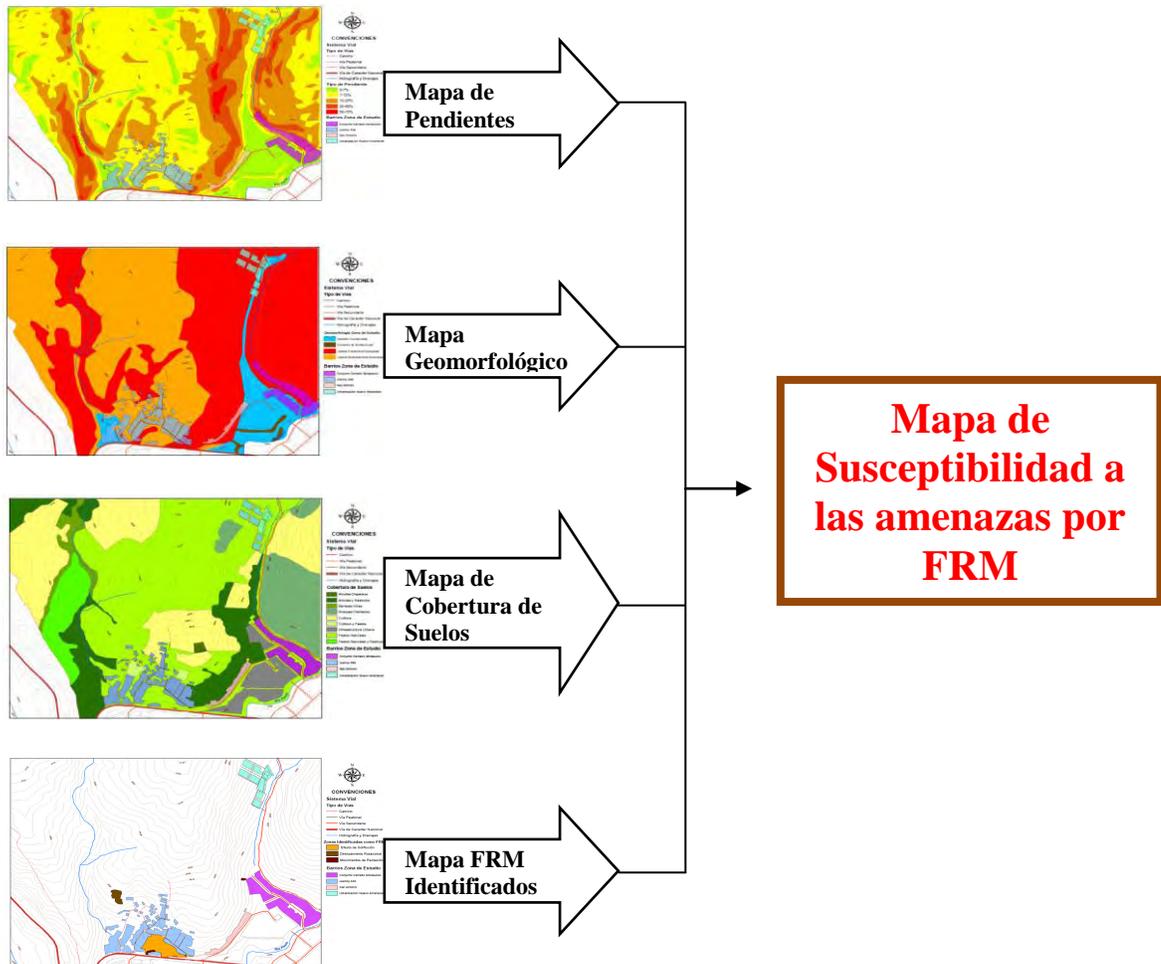
Esta tabla nos indica que la suma de los valores de evaluación de peso que se ha estimado para cada capa de los mapas que se han creado se encargaran de darnos los datos para establecer la susceptibilidad a los fenómenos de remoción en masa de tipo hidrogravitatorio como se explicó anteriormente cada mapa tiene valores entre 0-3 que al final su suma será de 0-9 por los tres mapas.

Donde 0-3 es bajo, 3-6 medio o medio alto y 6-9 es alto o muy alto

En el siguiente esquema encontraremos como se establecieron las zonas de susceptibilidad a los FRM de tipo hidrogravitatorios con la intersección de mapas y la clasificación de sus atributos.

La combinación de los mapas de Amenazas Identificadas Por FRM, pendientes, geomorfología y cobertura de suelos sirve para establecer la susceptibilidad de la amenaza por FRM en este esquema se observan los mapas que participan en el análisis para la susceptibilidad de los FRM para ser procesados e Interceptados y cruzados.

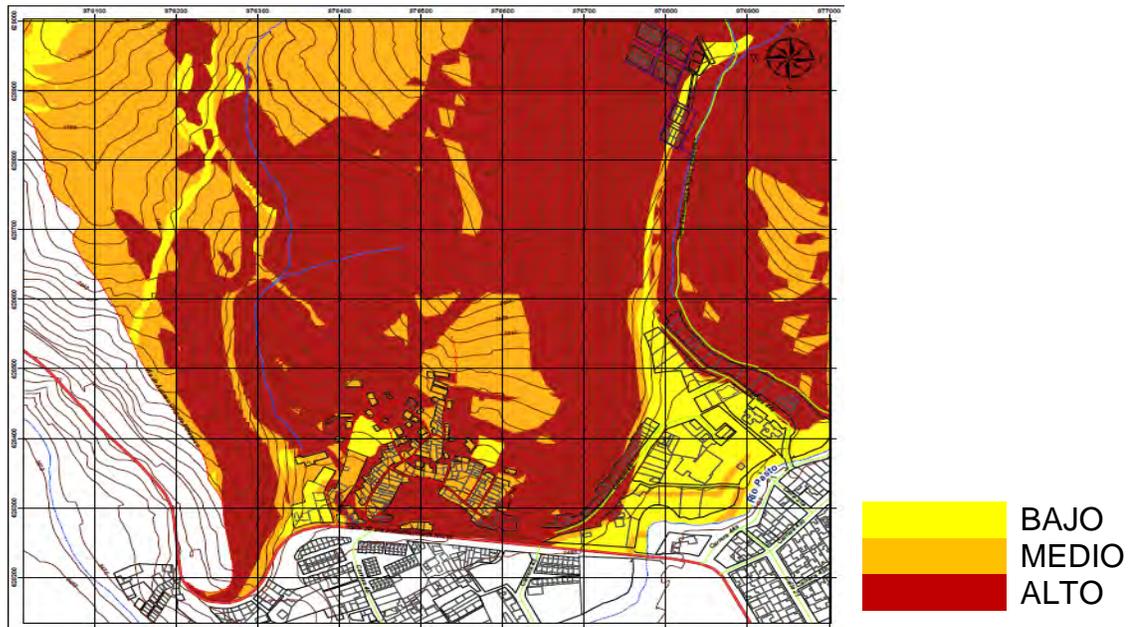
Figura 19. Esquema de combinación de cartografía



Fuente: Esta Investigación 2011.

En el esquema muestra como la intersección y combinación de áreas en la cartografía temática establecerá las zonas más susceptibles a los FRM que se mostrara a continuación en el mapa de susceptibilidad a las amenazas por fenómenos de remoción en masa de tipo hidrogravitatorios (Ver mapa anexos MSUAFRM-06).

Figura 20. Susceptibilidad de Amenazas Por FRM.



Fuente: Esta Investigación 2011.

Análisis de Mapa de Susceptibilidad de Amenazas a FRM de tipo Hidrogravitatorios este mapa nos indica que aproximadamente el 62.6 % del área de estudio está en nivel de susceptibilidad Alto y Muy Alto, por las características y condiciones del área de estudio, en este caso el mapa de susceptibilidad es muy claro e indica que zonas son más susceptibles a este tipo de fenómenos amenazantes según las condiciones expuestas en esta investigación, para la población será herramienta practica para poder establecer las zonas que requieren de alguna forma algún efecto de mitigación y tener más atención a estos fenómenos amenazantes en su entorno.

Las zonas susceptibles a la amenaza por FRM alto se encuentran ubicadas en los barrios de Juanoy Alto y San Antonio y en su gran mayoría la urbanización Nuevo Amanecer y por ultimo una porción del conjunto cerrado Morasurco estas zonas son muy susceptibles a amenazas por FRM por que la superposición de áreas y la evaluaciones pesos asignadas por importancia de la cartografía temática indico que algunas zonas por sus características y descripciones son más susceptibles a este tipo de FRM .

Tabla 12. Áreas de susceptibilidad de amenazas por FRM

Tipo de Susceptibilidad	Áreas en Ha	Áreas en Porcentajes
Alto	40.8Ha.	62.6 %
Medio	18 Ha.	27.8 %
Bajo	6.3 Ha.	9.6 %
TOTAL	65.43 Ha.	100%

Fuente: Esta Investigación 2011.

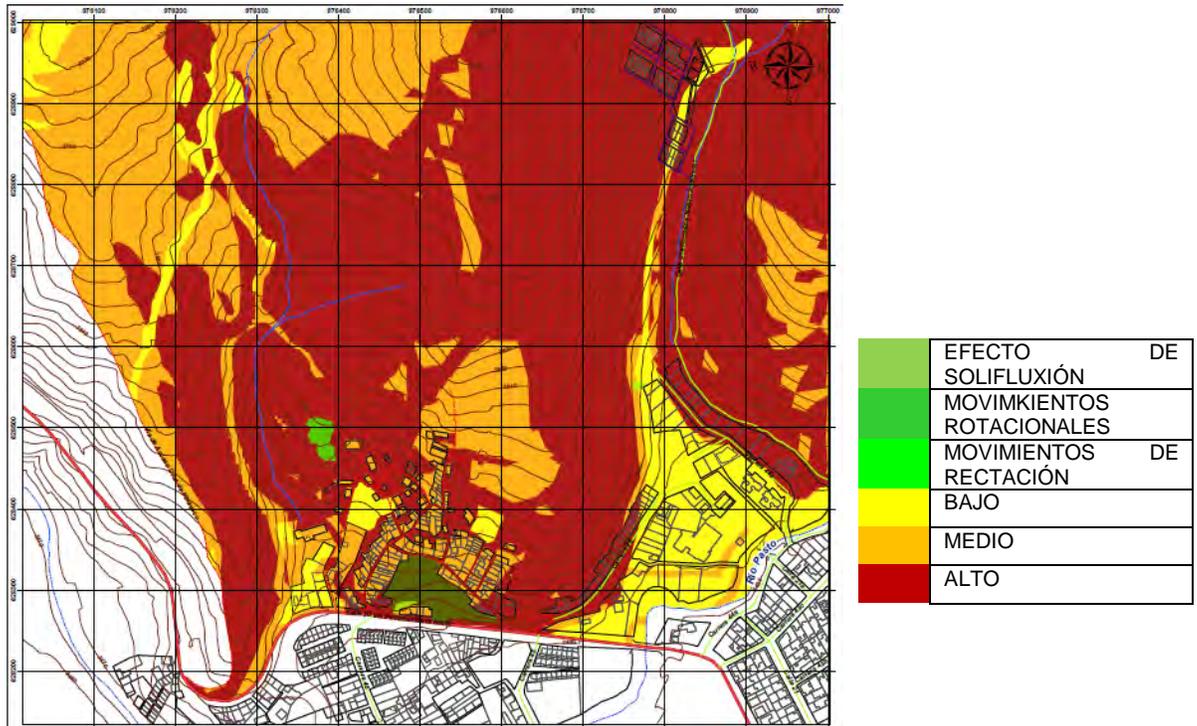
El mapa de susceptibilidad a amenazas por FRM nos indica que en su totalidad el área de estudio de los barrios de Juanoy Alto, Conjunto Cerrado Morasurco, San Antonio y la Urbanización Nuevo amanecer se encuentran ubicadas en áreas muy susceptibles a deslizamientos de por FRM, esto indica que la cartografía temática es una gran herramienta para determinar zonas con problemas de susceptibilidad a FRM en este caso en particular el estudio se realiza con pocos insumos pero lo suficientemente confiables como para establecer las relaciones directas e indirectas que existan entre las pendientes, la geomorfología y cobertura existente en la zona de estudio que ya se explicaron anteriormente en el marco conceptual.

7.6 ANALISIS DE ÁREAS SUSCEPTIBES A LA AMENAZA POR FRM Y AMENAZAS IDENTIFICADAS Y LOCALIZADAS.

Este mapa es el resultado de la combinación e intersecciones de los diferentes estudios cartográficos realizados en esta investigación sobre la estimación del riesgo por FRM, después de estos resultados se puede establecer que es el final de la primera fase y todas sus etapas con los resultados esperados que son los mapas de susceptibilidad a la amenaza por FRM de tipo hidrogravitatorio y la combinación con el mapa de amenazas identificadas y ubicadas en la zona de estudio.

Estas amenazas tienen como características principales la falta de cobertura vegetal primaria, secundaria o vegetación arbustiva y la pendiente predominante y que en las temporadas de precipitación alta han ocurrido este tipo eventos amenazantes en la zona de estudio, lo cual ha llevado a que este tipo información sea más fácil de editar en la cartografía temática y de alguna manera se mas grafica la situación actual del área de estudio.

Figura 21. Susceptibilidad y ubicación de amenazas por FRM.



Fuente: Esta Investigación.

De este mapa temático se puede resumir que es el producto final de la primera fase y culminación de todas las etapas de la misma en esta investigación donde encontramos áreas susceptibles a los fenómenos de deslizamientos o movimientos de remoción en masa de tipo hidrogravitatorios que afectan la zona de estudio y de igual forma se identificaron y caracterizaron algunos fenómenos existentes que están afectando a la población de este sector de la ciudad, (Ver mapa anexos MSAFRMZE-07)

Zona Susceptible a FRM Alto: es el resultado de la combinación de la las áreas y evaluaciones de pesos de importancia que tiene los mapas de cobertura de suelos, pendientes y geomorfología se puede destacar que donde encontramos esta susceptibilidad tan alta es porque se encuentra en pendientes de 25% a 70% de inclinación, geomorfológicamente hablando estas áreas están en zonas de laderas moderadamente escarpadas y laderas fuertemente escarpadas y su cobertura de suelo es cultivos y pastos en su gran mayoría de extensión al superponerse y cruzar esta información se obtienen áreas susceptibles a la amenaza por FRM Muy Alto y Alto que es el resultado de esta investigación también se puede establecer que el área de afectabilidad es de $62.6\% = 40.8$ ha del total del área de estudio.

Zonas susceptibles a FRM Medio: de la misma forma que las áreas con estimación alta intervienen características particulares de la zona de estudio como

tipo de pendiente, geformas predominantes y tipo de cobertura de los suelos con la diferencia que en estas zonas la cobertura del suelo actúa como un factor mitigador porque se identifican coberturas tales como bosques plantados, árboles dispersos, árboles y rastrojos y barreras vivas lo cual disminuye la susceptibilidad a las amenazas por FRM de tipo hidrogravitatorio se concluye que el área que está en susceptibilidad media es el 27.8 = 18 ha de total de toda el área de estudio.

Zonas susceptibles a FRM bajo: esta susceptibilidad se obtuvo del cruce de información temática al igual que las anteriores solo queda decir que en estas zonas se encuentran los terrenos menos inclinados del área de estudio y que la cobertura de suelos es de árboles y bosque plantados y también ya existe infraestructura en estas partes planas del terreno que es muy poco probable que sean afectados por alguna amenaza por FRM y que su susceptibilidad a ella es casi baja o casi nula por sus condiciones del terreno y cobertura de suelos.

Y la descripción de los FRM identificados se encuentra en la primera parte del desarrollo de la investigación.

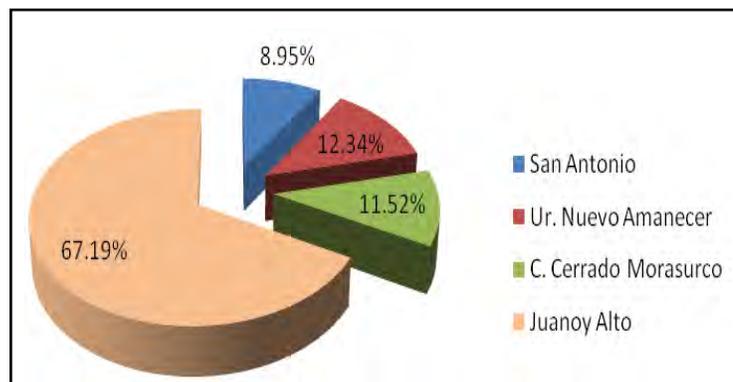
8. CAPÍTULO II ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SOCIO-ECONÓMICA E INFRAESTRUCTURAL (FÍSICA) DE LA ZONA DE ESTUDIO.

Este paso como los anteriores es importante ya que sirve para llegar a la estimación del riesgo de la zona de estudio con el fin de evaluar y estimar la vulnerabilidad social, económica e infraestructural en la metodología se toma la vulnerabilidad social y económica como una sola para que su evaluación se fácil y no muy complicada y por otra parte la vulnerabilidad infraestructural (física) de las viviendas que se encuentran en influencia de la zona de estudio también se tendrá en cuenta su estado de evaluación para que así las tres vulnerabilidades se unan en una sola y la estimación cuantitativa y los datos sirvan para generar la cartografía temática que al final se cruzara con el resultado del mapa de susceptibilidad a los FRM que ya se creó para obtener el mapa final de esta investigación y concluir al análisis de la estimación del Riesgo por los fenómenos de remoción en masa de tipo hidrogravitatorios en los Barrios de Juanoy alto, Urbanización Nuevo Amanecer, San Antonio y conjunto Cerrado Morasurco.

8.1 ANÁLISIS DE DATOS GENERALES PARA ESTABLECER LA VULNERABILIDAD SOCIAL.

Después de haber aplicado la encuesta tipo inventario se puede definir que la población total del área de estudio es de 1597 habitantes distribuidos espacialmente así Barrio San Antonio 143 habitantes que equivale a 8.95% de la población total, Ur. Nuevo Amanecer 197 habitantes que equivale a un 12.34% del total de la población, C. Cerrado Morasurco 184 habitantes con una equivalencia de 11.52% y finalmente el Barrio Juanoy Alto con 1073 habitantes que corresponde a un 67.19% del total de la población en área de influencia de la zona de estudio esto se toma como un censo de la población total que ayudara a la interpretación del análisis de la vulnerabilidad social.

Gráfica 4. Porcentaje poblacional Área de Estudio



Fuente: Esta Investigación 2011.

Tabla 13. Porcentaje poblacional Área de Estudio

Barrios	Porcentaje Poblacional	Población
San Antonio	8.95%	143
Ur. Nuevo Amanecer	12.34%	197
C. Cerrado Morasurco	11.52%	184
Juanoy Alto	67.19%	1073
Total	100.00%	1597

Fuente: Esta Investigación 2011.

De lo anterior se puede establecer que la mayor concentración poblacional está en el Barrio Juanoy Alto con más del 50% del total de la población en influencia y la que la menor concentración está en el Barrio de San Antonio con 8.95%

También se puede establecer cuál es el tamaño de la población infantil, adulta y la de tercera edad estos datos cuantitativos sirven para realizar un análisis de qué tipo de población es la que prevalece en el área de estudio como lo muestra la tabla siguiente y la gráfica de este tipo de análisis.

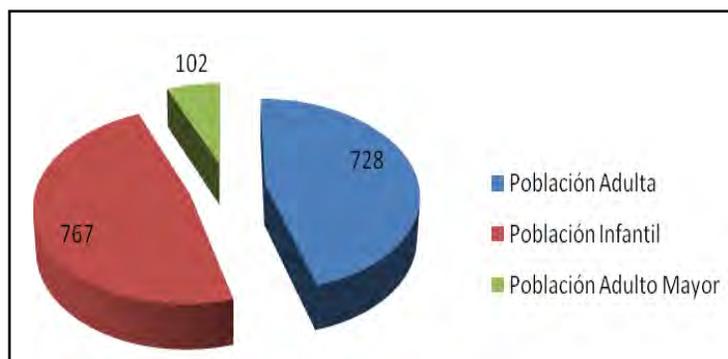
Tabla 14. Tipo de población en el área de estudio

Tipo Población	Población	Porcentaje Parciales
Población Adulta	728	45.58%
Población Infantil	767	48.03%
Población Adulto Mayor	102	6.39%
Total	1597	100.00%

Fuente: Esta Investigación 2011.

De los datos recolectados por la encuesta tipo inventario que se aplicó en la zona de estudio se puede deducir que la población infantil es la de mayor importancia en la zona de estudio con 767 pobladores que equivale al 48.03 % del total de la población y que la población del adulto mayor es de 102 habitantes que representan un 6.39 % de la población total, lo cual a rasgos generales nos indica que la población socialmente vulnerable es la suma de la población infantil y la del adulto mayor sin definir a un géneros hombre mujer de esta forma la población socialmente vulnerable es de 896 habitantes lo cual representa a un 54.42 % del total de la población, esto quiere decir que más de la mitad de la población es socialmente vulnerable de este pequeño análisis que la población vulnerable de la zona es mayor que la población menos vulnerable que por ser adultos les es más fácil salir de la adversidad para este tipo de población por sus condiciones físicas, sus edades y el mercado laboral de Colombia que exige trabajadores jóvenes y muy bien preparados y con buenas condiciones para cualquier clase de trabajo.

Gráfica 5. Tipo de población en el área de estudio



Fuente: Esta Investigación 2011.

También se establecieron datos tales como nivel educativo de los adultos en la zona de estudio de manera general se puede afirmar que de 728 adultos que existen en el área más del 50% de la población se quedó solo en los estudios de primaria tal como lo muestra la tabla N° 15.

Tabla 15. Nivel educativo de la población adulta de la zona de estudio

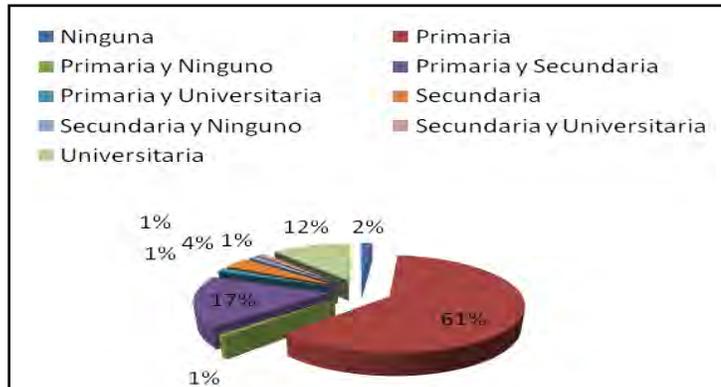
Nivel educativo Adulto	Total Población	Porcentajes
Ninguna	12	1.65%
Primaria	445	61.13%
Primaria y Ninguno	6	0.82%
Primaria y Secundaria	126	17.31%
Primaria y Universitaria	10	1.37%
Secundaria	28	3.85%
Secundaria y Ninguno	8	1.10%
Secundaria y Universitaria	9	1.24%
Universitaria	84	11.54%
Total	728	100.00%

Fuente: Esta Investigación 2011

De un análisis a la información se puede establecer que el 61.13% de la población adulta total del área de estudio solo llega hasta el nivel educativo de primaria, lo cual representa a 445 habitantes adultos, según el Departamento Nacional de Estadísticas (DANE), entre más nivel educativo tenga la persona será mejor su calidad de vida de igual manera tendrá más oportunidades en el mercado laboral. En este caso también se estableció los ingresos familiares y la estimación en pesos diarios, quincenales y mensuales, como la investigación tiene una escala de uno a uno los datos se representan en la cartografía temática del área de estudio, hay que realizar una comparación con la población que tiene nivel educativo universitario o profesional que es 11.54% y que representa 84 habitantes del

sector del C. Cerrado Morasurco que tienen una mejor calidad de vida que los otros sectores a estudiar.

Gráfica 6. Nivel educativo de la población adulta de la zona de estudio



Fuente: Esta Investigación 2011.

La gráfica demuestra que una porción de la población llega solo hasta el nivel de primaria, pero también se encuentra población que ha realizado primaria y secundaria, lo que indica la gráfica es que hay en el levantamiento de la información predio a predio existe gente que en una sola vivienda dos o tres tiene nivel educativo de primaria como secundaria o de igual manera primaria y ningún tipo de educación de esta forma se establecieron los niveles educativos y la forma de analizar esta información.

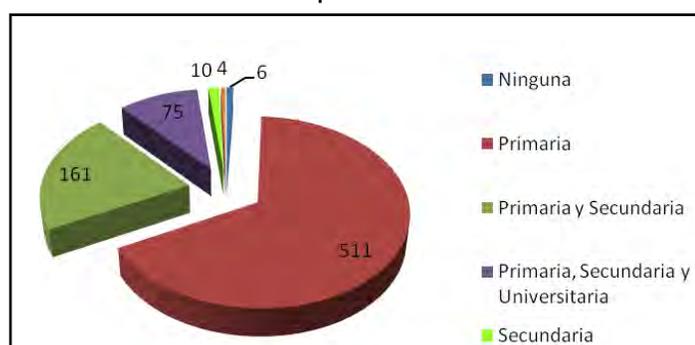
Para realizar una representación más fácil de entender e interpretar se elaboró un mapa del nivel de la población adulta por predios del área de estudio de esta forma se obtuvo una representación gráfica de donde se encuentra ubicada la población que tiene solo nivel educativo de primaria que en este caso es el más alto (Ver mapa anexos MNEPAZE-09)

En este mapa temático se puede observar claramente que en el sector de Juanoy alto se concentra una gran cantidad de población adulta que solo tiene el nivel educativo de primaria, el color púrpura o morado es el que indica donde está la población adulta con el nivel educativo de primaria.

De la misma forma se calculará el nivel educativo de población infantil o se conocerá si están estudiando o no, ya que este sector de la población en general se considera la más vulnerable según entidades nacionales como el DANE e internacionales como la UNESCO o La ONU en general en el planeta la niñez es considerada como uno de los sectores más vulnerables, de esta forma utilizaremos los datos que se recolectaron en las encuestas tipo inventario para realizar un censo del estado educativo actual de la población infantil en el área de estudio.

Con este tipo de estudio que se realizó a los habitantes en la zona de estudio los datos son muy útiles para realizar el análisis de la vulnerabilidad socio-económica e infraestructural que en esta fase del proyecto se quiere llegar a determinar ver Grafica 7 y Tabla 16. Que contiene datos de la población infantil y sus niveles educativos.

Gráfica 7. Nivel educativo de la población infantil en la zona de estudio



Fuente: Esta Investigación 2011

De esta información se puede deducir que solo 6 habitantes del área de estudio no se encuentran realizando su educación normalmente porque son niños menores de 2 años de edad, la gráfica nos muestra población no porcentajes de la población infantil del área de estudio, también es importante saber que 511 habitantes menores de edad se encuentran en nivel de primaria lo que se puede establecer que son niños que se encuentra entre las edades de 5 a 10 años hay que recordar que la información es recolectada predio a predio y que en un solo predio puede haber 2 o 3 niños en primaria como también existe la posibilidad que tengan 1 niño en primaria y dos en secundario la información está dispuesta de esta forma ya que se utilizó una encuesta tipo inventario.

Tabla 16. Nivel educativo de la población infantil en la zona de estudio

Nivel Educativo Infantil	Total de Población	Porcentajes % Promedios
Ninguna	6	0.78%
Primaria	511	66.62%
Primaria y Secundaria	161	20.99%
Primaria, Secundaria y Universitaria	75	9.78%
Secundaria	10	1.30%
Secundaria y Universitaria	4	0.52%
Total	767	100.00%

Fuente: Esta Investigación 2011

La imagen del mapa que contiene la información sobre el nivel educativo infantil del área de estudio es bastante claro y muy gráfico en demostrar que casi en toda su totalidad la población infantil se encuentra en el nivel educativo de primaria lo cual se observa que en todos los sectores que están inmersos en esta investigación, pero también demuestra que en el sector del Conjunto Cerrado Morasurco los niveles educativos están entre la primaria, secundaria y los universitarios, es en el único sector que podemos encontrar estos tres indicadores juntos y esto nos puede indicar que ya que la población adulta en este sitio tiene nivel educativo superior o universitario las posibilidades de que sus hijos o la población infantil tenga una buena educación es más posible que en los otros sectores de estudio.

Hay que establecer valores cuantificables también para la población del adulto mayor que existe en cuanto a su nivel educativo teniendo en cuenta que es solo el 6.39% de la población que corresponde a 102 habitantes.

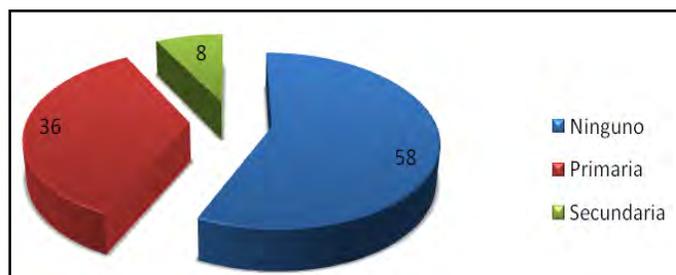
Tabla 17. Nivel educativo de la población adulto mayor en la zona de estudio

Nivel Educativo Adulto Mayor	Total Población	Porcentajes % Promedios
Ninguno	58	56.86%
Primaria	36	35.29%
Secundaria	8	7.84%
Total	102	100.00%

Fuente: Esta Investigación 2011.

De la población del adulto mayor se puede establecer que más del 56.86% que corresponde a 58 habitantes del total del área de estudio no tiene ningún nivel educativo, en conclusión esta información también se verá plasmada en un mapa temático que ayudara de manera gráfica a entender donde se encuentra ubicada esta población y su distribución espacial en el sector a objeto de esta investigación.

Gráfica 8. Nivel educativo de la población adulto mayor en la zona de estudio



Fuente: esta Investigación 2011.

En la anterior grafica podemos observar más claramente la distribución de la población del adulto mayor según su nivel educativo es claro que la falta de educación en este sector vulnerable es más de la mitad del total de todos los habitantes. Y con una combinación de esta información y un mapa se obtendrá resultados muy claros y muy gráficos para el entendimiento de los pobladores de estos sitios y los profesionales que lo consulten (Ver mapa anexos MNEPMZE-11).

8.2 ANÁLISIS DE DATOS GENERALES PARA ESTABLECER LA VULNERABILIDAD ECONÓMICA.

Los datos recolectados servirán para establecer algunos aspectos económicos de la zona que se está estudiando con el propósito de establecer la vulnerabilidad económica de esta comunidad. En este análisis pretendo demostrar la estabilidad laboral de los habitantes, el tipo de ingresos como diarios, quincenales y mensuales e identificar y estimar en pesos sus ingresos económicos por predios con relación a la economía de la zona de estudio.

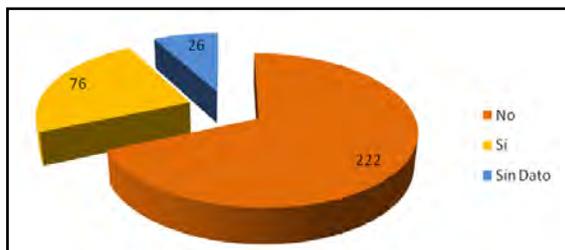
Tabla 18. Tabla de Estabilidad Laboral

Empleo Estable	Numero de predios
No	222
Si	76
Sin Dato	26
Total Predios	324

Esta Investigación 2011.

Esta tabla está relacionada con la pregunta de la encuesta tipo inventario si en la vivienda los adultos tiene empleo estable se puede afirmar que los predios que se encuestaron son 324 en su totalidad esto quiere decir que es el 100% de los predios de la zona de estudio entonces de los 324 predios encuestados a la pregunta de que si tiene empleos estables 222 respondieron que no y 76 que sí y 26 sin dato porque son predios desocupados o sin construcción alguna.

Gráfica 9. Estabilidad laboral por predios



Fuente: Esta Investigación 2011.

La gráfica es clara al demostrar que a la pregunta que está inmersa en la globalidad de la estabilidad económica de la población del área de estudio, como es si tienen empleo estable o no los habitantes en esta zona de investigación demuestra que de los 324 predios encuestados 222 respondieron que no y que solo 76 respondieron que sí.

Es notable que en los sectores de Juanoy Alto, San Antonio no hay seguridad de un empleo estable casi en la gran mayoría de los predios en estos dos sectores, en los dos sectores restantes como son C. Cerrado Morasurco y Urbanización Nuevo Amanecer tiene un poco más de estabilidad de empleo, en la imagen se pueden identificar colores como rojo y verde donde el rojo significa que si tiene empleo estable y el verde es no tiene empleo estable de esta forma podemos analizar espacialmente como están ubicadas en el área de estudio los aspectos de estabilidad laboral. Los datos que se levantaron con el trabajo de campo y la encuesta tipo inventario se encuentran dentro de toda la cartografía temática que se está generando con el transcurso normal de esta investigación para que se esta información más gráfica y mucho más fácil de interpretar.

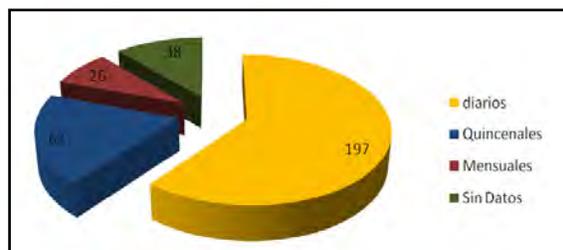
De la misma manera también encontramos datos como que tipo de ingresos tiene en el área de estudio si son diarios, quincenales o mensuales y especialmente representarlos en cartografía temática que es una forma más grafica de poder entender el estudio económico de la región en estudio.

Tabla 19. Tabla de tipo de ingresos Económicos

Tipo de Ingresos	Nº Predios
diarios	197
Quincenales	63
Mensuales	26
Sin Datos	38
Total	324

Fuente: Esta Investigación 2011.

Gráfica 10. Tipo de ingresos económicos por predios.



Fuente: Esta Investigación 2011.

Se puede decir que estos datos complementan la información sobre la estabilidad de empleo en el área de estudio y que son muy consistentes con la información del empleo estable por predios ya que encontramos que el tipo de ingresos que prevalecen en la zona de influencia de esta investigación como son los ingresos diarios, quincenales, mensuales y los que aparecen sin datos pero observando la gráfica es muy fácil identificar que por la falta de tener una estabilidad laboral o un empleo estable los habitantes de están obligados a subsistir de los ingresos diarios que generan trabajando informalmente o algunos pocos de lo que generan en el sector de la construcción y las actividades rurales, es claro que los habitantes se la rebuscan para sobrevivir día a día y que es mucha la población que está sometida a estas condiciones de vida ya que estos datos también tiene una relación directa con los niveles educativos que poseen estos habitantes y la falta de oportunidades por la falta de niveles educativos más altos para así tener una mejor calidad de vida .

También encontramos población con ingresos quincenales y mensuales que si los relacionamos con datos de nivel educativo se puede establecer una relación directa que se puede demostrar con la cartografía temática que se está generando y podemos demostrar que donde existen niveles de educación altos hay más estabilidad laboral y de alguna manera sus empleos son más estables que en otros sectores de estudio de esta investigación, es por esto que este tipo de datos están estrechamente relacionados uno con otro para indicarnos que una información conlleva a resolver la otra y viceversa. Con el único fin de establecer la evaluación de la vulnerabilidad económica (Ver mapa anexos MEFTIZE-13).

De la misma manera también se analizaron datos como estimación de los ingresos en pesos y se obtuvo información que sigue el mismo patrón espacial de la información anterior como es la de la educación y el tipo de ingreso esta información se estimó en rangos que van desde 5.000 a 10.000 pesos diarios hasta 6.500.000 pesos mensuales hay que aclarar que donde existen este tipo de ingresos se encuentran en propiedad horizontal y lo que se hizo en este caso fue sumar los ingresos de los 4 apartamentos que tienen este tipo de propiedades en el Conjunto Cerrado Morasurco, lo que nos indica que en este lugar los ingresos son constantes, mensuales y el empleo es estable asea que tiene una buena estabilidad económica, de esta manera también se especializaron este tipo de datos en la cartografía temática de los cuatro sectores de la influencia de este estudio como son el barrio de Juanoy Alto, San Antonio, Conjunto Cerrado Morasurco y la Urbanización Nuevo Amanecer lo podemos observar en el mapa denominado en el orden que se está generando la cartografía (Ver mapa anexos MEPTIZE-14)

De la siguiente imagen podemos analizar que en el sector donde se presentan menos ingresos y son diarios es el Juanoy Alto y que el Conjunto Cerrado Morasurco tiene unos ingresos estables mensuales por más 2.000.000.

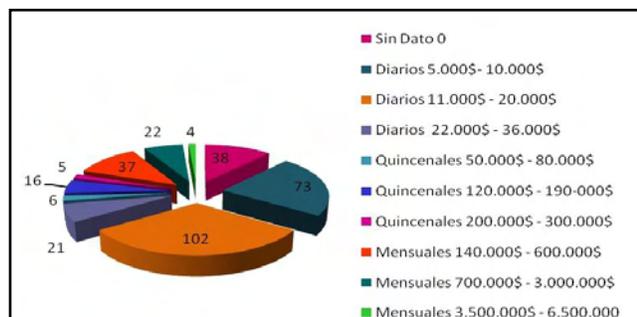
Tabla 20. Tabla de Relación entre los tipos de ingresos y la estimación en pesos

Tipo De Ingresos Familiares	Estimación en Pesos	Nº de Predios	Porcentajes
Sin Dato	0	38	11.73%
Diarios	5.000\$- 10.000\$	73	22.53%
Diarios	11.000\$ - 20.000\$	102	31.48%
Diarios	22.000\$ - 36.000\$	21	6.48%
Quincenales	50.000\$ - 80.000\$	6	1.85%
Quincenales	120.000\$ - 190-000\$	16	4.94%
Quincenales	200.000\$ - 300.000\$	5	1.54%
Mensuales	140.000\$ - 600.000\$	37	11.42%
Mensuales	700.000\$ - 3.000.000\$	22	6.79%
Mensuales	3.500.000\$ - 6.500.000\$	4	1.23%
Total		324	100.00%

Fuente: Esta Investigación 2011.

En la tabla N° 20 se puede apreciar los datos que se utilizaron para realizar el mapa que tiene datos relacionados con el tipo de ingreso diarios, quincenales y mensuales y también la estimación en pesos de estos ingresos de la misma manera encontramos en la misma tabla la relación de estos datos con los predios encuestados y lo que representan porcentualmente, de esta misma tabla se generó una gráfica que también es una ayuda visual para poder interpretar y entender mejor este tipo de datos.

Gráfica 11. Relación de tipo de ingresos y estimación en pesos



Fuente: Esta Investigación 2011.

8.3 ANÁLISIS DE DATOS GENERALES PARA ESTABLECER LA VULNERABILIDAD FÍSICA INFRAESTRUCTURAL.

Desde este punto se empieza el desarrollo final de la fase 2 de la metodología que es establecer y estimar los valores de vulnerabilidad socio-económica e infraestructural física de la zona de estudio, aparte de la vulnerabilidad

socioeconómica también es importante saber cómo se encuentran la infraestructuras de la zona de influencia para determinar si son resistentes o no a un eventual fenómeno de remoción en masa de tipo hidrogravitatorio en este caso no referimos a las viviendas que se encuentran asentadas en esta zona que es objeto de investigación por sus características físicas y condiciones geográficas.

De esta forma se analizó la información que se obtuvo con la visita de trabajo de campo y la recolección de la información inmersa en la encuesta tipo inventario y que de algún modo servirá para evaluar qué tipo de infraestructuras encontramos que tan resistentes son y si puede mitigar en algo el impacto que produciría un evento amenazante como un deslizamiento u otros.

En este punto encontraremos información solo relacionada con el tipo de infraestructura, tipo de construcción año de construcción, estado de la infraestructura, si tiene cimientos, armazón y además que tipo de materiales se utilizaron para construir estas viviendas y que tan resistentes son.

Para analizar estos datos también utilizaremos las imágenes de los mapas, las tablas y los gráficos que ayudan a que esta investigación sea explicada de una manera gráfica y fácil de entender.

En estos datos se analizarán aspectos de la forma de construcción de la vivienda como tipo de armazón, material que se utilizó para construirla y también se podemos observar su ubicación geográfica y representar este tipo información en la cartografía temática.

Siguiendo con la temática de esta investigación empezare con el análisis de los datos de cuantas construcciones o infraestructuras tiene cimientos (Ver mapa anexos MICZE-15).

Esta imagen del mapa de identificación de cimientos se puede aclarar que lo que se encuentra en color amarillo son las edificaciones o construcciones con cimientos y las que se observa en color rojo son las que no tiene cimientos y además son lotes sin construcciones algunas pero en el caso de Juanoy alto son viviendas construidas sin cimientos se diría que solo están asentadas en el suelo.

De esta misma forma encontraremos mapas temáticos con diferente información que corresponda a las infraestructuras que encontramos en el área de estudio, también encontramos datos como que tipo de material es el armazón de la vivienda (Ver mapa anexos MTAVZE-16).

Especializados datos de qué tipo de armazón tiene las viviendas como puede ser ladrillo bloque, ladrillo madera, bareque adobe o tapia y madera representadas con diferentes colores como tomate para el ladrillo o bloque, naranja claro para ladrillo y madera, café oscuro para bareque adobe o tapia y amarillo para madera.

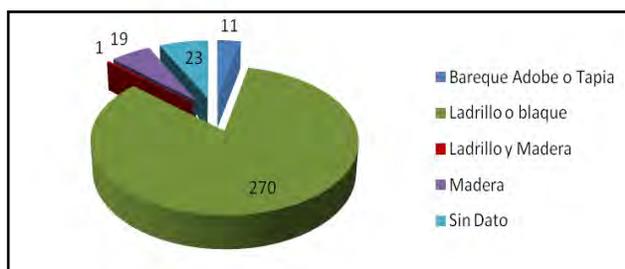
Tabla 21. Tipo de armazón de la vivienda

Armazón de la Viviendas en la Zona de Estudio		
Tipo de Armazón	Nº Predios	Porcentaje
Bareque Adobe o Tapia	11	3.40%
Ladrillo o bloque	270	83.33%
Ladrillo y Madera	1	0.31%
Madera	19	5.86%
Sin Dato	23	7.10%
Total	324	100.00%

Fuente: Esta Investigación 2011.

En esta tabla se puede observar que más del 83.3% del total de los predios encuestados donde existen infraestructuras construidas tiene un armazón de ladrillo o bloque que es el material más común en la construcción en todo el territorio colombiano, este porcentaje representa 270 predios con este tipo de armazón y encontramos una sola vivienda con armazón de ladrillo y madera.

Gráfica 12. Relación Número de predios y Armazón de vivienda



Fuente: Esta Investigación 2011.

La gráfica también es clara en cuanto a su información al demostrar que los 270 predios que tienen armazón de ladrillo y es mayor su superficie en la gráfica.

De esta manera también podemos demostrar gráficamente que y en una tabla la relación de existencia de predios con Vigas y Columnas con estructura fundamental para la construcción de una edificación.

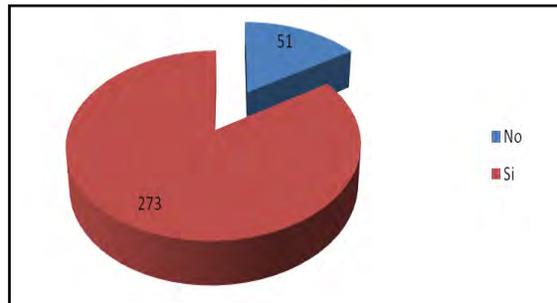
Tabla 22. Tabla Columnas y Vigas de la Vivienda

Cimientos Si/No	Nº Predios	Porcentaje
No	51	15.74%
Si	273	84.26%
Total	324	100%

Fuente: Esta Investigación 2011.

Con esta información se puede comprobar que casi el 84.26% de la totalidad de los predios encuestados tiene Vigas y Columnas como una base fundamental para la construcción de una vivienda.

Gráfica 13. Relación de predios con existencia de cimientos en la infraestructura



Fuente: Esta Investigación 2011.

Demstrado en esta gráfica que son 273 predios construidos que tiene la estructura física de Vigas y Columnas y solo 51 predios no tiene esta estructura de construcción y también hay que aclarar que estos predios tienen viviendas construidas en él y otros son solo lotes sin edificación alguna (Ver mapa anexos MEVCVZE-17).

Se puede observar que los colores que representan que no tiene vigas y columnas son el naranja y que si tiene es el color amarillo estos mapas llevan un patrón de construcción en todos los mapas que servirán para el análisis de la vulnerabilidad infraestructural física en el área de estudio

Hay que establecer que la información para poder evaluar la vulnerabilidad infraestructural física del zona en influencia de esta investigación hay más cartografía temática que se anotó en una lista de mapas que lleva este documento y que son un insumo muy importante para establecer la evaluación y estimar la vulnerabilidad que se necesita para poder determinar la vulnerabilidad final y total de todo esta investigación como está planeado en la metodología.

Con estos apartes seguimos analizando información sobre las infraestructuras de esta zona de estudio.

En esta imagen del mapa de materiales de muros o paredes de las construcciones en este mapa encontramos materiales tales como paredes de adobe o tapia, ladrillo, madera, madera y desechos por ultimo madera con ladrillo que están representados con colores como el café oscuro, café claro, amarillo, verde oscuro y verde claro según el orden antes mencionado de esta forma podemos analizar el tipo de infraestructura que más se encuentran en el área de estudio (Ver mapa anexos MEVMMZE-18).

También se realizó un mapa que representa la fecha en que se construyó la vivienda que va desde el año de 1970 hasta el año de 2010 que también es importante saber la antigüedad de la vivienda para saber en qué estado se encuentra si es bueno o malo por la vejes de la infraestructura (Ver mapa anexos MACVZE-22).

Pero también se generaron otros mapas como estados de los predios, tipo de cubierta, y estado actual de la vivienda que se los puede ver en los anexos como

MTCPZE-19
MEFAVZE-20
MEAPZE-21
MNPVZE-23

8.4 EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SOCIOECONÓMICA E INFRAESTRUCTURAL FÍSICA DEL ÁREA DE ESTUDIO.

En este punto se permitirá evaluar la vulnerabilidad socioeconómica como también la infraestructura para poder establecer la vulnerabilidad total, tal como lo indica la metodología de esta investigación, con el fin de poder realizar unos mapas de vulnerabilidad socioeconómica, vulnerabilidad infraestructural física y el cruce de estos dos mapas la vulnerabilidad final.

Tal cual como lo explica la metodología la evaluación ira desde los rangos desde 0 hasta 3 donde 0-1 es bajo, 1-2 es medio y 2-3 es alto de la misma formo como se evaluó la susceptibilidad a la amenaza por los fenómenos de remoción en masa de tipo hidrogravitatorio con razones de peso que se explicó en la metodología, lo que se realizara a continuación es el desarrollo de esta metodología.

Se procede primero a evaluar la vulnerabilidad socioeconómica con los indicadores establecidos en la encuesta de tipo inventario como son total de población por predios lo que quiero decir es que en el predio que exista más habitantes se le asignara el valor 3 que en esta evaluación es el más alto quiere decir que en la investigación se encontró que en una vivienda la habitaban 13 personas entonces de 13 era el indicador más alto que existe en toda el área de estudio y este valor se multiplicaba por cada valor que tiene la tabla por 3 que es alto y se divide por 13 una simple regla de tres para cada uno de los predios encuestados.

- Ejemplo forma de evaluar la vulnerabilidad socioeconómica.

13 = Es igual al número de habitantes en la vivienda.

3 = Es el valor de la evaluación asignado por el investigador el más alto en este caso.

X = Es igual a cualquier otro valor que se encuentre en la tabla de del total de la población por predios.

Y = Es igual a resultado que aparecerá después de la operación de la regla de tres.

De esta forma se evaluó con una regla de tres para todas las posiciones en sus respectivos predios y casillas en la tabla que se generó con el análisis de la encuesta tipo inventario y los datos que arrojó dicha encuesta.

Fórmula matemática regla de tres

$$X * 3/13 = Y$$

Con esta simple fórmula se evaluó casi la totalidad de todos estos datos, también en este punto se evaluó la educación de los adultos de la siguiente forma como lo indica la tabla N° 22 se podrá evaluar de acuerdo a la importancia y el peso que cada tenga no es lo mismo que un adulto tenga ningún nivel educativo, que tenga nivel educativo universitario es por esto que la evaluación es por importancia, si no tiene ningún tipo de educación será 3 el nivel de vulnerabilidad más alto, pero si tiene nivel educativo universitario la vulnerabilidad se evaluó con un 1, también hay datos que se encuentran en medio de estos dos extremos que tienen su evaluación por peso de importancia.

Tabla 23. Tabla de evaluación de la vulnerabilidad de niveles educativos de los adultos

Evaluaciones Altas	Evaluaciones Medias	Evaluaciones Bajas
Ninguna = 3 Primaria = 2.8 Primaria y Secundaria = 2.5 Ninguno y Primaria = 2.9 Secundaria y Primaria = 2.7	Primaria y Universidad = 2 Universitario y secundaria = 2	Secundaria y Universidad = 1.5 Universitario = 1

Fuente Esta Investigación 2011.

Hay que aclarar que algunos indicadores de la encuesta la evaluación fue puesta por valor de pesos de importancia, es decir, si en la población infantil hay menores

de edad sin estudiar la evaluación de peso será 3 el valor más alto porque es muy importante que los menores de edad se encuentren estudiando, pero de lo contrario si esta en primaria, secundaria o universidad la evaluación asilara entre 0 a 2 que es nivel de evaluación bajo o medio.

Hay que enunciar que son 324 predios los que se encuestaron, que son casi el 99.9% de los predios existentes en el área de estudio, de aquí que las evaluaciones son individuales predio a predio para de alguna manera establecer la evaluación de los indicadores.

Se evaluó indicadores como población infantil, adulta, educación en adultos, educación en menores de edad, la población adulta de la misma forma que se evaluó la información de la población total, se estableció cual es el indicador más alto en la población infantil y adulta de la misma manera que la población total.

Cabe anotar que también para este análisis de la vulnerabilidad económica se tuvo en cuenta la los indicadores de si tienen empleos estable o no en la vivienda y la estimación de sus ingresos en pesos fue fácil en el indicador de empleo estable ya que solo se evaluó dos respuestas sí o no, donde si tenía evaluación de 1 ósea un nivel de vulnerabilidad bajo y no tenía un evaluación de 3 que es un nivel de evaluación alto, y la estimación de ingresos en pesos de la vivienda se evaluó junto con el tipo de ingresos como son si son diarios, quincenales y mensuales entonces encontraremos evaluaciones de nivel alto de vulnerabilidad porque hay 196 predios o viviendas que viven con ingresos diarios (Ver mapa anexos MEPTIZE-14) de esta forma se evaluó la vulnerabilidad económica.

De aquí en adelante lo que se hizo fue sacar todos los indicadores y sus valores totales para de esta forma dividirlo en todos los indicadores es por esto que solo se evaluó de 0 a 3 para que sea una manera más fácil de evaluar.

De esta información salió la tabla que veremos a continuación, para poder evaluar la vulnerabilidad socioeconómica, se convino al final la evaluación social y la económica y se la sumo y después, se la dividió entre el número de indicadores evaluados; si eran 6 indicadores se sumó las evaluaciones totales de cada indicador y después se dividió entre el mismo número de indicadores y al final se evaluó desde bajo, medio y alto. En este caso sería vulnerabilidad socioeconómica alta = VSEA, vulnerabilidad socioeconómica media = VSEM y vulnerabilidad socioeconómica baja = VSEB.

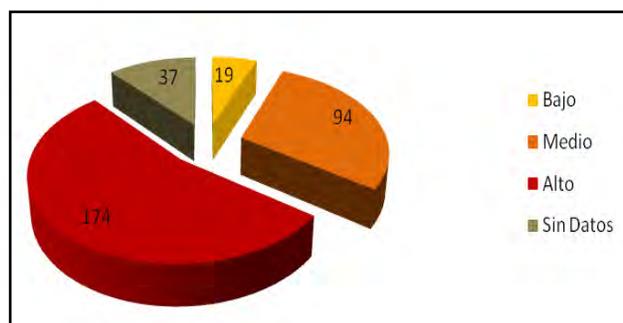
Tabla 24. Tabla de evaluación de vulnerabilidad socioeconómica.

EVALUACIÓN	Nº ENCUESTADOS	PREDIOS	% PROMEDIOS
Bajo	19		5.86%
Medio	94		29.01%
Alto	174		53.70%
Sin Datos	37		11.42%
TOTAL	324		100%

Fuente: Esta Investigación 2011

En la tabla se puede observar que de los predios encuestados 19 están en vulnerabilidad baja, 94 en vulnerabilidad media, 174 en vulnerabilidad alta y 37 predios que son lotes sin construir o zonas verdes.

Gráfica 14. Relación de predios encuestados y su estado de vulnerabilidad socioeconómico.



Fuente: Esta Investigación.

Este producto es uno de los más importante en esta investigación, ya que se establece espacialmente que tipo de vulnerabilidad socioeconómica tiene el área de estudio, este mapa se puede (Ver mapa anexos MVSEZE-23).

Para continuar la investigación se evaluaron también la vulnerabilidad de las infraestructuras físicas de las viviendas de la zona de estudio con indicadores como tipo de muros de la vivienda, si tiene cimientos, si tiene bigas y columnas, tipo de cubierta y por ultimo tipo de armazón de la vivienda; con estos indicadores se evaluó el estado y condición de las viviendas, para la evaluación se tuvo en cuenta el tipo de material en la que se encuentran construidas las viviendas los materiales van desde ladrillos o bloques, bareque, adobe o tapia, madera y material de desecho, se evaluaron también por peso de importancia si los muros y el armazón era de ladrillo o bloque la vulnerabilidad física infraestructural es de evaluación 1 en este caso bajo y si la vivienda es de madera, desechos, tapia o bareque la evaluación será de 3 la vulnerabilidad más alta, también la evaluación se determinara por tipo de materiales por los que están construidas las viviendas y

se estableció las vulnerabilidades del área de estudio que se evaluó de la misma manera que la vulnerabilidad socioeconómica.

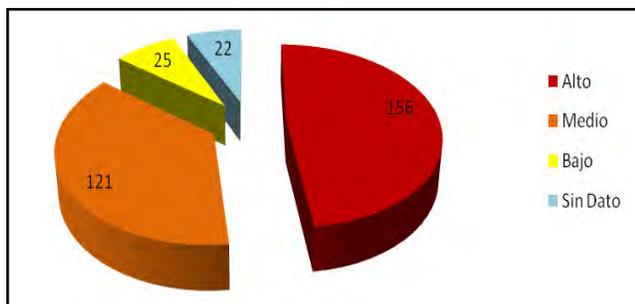
Tabla 25. Evaluación de vulnerabilidad física

EVALUACION	Nº ENCUESTADOS	PREDIOS % PROMEDIOS
Alto	156	48.15%
Medio	121	37.35%
Bajo	25	7.72%
Sin Dato	22	6.79%
Total	324	100%

Fuente: Esta Investigación 2011.

De esta tabla y grafica se puede observar que son 156 predios encuestados los que se encuentran con vulnerabilidad física alta de la vivienda se establece también que 121 predios están en vulnerabilidad física media por su forma de construir y materiales que se utilizaron para la construcción de las viviendas de la zona de estudio.

Gráfica 15. Relación de predios y la vulnerabilidad física de la vivienda



Fuente: Esta Investigación 2011.

Este mapa también se puede (Ver mapa anexos MVIFZE-25) el cual es la representación gráfica y especializada de la información sobre la vulnerabilidad física de la zona de estudio.

8.5 EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD TOTAL DE LA ZONA DE ESTUDIO.

Al finalizar ya una fase más de este proyecto se puede analizar que la información anterior son unos insumos necesarios para poder llegar a este punto, la evaluación total de la vulnerabilidad de la zona de estudio es una suma de vulnerabilidades como son la VSE y VFI que ya se evaluaron con anterioridad, siguiendo la metodología de este proyecto, se estableció que este insumo es

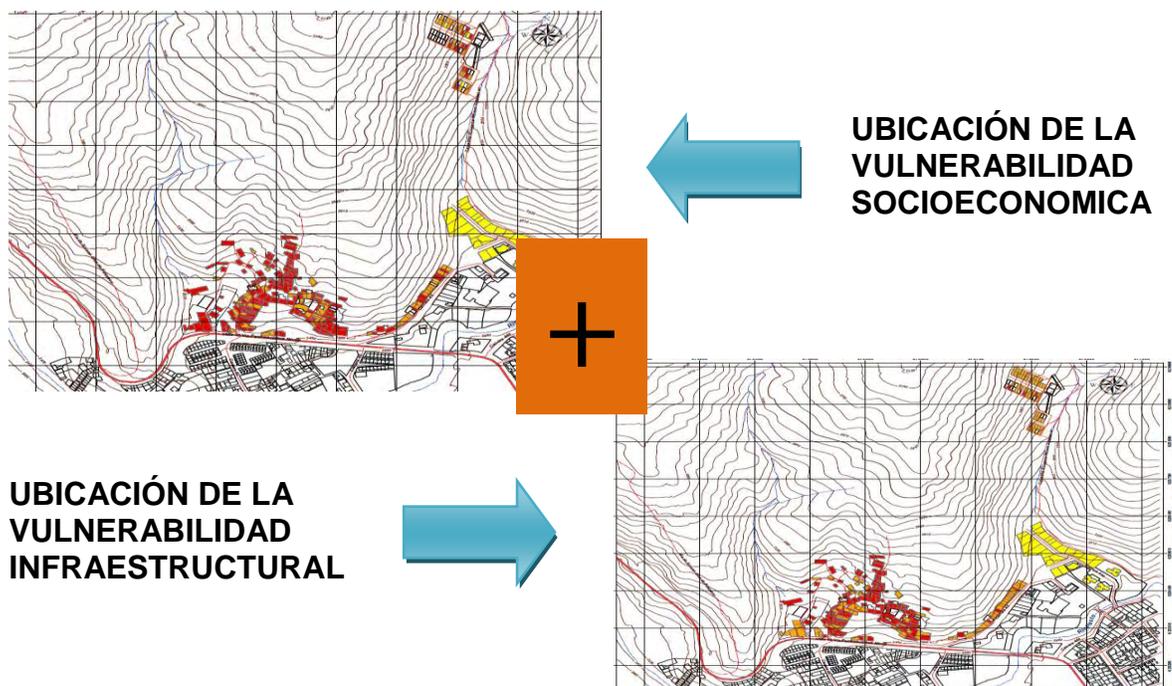
importante para poder llegar a concluir con todos los objetivos de esta investigación.

La suma de estas dos vulnerabilidades proporcionó el resultado de la vulnerabilidad total que en este caso es el fin de una de las cuatro fases de este proyecto de grado.

La evaluación de la vulnerabilidad total se realizó después de tener los resultados de la VSE y VFI que se consiguió con la evaluación de pesos de importancia y la regla de tres aplicada a los ítems que se obtuvo de la encuesta, lo que se realizó con estos datos fue solo sacar los datos finales o sumas totales de cada uno de estos mapas temáticos y generar una nueva tabla solo con los dos datos finales de cada tabla y de cada mapa, en este caso los campos de las tablas de resultados finales se los dividió entre dos y se volvió a reclasificar la tabla con el fin de generar un nuevo insumo, como es el mapa de evaluación total, las tablas se pasaron con los identificadores de cada predios que es la llave primaria de toda la cartografía asociada a la tabla que se generó en esta investigación con todos los indicadores y evaluaciones que se realizaron.

De esta forma se obtuvo este resultado como lo muestra la siguiente Imagen.

Figura 22. Combinación de cartografía vulnerabilidad socioeconómica, vulnerabilidad física de la vivienda



Fuente esta investigación 2011.

En esta grafica se puede observar que la suma de estos dos mapas puede generar una nueva información que es la vulnerabilidad total del área de estudio, (Ver mapa anexos MVTZE-25) que es el mapa final de esta fase y con este mapa ya es posible la estimación del riesgo por fenómenos de remoción en masa de tipo hidrogravitatorios

Se estableció también un análisis de los datos que se están dentro de la cartografía temática en la tabla que aparece a continuación

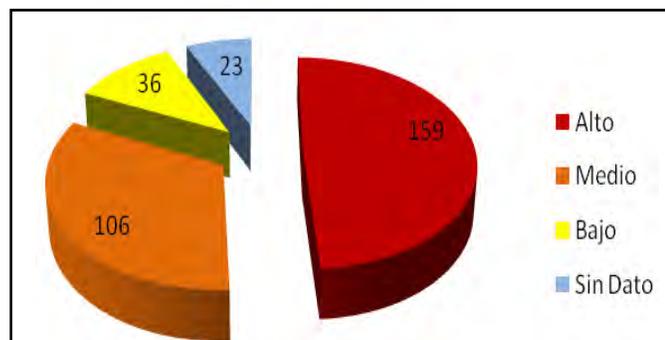
Tabla 26. Evaluación de vulnerabilidad total

EVALUACIÓN	Nº ENCUESTADOS	% PROMEDIOS
Alto	159	49.07%
Medio	106	32.72%
Bajo	36	11.11%
Sin Dato	23	7.10%
Total	324	100%

Fuente Esta Investigación 2011.

Con este tipo de información se puede determinar que es mayor la cantidad de predios que se encuentran en estado de vulnerabilidad alta en este caso es el 49.07 % del total de los predios encuestados y que los predios sin información o sin datos son los que están como lotes sin construcción, también se realizó una gráfica que dará también mayor entendimiento a este tipo de análisis.

Gráfica 16. Relación de predios en con la vulnerabilidad total



Fuente: Estas Investigación 2011.

Vulnerabilidad total alta: se estableció este tipo de vulnerabilidad después de la combinación de las dos vulnerabilidades antes evaluadas como son la VSE y VI, en este caso donde se cruzaba o sobreponía espacialmente estas vulnerabilidades altas de acuerdo a las evaluaciones antes mencionadas, de esto se puede establecer que el 49.07 % de los predios encuestados que son 159,

están en una vulnerabilidad alta total, que los predios que están más expuestos son los del barrio de Juanoy Alto por sus condiciones socioeconómicas altas y sus condiciones infraestructurales altas, quiere decir, que son viviendas que están construidas en materiales que no son resistentes y que a su vez no tiene un sistema estructurante; que los niveles educativos son nulos o solo llegan a primaria y que la población que predomina es la infantil, que esta investigación se tomó como la población más vulnerable, desde estas características se evaluó para establecer que esta categoría de vulnerabilidad alta total exista en esta investigación.

Vulnerabilidad total media: esta vulnerabilidad al igual que la anterior también es una combinación de las dos vulnerabilidades antes mencionadas y ya evaluadas en esta categoría, se establece que existe unas condiciones ni tan malas, ni tampoco son óptimas, el 32.72 % del total de los predios es lo que está expuesto a este tipo de vulnerabilidad son 106 predios, donde 70 predios están ubicados en el barrio de Juanoy Alto.

Vulnerabilidad total baja: de esta vulnerabilidad se estableció que los predios que están en nivel bajo son los del Conjunto Cerrado Morasurco, que equivale a 11.11% del total de los predios encuestados donde 24 predios son del conjunto cerrado, en este caso la totalidad de los predios

Tabla 27. Evaluación de la distribución espacial de la vulnerabilidad total

Nº Predios	Distribución Espacial De los Barrios en la Zona de Estudio	Evaluación
17	San Antonio	Alto
125	Juanoy alto	
17	Ur. Nuevo Amanecer	
8	San Antonio	Medio
70	Juanoy alto	
28	Ur. Nuevo Amanecer	
4	Juanoy alto	Bajo
9	Ur. Nuevo Amanecer	
24	C. Cerrado Morasurco	
10	Juanoy alto	Sin Dato
10	Ur. Nuevo Amanecer	
2	C. Cerrado Morasurco	
324		Total

Fuente: Esta Investigación 2011.

En esta tabla se puede observar la distribución espacial de los predios con respecto a los niveles de la vulnerabilidad total.

Se puede observar que los barrios de Juanoy Alto, San Antonio y Urbanización Nuevo Amanecer la gran mayoría de los predios están dentro de las categorías de vulnerabilidad total alta y media lo cual puede ser preocupante para cualquier tipo de eventualidad amenazante, ya que les será más difícil tratar de recuperarse de este tipo de fenómenos y que sus condiciones no son óptimas para llevar una buena calidad de vida.

9. CAPITULO III EVALUACION Y ESTIMACIÓN DE LOS GRADOS DE RIESGO EN LA ZONA DE ESTUDIO.

El riesgo se ha determinado en esta investigación como una combinación de la identificación, caracterización, ubicación y susceptibilidad de la amenaza a FRM y su probabilidad de ocurrencia y los diferentes tipos de vulnerabilidad a los que se encuentran expuestos los pobladores de los barrios de Juanoy Alto, San Antonio, Nuevo Amanecer y Morasurco, también se retomaran alguna fuentes bibliográficas que nos den una clara explicación del significado del riesgo y sus características generales.

El riesgo, entonces, está definido por dos elementos básicos, la amenaza y la vulnerabilidad. La primera, que constituye el factor externo de riesgo, está representada por “la probabilidad de exceder un nivel de ocurrencia de un suceso con una cierta intensidad, en un sitio específico y durante un tiempo de exposición determinado según Cardona;⁹² la segunda, en tanto, constituye el factor interno de riesgo y corresponde a “las condiciones determinadas por factores o procesos físicos, sociales, económicos y ambientales, que aumentan la susceptibilidad de una comunidad al impacto de los peligros” UN/ISDR,2004.⁹³

El riesgo es la probabilidad de que una amenaza se convierta en un desastre. La vulnerabilidad o las amenazas, por separado, no representan un peligro. Pero si se actúan en conjunto se convierten en un riesgo, o sea, en la probabilidad de que ocurra un desastre.

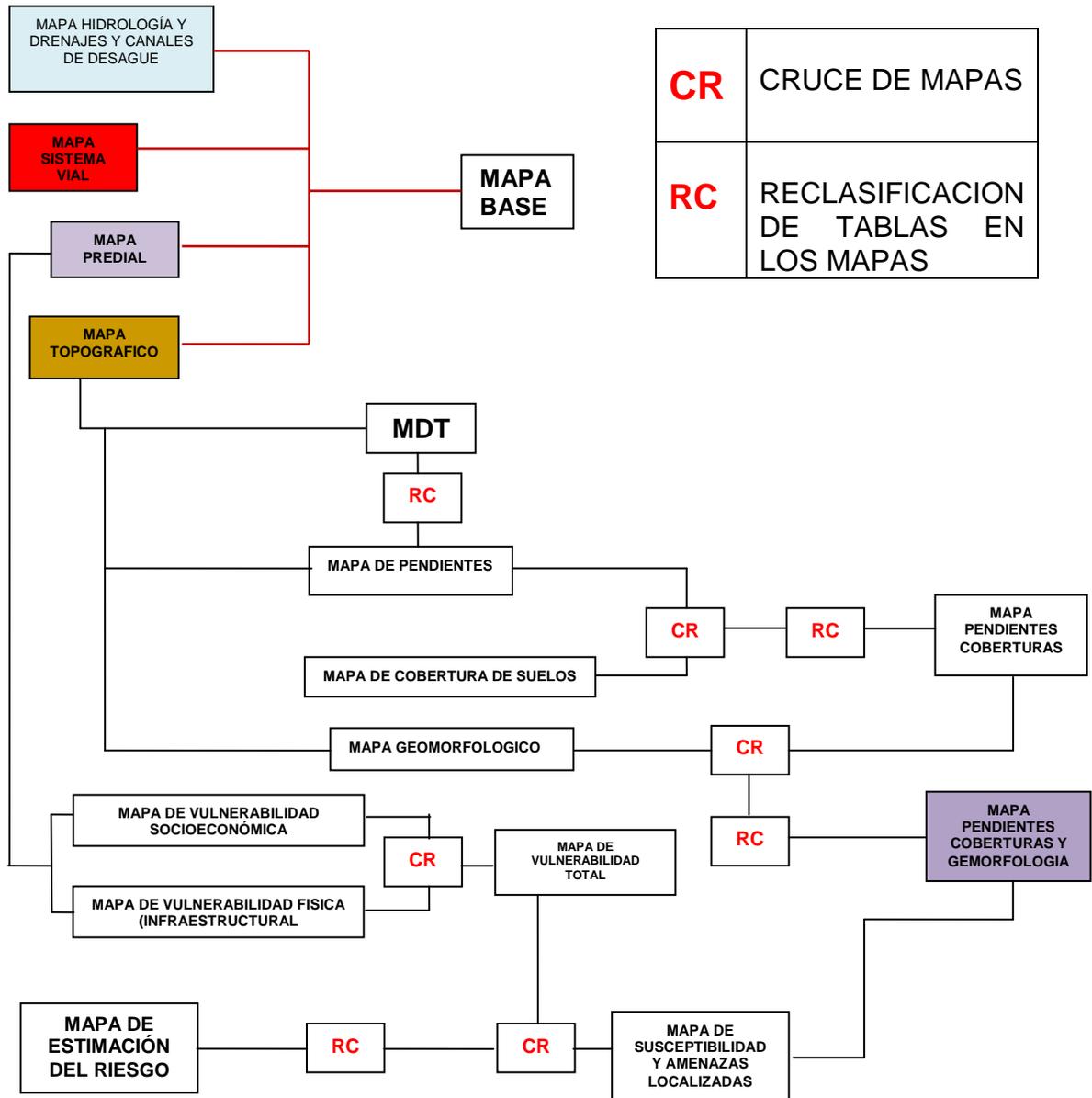
Después de establecer el significado del riesgo para esta investigación se procederá al análisis del riesgo como tal en este punto se utilizó la herramienta Arcgis 9.3 para generar la información que ayudara a identificar y estimar el riesgo en la zona de estudio de la misma forma que se hizo con la susceptibilidad de la amenaza, se intersectaron los dos resultados obtenidos en los capítulos I y II que es la cartografía de mapa de susceptibilidad a la amenaza por fenómenos de remoción en masa de tipo hidrogravitatorios y el mapa de vulnerabilidad total como se lo explica este capítulo.

⁹² CARDONA, Op.cip.,p.20.

⁹³ UN/ISDR,2004, Op.cip.,p.20.

Como esta descrito el riesgo es una combinación entre la amenaza y la vulnerabilidad existente en un determinado lugar en el caso de esta investigación se tiene los dos análisis que se necesitan para estimar los grados de riesgo por los fenómenos de remoción en masa de tipo hidrogravitatorios en esta investigación el objetivo principal es estimar los grados de riesgos a los que se encuentran expuestos los habitantes de la zona de estudio en el siguiente esquema se puede observar cómo se ordenó la información para llegar al mapa final de estimación del riesgo.

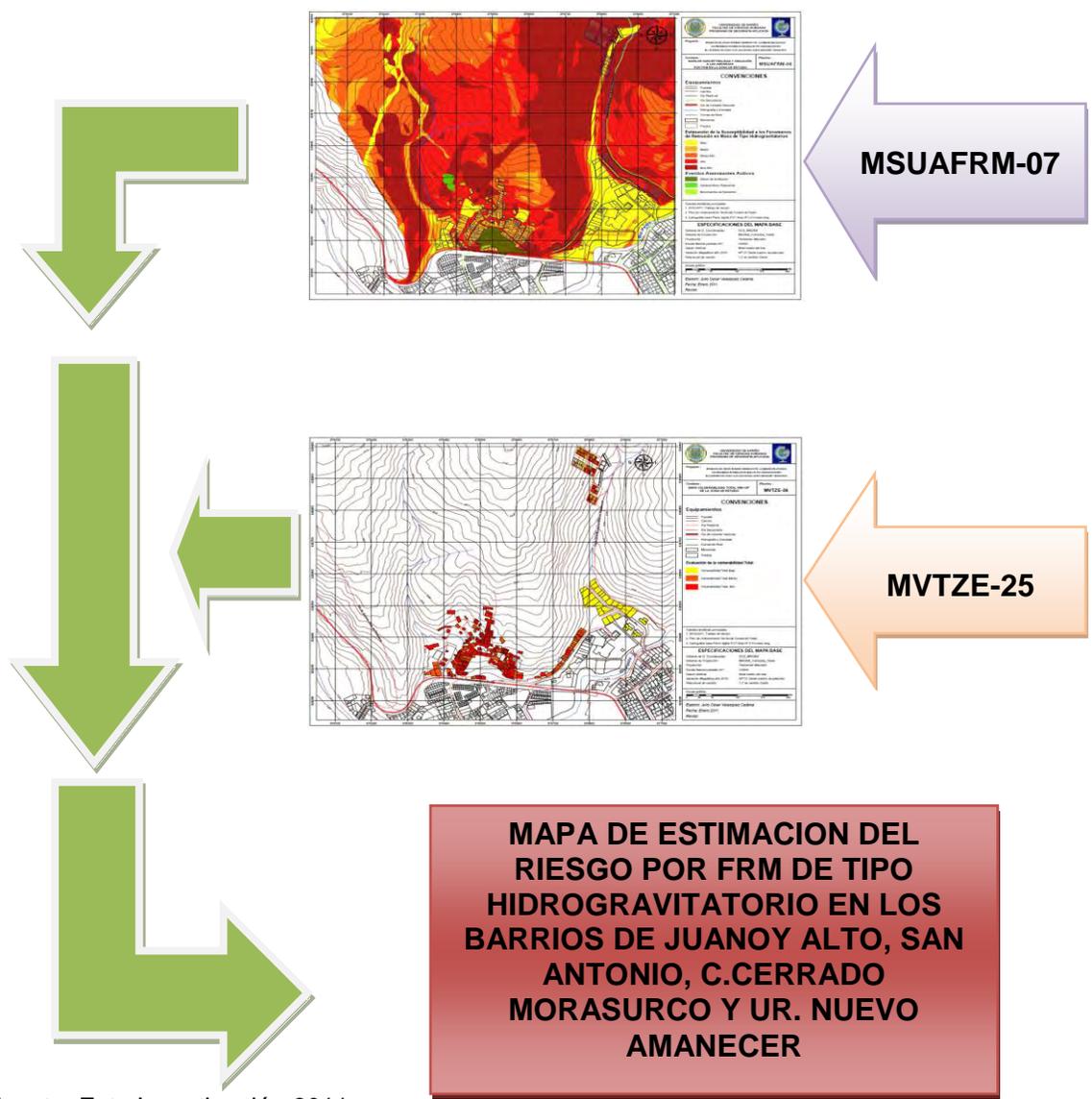
Figura 23. Información de la Metadata para el Sistema de Arcgis.



Fuente: Esta Investigación 2011.

Con la combinación de estos dos mapas como son: el mapa de susceptibilidad a la amenaza y la localización de los fenómenos de remoción en masa, en el área de estudio (Ver mapa anexos MSUAFRM-07) y la vulnerabilidad total (Ver mapa anexos MVTZE-25) se estimó el riesgo por los (FRM) de tipo hidrogravitatorio en la zona de estudio por predios, de esta manera se tiene dos mapas finales; uno con la estimación del riesgo en la zona de estudio por FRM y otro con la susceptibilidad a la amenaza que se observó en esta investigación como el resultado final.

Figura 24. Estimación del riesgo por FRM de tipo hidrogravitatorio en los barrios de Juanoy alto, san Antonio, cerrado morasurco y Ur. Nuevo amanecer.

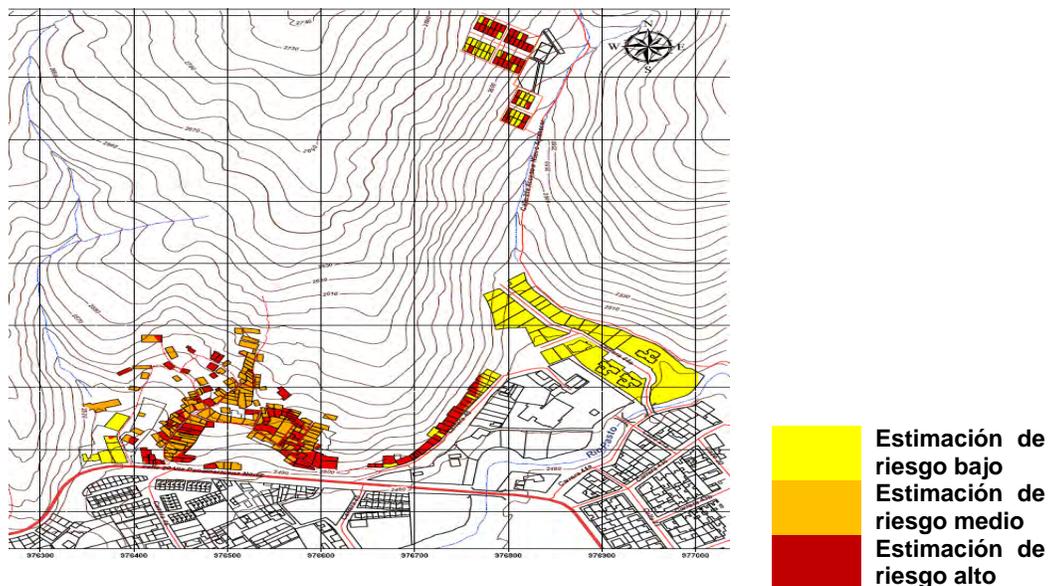


Fuente: Esta Investigación 2011.

9.1 ANALISIS Y EVALUACIÓN DEL RIESGO EN LA ZONA DE ESTUDIO.

Como se muestra en la gráfica anterior y en el esquema de la metodología se realizaron cruce de mapas e intersecciones y se reclasificaron tablas internas de la cartografía temática con el fin de evaluar y estimar de alguna manera el riesgo al que están expuestos los habitantes de la zona de estudio, así se obtuvo el mapa de estimación del riesgo, este proceso fue idéntico a los anteriores se evaluaron valores de peso de importancia y donde se cruzaba información de alta susceptibilidad y alta vulnerabilidad total. Se estableció que era una estimación de riesgo alto, pero también se encontraron otro tipo de combinaciones cualitativas dentro de las tablas de atributos de la cartografía, por eso se recurrió a los valores ya asignados con anterioridad en el mapa final de susceptibilidad de amenazas por FRM y el de vulnerabilidad total que es información cuantitativa ya que se evaluó internamente en el programa de computo Excel de 0-1 bajo de 1-2 medio y de 2-3 alto. Con estos intervalos de evaluación se analizó las características físicas del área de estudio y también se establecieron valores a las vulnerabilidad tanto socioeconómicas e infraestructural (físicas) con los valores ya agregados en las tablas de la cartografía temática, que al cruzarse áreas de igual valores la suma de estos datos cuantitativos darán un total de 6, es decir, intervalos de 0-2 bajo, 2-4 medio y 4-6 alto; con estos datos tanto cualitativos como cuantitativos se estimó y calculo los grados de riesgo de la zona de estudio por predios y sectores o barrios que son afectados por este tipo de fenómenos. (Ver mapa anexos MERFRM-26) y la imagen que se presenta a continuación del mapa.

Figura 25. Estimación de Riesgo por FRM por predios de la zona de estudio.

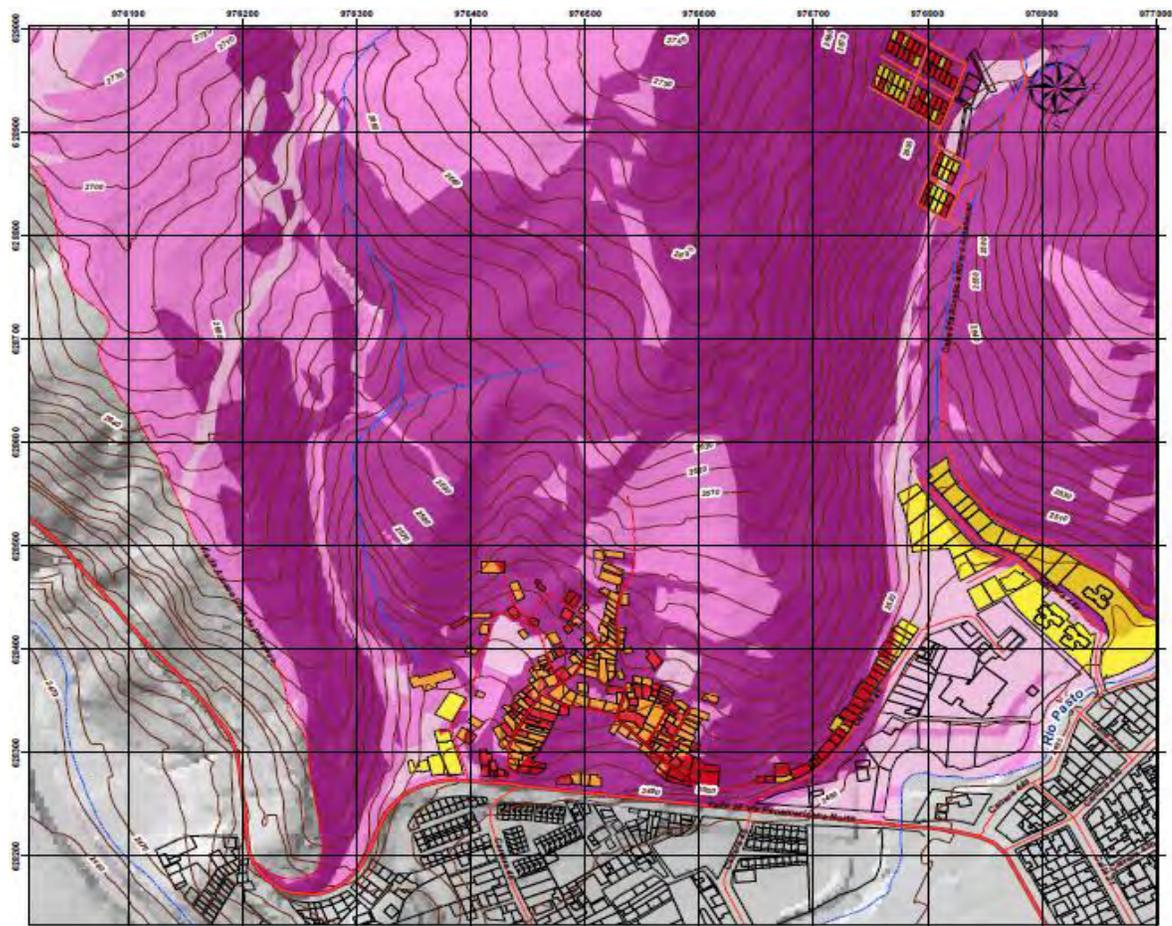


Fuente: esta investigación 2011

En una observación ligera de este mapa se puede analizar que el C. Cerrado Morasurco no presenta ningún tipo estimación del riesgo o mejor dicho es bajo o nulo y en el sector de Juanoy se encuentra una variable entre estimación del riesgo alto, medio y bajo y lo mismo sucede en el barrio de San Antonio, en la Urbanización Nuevo Amanecer se encuentran los predios que están habitados en alto riesgo por FRM y los que se encuentran en bajo son lotes o casa desocupadas no habitadas.

Para entender la imagen del mapa de estimación del riesgo por FRM hay que observar la imagen de la convención y que el área afectada por la estimación del riesgo bajo es de 0.95 hectáreas, y que la influencia de la estimación media del riesgo es de 1 hectárea y por último la estimación del riesgo alto tiene 1.8 hectáreas.

Figura 26. Susceptibilidad a la Amenaza y Estimación del Riesgo por FRM de tipo Hidrogravitatorios en la Zona de Estudio.



Fuente: Esta Investigación 2011.

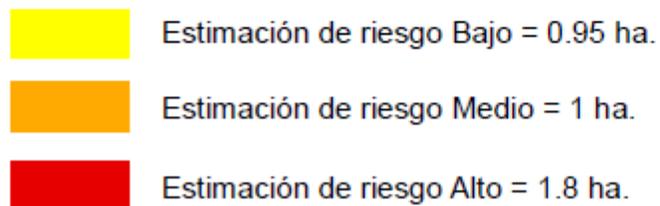
Este mapa es la representación de la especialización de la susceptibilidad a la amenaza junto a la estimación del riesgo por FRM de tipo hidrogravitatorios en la zona de estudio (Ver mapa anexos (Z) MSAERFRM-27). También para entender mejor e interpretar la imagen del mapa anterior se presenta una gráfica de las convenciones generales del mismo.

Figura 27. Susceptibilidad a la amenaza de FRM en la zona de estudio y estimación del riesgo.

Susceptibilidad a la Amenaza de FRM en la Zona de Estudio



Estimación del Riesgo Por FRM de Tipo Hidrogravitatorios



Fuente: Esta Investigación 2011.

En este mapa final se superpuso el mapa de estimación del riesgo por fenómenos de remoción en masa (FRM) el de susceptibilidad a la amenaza con el propósito de realizar un análisis sobre qué tan expuestos están los habitantes de la zona de estudio.

Que aparte de estar en áreas susceptibles a este tipo de fenómenos, también están expuestos al riesgo de que una posible eventualidad amenazante destruya sus viviendas y pueda generar a causa de esto pérdida de vidas e inmueble materiales.

10. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Para el primer objetivo que es la ubicación y la caracterización de los fenómenos de remoción en masa (FRM) se planteó en la metodología seguir dos etapas que consisten en realizar trabajo de campo, identificar, ubicar, zonificar y caracterizar los fenómenos existentes en la zona de estudio; de lo cual se obtuvo un mapa temático que se encuentra como (mapa de ubicación de fenómenos de remoción en masa - **MUDFRM-02**). En el segundo objetivo se planteó una etapa que se desarrolló de la siguiente forma crear cartografía temática de cobertura de suelos, geomorfología y pendientes y utilizar la evaluación de pesos para cada capa generada por la cartografía con el fin de combinar esta cartografía temática y obtener un mapa temático en donde se zonifica áreas susceptibles a los fenómenos de remoción en masa (FRM), el resultado es un (Mapa de susceptibilidad a la amenaza por fenómenos en remoción en masa en la zona de estudio - **MSAFRMZE-06**)

De estas dos primeras fases metodológicas del trabajo se puede establecer que existen amenazas por fenómenos de remoción en masa en la zona de estudio y que además la susceptibilidad a la amenaza alta por este tipo de fenómenos está directamente condicionada a una alta pendiente, laderas fuertemente escarpadas, falta de cobertura vegetal primaria y temporadas altas de precipitación.

Al realizar la encuesta inventario que esta propuesta en la primera etapa de esta fase e ingresar la información a la cartografía temática para la evaluación de la vulnerabilidad socioeconómica y física (Infraestructural) que se hizo predio a predio en la zona de estudio se obtuvieron dos mapas temáticos:

- Mapa de vulnerabilidad socioeconómica en la zona de estudio (**MVSEZE-23**)
- Mapa de vulnerabilidad Infraestructural en la zona de estudio (**MVIFZE-24**)

Estos dos mapas son el resultados de dos de las etapas de la fase 3 que se evaluaron de la misma manera que la susceptibilidad a la amenaza con valores de peso e importancia, por último y más importante se estableció la vulnerabilidad total con el cruce de la información y los mapas temáticos se generó el mapa de vulnerabilidad total de la zona de estudio (**MVTZE-25**).

A partir de lo anterior se encontró que en su gran parte los predios encuestados están en vulnerabilidad alta socioeconómica, infraestructural y total están ubicados en los barrios de Juanoy Alto, San Antonio y Nuevo Amanecer lo que indica que la vulnerabilidad en estos barrios siempre será un factor decisivo para la toma de decisiones en cuanto a gestión del riesgo.

Se estableció la posible afectación por los fenómenos de remoción en masa (FRM) de tipo hidrogravitatorio en los predios ubicados en la zona de estudio, esto se logró con el cruce de información de la vulnerabilidad total y la susceptibilidad a la amenaza lo cual permitió generar un mapa de estimación del riesgo por predios en la zona de estudio (**MERFRM-26**).

El resultado de esta investigación es establecer qué predios están más afectados por este tipo de fenómenos y analizar en qué tipo de vulnerabilidad se encuentra cada predio o vivienda y que tan alto es el riesgo que puede sufrir la población de esta zona.

A partir de los resultados se establece que el barrio o urbanización más afectada por posibles fenómenos de remoción en masa y que su riesgo es alto es Nuevo Amanecer una urbanización ubicada al costado del barrio Juanoy alto que al igual su nivel de riesgo está entre el medio y alto que posiblemente esto sea un estudio para que se tenga en cuenta la situación de estas comunidades para los planes de la oficina de gestión del riesgo de la ciudad de Pasto.

CONCLUSIONES

Se identificaron y caracterizaron amenazas en la zona de estudio tales como deslizamientos rotacionales, movimientos de reptación y efecto de soliflucción que afectan a los habitantes de Juanoy Alto y Conjunto Cerrado Morasurco, estos fenómenos están relacionados con las temporadas de precipitación alta que ocurren en la ciudad de Pasto ya que existe una directa relación de deslizamientos y derrumbes de tierras cuando la temporada de lluvia es más fuerte en la zona de estudio reactivando estos fenómenos cada vez con más frecuencia y mayor intensidad.

En relación con la susceptibilidad en el área de estudio, se encontró que las zonas con susceptibilidad alta corresponden a una superficie de 40.8 Ha que es el 62.6 % del total del área, lo cual se encuentra directamente relacionado con áreas de alta pendiente entre 25% y 75% de inclinación, con la pérdida o falta de cobertura vegetal y con laderas fuertemente escarpadas que ocupan el 50.2 % del área de estudio. Así entonces, se estableció que la relación: pendientes altas, carencia de vegetación y laderas fuertemente escarpadas está asociada a una alta susceptibilidad a fenómenos de remoción en masa (FRM).

Los niveles de vulnerabilidad socioeconómica de la zona de estudio se evaluaron con datos de actividades sociales como la educación, edades de los individuos por cada vivienda o predio obteniendo resultados de vulnerabilidad social alta y media en los barrios de Juanoy Alto, San Antonio y Urbanización Nuevo Amanecer que están relacionadas con una vulnerabilidad económica alta por sus tipos de ingresos.

Los habitantes que se encuentran en los 156 Predios encuestados y que se evaluaron con vulnerabilidad física alta de la vivienda, están ubicados en su gran mayoría en el barrio de Juanoy Alto por diferentes combinaciones de construcción e infraestructura de la vivienda como falta de cimientos, carencia de un sistema estructurante, vigas y columnas, tipo de materiales de muros, cubiertas y armazones, la madera como material de construcción y cubiertas en zinc no son resistente a un posible fenómeno de remoción en masa (FRM) lo cual aumentan el nivel de riesgo contra los pobladores del sector, ya que su infraestructura física no cuenta con las mínimas condiciones requeridas para enfrentar un fenómeno de esta naturaleza.

Los asentamientos humanos en los barrios del sector, no cuentan con los estudios de planificación incorporados en el Plan de Ordenamiento Territorial vigente en la ciudad de Pasto (POT) tampoco se tomó en cuenta el Plan local de Emergencias y Contingencias (PLEC) o nunca se hizo un estudio de este sector ya que

oficialmente Juanoy Alto y San Antonio no son considerados barrios urbanos, de esta forma el grado de vulnerabilidad y la estimación del riesgo en este sector ira en aumento por que no se tiene una planificación del territorio ni planes de contingencia y mitigación del riesgo que afectara de forma directa a todos los pobladores.

La estimación del riesgo en el sector establece que la vulnerabilidad se centraría sobre las condiciones socioeconómicas de los pobladores y las características física infraestructural de las viviendas expuestos a posibles fenómenos de remoción en masa (FRM) que la relación entre vulnerabilidad y susceptibilidad a la amenaza condicionan el riesgo ya que existe una relación entre vulnerabilidad y amenaza, para este estudio la susceptibilidad alta a la amenaza con una vulnerabilidad alta, su estimación del riesgo será alta, pero si la amenaza o susceptibilidad es alta y no existe ninguna vulnerabilidad o no existe ninguna población que sea afectada por esta amenaza la estimación del riesgo es baja o nula.

La estimación del riesgo alto por predios posiblemente afectados por fenómenos de remoción en masa está condicionada por pendientes entre el 25% y 75% de inclinación del terreno, además de laderas fuertemente escarpadas, la falta de cobertura vegetal de los suelos, las vulnerabilidades alta tanto socioeconómica como física (Infraestructural) y las temporadas de alta precipitación en la ciudad de Pasto.

El programa de geografía como los estudiantes estamos obligados a generar aportes técnicos, teóricos y soluciones a los diferentes problemas que se generan en los nuevos espacios geográficos urbanizados.

RECOMENDACIONES

Ejercer control sobre las zonas periféricas del sector urbano para prevenir los asentamientos humanos y la construcción de viviendas sin la debida planificación esto es una obligación de las entidades territoriales tales como oficina de planeación municipal y la oficina de gestión del riesgo que deben establecer y hacer cumplir las normas urbanísticas.

La universidad y el departamento de geografía como un ente de conocimiento y la investigación está en la obligación de apoyar este tipo de estudios y difundirlo ante la comunidad afectada y realizar convenios con las entidades encargadas y responsables del tema para de esta forma obtener mayor apoyo y darle la importancia que se merece este tipo de trabajos investigativos.

En las zonas donde existen fenómenos de remoción en masa es necesario implementar obras de ingeniería tales como muros de contención, para mitigar los efectos nocivos de estas amenazas contra los pobladores de la zona de estudio.

Se debe crear planes de reforestación en esta zona para tratar mitigar el impacto de las aguas lluvias y de escorrentías, que son los detonantes de los deslizamientos o derrumbes de tierra que ponen en peligro a los habitantes de este sector.

Con la ayuda de la zonificación de la susceptibilidad a la amenaza por fenómenos de remoción en masa llevar a cabo estrategias de mitigación contra la amenaza tales como la prohibición de construcciones nuevas, realizar estudios más profundos de suelos, reubicar o reasentar a la población más expuesta a estos fenómenos amenazantes y generar conciencia a los pobladores de la zona que se encuentran en un riesgo muy alto.

Generar políticas que de alguna manera ayuden a la población más vulnerable de estas zonas con el propósito de que sus condiciones laborales y educativas tengan mayor atención de parte de las entidades encargadas, alcaldía o gobernación.

Brindar apoyo técnico en el fortalecimiento de las viviendas que poseen menores normas técnicas de construcción llevando acabo un censo de estas y establecer que es los que necesitan para que sean más resistentes a este tipo de fenómenos amenazantes.

Tener en cuenta esta investigación para futuras toma de decisiones, que se tenga en cuenta la zonificación de la susceptibilidad a la amenaza por fenómenos de remoción en masa (FRM) , el análisis y evaluación de la vulnerabilidad socioeconómica y física (infraestructural, y por último la estimación del riesgo por predios; para formular los planes de prevención y atención de desastres.

Esta investigación será un punto de partida para otro tipo de trabajos de la misma corriente y además es una herramienta para toma de decisiones, que permite saber dónde se debe centrar esfuerzos para mejorar, mitigar y prevenir posibles desastres; este documento investigativo será una guía metodológica para las entidades encargadas de las normas urbanísticas y también para sector educativo e investigativo.

Actualizar las bases de datos sobre zonas periféricas habitadas como consecuencia del desplazamiento masivo o grupos familiares en condiciones de pobreza extrema.

Difundirla entre la población la información producto de las investigaciones que se realicen respecto al tema en estudio, para que se tome conciencia de los riesgos y se prevenga la proliferación de asentamientos humanos en las zonas periféricas, especialmente en las laderas expuestas a posibles amenazas naturales.

BIBLIOGRAFÍA

Alcántara-Ayala, I. Geomorphology, natural hazards, vulnerability and prevention of natural disasters in developing countries. *Geomorphology* 47, p. 107- 124. (2002).

Análisis de la susceptibilidad a fenómenos de remoción en masa en la parroquia pimampiro – ecuador. P.113-114.

CARDONA, Omar D. La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo: “Una crítica y una revisión necesaria para la gestión”. 2001. 18p.

CRUDEN, D. M. A simple definition of a landslide. *Bulletin of the International Association for Engineering Geology* p. p. 27–29. 1991.

CRUDEN, D. M. and D. J. Varnes. Landslide types and processes. In: Turner AK, Schuster RL, editors. *Landslides Investigations and Mitigations Special Report 247*, National Research Council, Transportation Research Board. Press, Washington, DC: National Academy. p. 36–75. 1978.

CHARDON, Ana C. Crecimiento urbano y riesgos naturales: Evaluación de la vulnerabilidad global en Manizales, Andes de Colombia. En: *Desastres y Sociedad, Revista de la Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina y el Caribe*. Año 6, N°.9 (enero - diciembre. 1998); p. 2 - 33.

Charvériat, C. *Natural Disasters in Latin America and the Caribbean: An Overview of Risk*. Documentode trabajo Nro. 434, Departamento de Investigación. Banco Interamericano de Desarrollo. 2000.

GUIDICINI, G.; IWASA, O.Y Tentative correlation between rainfall and landslides in a humid tropical environment. *Bulletin Intl. Assoc. of Engrg. Geol.* (16): p. 13-20. (1977).

HEWITT, Kennet. Daños ocultos y riesgos encubiertos: Haciendo visible el espacio social de los desastres. En: MANSILLA, Elizabeth (editora). *Desastres: Modelo para armar. Colección de piezas de un rompecabezas*. Lima: Tarea asociación gráfica Educativa, 1996. p. 23 – 45. 1983.

LAVELL, Allan “Desastres y Desarrollo: hacia un entendimiento de las formas de construcción social de un desastre. El caso del huracán Mitch en Centroamérica”, en Nora Garita y Jorge Nowalski editores., *Del desastre al desarrollo humano*

Sostenible en Centroamérica, bid-Centro Internacional para el Desarrollo Humano Sostenible, San José de Costa Rica. p. 7-45. 2000.

MCENTIRE, David A. "Tenets of Vulnerability: Assessing a Fundamental Disaster Concept." *Journal of Emergency Management*, 2(2): 23-29. (2004).

PATTON, Douglas and JOHNSTON David. "Disasters and Communities: Vulnerability, Resilience and Preparedness". *Disaster Prevention and management*, pag. 270-277. 2002.

República de Colombia, congreso de Colombia ley n° 46 de 1988 (2 noviembre) por la cual se crea y organiza el sistema nacional para la prevención y atención de desastres, se otorga facultades extraordinarias al presidente de la república y se dictan otras disposiciones el congreso de Colombia

República de Colombia, congreso de Colombia República, Ley 388 de 1997 (18 de julio) "por la cual se modifica la ley 9a. de 1989, y la ley 3a. de 1991 y se dictan otras disposiciones".

República de Colombia, congreso de Colombia, Decreto n°. 919 (1 de mayo de 1989) Por el cual se organiza el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres y se dictan otras disposiciones. El Presidente de la República de Colombia, En ejercicio de sus atribuciones constitucionales y legales y en especial de las facultades extraordinarias conferidas por la Ley 46 de 1988.

República de Colombia, congreso de Colombia, decreto 879 de 1998 (mayo 13) diario oficial no. 43.300, del 15 de mayo de 1998 ministerio de desarrollo económico por el cual se reglamentan las disposiciones referentes al ordenamiento del territorio municipal y distrital y a los planes de ordenamiento territorial

VARNES, D. J. "Slope movements, types and processes", *Landslides: Analysis and control*, transportation research board, Spec. Rep. National Academy of Science, Washington.176, p. 11-33, (1978).

Yamin, F, A. Rahman and S. Huq, "Vulnerability, Adaptation and Climate Disasters: A Conceptual overview," *IDS Bulletin*, 36(4). P. 1-14. 2005.

NETGRAFIA

Base referencial del recurso suelo sociedad internacional de las ciencias del suelo (En línea)
http://books.google.com.co/books?id=ye6q_jbcp2qc&pg=pa60&lpg=pa60&dq=fao+1994+pendientes&source=bl&ots=sp7to_yjls&sig=74nl_mjvqehgcyjhziajsozmjq0&hl=es&ei=t835strac5winqez-42hdq&sa=x&oi=book_result&ct=result&resnum=4&ved=0cbyq6aewaw#v=onepage&q=&f=false (Formato html) 20 de septiembre de 2008.

Capítulo 10. Evaluación del peligro de deslizamientos de tierra (En línea)
<http://www.oas.org/dsd/publications/unit/oea65s/ch15.htm> (Formato html) 12 de septiembre del 2008.

Conceptos básicos asociados a peligros naturales (En línea)
http://www.plataforma.uchile.cl/fg/semestre2/_2002/tierra/modulo4/clase3/texto/contept.htm (Formato http) 24 de octubre 2008.

¿Cuáles son los tipos de deslizamiento? (En línea)
<http://www2.gtz.de/dokumente/bib/07-1156.pdf> (Formato pdf). 9 de septiembre del 2008.

Factores condicionantes de frm (En línea)
http://74.125.45.104/search?q=cache:i7oh6pudw9wj:https://www.u-cursos.cl/ingenieria/2007/1/gl62c/1/material_docente/objeto/119369+tipos+de+f.r.m&hl=es&ct=clnk&cd=4&gl=es (en formato PowerPoint) 23 de octubre de 2008.

Geología física ii las formas del relieve. Licenciatura en biología universidad de Alcalá. (En línea) https://portal.uah.es/portal/page/portal/gp_epd/pg-ma-asig/pg-asig-65108/tab42351/gf-ii-2.pdf (Formato pdf) 23 de octubre de 2008.

Guía para la gestión local de riesgo por deslizamientos. Alemania. Cooperación Técnica Alemana (GTZ); Proyecto Manejo del Riesgo Local en Ahuachapán (MARLAH II); Red Comunitaria de América Central para la Gestión de Riesgo. San Salvador, SV.p. 15-16. Noviembre 2002 (En línea)
<http://www.eird.org/deslizamientos/pdf/spa/doc14987/doc14987.htm> (Formato pdf) 22 de Octubre 2008

Guía para identificar problemas de deslizamiento (En línea) <http://www.disaster-info.net/watermitigation/e/publicaciones/estudioven/cap3.pdf> (Formato pdf). 10 de septiembre del 2008.

Instituto nacional de defensa civil del Perú capítulo vi gestión del riesgo de desastres (En línea) http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc324/doc324_6.pdf (Formato pdf). 29 de Octubre de 2008.

La seguridad continental y las nuevas amenazas (En línea)<http://www.geostrategy.com/geoestrategia/america/articulos/ame031112.htm> (Formato http) 8 de septiembre 2008.

Metodologías para la evaluación de la vulnerabilidad poblacional a los desastres de la variabilidad y el cambio climático (En línea) http://www.cybertesis.cl/tesis/uchile/2006/teutsch_c/sources/teutsch_c.pdf (Formato pdf) 10 de septiembre del 2008.

movimientos de tierra en flujo: soliflucción y reptación (desastres naturales) (En línea) <http://weblogs.madrimasd.org/universo/archive/2008/06/20/95172.aspx> (Formato http) 23 de octubre de 2008.

¿Qué es una amenaza? (En línea)<http://www.eird.org/fulltext/riesgolandia/booklet-spa/page4-spa.pdf> (Formato pdf) 9 de septiembre del 2008.

¿Qué es deslizamiento? (En línea) <http://es.wikipedia.org/wiki/deslizamiento> (Formato htmt). 9 de septiembre del 2008.

¿Que son las amenazas naturales? (En línea)<http://www.oas.org/dsd/publications/unit/oea57s/ch005.htm>(formato http) 9 de septiembre del 2008.

ANEXOS

Anexo A. Formato inventario encuesta preliminar para determinar la vulnerabilidad social, económica e infraestructura física

En el siguiente formato de encuesta se determinará los diferentes tipos de vulnerabilidades:

Vulnerabilidad social. Permite cuantificar personas vulnerables por edad, género y condición física, identificando los diferentes actores sociales.

Vulnerabilidad económica. Determina la tenencia del inmueble y los ingresos de la familia, así mismo el grado de tenencia o pobreza de la población vulnerable.

Vulnerabilidad infraestructura física. Facilita información sobre los tipos de materiales con que está construida la vivienda, la capacidad de albergue y las condiciones de vida de quienes la habitan.

Fecha :			Ubicación :			
Id lote	Propietario :			Dirección :		
ASPECTOS SOCIO-ECONOMICOS HUMANO						
Habitantes	Edad	Sexo (H) Hombre (M) Mujer H/M	Escolaridad (N) Ninguna (P) Primaria (S) Secundarios (U) universitarios, N/P/S/U	Empleo Estable Si/No	Discapacidad Física Si/No	
Padre						
Madre						
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
Número de familias en la vivienda	Una familia		Dos familias		Tres Familias	Mas familias cuantas
Anotaciones de Interés :						
Servicios Públicos Si/No			Anotaciones de Interés :			
Agua Potable						
Alcantarillado						
Electricidad						
Teléfono						

Gas							
Otros							
Tipo de Propiedad de la Vivienda				Anotaciones de Interés :			
Casa Propia							
Arrendada							
Anticres							
Hipotecada							
Ingresos Familiares : (en Pesos)				Nivel Socioeconómico :			
Tipo de Ingreso	de	Estimación	Pesos	Alto			
Diarios				Medio			
Quincenales				Bajo			
Mensuales							
ASPECTO FISICO INFRAESTRUCTURAL							
Tipo de Estructura		Función		Fecha de construcción de vivienda		Estado Físico	
Casa		Residencia				Bueno	
Edificio		comercio				Regular	
Lote Baldío		Mixto				Deterioro	
						Abandonado	
Número de Pisos		Paredes/Sistema Estructural		Cimientos		Tipo de armazón	
1 piso		Material de desecho		Si		Madera	
2 pisos		Bareque, adobe, tapia		No		Prefabricado	
3-5 pisos		Madera				Ladrillo o Bloque	
Más de 5 pisos		Prefabricado o					
		Ladrillo, Bloque					
Cubierta de la vivienda/techo		Anotaciones de Interés :					
Teja de barro							
Lamina de zinc							
Eternit							
Concreto							
¿Cree usted que su vivienda está en un área susceptible a deslizamientos? :							
¿Conoce usted de algún Plan de emergencia y contingencia en su barrio? :							

Anexo B. Mapa base zona de estudio

Anexo C. Mapa ubicación de deslizamientos y FRM

Anexo D. Mapa de pendientes zona de estudio

Anexo E. Mapa geomorfológico de la zona de estudio

Anexo F. Mapa de susceptibilidad a las amenazas por FRM en la zona de estudio

Anexo G. Mapa estado de los predios en la zona de estudio

Anexo H. Mapa de nivel educativo de la población adulta por predios en la zona de estudio

Anexo I. Mapa de nivel educativo de la población infantil por predios en la zona de estudio

anexo J. Mapa de nivel educativo de la población adulto mayor por predios en la zona de estudio

Anexo K. Mapa de estabilidad laboral por predios en la zona de estudio

Anexo L. Mapa de estabilidad financiera y tipo de ingresos por predios en la zona de estudio

Anexo M. Mapa estimación de ingresos en pesos y tipo de ingresos por predios en la zona de estudio

Anexo N. Mapa de identificación de cimientos por predios en la zona de estudio

Anexo O. Mapa tipo de armaz3n de la vivienda por predios en la zona de estudios

Anexo P. Mapa estructura de la vivienda columnas y vigas por predios en la zona de estudio

Anexo Q. Mapa estructura de la vivienda material de muros o paredes por predios en la zona de estudio

Anexo R. Mapa tipo de cubiertas en los predios en la zona de estudio

nexo S. Mapa estado físico actual de la vivienda por predios en la zona de estudio

Anexo T. Mapa antigüedad de construcción de la vivienda predios en la zona de estudio

Anexo U. Mapa número de pisos de la vivienda por predios en la zona de estudio

Anexo V. Mapa vulnerabilidad socioeconómica de la zona de estudio

xo W. Mapa vulnerabilidad infraestructural física de la zona de estudio

Anexo X. Mapa vulnerabilidad total VSE + VIF de la zona de estudio

Anexo Y. Mapa estimación del riesgo por FRM por predios de la zona de estudios

Anexo Z. Mapa susceptibilidad a la amenaza y estimación del riesgo por FRM por predios en la zona de estudio