

UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER
HUMANO
ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y
GESTIÓN DEL RIESGO**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIA A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIEROS EN
ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL
RIESGO**

TÍTULO

**DETERMINACIÓN DE ZONAS SUSCEPTIBLES A MOVIMIENTOS
EN MASA, VULNERABILIDAD Y ELEMENTOS EXPUESTOS, EN LA
COLINA SAN JACINTO DEL CANTÓN GUARANDA, PROVINCIA
BOLÍVAR, DURANTE EL PERIODO 2017**

AUTORES

**FIERRO ÁLVAREZ MARIELA ALEJANDRA
PILAMUNGA TARAGUAY JESSENIA PAULINA**

TUTOR

ARQ. CÉSAR PAZMIÑO ZABALA, MSC

GUARANDA-ECUADOR

2017

DEDICATORIA

Dedicado principalmente a mis padres, Ángel y Ximena por ser un pilar fundamental en mi vida, por sus consejos, impulsándome cada día a ser mejor y a la culminación de mis estudios, a mis hermanos David, Jhonny y Andrea por su apoyo incondicional y ser las personas que siempre están pendientes de mí en cada logro obtenido, a mi sobrina, abuelita, tíos, primos por todo su afecto, cariño y comprensión, mis palabras no bastarían para agradecerles su apoyo.

Mariela

Dedicado principalmente a mi segunda madre Rosario y padre Víctor que fueron un ejemplo a seguir además del apoyo incondicional para seguir adelante, a mi madre Carmela, a mi hija adorada Ariana, a mi compañía para la vida Gabriel, a mis hermanos quienes han sido parte esencial para poder desarrollar esta meta, a mis tíos, primos demás familiares por estar siempre presentes.

Paulina

AGRADECIMIENTO

A Dios por la sabiduría, salud y por permitirnos cumplir esta meta.

Especialmente a la Universidad Estatal de Bolívar, a nuestra querida Facultad Ciencias de la Salud y del Ser Humano, así como nuestra Escuela Administración para Desastres y Gestión del Riesgo, por acogernos en sus aulas, a sus docentes quienes gracias a su profesionalismo y sabiduría nos impartieron sus experiencias y conocimientos, así también a sus autoridades.

El agradecimiento sincero a nuestro director Arquitecto César Pazmiño Zabala, por la colaboración y asesoría brindada, compartiendo su experiencia y sabiduría en la realización del presente proyecto investigativo.

Eternamente agradecidas

Mariela Alejandra Fierro Álvarez

Jessenia Paulina Pilamunga Taraguay

TEMA

DETERMINACIÓN DE ZONAS SUSCEPTIBLES A MOVIMIENTOS EN MASA, VULNERABILIDAD Y ELEMENTOS EXPUESTOS, EN LA COLINA SAN JACINTO DEL CANTÓN GUARANDA, PROVINCIA BOLÍVAR, DURANTE EL PERÍODO 2017.

ÍNDICE

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
TEMA	4
ÍNDICE	5
Índice de Tablas	7
Índice de Figuras	9
Índice de Gráficos	10
CERTIFICADO DE SEGUIMIENTO AL PROCESO INVESTIGATIVO, EMITIDO POR EL TUTOR	11
RESUMEN EJECUTIVO	12
INTRODUCCIÓN	13

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del Problema.....	14
1.2. Formulación del Problema	15
1.3. Objetivos	16
1.3.1 Objetivo general.....	16
1.3.2 Objetivos específicos	16
1.4. Justificación de la Investigación	17
1.5. Limitaciones.....	19

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación.....	20
2.2. Bases Teóricas	22
2.2.1. Zonas susceptibles a movimientos de masa	22
Determinación de susceptibilidad	30
2.2.1 Vulnerabilidad y Elementos Expuestos	38
Vulnerabilidad.....	38
Determinación de la vulnerabilidad	40
Elementos expuestos	49
Determinación de los elementos expuestos (edificaciones).....	50
2.2.3 Marco Legal	51

2.3. Definición de Términos (Glosario).....	53
2.4 Sistemas de hipótesis	55
2.5. Sistemas de Variables	55
Operacionalización de variables	56

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Nivel de Investigación	59
3.2 Diseño	59
3.3. Población y Muestra	60
3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	60
3.5. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos	62

CAPÍTULO IV

RESULTADOS O LOGROS ALCANZADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

4.1 Resultados del objetivo 1	65
4.2 Resultados del objetivo 2	82
4.3 Resultados del objetivo 3	106
4.4 Resultados del objetivo 4	109

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Comprobación de la hipótesis	111
5.2 Conclusiones	112
5.3 Recomendaciones	113
BIBLIOGRAFÍA	114
ANEXOS	117

Índice de Tablas

Tabla N° 1: Nivel de amenaza de movimientos en masa.....	35
Tabla N° 2: Factores, variables e indicadores de susceptibilidad de la amenaza de movimiento en masa	36
Tabla N° 3: Variables e indicadores para la determinación de vulnerabilidad física de las edificaciones frente a la amenaza de movimientos en masa.....	41
Tabla N° 4: Índice de vulnerabilidad para amenaza de movimientos en masa.....	43
Tabla N° 5: Caracterización de indicadores de redes vitales	44
Tabla N° 6: Componentes y elementos evaluados del sistema de agua potable.....	44
Tabla N° 7: Variables e indicadores para la determinación de vulnerabilidad física de redes vitales (Agua potable).....	45
Tabla N° 8: Variables e indicadores para la determinación de vulnerabilidad física del sistema de alcantarillado-colector.....	46
Tabla N° 9: Identificación de elementos viales en la colina San Jacinto.....	47
Tabla N° 10: Variables e indicadores para la determinación de vulnerabilidad física del sistema vial.....	48
Tabla N° 11: Nivel de vulnerabilidad	49
Tabla N° 12: Instrumentos jurídicos	51
Tabla N° 13: Variable Independiente: Movimientos en Masa.....	56
Tabla N° 14: Variable dependiente: Vulnerabilidad y Elementos expuestos	58
Tabla N° 15: Número de edificaciones en la colina San Jacinto	60
Tabla N° 16: Resultado del factor geológico en el área de la colina San Jacinto.	65
Tabla N° 17: Resultado del factor geomorfológico de la colina San Jacinto.....	67
Tabla N° 18: Resultado del factor pendiente en el área de la colina San Jacinto	69
Tabla N° 19: Resultado del factor geotécnico en el área de la colina San Jacinto.	71
Tabla N° 20: Resultado del factor uso de suelo en el área de la colina San Jacinto. ..	73
Tabla N° 21: Resultado del factor precipitación en el área de la colina San Jacinto. .	75
Tabla N° 22: Resultado del factor Sísmico en el área de la colina San Jacinto.	77
Tabla N° 23: Eventos sísmicos sentidos en la ciudad de Guaranda.....	77
Tabla N° 24: Resultado de los factores, variables e indicadores de la amenaza de movimiento en masa	79
Tabla N° 25: Sistema estructural de las edificaciones en la colina San Jacinto	82
Tabla N° 26: Tipo de material en paredes de edificaciones en la colina San Jacinto .	84
Tabla N° 27: Número de pisos de las edificaciones en la colina San Jacinto.....	86
Tabla N° 28: Año de construcción de las edificaciones en la colina San Jacinto	88
Tabla N° 29: Estado de conservación de edificaciones en la colina San Jacinto.....	90

Tabla N° 30: Características del suelo bajo la edificación en la colina San Jacinto...	92
Tabla N° 31: Topografía del sitio de las edificaciones en la colina San Jacinto	94
Tabla N° 32: Resultado del nivel de vulnerabilidad física de las edificaciones de la colina San Jacinto frente a movimientos en masa.....	96
Tabla N° 33: Nivel de vulnerabilidad físico de agua potable. Captación.	100
Tabla N° 34: Nivel de vulnerabilidad físico de agua potable. Conducción.....	101
Tabla N° 35: Nivel de vulnerabilidad físico de agua potable. Tratamiento.....	101
Tabla N° 36: Nivel de vulnerabilidad físico de agua potable. Distribución	102
Tabla N° 37: Nivel de vulnerabilidad física del sistema de alcantarillado- colector.	103
Tabla N° 38: Nivel de vulnerabilidad física del sistema vial de la colina San Jacinto	104
Tabla N° 39: Resultados del sistema vial de la colina San Jacinto.....	105
Tabla N° 40: Resultado de exposición (elementos expuestos) de edificaciones.	106

Índice de Figuras

Figura N° 1: Deslizamiento calle Arturo Salazar. Año 2014	21
Figura N° 2: Deslizamientos rotacionales	24
Figura N° 3: Deslizamientos traslacionales	24
Figura N° 4: Partes que conforman un deslizamiento.	25
Figura N° 5: Flujos	26
Figura N° 6: Esquema de caídos de roca y residuos.....	27
Figura N° 7: Deslizamientos y erosión producidos por corte y relleno en la construcción de una vía o la explanación para una urbanización.....	28
Figura N° 8: Efectos de la modificación de la topografía.....	29
Figura N° 9: Deslizamiento por infiltración de agua causada por el hombre.	29
Figura N° 10: Mapa geológico-litológico frente a movimientos en masa.....	66
Figura N° 11: Mapa geomorfológico frente a movimientos en masa.....	68
Figura N° 12: Mapa de pendientes frente a movimientos en masa	70
Figura N° 13: Mapa geotécnico frente a movimientos en masa	72
Figura N° 14: Mapa de uso de suelo frente a movimientos en masa.....	74
Figura N° 15: Diagrama Ombrotérmico	75
Figura N° 16: Mapa de precipitación frente a movimientos en masa.....	76
Figura N° 17: Mapa sísmico frente a movimientos en masa	78
Figura N° 18: Mapa de susceptibilidad frente a movimientos en masa.....	81
Figura N° 19: Indicadores para evaluación de la vulnerabilidad física frente a movimientos en masa.....	98
Figura N° 20: Mapa de vulnerabilidad física de edificaciones frente a movimientos en masa	99
Figura N° 21: Mapa de elementos expuestos de edificaciones frente a movimientos en masa	108

Índice de Gráficos

Gráfico N° 1: Sistema estructural de las edificaciones en la colina San Jacinto	83
Gráfico N° 2: Tipo material en paredes de edificaciones en la colina San Jacinto.....	85
Gráfico N° 3: Número de pisos de las edificaciones en la colina San Jacinto.....	87
Gráfico N° 4: Año de construcción de las edificaciones en la colina San Jacinto.....	89
Gráfico N° 5: Estado de conservación de las edificaciones en la colina San Jacinto .	91
Gráfico N° 6: Características del suelo bajo la edificación en la colina San Jacinto.	93
Gráfico N° 7: Topografía del sitio de las edificaciones en la colina San Jacinto	95
Gráfico N° 8: Resultado del nivel de vulnerabilidad física de las edificaciones de la colina San Jacinto frente a movimientos en masa.....	97
Gráfico N° 9: Resultado del nivel de exposición (elementos expuestos) de las edificaciones de la colina San Jacinto frente a movimientos en masa	107

CERTIFICADO DE SEGUIMIENTO AL PROCESO INVESTIGATIVO, EMITIDO POR EL TUTOR

Arq. César Pazmiño Zabala

CERTIFICA

Que el proyecto de investigación titulado “**DETERMINACIÓN DE ZONAS SUSCEPTIBLES A MOVIMIENTOS EN MASA, VULNERABILIDAD Y ELEMENTOS EXPUESTOS, EN LA COLINA SAN JACINTO DEL CANTÓN GUARANDA, PROVINCIA BOLÍVAR DURANTE EL PERÍODO 2017**” elaborado por Mariela Alejandra Fierro Álvarez y Jessenia Paulina Pilamunga Taraguay con Cédulas de Ciudadanía N° 0202313169 y 0202345955 respectivamente, egresadas de la Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias de la Salud y del Ser Humano, Escuela de Administración para Desastres y Gestión del Riesgo, ha sido debidamente revisada e incorporada las recomendaciones y observaciones emitidas durante las asesorías; en tal virtud autorizo su presentación para la aprobación respectiva.

Facúltese a las interesadas dar el presente documento el uso legal que estime conveniente.

Guaranda, 2017

Atentamente,

Arq. César Pazmiño Zabala

DIRECTOR

RESUMEN EJECUTIVO

La investigación tiene como objetivo determinar los factores que inciden en la susceptibilidad y las condiciones de vulnerabilidad y elementos expuestos, ante movimientos en masa en la colina San Jacinto del cantón Guaranda.

Los movimientos de masa se caracterizan por ser uno de los peligros geológicos más representativos del mundo, englobado bajo el término de deslizamientos, producen varios cambios en la morfología del terreno, siendo un problema en la población ubicada en áreas vulnerables, principalmente en laderas susceptibles que pueden afectar las edificaciones, daños de vías, redes vitales, etc.

El presente proyecto de investigación se llevó a cabo mediante la observación directa, a través de fichas de campo, se identificó que factores influyen en la susceptibilidad de movimientos en masa, se utilizó la metodología desarrollada por las instituciones como CLIRSEN, SENPLADES, MAGAP e INIGEMM del año 2012, basada en el método Mora Vahrson, se logró determinar mediante los factores condicionantes y detonantes el índice y mapa de remoción en masa, así como a través de la metodología de la SNGR y PNUD 2012, se evaluó las condiciones de vulnerabilidad física de las edificaciones y redes vitales conjuntamente con los elementos expuestos presentes en la zona de estudio.

En la estructura o desarrollo del proyecto, el Capítulo I contiene el planteamiento y formulación del problema, que permitió describir de forma extensa la situación objeto de estudio, así también sus objetivos, justificación que fueron las razones y metas por los cuales se realizó la investigación con sus respectivas limitaciones. Por su parte en el Capítulo II se desarrolló el marco teórico, es una síntesis de varios elementos conceptuales, dirigido a explicar el problema planteado, siendo esta la base de la investigación. En el capítulo III el marco metodológico incluye los tipos de investigación, en este estudio se partió de la investigación descriptiva, explicativa, documental y de campo, se obtuvo la información a través de técnicas e instrumentos de recolección de datos. Seguido del Capítulo IV que son resultados o logros alcanzados según los objetivos planteados. Finalmente, con el Capítulo V se destaca las conclusiones y recomendaciones del proyecto investigativo.

INTRODUCCIÓN

El Ecuador es un país situado en una zona tectónica activa, dentro del cinturón de fuego del pacífico, expuesto a efectos de geodinámica activa como sismos y movimientos en masa, este tipo de fenómenos es muy común, sobre todo en la región interandina.

Esta investigación comprende la determinación de zonas susceptibles a movimientos en masa, vulnerabilidad y elementos expuestos, en la colina San Jacinto. El área de estudio está ubicada en el cantón Guaranda, Provincia Bolívar, donde se manifiestan fenómenos de remoción en masa.

Según el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Guaranda 2011, históricamente la ciudad se ha visto afectada por movimientos en masa y sismos, debido a los siguientes factores; su relieve muy irregular, tipo de suelo de formación volcánica, sus características geológicas, las fuertes precipitaciones comúnmente en periodos de invierno de febrero a abril, provocando sobresaturación de agua, generando estos fenómenos (deslizamientos, derrumbes), estimando una alta susceptibilidad del 72%, (PDOT-Guaranda, 2011, pág. 38).

La colina San Jacinto posee una topografía irregular, precipitación del agua, procesos de deforestación y erosión de los suelos, el asentamiento humano en laderas inestables ha extendido las redes de servicios públicos, edificaciones, vías entre otras que hacen que en esta unidad fisiográfica este expuesta a fenómenos de remoción en masa.

Esté presente estudio se elabora con el propósito de proporcionar a los pobladores de la colina San Jacinto un análisis de posibles escenarios de daño frente a movimientos en masa, mediante el cual sabremos qué zonas pueden ser afectadas y las condiciones de vulnerabilidad y exposición presentes en la colina San Jacinto, para así proponer estrategias de mitigación frente a movimientos en masa.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del Problema

El Ecuador está ubicado en la parte Noroeste de América del Sur, sobre la línea ecuatorial terrestre, ha sido escenario de diferentes tipos de fenómenos naturales en las últimas décadas, siendo los movimientos en masa uno de los principales eventos adversos. El crecimiento demográfico no planificado, así como las excavaciones superficiales (carreteras, obras de infraestructura), alteran la estabilidad de la ladera o talud incrementando la susceptibilidad a que existan deslizamientos.

La ciudad de Guaranda históricamente se ha visto afectada por eventos adversos tales como deslizamientos y derrumbes, en los años 1982-83, 1992, 1997-98 y 2008, incrementando el riesgo por la infraestructura ubicada en terrenos inestables, las fuertes precipitaciones que se intensifican en temporadas invernales, así también los sismos, conjuntamente con los factores antrópicos lo cual propician una serie de elementos vulnerables, afectando el desarrollo local del cantón. (PDOT-Guaranda, 2011, pág. 40)

La colina San Jacinto está situada en la parroquia urbana Ángel Polibio Chávez de la ciudad de Guaranda capital de la provincia Bolívar, su topografía irregular, precipitación del agua, procesos de deforestación y erosión de los suelos, factores antrópicos que hacen que en esta unidad fisiográfica este expuesta a fenómenos de remoción en masa.

Los procesos de urbanización son un riesgo permanente ya que aumenta la susceptibilidad a movimientos en masa, la construcción de las edificaciones en zonas de riesgo, deforestación, el escaso control e incumplimiento de las normas de construcción, filtración de agua provoca vulnerabilidad en la población y en los principales elementos expuestos. (**Anexo II**)

1.2. Formulación del Problema

¿Qué factores influyen en la susceptibilidad de movimientos en masa y las condiciones de vulnerabilidad y elementos expuestos en la colina San Jacinto del cantón Guaranda, provincia Bolívar, durante el periodo 2017?

1.3. Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Determinar los factores que inciden en la susceptibilidad, las condiciones de vulnerabilidad y elementos expuestos, frente a movimientos en masa en la colina San Jacinto del cantón Guaranda.

1.3.2 Objetivos específicos

- Identificar las zonas susceptibles a movimientos en masa, mediante los factores condicionantes y detonantes.
- Evaluar la vulnerabilidad física de las edificaciones, sistema vial, sistema de agua potable y alcantarillado ante la amenaza a movimientos de masa.
- Determinar el nivel de exposición (elementos expuestos) de las edificaciones ante la amenaza a movimientos de masa.
- Proponer estrategias de mitigación ante la amenaza a movimientos de masa.

1.4. Justificación de la Investigación

Los movimientos en masa es una amenaza que va en aumento por el crecimiento de la población, las viviendas ubicadas en las laderas o bajo de una pendiente serian afectadas con el pasar del tiempo cuando ocurren lluvias torrenciales, el agua se infiltra dentro de la tierra y eso hace que sea más susceptible. Es por ello, que surge la necesidad de esta investigación, para que en un futuro este tema sirva como base para que otras personas se interesen y escriban sobre él, ya que existen dentro de este campo un sin fin de posibilidades.

Esta investigación se elabora con la finalidad de proporcionar a los pobladores de la colina San Jacinto un análisis de posibles escenarios de daño frente a movimientos en masa, debido a que pueden existir deslizamientos producidos por los torrentes lluvias. La importancia de esta investigación radica en que se obtendrá datos reales, determinando el grado de susceptibilidad ante la amenaza a movimientos de masa, datos de la infraestructura y servicios, mediante la determinación se pretende reducir la vulnerabilidad, proponiendo estrategias de mitigación ante movimientos en masa.

Con esta investigación se aportará con información teórico-práctico, para que se pueda utilizar como una herramienta técnica para reducir la vulnerabilidad de los habitantes, además que motiven a enfocar una cultura de gestión del riesgo en los pobladores para poder enfrentar un posible evento adverso, mediante este documento contribuiremos a orientar a las autoridades en la prevención e implementación de medidas adecuadas.

El presente estudio de investigación se estima que es factible realizarlo porque se ha hecho un acercamiento con los habitantes y las instituciones, se contó con talento humano (profesores y egresadas de la carrera de Administración para Desastres y Gestión del Riesgo), recursos bibliográficos y páginas web, acceso de información necesaria, esta investigación es accesible porque se lo realiza en la colina San Jacinto perteneciente a la parroquia urbana Ángel Polibio Chávez de la ciudad de Guaranda, provincia Bolívar.

Razón por la cual se ha considerado de gran importancia realizar el presente proyecto investigativo denominado “DETERMINACIÓN DE ZONAS SUSCEPTIBLES A MOVIMIENTOS EN MASA, VULNERABILIDAD Y ELEMENTOS EXPUESTOS, EN LA COLINA SAN JACINTO DEL CANTÓN GUARANDA, PROVINCIA BOLÍVAR, DURANTE EL PERIODO 2017”, el trabajo tiene por objetivo identificar las zonas susceptibles a movimientos en masa, evaluar las vulnerabilidades y elementos expuestos, realizar los mapas temáticos correspondientes, caracterizar los factores de análisis condicionantes o susceptibles, detonantes y factores antrópicos, para así proponer estrategias de mitigación frente a movimientos en masa en la colina San Jacinto.

1.5. Limitaciones

En la recolección de información del sistema de redes vitales (Agua potable y alcantarillado) se obtuvo poca información, lo que no se pudo determinar la exposición de este sistema ante movimientos en masa.

Aspectos económicos: No se podrá realizar estudios de suelo con muestreador Auger y SPT por tiempo y costo, por lo cual se adquirirá información del departamento de Planificación en la Unidad de Riesgos del Gobierno Autónomo Descentralizado Guaranda.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

La ciudad de Guaranda históricamente se ha visto afectada por deslizamientos y derrumbes, más conocida como “la ciudad de las 7 colinas” está rodeada por la colina de la Cruz, colina de Guaranda, San Jacinto, San Bartolo, Talalac, Tililac y el Calvario. (PDOT-Guaranda, 2011)

La zona de estudio la colina **San Jacinto** está ubicada en la parroquia urbana Ángel Polibio Chávez de la ciudad de Guaranda, provincia Bolívar en dirección oeste, comprende una extensión de 80,97 ha, con una altitud de 2.668 msnm y su temperatura promedio es de 13,5° C. (PDOT-Guaranda, 2011)

El asentamiento de barrios sobre pendientes susceptibles a movimientos en masa es muy común, en la colina San Jacinto han existido deslizamientos anteriormente, principalmente por los cortes del talud debido a las construcciones, aperturas de vías y el manejo inadecuado de aguas lluvias y servidas.

Para objeto de estudio se recopilaron los siguientes antecedentes:

- En el año 1920-1930 según (Escorza Jaramillo, 1993) las grietas y hundimientos se presentan de una manera progresiva en la ciudad de Guaranda, como consecuencia se destruye una tercera parte de la ciudad, en la Quebrada del Mullo, existió el hundimiento más notable, desapareciendo el barrio español La Pavana (Estancia principal del Camino Real).
- En el barrio 5 de Junio perteneciente a la colina San Jacinto según el estudio de microzonificación sísmica de la ciudad de Guaranda, manifiesta que existe un incremento de movimientos en masa debido al aumento de una discontinuidad hidrogeológica por los materiales que se encuentran en el sector (cenizas volcánicas sobre suelos residuales de rocas).

- El 20 de marzo del 2014, en la calle Arturo Salazar en el sector Quebrada del Mullo se produjo un deslizamiento, aproximadamente 6 metros de una parte de talud que servía como soporte de la calzada colapso, una de las razones fue por encontrarse el terreno húmedo por el desvió de las aguas lluvias y por falta de una canal para el desfogue de las aguas de la calzada. (Figura N°1)

Figura N° 1: Deslizamiento calle Arturo Salazar. Año 2014



Fuente: (Secretaría de Gestión de Riesgos, 2014).

El área de estudio está propensa a sufrir fenómenos de movimientos en masa, debido a los taludes inestables o fallas en las laderas producto de los asentamientos humanos en conjunto con los factores naturales como la erosión, el clima, movimientos sísmicos, meteorización. En las zonas de ladera el crecimiento urbano ha extendido las redes de servicios públicos, edificaciones, vías entre otras, aumentando notablemente.

No obstante, el departamento de Planificación en la Unidad de Riesgos del Gobierno Autónomo Descentralizado de Guaranda y la Secretaria de Gestión de Riesgos de la Unidad Provincial Bolívar, no dispone de estudios detallados sobre fenómenos de movimientos en masa en la colina San Jacinto.

Con base al análisis de los registros históricos de movimientos en masa anteriormente expuesta, se considera necesario realizar el estudio de determinación de zonas susceptibles a movimientos en masa, con la finalidad de proporcionar a los pobladores de la colina San Jacinto un análisis de posibles escenarios de daño frente a movimientos en masa.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Zonas susceptibles a movimientos de masa

Definición de movimientos en masa

Los movimientos de masa también conocidos como movimientos de ladera, son desplazamientos de masa de tierra y rocas, se caracterizan por ser uno de los peligros geológicos más representativos del mundo, se forman por procesos naturales o antrópicos, los cuales dan una serie de factores como son los condicionantes que intervienen de manera interna y detonantes que intervienen de manera externa. El estudio de movimientos de masa comúnmente englobado bajo el término de deslizamientos. (Castillo, Sotela, & Roman, 2011)

Los movimientos en masa es el desplazamiento del suelo o roca, a favor de la pendiente (ladera abajo), por acción directa de la fuerza de gravedad, hasta regresar a encontrar un nuevo punto de equilibrio. Comúnmente ocurren en época lluviosa o durante un evento sísmico. (De Matties, A., 2003)

Según (Vallejo, Ferrer, Ortuño, & Oteo, 2010, pág. 622) manifiesta que los procesos climáticos y geológicos que afectan a la superficie terrestre definen la morfología de las laderas creando el relieve, que van modificándose con el transcurso del tiempo para adaptarse a nuevas condiciones climáticas o geológicas, las laderas ante el cambio de condiciones adoptan pendientes naturales cercanas al equilibrio; su morfología se modifica buscando de nuevo el equilibrio. Entonces, es así que los movimientos de ladera son los reajustes del terreno para conseguir el equilibrio frente a un cambio de condiciones.

Es decir que las roturas de los materiales de ladera se producen por la fuerza de gravedad que excede el esfuerzo de la roca o suelo que forman la ladera, esto ocurre cuando existe cambios en el equilibrio de las distintas fuerzas de resistencia al corte y motrices, el material desplazado por ladera puede movilizarse de una manera lenta, rápida, y extremadamente rápida. La inestabilidad de las laderas se produce por el desequilibrio entre las fuerzas internas y externas conformadas por el terreno.

Tipos de movimiento de masa

La clasificación suele referirse principalmente a los tipos de materiales involucrados, generalmente entre suelos, derrubios y rocas, y tipo de la rotura, y al mecanismo, así también suele considerarse otros aspectos, el contenido de agua presente en el terreno, magnitud y la velocidad del movimiento.

Para la clasificación de los tipos de movimientos de masa se ha considerado el sistema propuesto por (Cruden & Varnes, 1996) modificado por (Suárez Díaz, 2009, pág. 8), el cual presenta los principales tipos de movimiento:

1. Deslizamientos

Los deslizamientos se definen como el movimiento ladero debajo de una masa de suelo o rocas, cuyo desplazamiento se da a lo largo de una superficie de ruptura, la susceptibilidad de las laderas aumenta debido a los procesos de urbanización. Generalmente se refiere al desplazamiento del suelo y rotura situado debajo de un talud, originando un movimiento hacia abajo y fuera de toda la masa ocasionada del mismo. Suelen producirse de varias maneras, lenta o rápida. (De Matties, A., 2003)

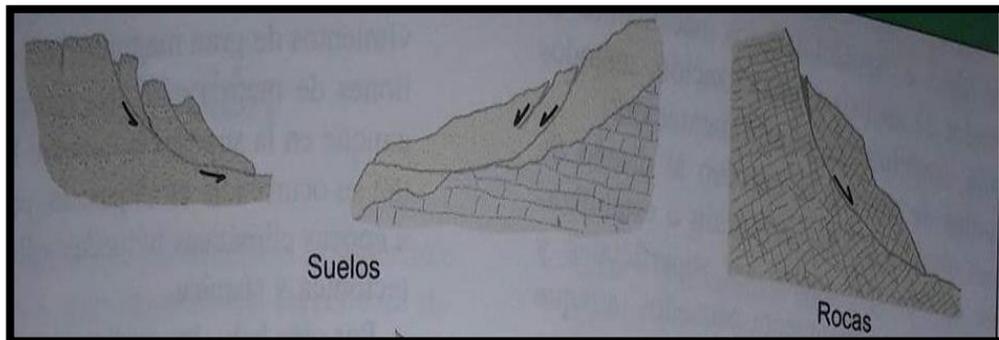
De la misma forma se puede manifestar que el producto de las condiciones geológicas, geomorfológicas, hidrológicas, la modificación por procesos geodinámicas, uso de tierra, vegetación, actividades humanas, frecuencia de las precipitaciones e intensidad sísmica provoca la ocurrencia de los deslizamientos (Suárez Díaz, 2009).

a. Deslizamientos rotacionales

Movimiento inicialmente lento de una masa de roca, suelo o ambos, a lo largo de una superficie de ruptura en forma cóncava y circular, sobre la cual se desliza. Existe poca distorsión de los materiales en su fase inicial, cuando empieza la inestabilidad, el material deslizado empieza a rotar. (COSUDE, 2005, pág. 19)

En muchos deslizamientos rotacionales visto en planta, posee una serie de agrietamientos cóncavos y concéntricos en la dirección del movimiento, esto produce un área inferior de deslizamiento comúnmente generando flujo de materiales por debajo del pie de deslizamientos y un área superior de hundimiento. (Vallejo, Ferrer, Ortuño, & Oteo, 2010, pág. 625)

Figura N° 2: Deslizamientos rotacionales

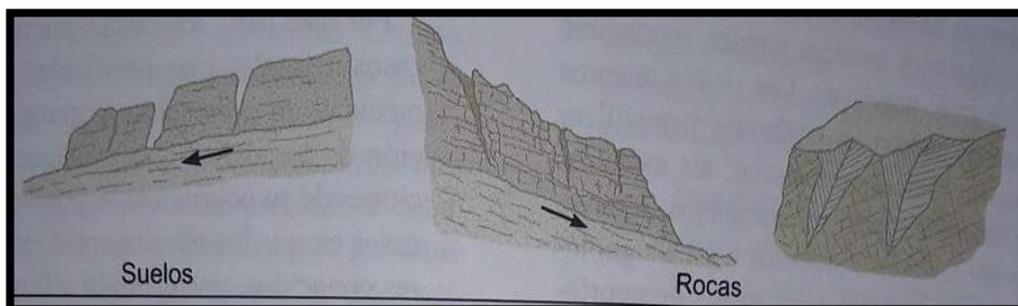


Fuente: (Vallejo, Ferrer, Ortuño, & Oteo, 2010)

a. Deslizamientos traslacionales

Este movimiento puede ser lento o rápido que se mueve por la superficie de una falla plana u ondulada y se desplaza de una forma discontinua, el material producido puede ser rocoso, estratificado formando placas. Estos deslizamientos son ocasionados mayormente por factores detonantes causados por el hombre, como los cortes en taludes para la construcción de carreteras, canalizaciones o por erosiones pluviales. Este tipo de deslizamiento no suelen ser muy profundos, pero sí podrían alcanzar grandes distancias y ser extensos. (Vallejo, Ferrer, Ortuño, & Oteo, 2010, pág. 626)

Figura N° 3: Deslizamientos traslacionales

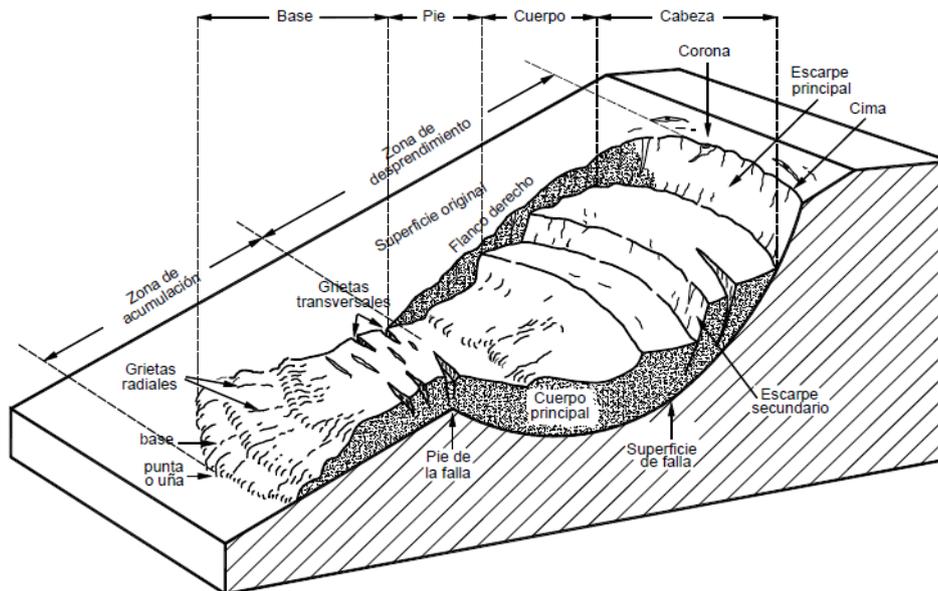


Fuente: (Vallejo, Ferrer, Ortuño, & Oteo, 2010).

Partes de un deslizamiento

Según la figura N°4 muestra un desplazamiento en masa o deslizamiento típico.

Figura N° 4: Partes que conforman un deslizamiento.



Fuente: (Suárez Diaz, 2009).

Las partes principales son las siguientes:

- **Cabeza.-** Es la parte superior del material desplazado, de su contacto a lo largo con el escarpe principal. (Suárez Diaz, 2009, pág. 5)
- **Cima.** - Es el contacto entre el escarpe principal y el material perturbado. Es el punto más alto de la cabeza. (Suárez Diaz, 2009, pág. 5)
- **Corona.** - El material que se encuentra prácticamente inalterado por encima de la cabeza adyacente a la parte más alta del escarpe principal. (Suárez Diaz, 2009, pág. 5)
- **Escarpe principal.** - Superficie muy inclinada causada por el desplazamiento del material a lo largo de la periferia posterior del área en movimiento. Dentro del material la continuación de la superficie del escarpe conforma la superficie de la falla. (Suárez Diaz, 2009, pág. 5)
- **Escarpe secundario.** - Superficie muy inclinada ocasionada por el desplazamiento dentro de la masa que se mueve. Pueden formarse varios escarpes secundarios en un deslizamiento. (Suárez Diaz, 2009, pág. 5)

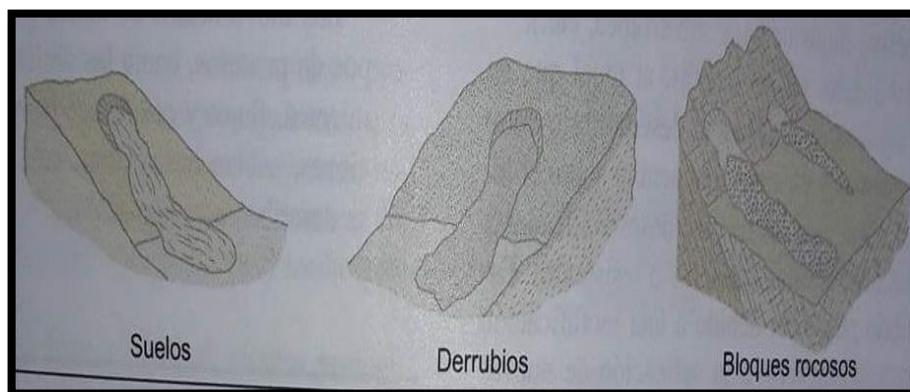
- **Superficie de falla.** - Área por debajo del movimiento. El suelo que se encuentra por encima de la superficie de falla se desplaza mientras que el que se encuentra por debajo de esta no se mueve. En ciertos movimientos no hay superficie de falla. (Suárez Diaz, 2009, pág. 5)
- **Base.** - Se localiza abajo del pie de la superficie de falla cubierto por el material. (Suárez Diaz, 2009, pág. 5)
- **Cuerpo principal del deslizamiento.** - Se encuentra por encima de la superficie de falla el material desplazado. Se pueden manifestar varios cuerpos en movimiento. (Suárez Diaz, 2009, pág. 5)

2. Flujos

Son deslizamientos que alcanzan grandes velocidades, las masas se comportan como un fluido, siendo este diferente al de los fluidos convencionales como el agua, el comportamiento de los flujos recorre grandes distancias, cubriendo áreas grandes para finalmente sedimentarse, lo cual es parte del mecanismo del flujo. (Suárez Diaz, 2009, pág. 626)

Los flujos son movimientos que engloban bloques, fragmentos rocosos y tienen lugar en laderas que no existe cobertura vegetal cubiertas por materiales sueltos o no consolidados, los eventos sísmicos pueden ocasionar un desprendimiento de bloques de roca que podrían terminar en flujos. (Vallejo, Ferrer, Ortuño, & Oteo, 2010, pág. 627)

Figura N° 5: Flujos



Fuente: (Vallejo, Ferrer, Ortuño, & Oteo, 2010)

Existen varios tipos de flujos de acuerdo al material deslizado:

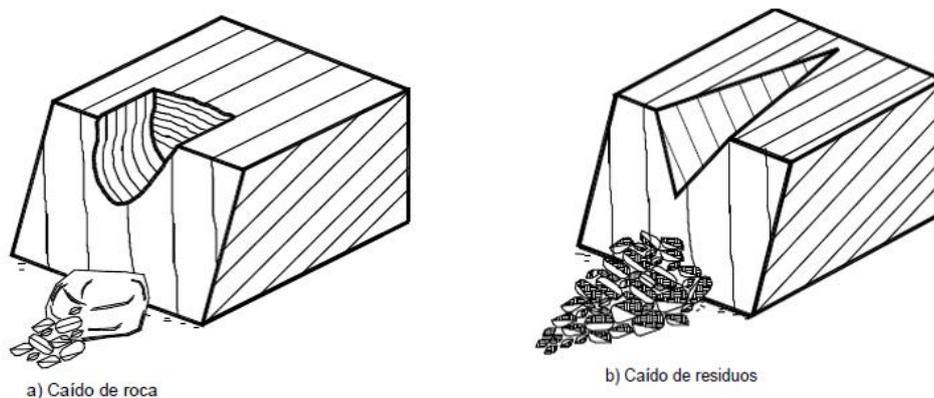
- a. **Corriente de derrubios.** - Se dan por las intensas lluvias originando fuerte corrientes de flujos de materiales fangosos.
- b. **Colada fangosa.** - Se origina por la unión del agua con las arcillas o limos.
- c. **Reptación.**- Es la deformación que soporta la masa de suelo debido a los movimientos lentos que se desplazan en una superficie de falla definida y se detecta por la inclinación de los árboles, aparición de grietas se desarrollan en pendientes leves. (Suárez Diaz, 2009, pág. 12)

3. Desprendimientos

Son caídas libres de masas rocosas o bloques muy rápidos, son frecuentes en paredes rocosas, en acantilados y en laderas de zonas montañosas escarpadas, siendo las roturas en forma de cuña y en bloques formados por discontinuidades. (Vallejo, Ferrer, Ortuño, & Oteo, 2010, pág. 627)

Generalmente es el desprendimiento y caída de materiales del talud muy rápidas de masas rocosas o bloques, tierras o derrubios, son frecuentes en laderas muy escarpadas. (Gómez & Azcárate, 2017)

Figura N° 6: Esquema de caídos de roca y residuos.



Fuente: (Suárez Diaz, 2009)

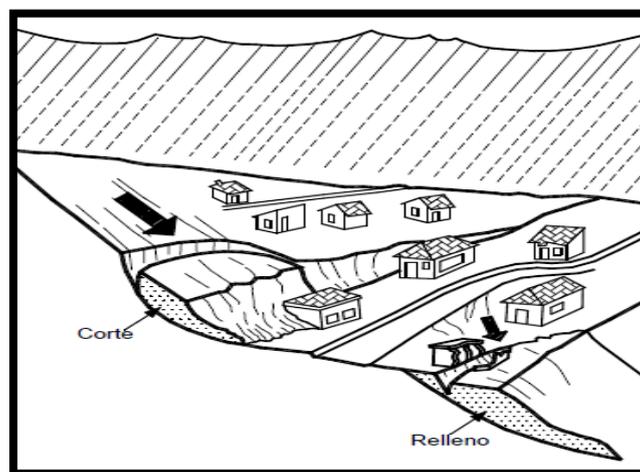
4. Avalanchas

Son el resultado de desprendimientos o deslizamientos de gran magnitud que, por la falta de cohesión y estructura de los materiales y por lo elevado de la pendiente, descienden ladera abajo a gran velocidad en zonas abruptas, pudiendo superar los 100 km/hora. (Vallejo, Ferrer, Ortuño, & Oteo, 2010, pág. 629)

Los procesos de urbanización

El desarrollo urbano rápido y desordenado aumenta la amenaza a los deslizamientos, los procesos de urbanización aumenta la inestabilidad de las laderas ya que producen cortes y terraplenes para el aplanamiento de las laderas para las obras de infraestructura, construcción de viviendas y carreteras, al realizar los cortes estos se transforman en unas grietas de tensión que sirven como cause para que se infiltre el agua. (Suárez Diaz, 2009, pág. 315)

Figura N° 7: Deslizamientos y erosión producidos por corte y relleno en la construcción de una vía o la explanación para una urbanización.



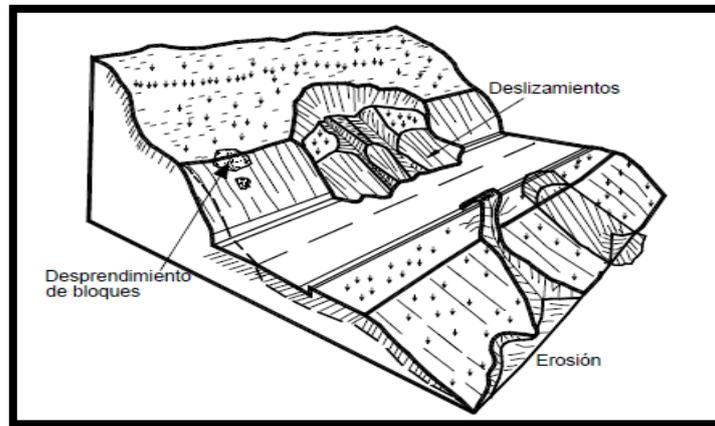
Fuente: (Suárez Diaz, 2009)

Efectos que contribuyen a la inestabilidad

- La falta de sumideros de agua, las fugas o rotura de redes de agua de alcantarillado y acueducto.

- La frecuente lluvia torrencial y precipitaciones que van infiltrando al suelo y esto producen desestabilizaciones de las pendientes produciendo deslizamientos.
- La deforestación que se produce cuando se elimina la parte vegetal del terreno y deja expuesto al impacto de las aguas lluvias y esto da a que se produzca la erosión.
- Las modificaciones topográficas con cortes del talud, las excavaciones produciendo desestabilización del talud y cambios topográficos.

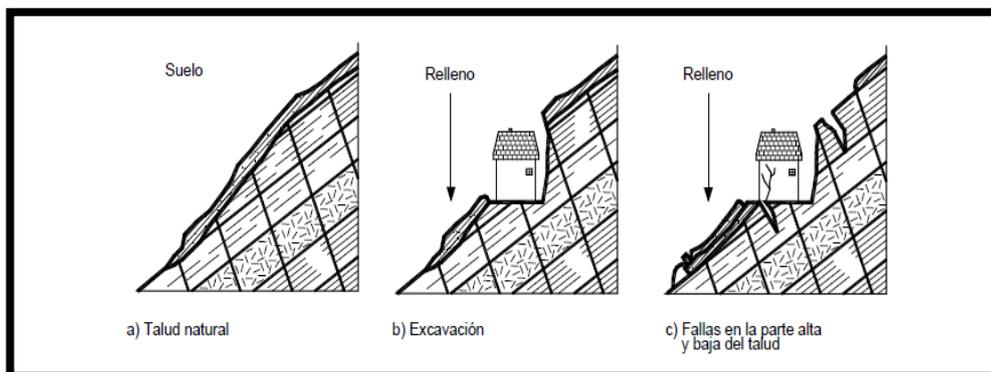
Figura N° 8: Efectos de la modificación de la topografía.



Fuente: (Suárez Diaz, 2009)

Los asentamientos humanos desordenados en áreas urbanas son una de las causas principales para que se produzcan deslizamientos.

Figura N° 9: Deslizamiento por infiltración de agua causada por el hombre.



Fuente: (Suárez Diaz, 2009)

Causas de los movimientos de masa

Existen factores que actúan en los movimientos en masa, que pueden modificar las fuerzas internas y externas que intervienen sobre el terreno, los factores interactúan entre ellos ocasionando un comportamiento que afectan la estabilidad de los taludes, los que dependen de la propia naturaleza, forma del terreno y estructura denominados factores condicionantes o pasivos, los factores detonantes o activos considerados como factores externos, provocan la inestabilidad del talud. (Castillo, Sotela, & Roman, 2011, pág. 146)

Susceptibilidad

Es la posibilidad de que una zona quede afectada por un proceso determinado, expresado en diversos grados relativos y cualitativos, depende de los factores que condicionan o controlan la ocurrencia de los procesos, que pueden ser externos o intrínsecos a los propios materiales geológicos. (Vallejo, Ferrer, Ortuño, & Oteo, 2010, pág. 617)

La susceptibilidad es una propiedad del terreno que expresa la factibilidad del suelo sobre un espacio geográfico, dentro de nuestro análisis la susceptibilidad frente a los movimientos en masa puede definirse como la propensión de una zona que puede verse afectada por este tipo de movimientos en el futuro. (De Matties, A., 2003)

Determinación de susceptibilidad

Existen diferentes tipos de metodologías para la determinación de la amenaza de movimientos en masa mencionando los siguientes:

a. El método Mora Vahrson

La metodología Mora Vahrson es una de las más utilizadas a nivel mundial, elaborado en Costa Rica por Sergio Mora y Wilhelm-Guenther Vahrson su principal objetivo predecir la amenaza por fenómeno de remoción en masa, a través de los factores concionantes y detonantes.

Esta metodología se aplica mediante la combinación de parámetros, agrupadas entre dos grandes categorías: factores condicionantes o factores pasivos, factores detonantes, activos o de disparo, permite obtener una zonificación de áreas susceptibles a movimientos en masa mediante la combinación de estos factores, los cuales establecen índices de influencia para cada área, que pueden ser aplicados mediante un Sistema de Información Geográfica (SIG).

b. Metodología para evaluación de la amenaza de movimientos en masa

Desarrollado por las instituciones CLIRSEN, SENPLADES, MAGAP, INIGEMM (2012) basada en el método Mora Vahrson, considera los factores condicionantes y detonantes para su respectivo análisis, representado en la fórmula N° 1:

$$\mathbf{H = S * FD \text{ (Fórmula N° 1)}}$$

$\mathbf{S = (\Sigma \text{ Geológico + Geomorfología + Pendiente + Geotecnia + uso de Suelos y Cobertura Vegetal}) / \text{número de factores}}$

$\mathbf{FD = (\Sigma \text{ Intensidad sísmica * Precipitación})}$

Dónde:

- **H:** Grado de amenaza de deslizamiento
- **S:** Grado de susceptibilidad
- **FD:** Factores detonantes

De esta manera se obtiene que el nivel o grado de susceptibilidad a deslizamientos es cuando los factores condicionantes alcanzan cierto grado de susceptibilidad y de la acción de los componentes de disparo. **(Fórmula N° 1)**

Para el presente proyecto investigativo se basó en las adaptaciones de la metodología para evaluación de la amenaza de movimientos en masa desarrollado por las instituciones CLIRSEN, SENPLADES, MAGAP, INIGEMM (2012) basada en el método Mora Vahrson, considerando los factores condicionantes y detonantes para su respectivo análisis y las adaptaciones realizadas para el presente estudio.

1. Factores condicionantes

Los factores condicionantes o factores pasivos están constituidos por las propiedades intrínsecas del propio terreno como la estratigrafía, litología, grado de meteorización, resistencia al corte y las características geométricas y morfológicas como la pendiente y topografía. (Castillo, Sotela, & Roman, 2011, pág. 146).

Los factores condicionantes considerados en el área de estudio son: geológico, geomorfológico, pendiente, geotécnico, cobertura vegetal y uso de suelo.

El factor geológico-litológico, geomorfológico, pendiente, geotécnico se basará mediante la información de la memoria técnica del mapa de microzonificación sísmica de la zona urbana del cantón Guaranda elaborado por el GAD-Guaranda en el año 2011 y el factor de cobertura vegetal y uso de suelo se obtendrá mediante el reconocimiento de terreno y revisión de información.

a. Factor geológico-litológico

El material que forma un talud está relacionada con el tipo de inestabilidad que este puede ocasionar, presentando distintos grado de susceptibilidad y diferentes litologías ante la ocurrencia de roturas o deslizamientos, las propiedades resistentes y físicas de cada tipo de material, conjuntamente con la presencia de agua, gobiernan su estabilidad. (Vallejo, Ferrer, Ortuño, & Oteo, 2010)

Así también este factor litológico posee inestabilidad en donde varios bloques de suelo o roca se desprenden de una ladera, la litología es un factor generante de la amenaza ya que abarca depósitos superficiales. (Civil, 2011, pág. 22)

b. Factor geomorfológico

Para analizar el comportamiento de un talud, es importante determinar la geomorfología, sus procesos actuales y pasados sobre los efectos y procesos de inestabilidad.

Estudia los relieves, las formas del terreno y sus procesos formadores. Efecto de las interacciones de procesos tectónicos de volúmenes montañosos y procesos erosivos de destrucción de relieves. Existe una composición de formas de relieve tales como colinas, terrazas, mesetas, escarpes, pendientes pronunciadas, topografía irregular etc. (Vallejo, Ferrer, Ortuño, & Oteo, 2010)

Nos permite describir los diferentes tipos de relieve que se han formado por la acción de distintos procesos exodinámicos. (Civil, 2011)

c. Factor pendiente

Es el grado de inclinación del terreno respecto a la horizontal, en zonas altas o fuertes de pendientes presentan mayor susceptibilidad o inestabilidad a movimientos en masa, la pendiente se expresa en porcentaje. (Civil, 2011)

d. Factor geotécnico

El tipo y calidad de suelo en el estrato superior que influye en la generación de inestabilidad o estabilidad del terreno. (De Matties, A., 2003)

e. Factor cobertura vegetal y uso de suelo

En la mayoría de los taludes, la vegetación protege contra la erosión controlando los procesos de evapotranspiración y de infiltración de agua, debido a que la actividad humana induce cambios en el medio ambiente especialmente de un talud, las prácticas de agricultura, el uso de la tierra, la construcción de carreteras entre otras, tienen una gran influencia sobre la activación de los deslizamientos. (Suárez Diaz, 2009)

Es un factor muy importante ya que es una capa que cubre la superficie terrestre mientras se conserven los suelos habrá una mayor estabilidad y si existe una baja cobertura vegetal habrá una inestabilidad del suelo dejándolo expuesto a la filtración del agua. (Vallejo, Ferrer, Ortuño, & Oteo, 2010)

Los valores de los pesos de ponderación e indicadores de cada factor condicionante están presentados en la **Tabla N° 2**.

2. Factores detonantes

Los factores detonantes o activos, son las precipitaciones que provocan erosión y afectan el nivel freático tanto intenso como prolongado, la actividad antrópica como la sobrecarga de edificaciones, construcción de carreteras, filtraciones en áreas urbanas y rellenos de laderas, así también los movimientos sísmicos y el vulcanismo. (Castillo, Sotela, & Roman, 2011, pág. 146)

Los factores detonantes considerados en el área de estudio son: el factor sísmico y precipitación.

a. Factor sísmico

Los sismos se producen por varios factores ya sean por fallas, terrazas y movimientos de la placas tectónicas, los movimientos sísmicos pueden activar los deslizamientos. (Suárez Diaz, 2009)

El factor sísmico del área de la colina San Jacinto de la ciudad de Guaranda, se basará según la información de la Norma Ecuatoriana de Construcción-(NEC) 2015, la ciudad de Guaranda está ubicada en la zona IV, considerada zona de muy alta de intensidad sísmica.

b. Factor precipitación

Es un factor determinante en la estabilidad de taludes, la ausencia o presencia de agua determinan las condiciones para los procesos de meteorización, química y física, la precipitación reactiva los movimientos de masa ya que existen una serie de factores que promueven a que exista la precipitación mediante a que la humedad relativa de los ríos, mares y lagos se evapora y se eleva a la atmósfera en donde al enfriarse se forma la lluvia, nieve y granizo. (Suárez Diaz, 2009)

El factor de precipitación del área de la colina San Jacinto de la ciudad de Guaranda, se basó en la información de los datos de las precipitaciones mensuales de la serie de 1948 y 2006 registradas por el (INAMHI, 2014) en la Estación Meteorológica San Simón M030.

Los valores de los pesos de ponderación e indicadores de cada factor detonante están presentados en la **Tabla N° 2**.

3. Índice ponderado de la amenaza de movimiento en masa

Se determinaron los factores condicionantes y detonantes con sus respectivos valores que son 1 (Bajo), 5 (Medio) y 10 (Alto) y pesos ponderados de 1 a 10 para cada factor que se ajustan a un valor total 10. (Tabla N° 2)

Para determinar el índice ponderado de la amenaza de movimiento en masa se multiplica el valor del indicador (VI) por el peso ponderado (PP) resultando el valor máximo (VMáx) Fórmula N° 2.

$$VMáx. = VI \times PP \text{ (Fórmula N° 2)}$$

El valor máximo su sumatoria será categorizado según el nivel de amenaza de movimientos en masa en base al puntaje (rango) de puntuación. (Tabla N° 1).

Tabla N° 1: Nivel de amenaza de movimientos en masa

Nivel de amenaza	Puntaje (Rango)
Bajo	0 a 33 puntos
Medio	34 a 66 puntos
Alto	Más de 67 puntos

Fuente: (SNGR & PNUD, 2012)

Elaborado por: Fierro Mariela; Pilamunga Jessenia, 2017.

Tabla N° 2: Factores, variables e indicadores de susceptibilidad de la amenaza de movimiento en masa

Factores	Variable	Indicadores	Valor Ind.	Peso Pond.	Valor Máx.
Condicionantes o susceptibles	Geológico-Litológico	Afloramiento rocoso, formación Volcánicos Guaranda, edad Cuaternario, la mayoría de estos suelos se desarrollan en zonas de morfología irregular, está formado por rocas volcánicas básicas a intermedias y son impermeables y duras.	1	2	20
		Tobas andesitas, Formación Volcánicos Guaranda, edad Cuaternario, posee la formación de material piroclásticos, estas son de pómez, lapilli y tobas finas.	5		
		Areno limo arcillosos, formación Depósitos superficiales, edad Cuaternario, a medida que aumente la pendiente, los suelos aflorantes son de tipo cangahua de composición intermedia, marrón amarillenta.	5		
		Tobas, andesitas deslizadas, formación Depósitos superficiales, edad Cuaternario, partes bajas de las quebradas se observan rocas andesitas fuertemente diaclasadas.	10		
		Depósito aluvial, formación Depósitos superficiales, edad Cuaternario.	10		
	Geomorfológico	Colinas medianas, Vertientes cóncavas, Zonas deprimidas: Normalmente están formados por materiales más resistentes a la erosión, cuya formación es semiplano.	1	1	10
		Vertientes convexas, Vertientes irregulares: Se refiere a una elevación del terreno, en Guaranda estas geofomas están en el rango de pendiente > a 25%.	5		
		Relieve escarpado, Talud de derrubios: Se refiere a la acumulación de materiales desprendidos en una inclinación superior a los 45.	10		
	Pendiente	0-5: Relieve plano, sin influencia de susceptibilidad a movimientos en masa.	1	1	10
		6-12: Pendiente muy baja, peligro de erosión.	1		
		13-25: Pendiente baja, influencia baja de susceptibilidad a movimientos en masa.	1		
		26-40: Pendiente moderada, influencia media de susceptibilidad a movimientos en masa.	5		
		41-70: Pendiente fuerte, influencia alta de susceptibilidad a movimientos en masa.	10		
		>71: Pendiente muy fuerte, influencia muy alta susceptibilidad a movimientos en masa.	10		
		Tipo SG1: Suelos limos inorgánicos con alta plasticidad derivadas de cenizas volcánicas tipo cangahua (tobas), cohesión entre 0.5 a 1 kg/cm ²	1		

	Geotécnico	Tipo SG2: Suelos limos-arcillosos inorgánicos de baja plasticidad, cohesión entre 0.5 a 1 kg/cm ² . Considerados de buena calidad.	1	2	20
		Tipo SG3: Suelos areno-limosos-arcillosos heterogéneos producto de la meteorización leve de las cangahuas, cohesión entre 1 a 2 kg/cm ²	5		
		Tipo SG4: Suelos areno-limosos-arcillosos heterogéneos producto de la meteorización leve de las cangahuas, cohesión > 2 kg/cm ² .	5		
		Tipo SG5: Suelos limos-arcillosos inorgánicos de baja plasticidad, derivado de la meteorización de cenizas volcánicas tipo cangahuas, cohesión 1 a 2 kg/cm ²	5		
		Tipo SG6: Suelos arenas-limosas-arcillosas de baja plasticidad derivadas de cenizas volcánicas tipo cangahua, cohesión 0,03 kg/cm ²	10		
	Cobertura vegetal y uso de suelo	Bp/Cm: Bosque Plantado, cultivos de maíz	1	2	20
		Bp/Pc: Bosque plantado, pasto cultivado	1		
		Cm/: Cultivos de Maíz.	5		
		Cm/Va: Cultivos de Maíz, vegetación arbusiva	5		
		Pn: Pasto natural	1		
		U: Urbano	1		
		Cm/Pc: Cultivos de maíz, pasto cultivado	10		
	Factores Detonantes	Precipitación	< 200 mm	1	1
201-300 mm			5		
> 301 mm			10		
Sismicidad		Zona Sísmica I=0.15g	5	1	10
		Zona Sísmica IV=0.35g	10		
TOTAL				10	100

Fuente: (CLIRSEN, SENPLADES, MAGAP, INIGEMM, 2012), UEB 2013, (GAD Guaranda, 2011), NEC 2015.

Elaborado por: Fierro Mariela; Pilamunga Jessenia, 2017.

2.2.1 Vulnerabilidad y Elementos Expuestos

Vulnerabilidad

La vulnerabilidad es el grado de pérdidas o daños potenciales en un elemento expuesto o grupo de elementos, producto de la ocurrencia de una amenaza determinada de origen natural, socio-natural o antrópica. Así también con las capacidades que cuenta una comunidad después de un desastre para poder recuperarse. (SNGR & PNUD, 2012)

La vulnerabilidad también representa las condiciones que dificultan o imposibilitan la recuperación autónoma posterior, definida como el factor interno de riesgo de un elemento o conjunto de elementos expuestos a una amenaza. Es la susceptibilidad o predisposición física, política, económica, o social que posee una comunidad de ser afectada en caso de que se manifieste una amenaza de origen natural, socio natural y antrópico. (CEPREDENAC-PNUD, 2003)

Son las circunstancias y características de una comunidad, bien o sistema que los hacen susceptibles al impacto dañino de una amenaza. (UNISDR, 2009)

Corresponde a los factores, procesos y condiciones que aumentan la exposición y susceptibilidad de un sistema o comunidad al impacto de las amenazas y los factores que afectan su resiliencia. (SGR, 2015).

Se considera a la vulnerabilidad como factor interno de riesgo, no solamente se refiere a su daño físico o del contexto material de ser afectado, sino también a la poca resiliencia de una comunidad expuesta así también sus fragilidades sociales. La poca organización comunitaria e institucional, la inestabilidad política, debilidad en la preparación antes de una emergencia y falta de ingresos económicos de una comunidad aporta a tener un mayor riesgo. Es así que estas consecuencias no solo están relacionadas con el suceso o impacto, también con las capacidades poblacionales para soportarlo.

Básicamente la vulnerabilidad se refiere al nivel de daño potencial o susceptible de una comunidad (población, bienes, servicios), dependiendo del nivel de amenaza al que están expuestas. (SNGR & PNUD, 2012)

Factores de la vulnerabilidad

Los tipos o factores de vulnerabilidad analizados en el presente proyecto investigativo parten desde una perspectiva multifactorial permitiendo observar la relevancia en la vulnerabilidad física de edificaciones, vulnerabilidad física del sistema de redes vitales (agua potable, alcantarillado) y red vial frente a movimientos en masa, generando el conocimiento de los espacios vulnerables en la colina San Jacinto.

1. Vulnerabilidad física de las edificaciones

Tiene que ver con la ubicación física de los asentamientos, el aprovechamiento del ambiente, la capacidad técnica-material de ocupación y sus recursos. Este factor parte de un estudio detallado de las características de construcción, de las variables específicas de las estructuras y las diferentes debilidades frente a la amenaza de movimientos en masa. (SNGR & PNUD, 2012)

La vulnerabilidad física se da por la ubicación de las personas en zonas de riesgo, provocada por falta de oportunidades o pobreza de las personas, los factores que inciden a que se produzca la vulnerabilidad física son los asentamientos humanos, el diseño y materiales utilizados para la construcción de viviendas.

2. Vulnerabilidad física sistema de redes vitales (agua potable, alcantarillado) y red vial

Las redes vitales son sistemas indispensables para la vida, el sostenimiento y desarrollo de una sociedad. Las redes de alcantarillado, agua potable y vialidad, son infraestructuras esenciales para el desenvolvimiento normal de una población y son primordiales en caso de desastres para garantizar el funcionamiento normal, la pronta recuperación, la atención de emergencias y rehabilitación del territorio. (SNGR & PNUD, 2012)

La cobertura de servicios básicos y de la infraestructura compone el soporte físico del desarrollo territorial, se establecen en instrumentos de fortalecimiento del desarrollo humano. (SNGR & PNUD, 2012)

Determinación de la vulnerabilidad

Para el presente proyecto investigativo se basó en la propuesta metodológica análisis de vulnerabilidad a nivel municipal de la Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR) y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) del año 2012, las variables e indicadores utilizados en cada vulnerabilidad están relacionados con la realidad frente a este tipo de evento, siendo adecuados y mejorados para el área de estudio.

1. Determinación de la vulnerabilidad física de las edificaciones

El crecimiento demográfico no planificado, la ubicación de las edificaciones en laderas y el material de construcción generan vulnerabilidad. Determinar la vulnerabilidad física es de vital importancia, se evalúa a partir del criterio de exposición a la amenaza de movimientos en masa y sus características físicas, basados en la propuesta metodológica de la SNGR-PNUD del año 2012.

Esta metodología emplea un método cuantitativo evaluando la vulnerabilidad física estructural de las edificaciones, con un enfoque basado en la valoración de las variables y parámetros de vulnerabilidad física que identifican las características estructurales principales de una edificación y cómo influyen en la amenaza de movimientos en masa

Para la determinación de la vulnerabilidad física de las edificaciones frente a la amenaza de movimientos en masa, esta metodología considera siete variables; sistema estructural, material de paredes, número de pisos, año de construcción, estado de conservación, características del suelo, topografía del sitio, con sus respectivos indicadores asignados sus valores numéricos de 0, 1, 5 y 10, donde el 0 significa menos vulnerable hasta 10 máxima vulnerabilidad, dependiendo de la característica física de la edificación determinada constituye una debilidad, leve o fuerte frente a la amenaza de movimientos en masa. (**Tabla N° 3**)

Tabla N° 3: Variables e indicadores para la determinación de vulnerabilidad física de las edificaciones frente a la amenaza de movimientos en masa.

TIPO DE VULNERABILIDAD	Variable de Vulnerabilidad	Descripción de la variable y uso de la información	Indicadores considerados	Amenaza de MM
VULNERABILIDAD FÍSICA DE EDIFICACIONES	Sistema estructural	Describe la tipología estructural predominante en la edificación.	Hormigón armado	5
			Estructura metálica	5
			Estructura de madera	10
			Estructura de pared portante	10
			Mixta madera/hormigón	10
			Mixta metálica/hormigón	10
	Tipo de material en paredes	Describe el material predominante utilizado en las paredes divisorias de la edificación.	Pared de ladrillo	5
			Pared de bloque	5
			Pared de piedra	10
			Pared de adobe	10
			Pared de tapial/bahareque/madera	10
	Número de pisos	Se considera el número de pisos como una variable de vulnerabilidad, debido a que su altura incide en su comportamiento.	1 piso	10
			2 pisos	5
			3 pisos	1
			4 pisos	1
5 pisos o más			1	

	Año de construcción	Permite tener una idea de la posible aplicación de criterios de diseño de defensa contra la amenaza	Antes de 1980	10
			Entre 1981 y 1992	5
			Entre 1993 y 2005	1
			Entre 2006 y 2017	0
	Estado de conservación	El grado de deterioro influye en la vulnerabilidad de la edificación	Bueno	0
			Aceptable	1
			Regular	5
			Malo	10
	Características del suelo bajo la edificación	El tipo de terreno influye en las características de vulnerabilidad física	Firme, seco	0
			Inundable	10
			Ciénaga	10
			Húmedo, blando, relleno	5
	Topografía del sitio	La topografía del sitio de construcción de la edificación indica posibles debilidades frente a la amenaza	A nivel, terreno plano	1
			Bajo nivel calzada	10
			Sobre nivel calzada	1
			Escarpe positivo o negativo	10

Fuente: Adaptado de (SNGR & PNUD, 2012)

Elaborado por: Fierro Mariela; Pilamunga Jessenia, 2017.

Índices de vulnerabilidad para amenaza de movimientos en masa

En esta metodología existe el valor del indicador con su peso ponderado de 0,8, 2 y 4 para cada factor que se ajustan a un valor total de 10, su valor máximo de 8, 20 y 40 para cada factor que se ajustan a un valor total de 100. (Tabla N° 4)

Tabla N° 4: Índice de vulnerabilidad para amenaza de movimientos en masa

Variable	Valor del indicador	Peso Pond.	Valor Máx.
Sistema estructural	0,1,5,10	0.8	8
Material en paredes	0,1,5,10	0.8	8
Número de pisos	0,1,5,10	0.8	8
Año de construcción	0,1,5,10	0.8	8
Estado de conservación	0,1,5,10	0.8	8
Características del suelo	0,1,5,10	2	20
Topografía del sitio	0,1,5,10	4	40
Total		10.0	100

Fuente: Adaptado de (SNGR & PNUD, 2012)

Elaborado por: Fierro Mariela; Pilamunga Jessenia, 2017.

El valor máximo de cada variable se obtiene mediante el valor del indicador por el peso ponderado. (Fórmula N° 3). Los indicadores y variables utilizados provienen de la observación directa en campo (Anexo N° 3). Los valores de la vulnerabilidad física identificados en el área de estudio serán interpretados en mapas, las edificaciones que presenten buenas condiciones físicas tendrán mejor predisposición para enfrentar una posible amenaza de movimientos en masa.

$$VM_{\text{máx.}} = VI \times PP \text{ (Fórmula N° 3).}$$

2. Determinación de la vulnerabilidad física del sistema de redes vitales (agua potable, alcantarillado)

La población depende del comportamiento de estos sistemas de redes vitales, durante su funcionamiento normal, así como también en situaciones de emergencia, se considera necesario determinar la vulnerabilidad física del agua potable y alcantarillado basados en la metodología (SNGR & PNUD, 2012).

Resulta de vital importancia analizar los elementos físicos de las redes con su nivel de exposición a amenazas de origen natural. Para la determinación de la vulnerabilidad física del sistema de redes vitales (agua potable, alcantarillado), esta metodología utiliza criterios sugeridos por la OPS (2000), los cuales consideran las variables de exposición frente a amenazas determinadas según sus variables intrínsecas de su infraestructura. (**Tabla N° 5**).

El análisis de la vulnerabilidad física del sistema de redes vitales (agua potable, alcantarillado) se basó en la entrevista generada a un técnico del EMAPA-G mediante la ficha técnica. (**Anexo N° 4**)

Tabla N° 5: Caracterización de indicadores de redes vitales

Estado actual	Permite determinar el funcionamiento real, podría ampliar o disminuir los niveles de vulnerabilidad.
Mantenimiento	Corresponde al mantenimiento estructural, determinado el buen funcionamiento o la detección de fallas en el sistema.
Antigüedad	Determina las condiciones intrínsecas de las redes que podrían fallar, relacionadas al material de construcción.
Estándares de diseño	Cuenta con estándares de diseño y normativas específicas.
Material de construcción	La calidad y/o proceso asociados con los materiales de construcción

Fuente: Adaptado de (SNGR & PNUD, 2012)

Elaborado por: Fierro Mariela; Pilamunga Jessenia, 2017.

a. Vulnerabilidad física sistema de agua potable.

Los componentes y elementos evaluados en el presente estudio para la determinación de la vulnerabilidad física del sistema de agua potable de la ciudad de Guaranda y el área de estudio se muestran en la **Tabla N° 6**.

Tabla N° 6: Componentes y elementos evaluados del sistema de agua potable

Captación	Se evaluará los tanques de captación de agua potable
Conducción	Se evaluará desde el sitio de captación las líneas de conducción hasta las plantas de tratamiento.
Tratamiento	Se evaluará los tanques de tratamiento de agua potable
Distribución	Se evaluará los tanques de distribución en la zona de estudio.

Fuente: Adaptado de (SNGR & PNUD, 2012)

Elaborado por: Fierro Mariela; Pilamunga Jessenia, 2017

Tabla N° 7: Variables e indicadores para la determinación de vulnerabilidad física de redes vitales (Agua potable)

Variable	Indicadores	Captación			Conducción			Tratamiento			Distribución		
		Valor Indicad.	Peso Pond.	Valor máximo	Valor Indicad.	Peso Pond.	Valor máximo	Valor Indicad.	Peso Pond.	Valor máximo	Valor Indicad.	Peso Pond.	Valor máximo
Estado actual	Bueno	1	1,0	10	1	1,0	10	1	1,0	10	1	1,0	10
	Regular	5			5			5			5		
	Malo	10			10			10			10		
Antigüedad	0 a 25 años	1	1,5	15	1	1,5	15	1	2,0	20	1	2,0	20
	25 a 50 años	5			5			5			5		
	Mayor a 50 años	10			10			10			10		
Mantenimiento	Planificado	1	2,0	20	1	2,5	25	1	1,0	10	1	1,0	10
	Esporádico	5			5			10			5		
	Ninguna	10			10			10			10		
Material de construcción	PVC	1	2,5	25	5	2,0	20	5	3,0	30	1	3,0	30
	Hormigón	5			5			5			5		
	Asbesto cemento	5			5			5			5		
	Mampostería de piedra y/o de ladrillo	10			10			10			10		
Estándares de diseño y construcción	Antes de IEOS	1	3,0	30	1	3,0	30	1	3,0	30	1	3,0	30
	Entre el IEOS Y la norma local	5			5			5			5		
	Después de la norma local	10			10			10			10		
TOTAL			10	100									

Fuente: Adaptado de (SNGR & PNUD, 2012).

Elaborado por: Fierro Mariela; Pilamunga Jessenia, 2017.

En la tabla N° 7 se presenta la vulnerabilidad física del sistema de agua potable con sus variables e indicadores, a los cuales esta metodología (SNGR-PNUD, 2012) asigna valores de 1 (Bajo), 5 (Medio), 10(Alto), con su respectivo peso ponderado con escala del 1 a 10 para cada factor que se ajustan a un valor total de 10 frente movimientos en masa. El valor máximo de cada variable se obtiene mediante el valor del indicador por el peso ponderado. **(Fórmula N°3).**

b. Vulnerabilidad física sistema de alcantarillado-colector

En la ciudad de Guaranda el sistema de alcantarillado cumple doble función, se evacua las aguas servidas y las pluviales a través del mismo sistema, como consecuencia podría ocurrir el riesgo de colapso del sistema en periodos lluviosos principalmente.

Tabla N° 8: Variables e indicadores para la determinación de vulnerabilidad física del sistema de alcantarillado-colector

FÍSICO ESTRUCTURAL ALCANTARILLADO- COLECTOR	Variable de vulnerabilidad	Indicadores	Amenaza de MM		
			Valor Indicador	Peso Ponderado	Valor máximo
Estado actual	Bueno	1	1,0	10	
	Regular	5			
	Malo	10			
Antigüedad	0 a 25 años	1	2,0	20	
	25 a 50 años	5			
	Mayor a 50 años	10			
Mantenimiento	Planificado	1	1,5	15	
	Esporádico	5			
	Ninguna	10			
Material de construcción	PVC	1	3,0	30	
	Hormigón	1			
	Asbesto cemento	5			
	Mampostería de piedra y/o de ladrillo	10			
Estándares de diseño y construcción	Antes de IEOS	10	2,5	25	
	Entre el IEOS y la norma local	5			
	Luego de la norma local	1			
Total			10	100	

Fuente: Adaptado de (SNGR & PNUD, 2012)

Elaborado por: Fierro Mariela; Pilamunga Jessenia, 2017.

En la tabla N° 8 se presenta la vulnerabilidad física del sistema de alcantarillado-colector, con sus variables e indicadores, a los cuales esta metodología (SNGR-PNUD, 2012) asigna valores de 1 (Bajo), 5 (Medio), 10(Alto), con su peso ponderado con escala del 1 a 10 para cada factor que se ajustan a un valor total de 10, para la amenaza movimientos en masa. El valor máximo de cada variable se obtiene mediante el valor del indicador por el peso ponderado. **(Fórmula N°3)**

c. Vulnerabilidad física sistema de red vial

El sistema vial tiene relación directa con la localización y organización de las diferentes actividades y movilidad de la ciudad, en base a la metodología (SNGR-PNUD, 2012) el cual permite identificar y analizar los elementos viales de la colina San Jacinto. **(Tabla N° 9)**

Tabla N° 9: Identificación de elementos viales en la colina San Jacinto

Componente	Características	Nivel territorial	# de Elementos
Vía estatal, intercantonal e interparroquial	Vías de comunicación nacional, entre ciudades de diferentes provincias, y de comunicación entre cantones de la misma provincia.	Estatal E-491	Vía Guaranda-Chimbo
Avenidas área urbana	Vías principales de comunicación interna de la ciudad.	Urbano	Av. la Prensa
Calles primaria, secundaria área urbana	Calles de comunicación interna de la urbe.	Urbano calles primarias	Espejo Unión provincial Los Lirios 5 de Junio
		Urbano calles Secundarias	Pedro Allán R Luis Chimbo Acacias Guarango Capulí Eucalipto

Fuente: Adaptado de (SNGR & PNUD, 2012)

Elaborado por: Fierro Mariela; Pilamunga Jessenia, 2017.

En la tabla N° 10 se presenta la vulnerabilidad física del sistema vial con sus variables e indicadores, a los cuales esta metodología (SNGR-PNUD, 2012) asigna valores de 1 (Bajo), 5 (Medio), 10(Alto), con su peso ponderado con escala del 1 a 10 para cada factor que se ajustan a un valor total de 10, para la amenaza de movimientos en masa. El valor máximo de cada variable se obtiene mediante el valor del indicador por el peso ponderado. (**Fórmula N° 3**)

Tabla N° 10: Variables e indicadores para la determinación de vulnerabilidad física del sistema vial

Variable de vulnerabilidad	Explicación y uso de la información	Indicador	Valor	Ponderación	V máximo
Estado actual	Determina condiciones actuales de funcionamiento que pueden ampliar las condiciones de vulnerabilidad.	Bueno	1	2,0	20
		Regular	5		
		Malo	10		
Mantenimiento	El mantenimiento de las estructuras, garantiza el buen funcionamiento y la detención de fallas en el sistema	Planificado	1	2,0	20
		Esporádico	5		
		Ninguna	10		
Material de construcción	La calidad y/ proceso asociados con los materiales de construcción	Asfalto, hormigón	1	3,0	30
		Adoquinado	5		
		Lastrado	10		
		Tierra	10		
Estándares de diseño y construcción	Al contar con normatividad, en cuanto a parámetros de diseño, se garantiza obras seguras, durables, de funcionamiento adecuado, sostenibles.	Aplica la normativa MOP 2002	1	3,0	30
		Versión anterior al 2002	5		
		No aplica normativa	10		
TOTAL				10	100

Fuente: Adaptado de (SNGR & PNUD, 2012)

Elaborado por: Fierro Mariela; Pilamunga Jessenia, 2017.

El valor máximo de todas las vulnerabilidades analizadas en este estudio, su sumatoria será categorizado según el nivel de vulnerabilidad en base al puntaje (rango) de puntuación. (**Tabla N° 11**)

Tabla N° 11: Nivel de vulnerabilidad

Nivel de vulnerabilidad	Puntaje (Rango)
Bajo	0 a 33 puntos
Medio	34 a 66 puntos
Alto	Más de 67 puntos

Fuente: (SNGR & PNUD, 2012)

Elaborado por: Fierro Mariela; Pilamunga Jessenia, 2017.

Los indicadores y variables utilizados provienen de la observación directa en campo. Los valores de la vulnerabilidad identificados en el área de estudio serán interpretados en mapas, por ejemplo, si las edificaciones que presenten buenas condiciones físicas es decir menores valores de vulnerabilidad tendrán mejor predisposición para enfrentar una posible amenaza de movimientos en masa.

Elementos expuestos

La exposición es un indicador de la posibilidad de ocurrencia de uno o varios fenómenos, capaces de dañar o afectar a los elementos expuestos, sin embargo, las consecuencias de estos fenómenos están ligadas a su vulnerabilidad y capacidad de responder a la situación. Los elementos expuestos pueden ser personas, propiedades, bienes, infraestructuras, actividades económicas, servicios, etc., que podrían sufrir consecuencias indirectas o directas de un proceso geológico en una zona determinada. (Ercole & Mónica, 2003)

Para este estudio se ha seleccionado a las edificaciones como elementos expuestos a la amenaza de movimientos en masa, debido a que las edificaciones su propósito principal es el uso residencial, así también el funcionamiento de servicios públicos como; unidades educativas, hospitales entre otros y servicios privados; actividades financieras, hoteles entre otros, por lo tanto, constituyen a la población y su infraestructura la dinámica y funcionamiento de un territorio.

Por consiguiente, es necesario la determinación de la exposición (elementos expuestos) de las edificaciones ante la amenaza de movimientos en masa para la determinación de la susceptibilidad a posibles daños y establecer estrategias de mitigación.

Determinación de los elementos expuestos (edificaciones)

Una vez identificada la vulnerabilidad física de las edificaciones presente en el área de estudio se procede a identificar los elementos expuestos al peligro, que inciden directa e indirectamente al peligro de movimientos en masa.

La exposición se evalúa según la localización de los elementos expuestos (edificaciones) en el área de estudio, estableciendo su posible afectación a la amenaza de movimientos en masa. Por ejemplo, una edificación presenta buena estructura (vulnerabilidad baja), pero está ubicada en una ladera propensa a movimientos en masa (amenaza alta) su nivel de exposición será alto.

Determinación de exposición (elementos expuestos) de las edificaciones frente a la amenaza de movimientos en masa

1. Mapa elaborado de la vulnerabilidad física de las edificaciones georreferenciado de la colina San Jacinto incluido base de datos con sus indicadores y valores ponderados.
2. Mapa de la amenaza de movimientos en masa de la colina San Jacinto, elaborado en el presente estudio, incluido base de datos con su índice y nivel de amenaza.
3. Mediante el Sistema de Información Geográfica (SIG), se procede a la intersección entre el mapa de amenaza de movimientos en masa y el mapa de edificaciones, generándose un nuevo mapa con la base de datos de las edificaciones con el nivel e índice de exposición.
4. El índice de exposición de cada una de las edificaciones corresponde a la intersección entre el mapa de amenazas y de edificaciones, es así que si una edificación posee un índice ponderado de 64 de la amenaza, este valor establece el índice de exposición para la edificación.

2.2.3 Marco Legal

Las principales referencias para la gestión del riesgo en el Ecuador considerados para este estudio están presentados en la tabla 12.

Tabla N° 12: Instrumentos jurídicos

Instrumento Jurídico	Enunciados	Artículos	Mandatos
<p>CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR</p>	<p>CAPÍTULO PRIMERO: INCLUSIÓN Y EQUIDAD SECCIÓN 9: LA GESTIÓN DEL RIESGO</p>	<p>389</p>	<p>El Estado protegerá a las colectividades, personas y la naturaleza frente a los desastres de origen natura, socio-natural o antrópico a través de la prevención ante el riesgo, la recuperación, mejoramiento de las condiciones sociales, ambientales y económicas, la mitigación de desastres con el objetivo de minimizar la condición de vulnerabilidad.</p>
		<p>390</p>	<p>El riesgo se gestionará bajo el principio de descentralización subsidiaria, que incluye la responsabilidad directa de las instituciones. Cuando sus capacidades sean insuficientes para la gestión del riesgo, las instancias de mayor ámbito territorial, financiera y mayor capacidad técnica brindarán el apoyo necesario con respeto a su autoridad en el territorio.</p>
<p>El estado obliga a la constitución a hacer cumplir con los mandatos designados para poder prevenir y mitigar el riesgo, el artículo 389 y 390 plasmados en la constitución de la república del Ecuador se considera como la máxima normativa ya que el estado ordena a todas las instituciones a obtener la capacidad adecuada para enfrentar un evento adverso.</p>			

	<p>CAPÍTULO SEGUNDO: BIODIVERSIDAD Y RECURSOS NATURALES</p> <p>SECCIÓN PRIMERA: NATURALEZA Y AMBIENTE</p>	<p>397</p> <p>Numeral</p> <p>5:</p>	<p>Garantizar el derecho colectivo e individual a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado</p> <p>La eficaz aplicación de este numeral fortalecerá las operaciones a ser implementadas en amenazas naturales detectadas, por parte de los organismos territoriales correspondientes que tienen su responsabilidad directa en riesgos y su oportuna atención, mediante un conjunto de pasos a seguir y aplicado a la gestión de riesgos.</p>
<p>El Estado se compromete a establecer un sistema de gestión de riesgos, prevención y desastres naturales, basado en los principios de inmediatez, precaución, eficiencia, solidaridad y responsabilidad y a los diferentes organismos territoriales en caso de ocurrir un evento a implementar operaciones para prevenir y mitigar el riesgo.</p>			
<p>PLAN NACIONAL PARA EL BUEN VIVIR 2013-2017</p>	<p>Objetivo No.3</p> <p>Mejorar la calidad de vida de la población.</p> <p>Políticas No. 3.8 y 3.11</p>		<p>Propiciar adecuadas condiciones para el acceso a un hábitat seguro e incluyente (3.8), y garantizar la protección y preservación integral del patrimonio cultural y natural y de la ciudadanía ante los riesgos y amenazas de origen natural o antrópico (3.11).</p> <p>“Es deber del estado garantizar la calidad de vida de sus habitantes; a vivir en sociedad, en paz y armonía, a desarrollarse en un ambiente natural protegido sin riesgos que afecten del convivir de sus ciudadanos”.</p>
<p>Es deber del estado garantizar la calidad de vida de sus habitantes; a vivir en sociedad, en paz y armonía, a desarrollarse en un ambiente natural protegido sin riesgos que afecten del convivir de sus ciudadanos</p>			

Fuente: (Constitución de la República del Ecuador, 2008); (Plan Nacional del Buen Vivir, 2013).

Elaborado por: Fierro Mariela; Pilamunga Jessenia, 2017.

2.3. Definición de Términos (Glosario)

Amenaza: Factor externo que se da por la posible ocurrencia de un fenómeno en un período determinado de tiempo. (Orlando Chuquisengo Vasquez, 2007)

Deforestación: Se produce por la tala o quema de la parte vegetal del terreno y esto provoca a que exista un desequilibrio en el clima. (Gómez & Azcárate, 2017)

Ensayo Triaxial: Nos sirve para saber los parámetros del suelo y la relación esfuerzo- deformación. (Grohmann, 2012)

Ensayo de Penetración estándar: Sirve para obtener información geotécnica del subsuelo. (Grohmann, 2012)

Erosión de los suelos: Es un proceso natural; se da por la interacción del calor, frío, gases, agua, viento en los suelos y rocas existentes en la corteza terrestre. (EcuRed, 2017)

Evento adverso: Puede ser fenómeno natural o antrópico que se dan por cambios desfavorables. (Flores, 2013)

Evento sísmico: Es un fenómeno natural que se da por el movimiento de las placas en donde existen desplazamientos internos por las vibraciones en la superficie que dependiendo de la intensidad se produce un daño. (Funes, 2004)

Excavaciones superficiales: Son procesos de retiros de tierra que van máximo de 4 a 5 metros para la construcción de viviendas que si no se lo hace con sus debidos estudios podría reactivarse las fallas de dicho sector. (Suárez Diaz, 2009)

Falla: Fractura plana o curva en las capas superiores de la tierra, en donde ocurre un deslizamiento. (Vallejo, Ferrer, Ortuño, & Oteo, 2010)

Fuerza de gravedad: Es la interacción de la masa y aceleración de un planeta sobre los objetos que varían de acuerdo al campo gravitatorio. (Tiberius, 2016)

Gestión del riesgo: Es un proceso de organización, dirección y control que identifica la reducción del riesgo a través de estrategias y políticas. (Orlando Chuquisengo Vasquez, 2007)

Grietas: Son aberturas profundas y alargadas en la superficie terrestres que se producen por la separación de dos materiales. (Flores, 2013)

Hundimientos: Es un desplazamiento vertical de materiales. (Suárez Diaz, 2009)

Lapilli: Son fragmentos piroclásticos que fueron expulsados por un volcán. (Iriondo, Martin H. Iriondo)

Meteorización: Son alteraciones de las rocas por encontrarse en contacto con la atmósfera esto hace que la roca se descomponga en la superficie terrestre. (Iriondo, Martin H. Iriondo)

Precipitación: Se origina por la infiltración del agua ya que mediante la evaporación de los ríos, lagos y mares se elevan a la atmósfera en donde al enfriarse se forma la lluvia. (Vallejo, Ferrer, Ortuño, & Oteo, 2010)

Prevención: Son acciones que se debe tomar para eliminar al riesgo que se toman en cuenta para procesos futuros. (Flores, 2013)

Relieve: Son las elevaciones y depresiones que se originan por los distintos procesos geológicos. (Flores, 2013)

Riesgo: Es el nivel de pérdidas posibles de una comunidad ante la ocurrencia de un evento natural o antrópico en función de la amenaza y la vulnerabilidad. (Julio Diaz Palacios, 2005)

Zonas de riesgo: Son las que se encuentra expuestas a cualquier evento adverso ya sean por fenómenos naturales como antrópicos. (De Matties, A., 2003)

2.4 Sistemas de hipótesis

El nivel de susceptibilidad a movimientos en masa incide en el grado de vulnerabilidad y elementos expuestos en la colina San Jacinto del cantón Guaranda, provincia Bolívar durante el periodo 2017.

2.5. Sistemas de Variables

Variable independiente

Movimientos en masa

Variable dependiente

Vulnerabilidad y elementos expuestos

Operacionalización de variables

Tabla N° 13: Variable Independiente: Movimientos en Masa

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	INDICADORES	ÍTEM-ESCALA	FUENTES Y TÉCNICAS
MOVIMIENTOS DE MASA	Los movimientos de masa también conocidos como movimientos de ladera, son desplazamientos de masa de tierra y rocas, se caracterizan por ser uno de los peligros geológicos más representativos del mundo, se forman por procesos naturales o antrópicos, los cuales dan una serie de factores como	Condicionantes o susceptibles	Geológico-Litológico	Bajo: Afloramiento rocoso Medio: Tobas andesitas Areno limo arcillosos Alto: Depósito aluvial, Tobas, andesitas deslizadas.	Memoria técnica del mapa de microzonificación sísmica de la zona urbana del cantón Guaranda Evaluación de la amenaza de movimientos en masa, desarrollado por CLIRSEN, SENPLADES, MAGAP, INIGEMM (2012) basada en
			Geomorfológico	Bajo: Colinas medianas, Vertientes cóncavas, Zonas deprimidas Medio: Vertientes convexas, Vertientes irregulares Alto: Relieve escarpado, Talud de derrubios	
			Pendiente	Bajo: 0% a 25% Medio: 25% a 40% Alto: >40%	
			Geotécnico	Bajo: Tipo SG1 y Tipo SG2 Medio: Tipo SG3, Tipo SG4 y Tipo SG5	

son los condicionantes que intervienen de manera interna y detonantes que intervienen de manera externa. El estudio de movimientos de masa comúnmente englobado bajo el término de deslizamientos.		Alto: Tipo SG6	el método Mora Vahrson Observación directa Trabajo de campo Recopilación de la información técnica existente Elaboración de mapas	
				Cobertura vegetal y uso de suelo
	Detonantes	Precipitación		< 200 mm
				201-300 mm
				> 301 mm
	Sismicidad	Media : Zona I		
Alta: Zona II, III, IV, V				

Fuente: (CLIRSEN, SENPLADES, MAGAP, INIGEMM, 2012), UEB 2103, NEC 2015.

Elaborado por: Fierro Mariela; Pilamunga Jessenia, 2017.

Tabla N° 14: Variable dependiente: Vulnerabilidad y Elementos expuestos

VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	INDICADORES	ÍTEM-ESCALA	FUENTES Y TÉCNICAS
VULNERABILIDAD	La vulnerabilidad se refiere al nivel de daño potencial o susceptible de una comunidad (población, bienes, servicios), dependiendo del nivel de amenaza al que están expuestas.	Vulnerabilidad física de las edificaciones	Características y localización de las edificaciones.	Sistema estructural, tipo de material en paredes, número de pisos, año de construcción, estado de conservación, características del suelo bajo la edificación, topografía del sitio	Ficha de Campo Observación directa Trabajo de campo Entrevista a técnico/institución EMAPA-G.
		Vulnerabilidad física del sistema de redes vitales(agua potable, alcantarillado) y red vial	Evaluación y características del sistema de redes vitales y red vial.	Estado actual, antigüedad, mantenimiento, material de construcción, estándares de diseño y construcción.	Ficha Técnica
ELEMENTOS EXPUESTOS	Los elementos expuestos son las personas, bienes, etc., que podrían sufrir consecuencias indirectas o directas de un proceso geológico en una zona determinada.	Edificaciones	Identificación de edificaciones expuestas a la amenaza de movimientos en masa	Porcentaje y número de edificaciones expuestas a la amenaza de movimientos en masa	Mapa de la vulnerabilidad física y mapa de la amenaza de movimientos en masa de la colina San Jacinto

Fuente: (SNGR & PNUD, 2012)

Elaborado por: Fierro Mariela; Pilamunga Jessenia, 2017.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Nivel de Investigación

Investigación descriptiva

Porque permitió determinar cuál es la situación del problema, evaluar diversos aspectos, caracterizar el hecho, seleccionando una serie de variables, describiendo situaciones y eventos que se investiga.

Investigación explicativa

Se interpretó una realidad, se demuestra el porqué de los hechos mediante la relación causa-efecto.

3.2 Diseño

Investigación documental

Resultado de suma importancia ya que cuenta con el soporte teórico-científico necesario, mediante la obtención y análisis de datos de diferentes fuentes investigativas.

Investigación de campo

Permitió identificar el problema en la unidad fisiográfica con el objetivo de obtener información real, así también analizar para poder dar posibles soluciones y proponer estrategias de mitigación ante el problema identificado. Es de mucha ayuda esta investigación ya que facilita datos reales a través de la observación dando fiabilidad al proyecto de investigación.

Para esta investigación se utilizó el método analítico, ya que tomamos como objeto principal las edificaciones pertenecientes a la colina San Jacinto, se evaluó la vulnerabilidad a través de siete variables; sistema estructural, material de paredes, número de pisos, año de construcción, estado de conservación, características del suelo, topografía del sitio.

3.3. Población y Muestra

La determinación de la vulnerabilidad, la población constituye el área física de estudio, en un área constituida de 80,97 ha, establecida en 28 manzanas, en la que existe un total de 367 edificaciones con sus características físicas de edificación, cuyo principal objetivo es obtener el grado de vulnerabilidad física de las edificaciones ante la amenaza de movimientos en masa.

La distribución se aplicó en función a las características del estudio, presentados en la tabla N° 15:

Tabla N° 15: Número de edificaciones en la colina San Jacinto

Manzanas	# Edificaciones	Manzanas	# Edificaciones
Manzana 1	6	Manzana 15	63
Manzana 2	35	Manzana 16	10
Manzana 3	1	Manzana 17	5
Manzana 4	1	Manzana 18	7
Manzana 5	4	Manzana 19	5
Manzana 6	25	Manzana 20	0
Manzana 7	16	Manzana 21	14
Manzana 8	45	Manzana 22	6
Manzana 9	23	Manzana 23	2
Manzana 10	24	Manzana 24	11
Manzana 11	1	Manzana 25	6
Manzana 12	2	Manzana 26	16
Manzana 13	33	Manzana 27	1
Manzana 14	3	Manzana 28	2
Total 367 Edificaciones			

Fuente: Ficha de campo, GAD-Guaranda 2017.

Elaborado por: Fierro Mariela; Pilamunga Jessenia, 2017.

3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

3.4.1 Fuente Primaria

- Las técnicas que se utilizaron para la recolección de información fue la **observación directa**, mediante fichas de campo con el propósito de recolectar toda la información necesaria para el cumplimiento de los objetivos planteados, obteniendo datos reales.

- Mediante la metodología para evaluación de la amenaza de movimientos en masa desarrollado por las instituciones como CLIRSEN, SENPLADES, MAGAP e INIGEMM (2012) basada en el método Mora Vahrson, se evaluó los factores condicionantes y detonantes, que permitió identificar las zonas susceptibles a movimientos en masa, mediante la combinación de variables.
- Se evaluó cada una de las edificaciones (georreferenciadas), mediante la ficha de campo para una sistematización y estimación de la vulnerabilidad física frente a movimientos en masa. (**Anexo N° 3**)
- Se obtuvo el índice de vulnerabilidad física del sistema de agua potable y alcantarillado frente a movimientos en masa, mediante la ficha técnica aplicada mediante una entrevista a un técnico del EMAPA-G. (**Anexo 4**)
- La vulnerabilidad física del sistema de red vial frente a movimientos en masa se obtuvo a través de la ficha de campo (**Anexo N° 5**), se evaluó las vías internas y externas pertenecientes a la colina San Jacinto.

3.4.2 Fuente secundaria

Se analizó y utilizó fuentes secundarias, así como documentación y estudios tales como:

- Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Guaranda, elaborado por el GAD-Guaranda en el año 2011.
- Metodologías para el análisis de riesgo (sismo, deslizamientos e inundaciones) de la ciudad de Guaranda del año 2014, elaborado por la UEB.
- Memoria técnica del mapa de microzonificación sísmica de la zona urbana del cantón Guaranda, elaborado por el GAD-Guaranda en el año 2011.
- Plan Regulador y de Ordenamiento Territorial Urbano de la ciudad de Guaranda, elaborado por el GAD-Guaranda en el año 2012.
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI).
- Norma Ecuatoriana de la Construcción-(NEC) 2015.

- Metodología para evaluación de la amenaza de movimientos en masa desarrollada por las instituciones como CLIRSEN, SENPLADES, MAGAP e INIGEMM en el año 2012.
- Análisis de vulnerabilidades a nivel municipal elaborado por la Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR) y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo en Ecuador (PNUD), en el año 2012.

3.5. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos

3.5.1 Procesamiento

Herramientas ofimáticas

Para el procesamiento de la información se utilizó la herramienta Excel con su principal función una hoja de cálculo, se realizó la tabulación que facilitó el análisis de datos, con la utilización de fórmulas estadísticas para cada uno de los parámetros de la vulnerabilidad física de edificaciones, redes vitales y sistema vial, las variables e indicadores utilizados en estas vulnerabilidades están relacionados con la realidad frente a este tipo de evento, los cuales son adecuados y mejorados para el área de estudio basado en la metodología de la SNGR y PNUD del año 2012, que representa el índice de vulnerabilidad alto, medio y bajo.

Modelos cartográficos

Se realizó por medio de mapas, estos valores representados mediante un Sistema de Información Geográfica (SIG), a una escala de 1:10.000 con el Sistema de Coordenadas Universal Transverse Mercator (UTM), la zona de estudios corresponde 17 Sur por su localización en el Hemisferio Sur y el Datum World Geodetic System 84 (WGS 84) lo cual es el sistema de coordenadas geográficas mundiales que nos permite ubicar cualquier punto de la tierra fundamentado en el sistema de posicionamiento mundial GPS.

3.5.2 Análisis de datos

Para la determinación de zonas susceptibles a movimientos en masa del área de estudio, se determinó los factores condicionantes y detonantes con una base de datos con información geográfica representada en el Sistemas de Información Geográfica (SIG), con sus respectivos valores y pesos ponderados, se realizó los mapas temáticos correspondientes y necesarios para el área de estudio mencionando los siguientes:

Factores condicionantes

- Mapa geológico-litológico del área de la colina San Jacinto de la ciudad de Guaranda mediante la información de la memoria técnica del mapa de microzonificación sísmica de la zona urbana del cantón Guaranda-noviembre, 2011, se realizó a escala de impresión 1:10.000.
- Mapa de geomorfología del área de la colina San Jacinto de la ciudad de Guaranda mediante la información de la memoria técnica del mapa de microzonificación sísmica de la zona urbana del cantón Guaranda-noviembre, 2011, el levantamiento geológico de la depresión de Guaranda de Luis Escorza, se realizó a escala de impresión 1:10.000.
- Mapa de pendientes en porcentaje del área de la colina San Jacinto de la ciudad de Guaranda mediante la información de la memoria técnica del mapa de microzonificación sísmica de la zona urbana del cantón Guaranda-noviembre, 2011, se realizó a escala de impresión 1:10.000.
- Mapa geotécnico del área de la colina San Jacinto de la ciudad de Guaranda mediante la información de la memoria técnica del mapa de microzonificación sísmica de la zona urbana del Cantón Guaranda-noviembre, 2011, se realizó a escala de impresión 1:10.000.
- Mapa de uso de suelos y cobertura vegetal del área de la colina San Jacinto de la ciudad de Guaranda, mediante la revisión de información de la UEB del año 2013, se realizó a escala de impresión 1:10.000.

Factores detonantes

- Mapa sísmico del área de la colina San Jacinto de la ciudad de Guaranda, según la información de la Norma Ecuatoriana de la Construcción-(NEC) 2015, se realizó a escala de impresión 1:10.000.
- Mapa de precipitación del área de la colina San Jacinto de la ciudad de Guaranda, se basó en la información de los datos de las precipitaciones mensuales de la serie de 1948 y 2006 registradas por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI-2014) en la Estación Meteorológica San Simón M030, a escala de impresión 1:10.000.

Con la obtención de los mapas de los factores condicionantes y detonantes, se procede a la intersección de estos factores para obtener el mapa de susceptibilidad a movimientos en masa mediante la metodología para evaluación de la amenaza de movimientos en masa desarrollado por las instituciones como SENPLADES, MAGAP e INIGEMM en el año 2012, basada en el método Mora Vahrson y las adaptaciones realizadas para el presente estudio, mediante la fórmula N° 4:

$$H = (\Sigma S + \Sigma FD) \text{ (Fórmula N° 4)}$$

H= (Geológico-litológico+ geomorfología+ pendiente+ geotecnia+ uso de suelos-cobertura vegetal + intensidad sísmica + precipitación)

Dónde:

H: Grado de amenaza de movimientos en masa

ΣS : Sumatoria factores condicionantes

ΣFD : Sumatoria factores detonantes

CAPITULO IV

RESULTADOS O LOGROS ALCANZADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

4.1 Resultados del objetivo 1

Identificar las zonas susceptibles a movimientos en masa, mediante los factores condicionantes y detonantes.

Factores condicionantes

Geológico-litológico

En la tabla 16 y figura 10 se muestra que la mayor parte de los suelos (78, 32ha) del área de la colina San Jacinto corresponden a suelos areno limo arcilloso de formación de depósitos superficiales, a medida que aumenta la pendiente, los suelos aflorantes son de tipo cangahua de composición intermedia, marrón amarillenta, son suelos volcánicos que presentan capas duras, siendo resistentes al corte. Sin embargo, también resultan débiles ya que pueden disgregarse con facilidad al no ser resistentes a la meteorización por agua y perder la cimentación, lo que podría incrementar la susceptibilidad a movimientos en masa. Por lo tanto, el valor del indicador corresponde a 5, (Tabla N° 16)

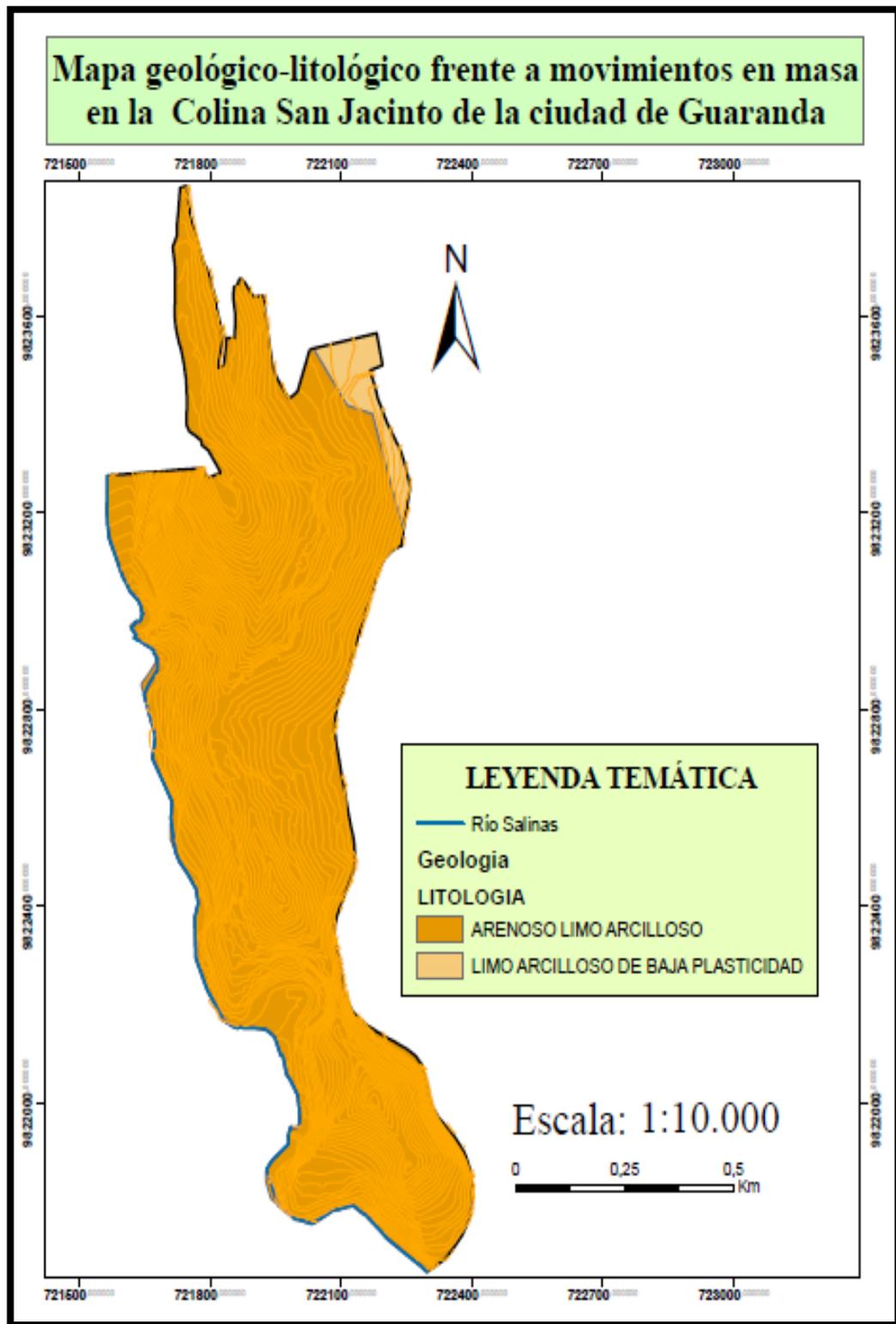
Tabla N° 16: Resultado del factor geológico en el área de la colina San Jacinto.

Factor	Indicador	Área en ha	Valor Ind	Peso Pond	Valor máx.
Geológico-litológico	Areno limo arcilloso	78,32	5	2	10
	Limo arcilloso de baja plasticidad	2,31	5		

Fuente: CLIRSEN, SENPLADES, MAGAP, INIGEMM (2012) basada en el método Mora Vahrson, UEB 2013. (GAD Guaranda, 2011)

Elaborado por: Fierro Mariela; Pilamunga Jessenia, 2017.

Figura N° 10: Mapa geológico-litológico frente a movimientos en masa



Fuente: CLIRSEN, SENPLADES, MAGAP, INIGEMM (2012) basada en el método Mora Vahrson, UEB 2013. (GAD Guaranda, 2011)

Elaborado por: Fierro Mariela; Pilamunga Jessenia, 2017.

Geomorfológico

Este factor nos permite analizar el comportamiento de un talud, es importante determinar la geomorfología, sus procesos actuales y pasados sobre los efectos y procesos de inestabilidad. Nos permite describir los diferentes tipos de relieve que se han formado por la acción de distintos procesos exodinámicos. (Vallejo, Ferrer, Ortuño, & Oteo, 2010)

La ciudad de Guaranda según (Escorza Jaramillo, 1993) menciona que se encuentra localizada en la denominada “Depresión de Guaranda”, formándose del producto de los procesos tectónicos del levamiento de los Andes de la última fase, en la zona de estudio se encuentra la meseta llamada terraza del mercado.

Los resultados de la tabla N° 17 y figura N° 11 muestran que en el área de la colina San Jacinto la mayor parte su geomorfología es relieve escarpado, talud de derrubios con un área de 80,89 hectáreas, que se refiere a la acumulación de materiales desprendidos que presentan una inclinación de pendiente de 45 %.

Por lo tanto, el valor del indicador corresponde a 10, (Tabla N° 17), representando un nivel alto de incidencia para el efecto de susceptibilidad de movimientos en masa, algunas de estas áreas han sido aprovechadas por parte de los habitantes para el desarrollo de la actividad ganadera, agrícola y construcción de sus edificaciones en estos terrenos que aumentan la susceptibilidad a movimientos en masa.

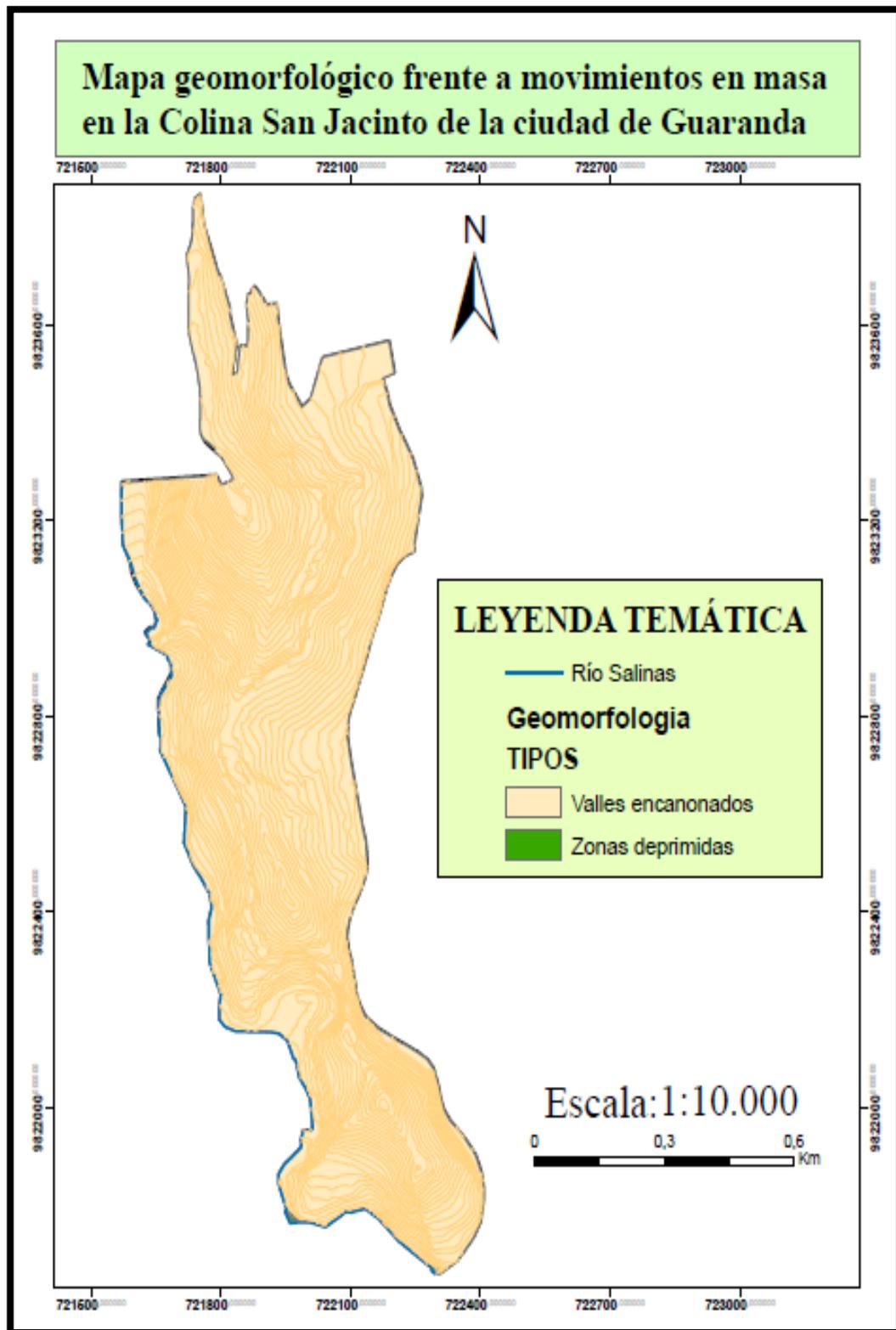
Tabla N° 17: Resultado del factor geomorfológico de la colina San Jacinto.

Factor	Indicador	Área en ha	Valor Ind	Peso Pond	Valor máx.
Geomorfológico	Relieve escarpado, Talud de derrubios	80.89	10	1	10
	Zonas Deprimidas	0,4	1		

Fuente: CLIRSEN, SENPLADES, MAGAP, INIGEMM (2012) basada en el método Mora Vahrson, UEB 2013. (GAD Guaranda, 2011)

Elaborado por: Fierro Mariela; Pilamunga Jessenia, 2017.

Figura N° 11: Mapa geomorfológico frente a movimientos en masa



Fuente: CLIRSEN, SENPLADES, MAGAP, INIGEMM (2012) basada en el método Mora Vahrson, UEB 2013. (GAD Guaranda, 2011)

Elaborado por: Fierro Mariela; Pilamunga Jessenia, 2017.

Pendiente

Es muy importante debido a que es el grado de inclinación del terreno respecto a la horizontal, en zonas altas o fuertes de pendientes presentan mayor susceptibilidad o inestabilidad a movimientos en masa, la pendiente se expresa en porcentaje.

La pendiente nos permite identificar suelos irregulares y accidentados con porcentajes de inclinación considerables del terreno, este factor la presencia de cierta pendiente es necesaria para que ocurran movimientos gravitacionales afectando el desarrollo del perfil, la profundidad del suelo e influyendo en la capacidad de resistencia y cohesión de los mismos. (Civil, 2011)

También es un factor dinámico frente a la presencia de movimientos en masa, ya que determinan la potencia y cantidad de energía de una masa inestable, estableciendo la susceptibilidad a través de intervalos de pendiente, a mayor porcentaje aumenta su fragilidad. (De Matties, A., 2003)

Es así que las pendientes según las instituciones como CLIRSEN, SENPLADES, MAGAP e INIGEMM en el año 2012, se clasifican en seis tipos de porcentajes con sus respectivos valores y pesos ponderados representados en la tabla N° 18 y figura N° 12.

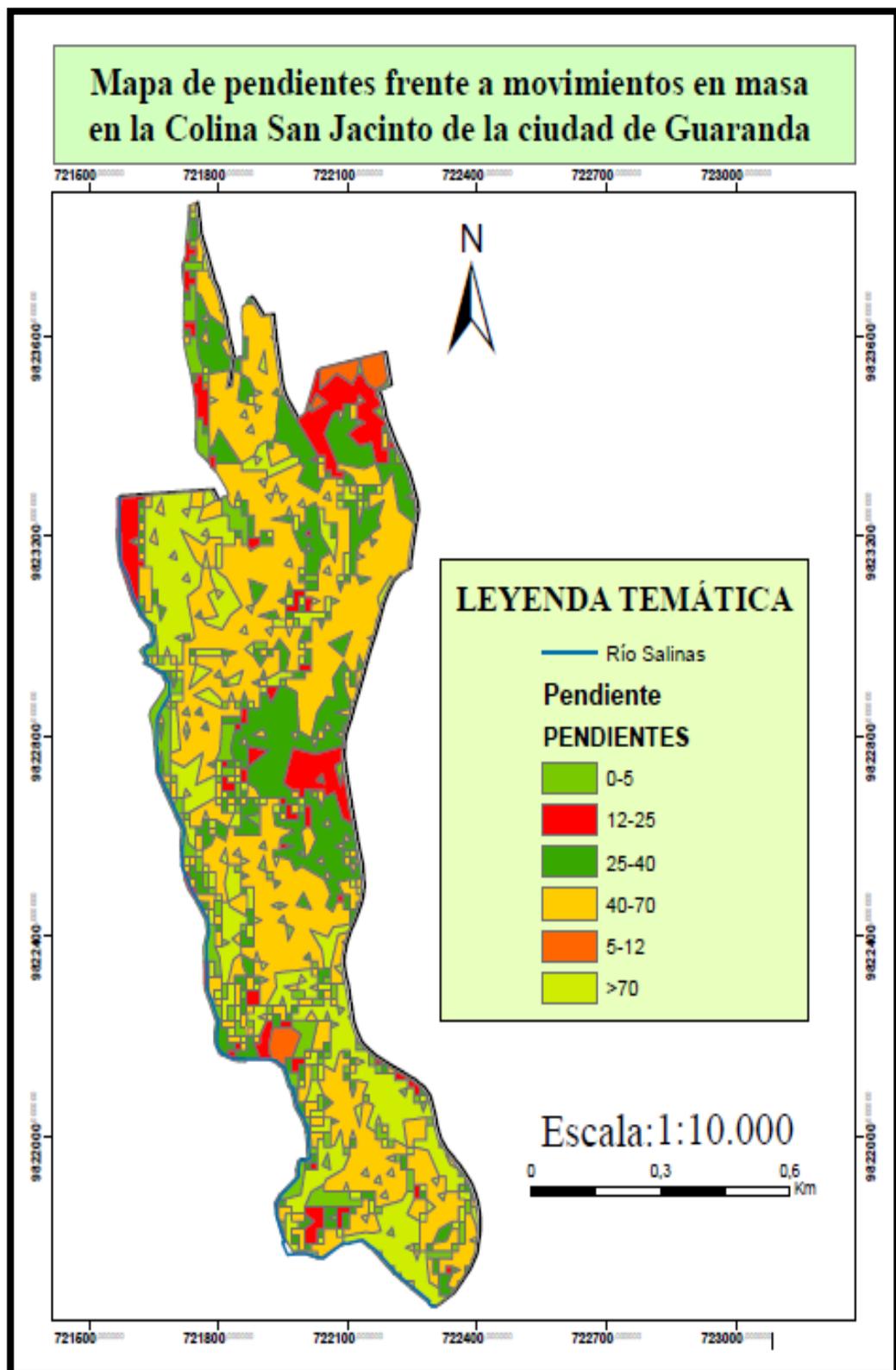
Tabla N° 18: Resultado del factor pendiente en el área de la colina San Jacinto

Factor	Indicador	Valor Ind	Peso Pond	Valor máx.
Pendiente	0-5%	1	1	10
	5-12%	1		
	12-25%	1		
	25-40%	5		
	40-70%	10		
	>70	10		

Fuente: CLIRSEN, SENPLADES, MAGAP, INIGEMM (2012) basada en el método Mora Vahrson, UEB 2013. (GAD Guaranda, 2011)

Elaborado por: Fierro Mariela; Pilamunga Jessenia, 2017.

Figura N° 12: Mapa de pendientes frente a movimientos en masa



Fuente: CLIRSEN, SENPLADES, MAGAP, INIGEMM (2012) basada en el método Mora Vahrson, UEB 2013. (GAD Guaranda, 2011)

Elaborado por: Fierro Mariela; Pilamunga Jessenia, 2017.

Geotécnico

El tipo y calidad de suelo en el estrato superior que influye en la generación de inestabilidad o estabilidad del terreno, la información para el factor geotécnico se basa en la memoria técnica del mapa de microzonificación sísmica de la zona urbana del cantón Guaranda-noviembre 2011, este estudio menciona que se realizó mediante la determinación de la clasificación unificada de suelos-SUC's, ensayos SPT y ensayos triaxiales. (GAD Guaranda, 2011)

Los ensayos triaxiales se menciona que se realizó mediante nueve muestras indisturbadas en Guaranda, a diferentes profundidades del nivel del suelo, el resultado de este ensayo estableció valores de cohesión, humedad, ángulos de fricción y densidad de los diferentes tipos de suelo. (GAD Guaranda, 2011)

El ensayo SUC's (siglas en inglés) según este informe se realizó a través de 36 muestreos en diferentes sitios de la zona urbana teniendo como resultado diferentes tipos de suelo con el análisis de la capacidad de carga, caracterización de la aptitud para la cimentación, riesgo de deslizamiento y asentamiento. Los ensayos SPT se mencionan que se realizó cinco ensayos a diferentes profundidades localizadas en lugares estratégicos. (GAD Guaranda, 2011)

En la tabla N° 19 y figura N°13 se exponen los resultados geotécnicos presentes en la colina San Jacinto que indican que la mayor parte de los suelos corresponden al tipo SG1 considerados como suelos de buena calidad y los de tipo SG4 y SG5 representan un nivel medio a la amenaza de movimientos en masa, por consiguiente, se asignó los valores y pesos ponderados.

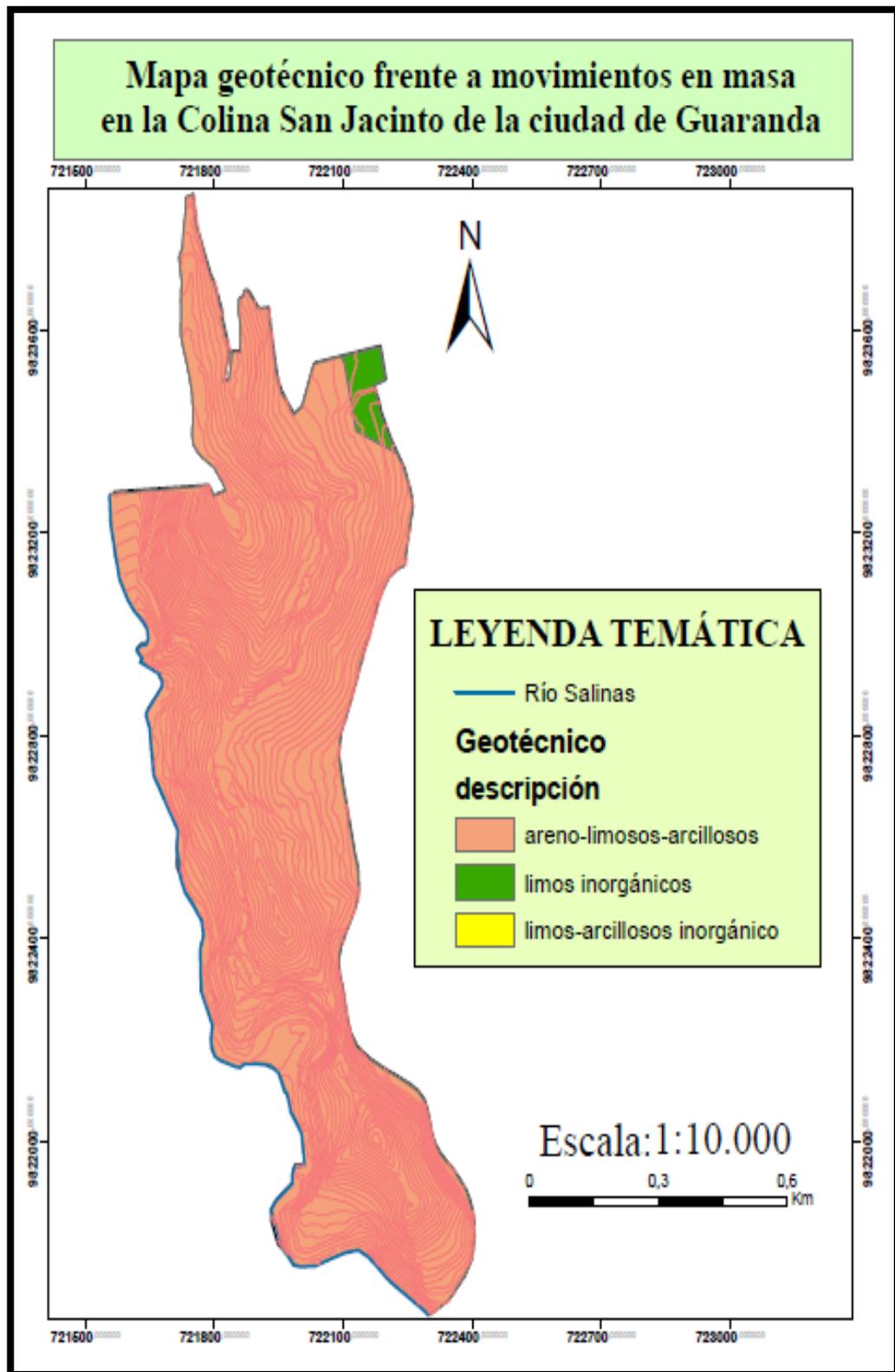
Tabla N° 19: Resultado del factor geotécnico en el área de la colina San Jacinto.

Factor	Indicador	Área en ha	Valor Ind	Peso Pond	Valor máx.
Geotécnico	Tipo SG1	81,15	1	2	10
	Tipo SG4	79,83	5		
	Tipo SG5	1,32	5		

Fuente: (GAD Guaranda, 2011)

Elaborado por: Fierro Mariela; Pilamunga Jessenia, 2017.

Figura N° 13: Mapa geotécnico frente a movimientos en masa



Fuente: (GAD Guaranda, 2011)

Elaborado por: Fierro Mariela; Pilamunga Jessenia, 2017.

Cobertura vegetal y uso de suelo

Es un factor muy importante ya que es una capa que cubre la superficie terrestre mientras se conserven los suelos habrá una mayor estabilidad y si existe una baja cobertura vegetal habrá una inestabilidad del suelo dejándolo expuesto a la filtración del agua. Describe la densidad vegetal, el tipo y uso de suelo representándose significativos en la ocurrencia de movimientos en masa, ya que podrían brindar estabilidad en el terreno debido a que los arbustos, árboles y otros tipos de vegetación protegen la erosión ocasionado por las lluvias. (Vallejo, Ferrer, Ortuño, & Oteo, 2010)

En la mayoría de los taludes, la vegetación protege contra la erosión controlando los procesos de evapotranspiración y de la infiltración de agua, debido a que la actividad humana induce cambios en el medio ambiente especialmente de un talud, las prácticas de agricultura, el uso de la tierra, la construcción de carreteras entre otras, tienen una gran influencia sobre la activación de los deslizamientos. (Suárez Diaz, 2009).

Los cultivos de ciclo corto, asentamientos humanos en zonas de alta pendiente y zonas erosionadas (sin cobertura vegetal) aumentan el índice de susceptibilidad a movimientos en masa. La cobertura vegetal y uso de suelo presente en el área de la colina San Jacinto está representado en la mayoría por cultivos de maíz (76,40 ha), considerándose estas zonas con influencia alta en la susceptibilidad a movimientos en masa, estos valores descritos en la tabla N° 20 y representado en la figura N° 14.

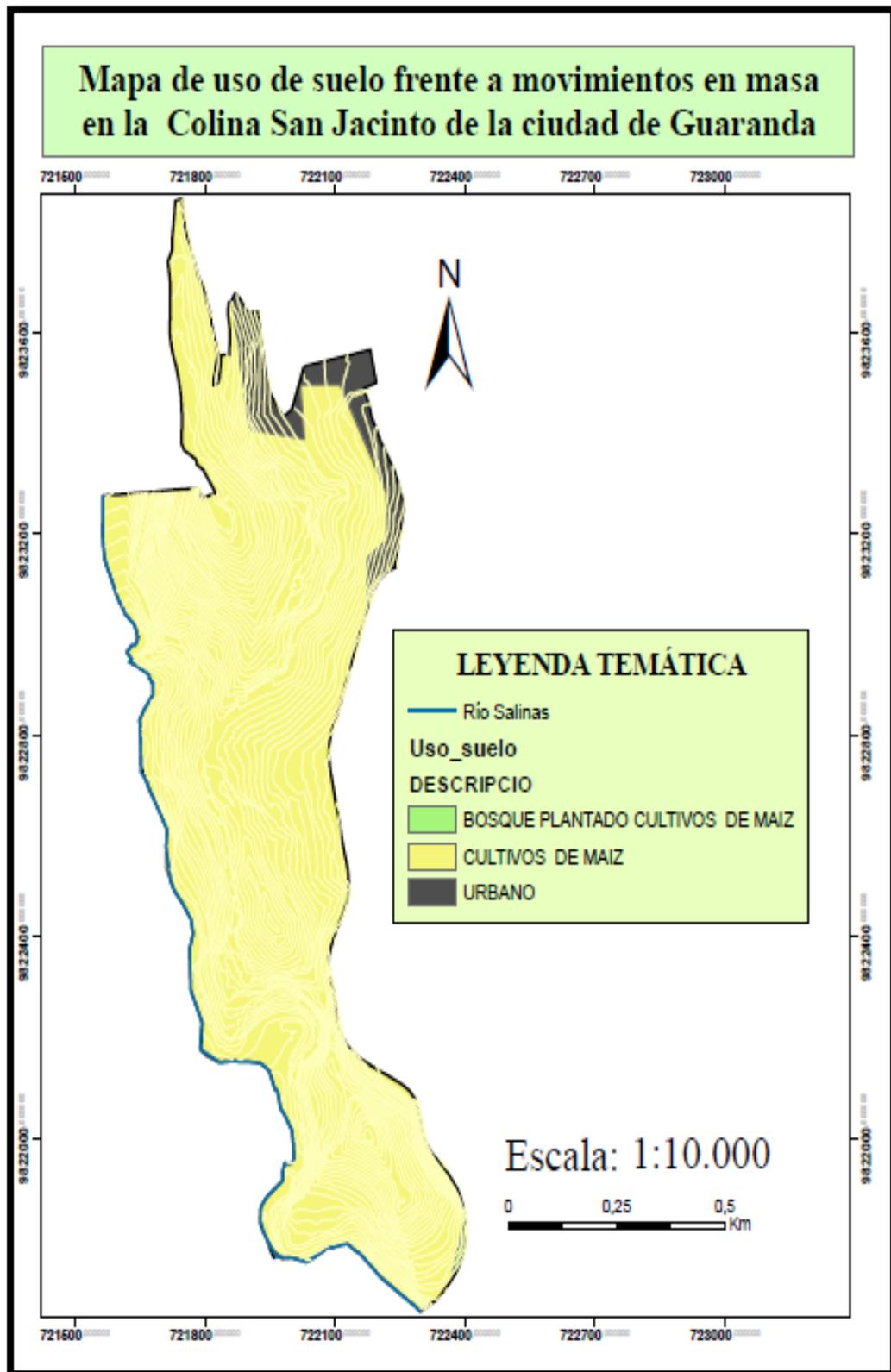
Tabla N° 20: Resultado del factor uso de suelo en el área de la colina San Jacinto.

Factor	Indicador	Área en ha	Valor Ind	Peso Pond	Valor máx.
Cobertura vegetal y uso de suelo	Cm: Cultivos de Maíz.	76,40	10	2	20
	U: Urbano	6,09	1		
	Bp/Cm: Bosque Plantado, cultivos de maíz	0,1	5		

Fuente: UEB 2013.

Elaborado por: Fierro Mariela; Pilamunga Jessenia, 2017.

Figura N° 14: Mapa de uso de suelo frente a movimientos en masa



Fuente: UEB 2013.

Elaborado por: Fierro Mariela; Pilamunga Jessenia, 2017.

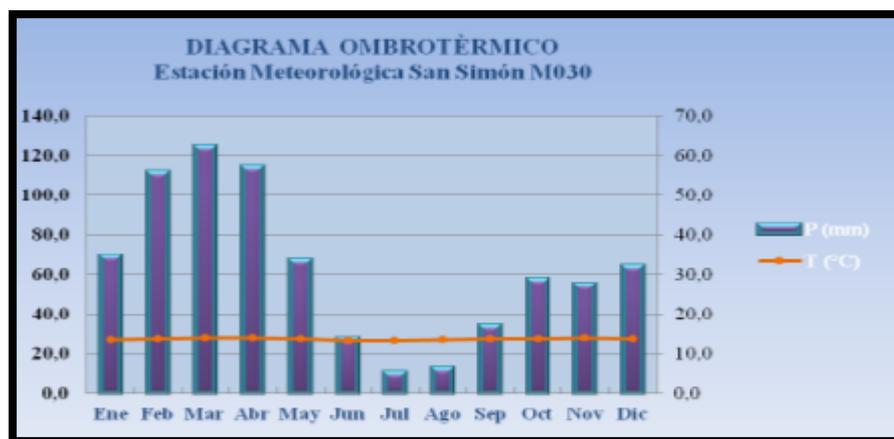
Factores detonantes

Precipitación

Es un factor determinante en la estabilidad de taludes, la ausencia o presencia de agua determinan las condiciones para los procesos de meteorización, química y física, la precipitación reactiva los movimientos de masa ya que existen una serie de factores que promueven a que exista la precipitación mediante a que la humedad relativa de los ríos, mares y lagos se evapora y se eleva a la atmósfera en donde al enfriarse se forma la lluvia, nieve y granizo. (Suárez Diaz, 2009)

En este factor se basó en la información de los datos de las precipitaciones mensuales de la serie de 1948 y 2006 registradas por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI, 2014) en la Estación Meteorológica San Simón M030 representando 750-1000mm. (Figura N° 15, Tabla N° 21)

Figura N° 15: Diagrama Ombrotérmico



Fuente: Estación Meteorológica San Simón M030, 2014

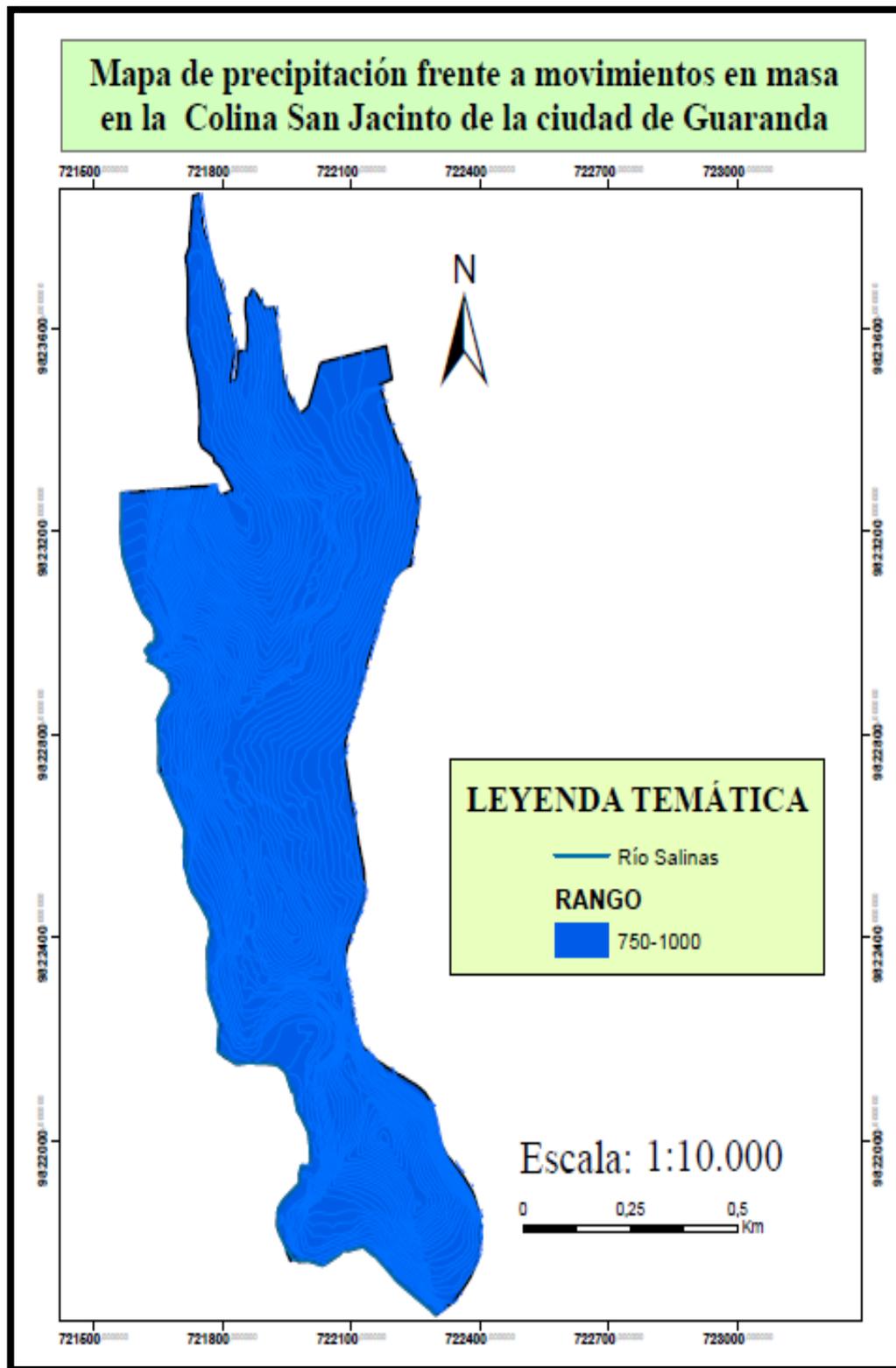
Tabla N° 21: Resultado del factor precipitación en el área de la colina San Jacinto.

Factor	Indicador	Área en ha	Valor Ind	Peso Pond	Valor máx.
Precipitación	750-1000mm.	80,94	10	1	10

Fuente: Estación Meteorológica San Simón M030 2014

Elaborado por: Fierro Mariela; Pilamunga Jessenia, 2017.

Figura N° 16: Mapa de precipitación frente a movimientos en masa



Fuente: Estación Meteorológica San Simón M030 2014

Elaborado por: Fierro Mariela; Pilamunga Jessenia, 2017.

Sismicidad

El factor sísmico del área de la colina San Jacinto de la ciudad de Guaranda, se basó según la información de la Norma Ecuatoriana de la Construcción-(NEC) 2015, Guaranda está ubicada en la zona IV, con un valor $Z= 0,35g$ de grados de aceleración en roca considerada zona de muy alta de intensidad sísmica. Por lo tanto, la norma NEC (2015) al ser un documento legal de aplicación en el Ecuador, se consideró los valores Z de aceleración de roca (g). (Tabla N° 22)

Tabla N° 22: Resultado del factor Sísmico en el área de la colina San Jacinto.

Factor	Indicador	Área en ha	Valor Ind	Peso Pond	Valor máx.
Sísmico	Zona IV de muy alta de intensidad sísmica.	80,94	10	1	10

Fuente: NEC 2015

Elaborado por: Fierro Mariela; Pilamunga Jessenia, 2017.

Los eventos sísmicos pueden reactivar antiguos deslizamientos, la principal causa de los eventos sísmicos es la presencia de fallas geológicas activas regionales y locales, la influencia del fenómeno de subducción que han afectado a la ciudad de Guaranda. Según el catálogo de terremotos del Ecuador del Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional-IG/EPN, la ciudad de Guaranda históricamente ha sido afectado por eventos sísmicos, en este estudio se establece cinco eventos de mayor y media intensidad que se han intensificado y presentado en la ciudad de Guaranda descritos en la Tabla N° 23.

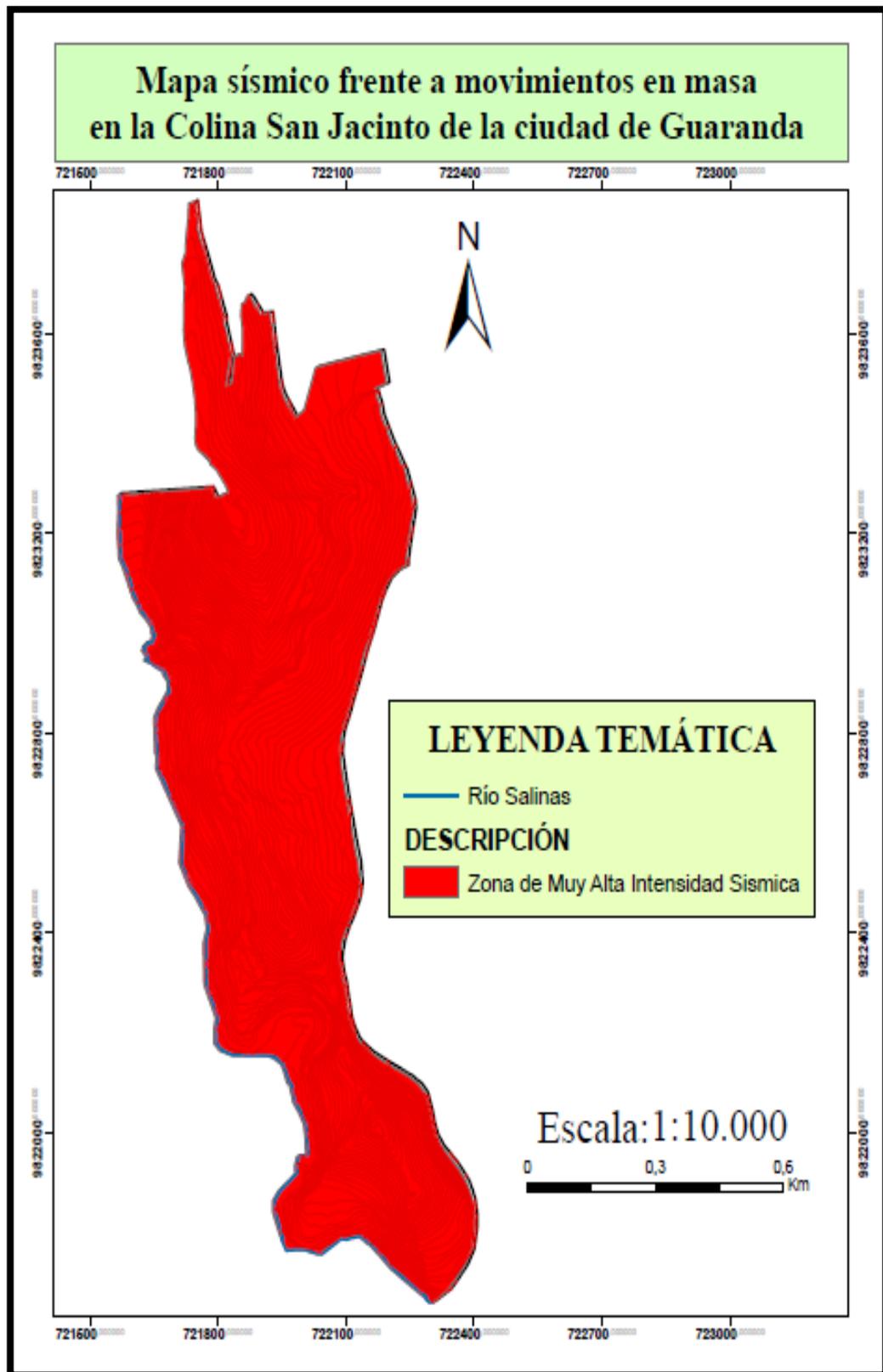
Tabla N° 23: Eventos sísmicos sentidos en la ciudad de Guaranda

Fecha	Latitud	Longitud	Profundidad Km	Magnitud (Escala Richter)
29/08/1674	-1.7	-79	-	7.0
10/05/1786	-1.7	-78.8	-	6.0
14/05/1942	-0.01	-80.12	20	7.9
08/02/2009	-2.56	-79.18	4.0	4.0

Fuente: IG/EPN (2011)

Elaborado por: Fierro Mariela; Pilamunga Jessenia, 2017.

Figura N° 17: Mapa sísmico frente a movimientos en masa



Fuente: IG/EPN (2011)

Elaborado por: Fierro Mariela; Pilamunga Jessenia, 2017.

Resultados de la amenaza de movimientos en masa en la colina San Jacinto

El valor de la amenaza de movimientos en masa es el producto del valor del indicador por el peso ponderado, resultando el valor máximo de los factores condicionantes y detonantes mediante el proceso metodológico descrito en el apartado determinación de susceptibilidad en el capítulo II.

Tabla N° 24: Resultado de los factores, variables e indicadores de la amenaza de movimiento en masa

Factor	Variable	Indicador	Área en ha	Valor Ind	Peso Pond	V máx.
Condicionantes o susceptibles	Geológico-litológico	Areno Limo Arcilloso	78,32	5	2	10
		Limo arcilloso de baja plasticidad	2,31	5		
	Geomorfológico	Relieve escarpado, Talud de derrubios	80,89	10	1	10
		Zonas Deprimidas	0,4	1		
	Pendiente	0-5%	0,23	1	1	10
		5-12%	0,67	1		
		12-25%	2,27	1		
		25-40%	9,26	5		
		40-70%	51,13	10		
		>70	18,65	10		
	Geotécnico	Tipo SG1	81,15	1	2	10
		Tipo SG4	79,83	5		
		Tipo SG5	1,32	5		
Cobertura vegetal y uso de suelo	Cm: Cultivos de Maíz.	76,40	10	2	20	
	U: Urbano	6,09	1			
	Bp/Cm: Bosque Plantado, cultivos de maíz	0,1	5			
Detonantes	Precipitación	750-1000mm.	80,94	10	1	10
	Sísmico	Zona IV de muy alta de intensidad sísmica.	80,94	10	1	10
Total					10	80
Nivel de amenaza: Alto						

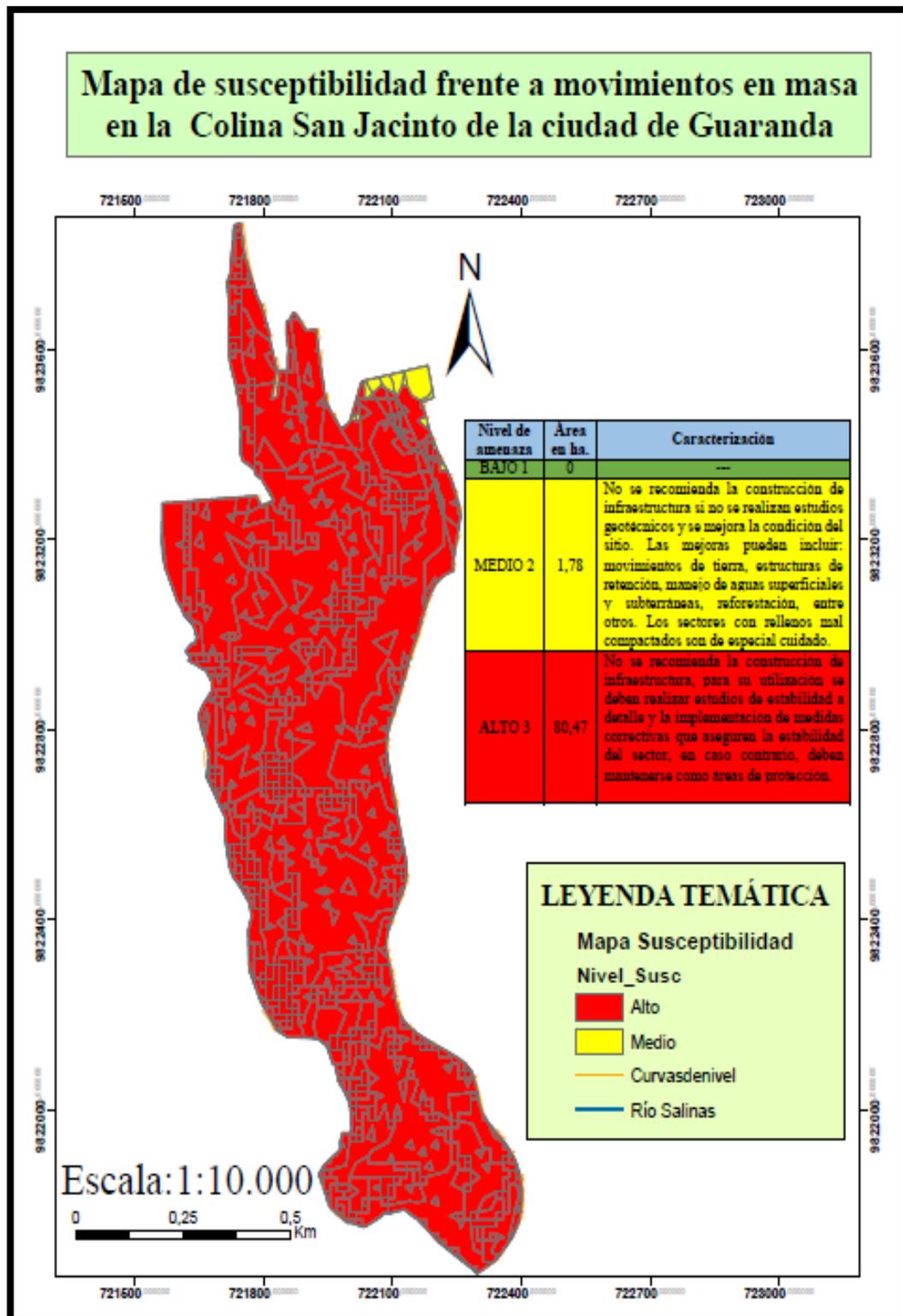
Fuente: CLIRSEN, SENPLADES, MAGAP, INIGEMM (2012) basada en el método Mora Vahrson, UEB 2013, (GAD Guaranda, 2011), NEC 2015.

Elaborado por: Fierro Mariela; Pilamunga Jessenia, 2017.

Para el cálculo de la amenaza de movimientos en masa se aplicó la fórmula 4 descrita en el capítulo III, mediante el Sistema de Información Geográfica se realizó la intersección de los factores condicionantes y detonantes con sus respectivos indicadores y valores, resultando el mapa con el nivel de amenaza a movimientos en masa de la colina San Jacinto. El nivel de amenaza se estableció a través de la tabla 1 descrita en el capítulo II.

Con los resultados de cada uno de los factores condicionantes y detonantes, cálculos lógicos, matemáticos y estadísticos, se logró determinar que la zona de estudio presenta un NIVEL ALTO de susceptibilidad a movimientos en masa. La colina San Jacinto se caracteriza por poseer pendientes fuertes y suelos inestables. Estos valores representados en la tabla N° 36 y figura N° 18.

Figura N° 18: Mapa de susceptibilidad frente a movimientos en masa



Fuente: CLIRSEN, SENPLADES, MAGAP, INIGEMM (2012) basada en el método Mora Vahrson, UEB 2013. (GAD Guaranda, 2011)

Elaborado por: Fierro Mariela; Pilamunga Jessenia, 2017.

4.2 Resultados del objetivo 2

Evaluar la vulnerabilidad física de las edificaciones, sistema vial, sistema de agua potable y alcantarillado ante la amenaza a movimientos de masa.

a. Vulnerabilidad física de edificaciones frente a la amenaza de movimientos en masa ubicadas en la colina San Jacinto

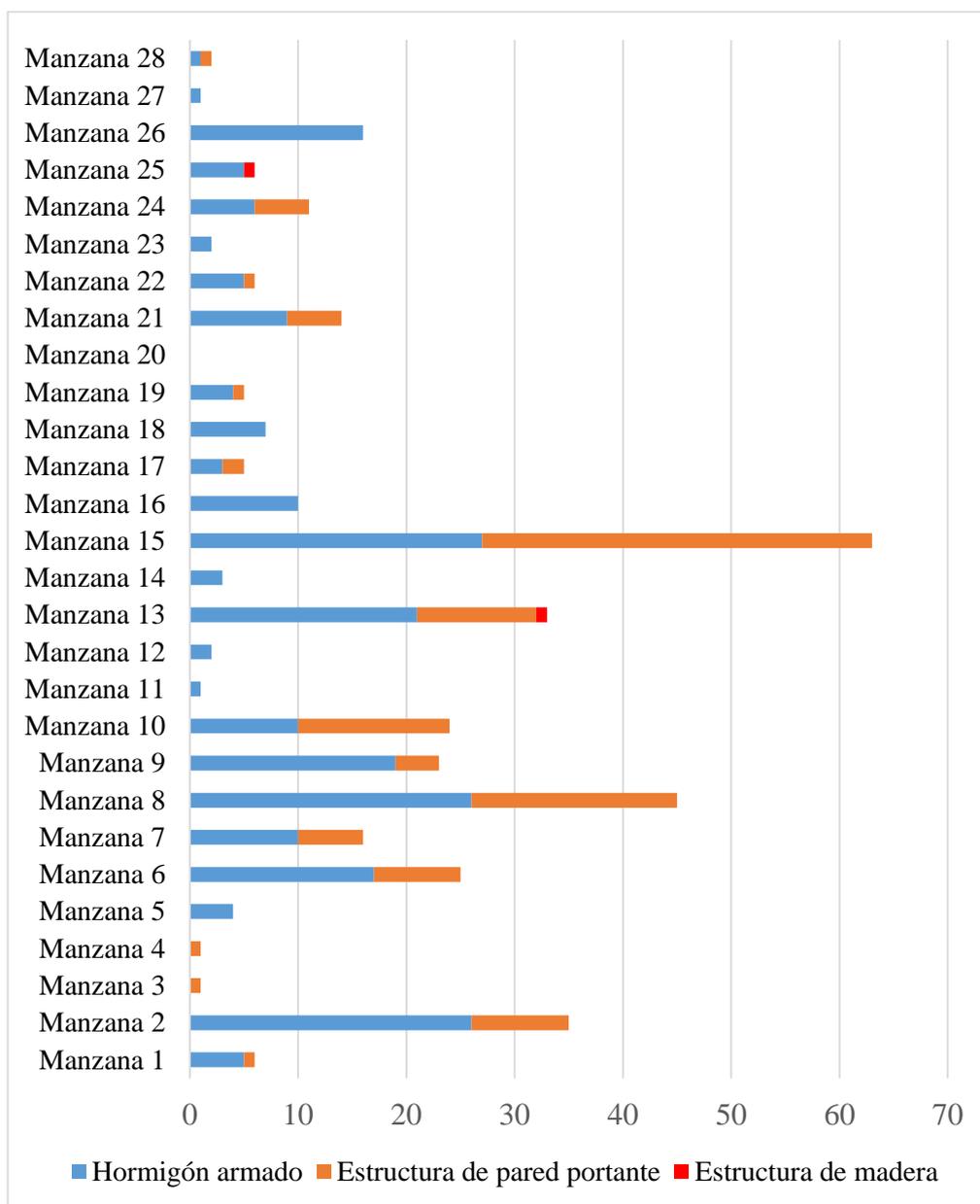
Tabla N° 25: Sistema estructural de las edificaciones en la colina San Jacinto

Manzanas	Sistema estructural de las edificaciones							
	Hormigón armado		Estructura de pared portante		Estructura de madera		Total	
	#	%	#	%	#	%	#	%
Manzana 1	5	83	1	17	0	0	6	100
Manzana 2	26	74	9	26	0	0	35	100
Manzana 3	0	0	1	100	0	0	1	100
Manzana 4	0	0	1	100	0	0	1	100
Manzana 5	4	100	0	0	0	0	4	100
Manzana 6	17	68	8	32	0	0	25	100
Manzana 7	10	63	6	38	0	0	16	100
Manzana 8	26	58	19	42	0	0	45	100
Manzana 9	19	83	4	17	0	0	23	100
Manzana 10	10	42	14	58	0	0	24	100
Manzana 11	1	100	0	0	0	0	1	100
Manzana 12	2	100	0	0	0	0	2	100
Manzana 13	21	64	11	33	1	3	33	100
Manzana 14	3	100	0	0	0	0	3	100
Manzana 15	27	43	36	57	0	0	63	100
Manzana 16	10	100	0	0	0	0	10	100
Manzana 17	3	60	2	40	0	0	5	100
Manzana 18	7	100	0	0	0	0	7	100
Manzana 19	4	80	1	20	0	0	5	100
Manzana 20	0	0	0	0	0	0	0	0
Manzana 21	9	64	5	36	0	0	14	100
Manzana 22	5	83	1	17	0	0	6	100
Manzana 23	2	100	0	0	0	0	2	100
Manzana 24	6	55	5	45	0	0	11	100
Manzana 25	5	83	0	0	1	17	6	100
Manzana 26	16	100	0	0	0	0	16	100
Manzana 27	1	100	0	0	0	0	1	100
Manzana 28	1	50	0	50	0	0	2	100
Total	240	65	125	34	2	1	367	100

Fuente: Ficha de campo aplicada en la colina San Jacinto.

Elaborado por: Fierro Mariela; Pilamunga Jessenia, 2017.

Gráfico N° 1: Sistema estructural de las edificaciones en la colina San Jacinto



Fuente: Ficha de campo aplicada en la colina San Jacinto.

Elaborado por: Fierro Mariela; Pilamunga Jessenia, 2017.

Análisis

En la tabla N° 25 y gráfico N° 1 se demuestra que 6 de cada 10 edificaciones poseen un sistema estructural de hormigón armado, siendo relativamente estas construcciones con menor incidencia ante la amenaza de movimientos en masa, seguidas de estructuras de pared portante (adobe) con un 34%, estas edificaciones son antiguas y podrían representar mayor vulnerabilidad. Las edificaciones de madera representan un porcentaje menor.

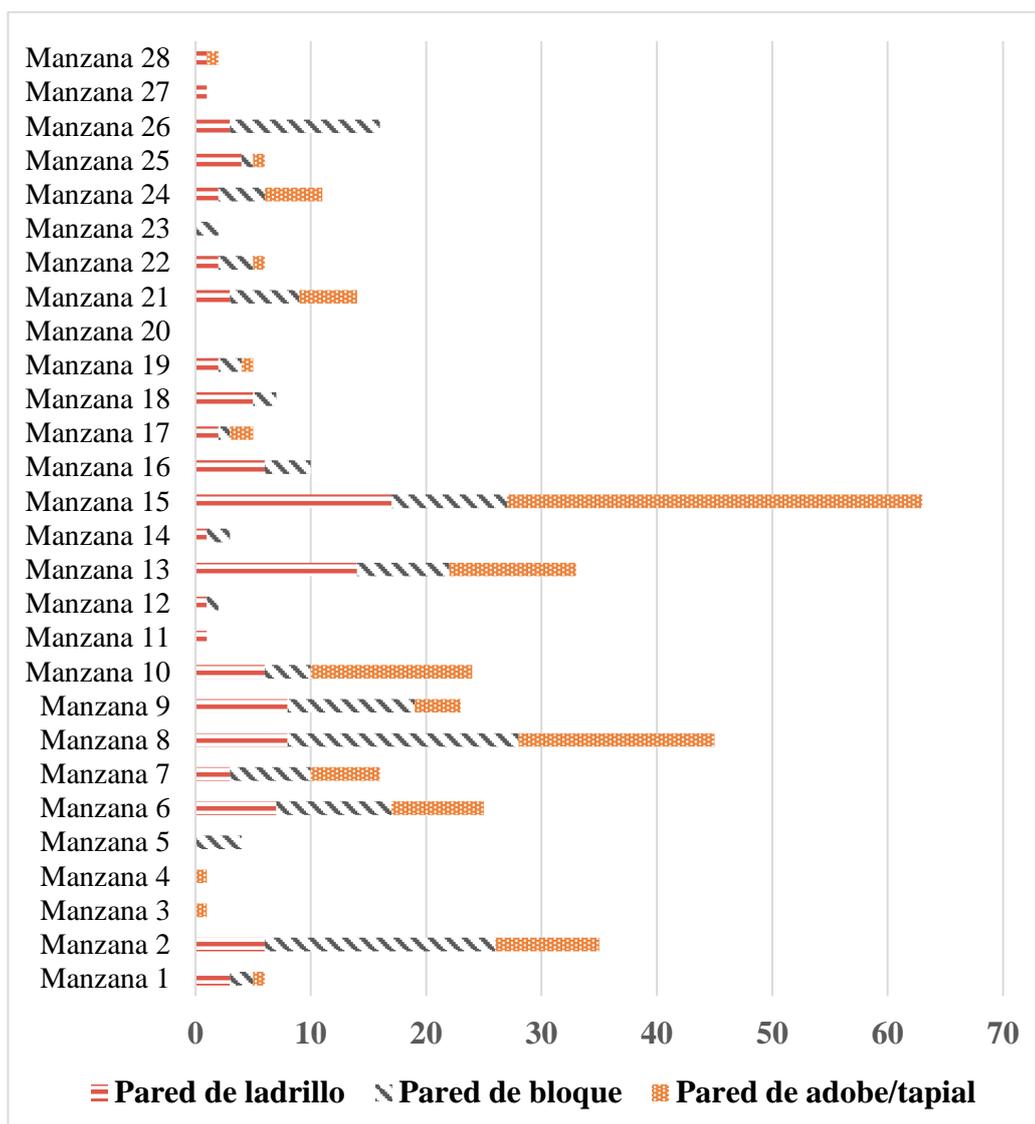
Tabla N° 26: Tipo de material en paredes de edificaciones en la colina San Jacinto

Manzanas	Tipo de material en paredes							
	Pared de ladrillo		Pared de bloque		Pared de adobe/tapial		Total	
	#	%	#	%	#	%	#	%
Manzana 1	3	50	2	33	1	17	6	100
Manzana 2	6	17	20	57	9	26	35	100
Manzana 3	0	0	0	0	1	100	1	100
Manzana 4	0	0	0	0	1	100	1	100
Manzana 5	0	0	4	100	0	0	4	100
Manzana 6	7	28	10	40	8	32	25	100
Manzana 7	3	19	7	44	6	38	16	100
Manzana 8	8	18	20	44	17	38	45	100
Manzana 9	8	35	11	48	4	17	23	100
Manzana 10	6	25	4	17	14	58	24	100
Manzana 11	1	100	0	0	0	0	1	100
Manzana 12	1	50	1	50	0	0	2	100
Manzana 13	14	42	8	24	11	33	33	100
Manzana 14	1	33	2	67	0	0	3	100
Manzana 15	17	27	10	16	36	57	63	100
Manzana 16	6	60	4	40	0	0	10	100
Manzana 17	2	40	1	20	2	40	5	100
Manzana 18	5	71	2	29	0	0	7	100
Manzana 19	2	40	2	40	1	20	5	100
Manzana 20	0	0	0	0	0	0	0	0
Manzana 21	3	21	6	43	5	36	14	100
Manzana 22	2	33	3	50	1	17	6	100
Manzana 23	0	0	2	100	0	0	2	100
Manzana 24	2	18	4	36	5	45	11	100
Manzana 25	4	67	1	17	1	17	6	100
Manzana 26	3	19	13	81	0	0	16	100
Manzana 27	1	100	0	0	0	0	1	100
Manzana 28	1	50	0	0	1	50	2	100
Total	106	29	137	37	124	34	367	100

Fuente: Ficha de campo aplicada en la colina San Jacinto.

Elaborado por: Fierro Mariela; Pilamunga Jessenia, 2017.

Gráfico N° 2: Tipo material en paredes de edificaciones en la colina San Jacinto



Fuente: Ficha de campo aplicada en la Colina San Jacinto.

Elaborado por: Fierro Mariela; Pilamunga Jessenia, 2017.

Análisis

Las manzanas que se presentan en la tabla N° 26 y gráfico N° 2 se observa que el material en paredes de las edificaciones son de tipo bloque de pómez, ladrillo y adobe, sus valores son relativamente iguales, las edificaciones de ladrillo y bloque tendrían una mejor estabilidad y las de adobe presentarían mayor índice de debilidad frente a la amenaza. Cabe recalcar que los bloques y ladrillos utilizados son de mala calidad y no cumplen con el código ecuatoriano de construcción, así también el mortero no tiene control de calidad.

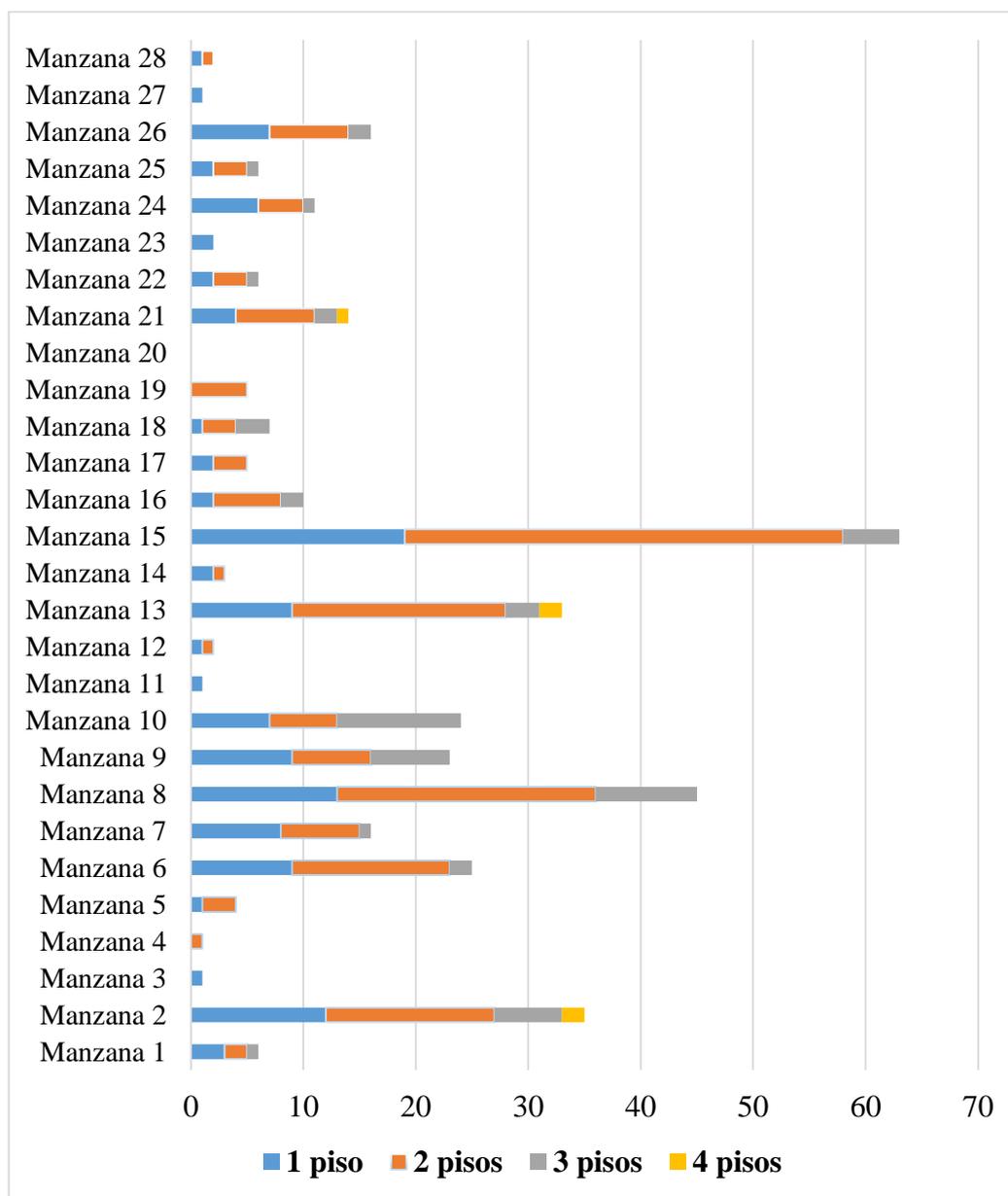
Tabla N° 27: Número de pisos de las edificaciones en la colina San Jacinto

Manzanas	Número de pisos									
	1 piso		2 pisos		3 pisos		4 pisos		Total	
	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%
Manzana 1	3	50	2	33	1	17	0	0	6	100
Manzana 2	12	34	15	43	6	17	2	6	35	100
Manzana 3	1	100	0	0	0	0	0	0	1	100
Manzana 4	0	0	1	100	0	0	0	0	1	100
Manzana 5	1	25	3	75	0	0	0	0	4	100
Manzana 6	9	36	14	56	2	8	0	0	25	100
Manzana 7	8	50	7	44	1	6	0	0	16	100
Manzana 8	13	29	23	51	9	20	0	0	45	100
Manzana 9	9	39	7	30	7	30	0	0	23	100
Manzana 10	7	29	6	25	11	46	0	0	24	100
Manzana 11	1	100	0	0	0	0	0	0	1	100
Manzana 12	1	50	1	50	0	0	0	0	2	100
Manzana 13	9	27	19	58	3	9	2	6	33	100
Manzana 14	2	67	1	33	0	0	0	0	3	100
Manzana 15	19	30	39	62	5	8	0	0	63	100
Manzana 16	2	20	6	60	2	20	0	0	10	100
Manzana 17	2	40	3	60	0	0	0	0	5	100
Manzana 18	1	14	3	43	3	43	0	0	7	100
Manzana 19	0	0	5	100	0	0	0	0	5	100
Manzana 20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Manzana 21	4	29	7	50	2	14	1	7	14	100
Manzana 22	2	33	3	50	1	17	0	0	6	100
Manzana 23	2	100	0	0	0	0	0	0	2	100
Manzana 24	6	55	4	36	1	9	0	0	11	100
Manzana 25	2	33	3	50	1	17	0	0	6	100
Manzana 26	7	44	7	44	2	13	0	0	16	100
Manzana 27	1	100	0	0	0	0	0	0	1	100
Manzana 28	1	50	1	50	0	0	0	0	2	100
Total	125	34	180	49	57	16	5	1	367	100

Fuente: Ficha de campo aplicada en la colina San Jacinto.

Elaborado por: Fierro Mariela; Pilamunga Jessenia, 2017.

Gráfico N° 3: Número de pisos de las edificaciones en la colina San Jacinto



Fuente: Ficha de campo aplicada en la colina San Jacinto.

Elaborado por: Fierro Mariela; Pilamunga Jessenia, 2017.

Análisis

Los resultados que se muestran en la tabla N° 27 y gráfico N° 3, el número de pisos de las edificaciones, el 34% es de un piso y el 49% de dos pisos, lo que determina que está dentro de un rango normal de altura, seguidas de las edificaciones de tres y cuatro pisos que registran porcentajes bajos.

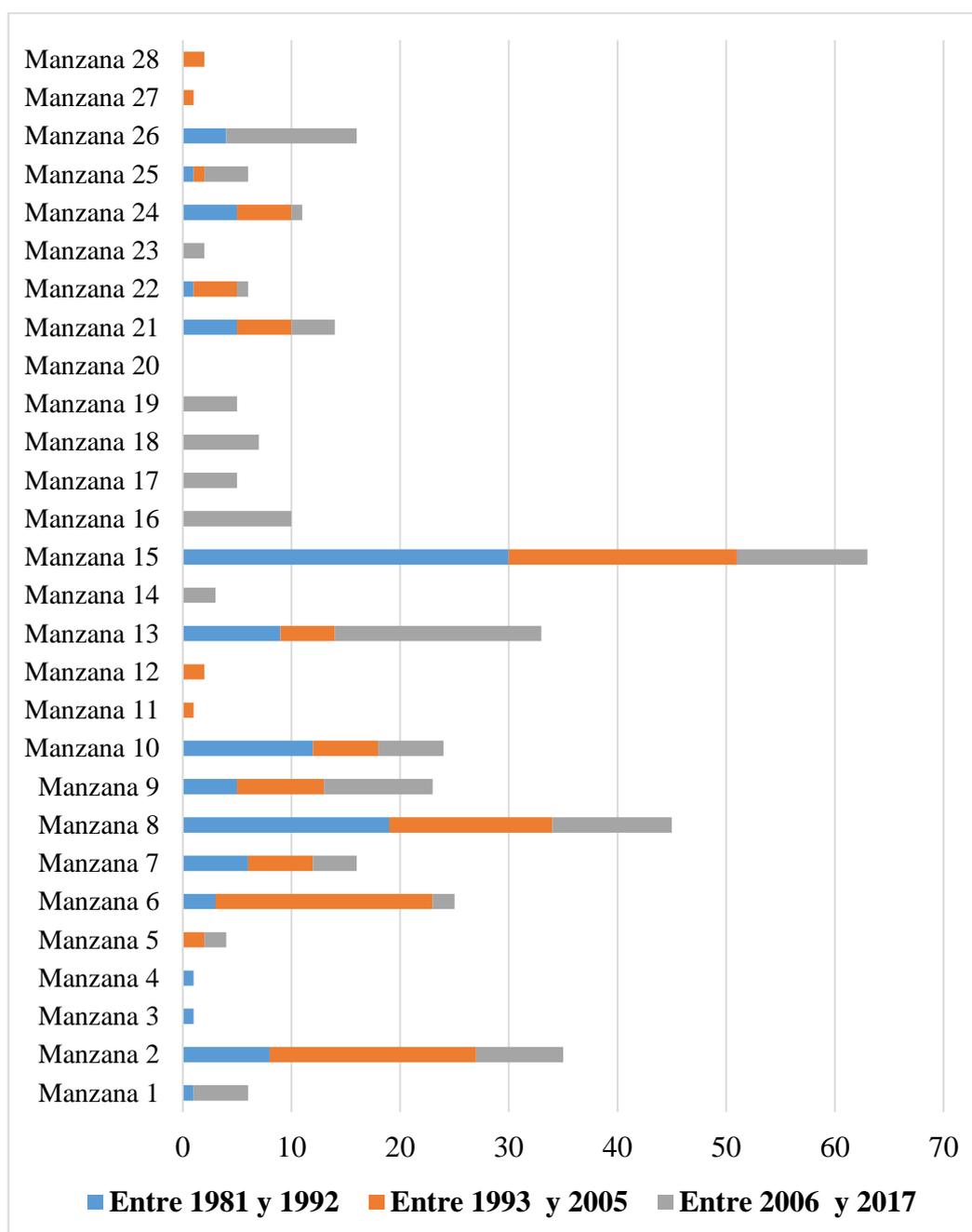
Tabla N° 28: Año de construcción de las edificaciones en la colina San Jacinto

Manzanas	Año de construcción							
	Entre 1981 y 1992		Entre 1993 y 2005		Entre 2006 y 2017		Total	
	#	%	#	%	#	%	#	%
Manzana 1	1	17	0	0	5	83	6	100
Manzana 2	8	23	19	54	8	23	35	100
Manzana 3	1	100	0	0	0	0	1	100
Manzana 4	1	100	0	0	0	0	1	100
Manzana 5	0	0	2	50	2	50	4	100
Manzana 6	3	12	20	80	2	8	25	100
Manzana 7	6	38	6	38	4	25	16	100
Manzana 8	19	42	15	33	11	24	45	100
Manzana 9	5	22	8	35	10	43	23	100
Manzana 10	12	50	6	25	6	25	24	100
Manzana 11	0	0	1	100	0	0	1	100
Manzana 12	0	0	2	100	0	0	2	100
Manzana 13	9	27	5	15	19	58	33	100
Manzana 14	0	0	0	0	3	100	3	100
Manzana 15	30	48	21	33	12	19	63	100
Manzana 16	0	0	0	0	10	100	10	100
Manzana 17	0	0	0	0	5	100	5	100
Manzana 18	0	0	0	0	7	100	7	100
Manzana 19	0	0	0	0	5	100	5	100
Manzana 20	0	0	0	0	0	0	0	0
Manzana 21	5	36	5	36	4	29	14	100
Manzana 22	1	17	4	67	1	17	6	100
Manzana 23	0	0	0	0	2	100	2	100
Manzana 24	5	45	5	45	1	9	11	100
Manzana 25	1	17	1	17	4	67	6	100
Manzana 26	4	25	0	0	12	75	16	100
Manzana 27	0	0	1	100	0	0	1	100
Manzana 28	0	0	2	100	0	0	2	100
Total	111	30	123	34	133	36	367	100

Fuente: Ficha de campo aplicada en la colina San Jacinto.

Elaborado por: Fierro Mariela; Pilamunga Jessenia, 2017.

Gráfico N° 4: Año de construcción de las edificaciones en la colina San Jacinto



Fuente: Ficha de campo aplicada en la colina San Jacinto.

Elaborado por: Fierro Mariela; Pilamunga Jessenia, 2017.

Análisis

Según los datos obtenidos en la recopilación de información se desprenden que el crecimiento de las edificaciones fue construido en periodos parecidos, lo que indica que son construcciones sostenibles, los resultados que se muestran en la tabla N° 28 y gráfico N° 4.

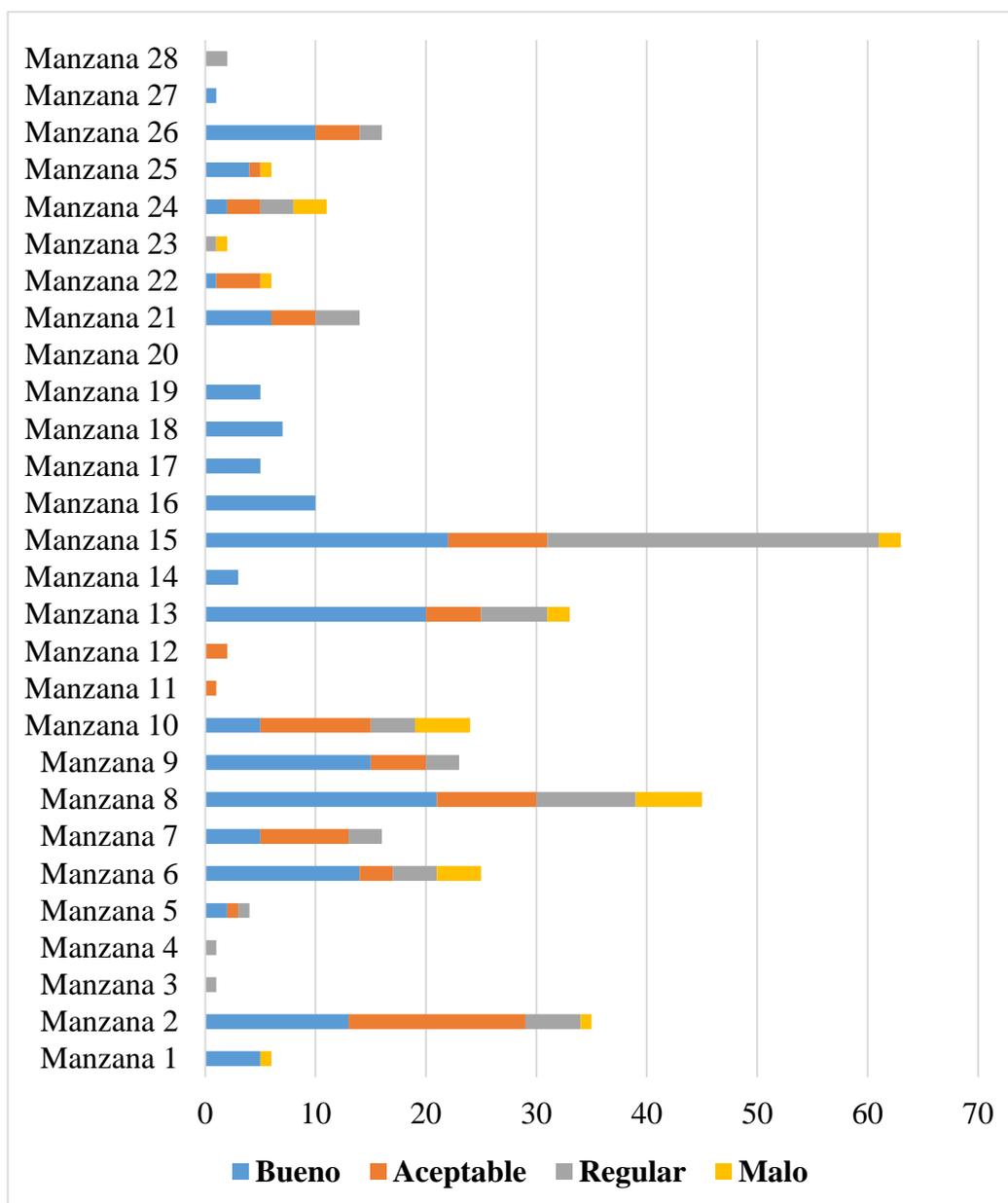
Tabla N° 29: Estado de conservación de edificaciones en la colina San Jacinto

Manzanas	Estado de conservación									
	Bueno		Aceptable		Regular		Malo		Total	
	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%
Manzana 1	5	83	0	0	0	0	1	17	6	100
Manzana 2	13	37	16	46	5	14	1	3	35	100
Manzana 3	0	0	0	0	1	100	0	0	1	100
Manzana 4	0	0	0	0	1	100	0	0	1	100
Manzana 5	2	50	1	25	1	25	0	0	4	100
Manzana 6	14	56	3	12	4	16	4	16	25	100
Manzana 7	5	31	8	50	3	19	0	0	16	100
Manzana 8	21	47	9	20	9	20	6	13	45	100
Manzana 9	15	65	5	22	3	13	0	0	23	100
Manzana 10	5	21	10	42	4	17	5	21	24	100
Manzana 11	0	0	1	100	0	0	0	0	1	100
Manzana 12	0	0	2	100	0	0	0	0	2	100
Manzana 13	20	61	5	15	6	18	2	6	33	100
Manzana 14	3	100	0	0	0	0	0	0	3	100
Manzana 15	22	35	9	14	30	48	2	3	63	100
Manzana 16	10	100	0	0	0	0	0	0	10	100
Manzana 17	5	100	0	0	0	0	0	0	5	100
Manzana 18	7	100	0	0	0	0	0	0	7	100
Manzana 19	5	100	0	0	0	0	0	0	5	100
Manzana 20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Manzana 21	6	43	4	29	4	29	0	0	14	100
Manzana 22	1	17	4	67	0	0	1	17	6	100
Manzana 23	0	0	0	0	1	50	1	50	2	100
Manzana 24	2	18	3	27	3	27	3	27	11	100
Manzana 25	4	67	1	17	0	0	1	17	6	100
Manzana 26	10	63	4	25	2	13	0	0	16	100
Manzana 27	1	100	0	0	0	0	0	0	1	100
Manzana 28	0	0	0	0	2	100	0	0	2	100
Total	176	48	85	23	79	22	27	7	367	100

Fuente: Ficha de campo aplicada en la colina San Jacinto.

Elaborado por: Fierro Mariela; Pilamunga Jessenia, 2017.

Gráfico N° 5: Estado de conservación de las edificaciones en la colina San Jacinto



Fuente: Ficha de campo aplicada en la colina San Jacinto.

Elaborado por: Fierro Mariela; Pilamunga Jessenia, 2017.

Análisis

En la ficha de campo se desprende que 7 de cada 10 edificaciones se encuentran en buen estado, sin embargo, se presenta un número considerable de regular y mal estado representando el 29% lo que incrementaría la vulnerabilidad, necesitando una intervención de estabilización para evitar la vulnerabilidad en un posible movimiento en masa, estos resultados están representados en la tabla N° 29 y gráfico N° 5.

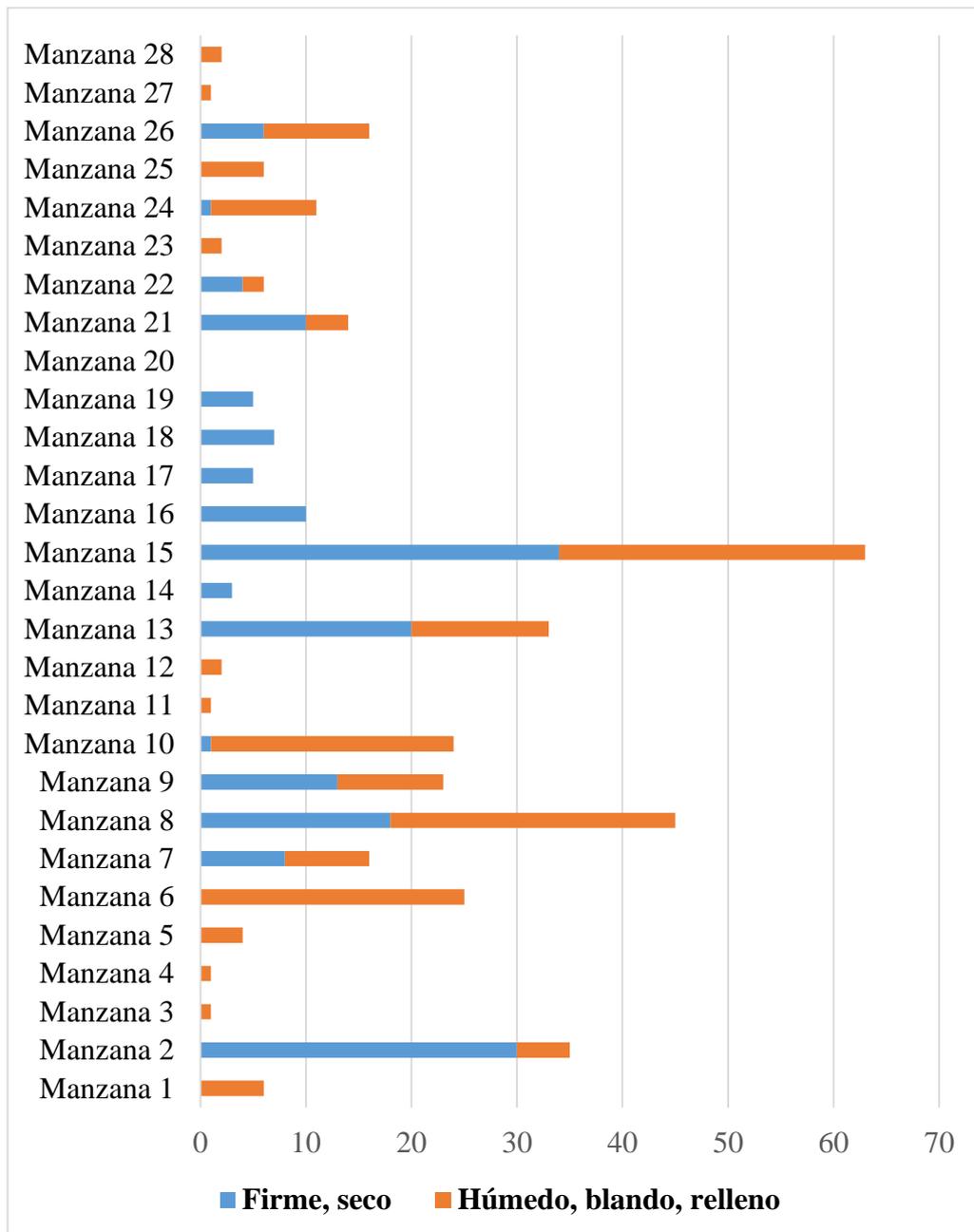
Tabla N° 30: Características del suelo bajo la edificación en la colina San Jacinto

Manzanas	Características del suelo bajo la edificación					
	Firme, seco		Húmedo, blando, relleno		Total	
	#	%	#	%	#	%
Manzana 1	0	0	6	100	6	100
Manzana 2	30	86	5	14	35	100
Manzana 3	0	0	1	100	1	100
Manzana 4	0	0	1	100	1	100
Manzana 5	0	0	4	100	4	100
Manzana 6	0	0	25	100	25	100
Manzana 7	8	50	8	50	16	100
Manzana 8	18	40	27	60	45	100
Manzana 9	13	57	10	43	23	100
Manzana 10	1	4	23	96	24	100
Manzana 11	0	0	1	100	1	100
Manzana 12	0	0	2	100	2	100
Manzana 13	20	61	13	39	33	100
Manzana 14	3	100	0	0	3	100
Manzana 15	34	54	29	46	63	100
Manzana 16	10	100	0	0	10	100
Manzana 17	5	100	0	0	5	100
Manzana 18	7	100	0	0	7	100
Manzana 19	5	100	0	0	5	100
Manzana 20	0	0	0	0	0	0
Manzana 21	10	71	4	29	14	100
Manzana 22	4	67	2	33	6	100
Manzana 23	0	0	2	100	2	100
Manzana 24	1	9	10	91	11	100
Manzana 25	0	0	6	100	6	100
Manzana 26	6	38	10	63	16	100
Manzana 27	0	0	1	100	1	100
Manzana 28	0	0	2	100	2	100
Total	175	48	192	52	367	100

Fuente: Ficha de campo aplicada en la colina San Jacinto.

Elaborado por: Fierro Mariela; Pilamunga Jessenia, 2017.

Gráfico N° 6: Características del suelo bajo la edificación en la colina San Jacinto



Fuente: Ficha de campo aplicada en la colina San Jacinto.

Elaborado por: Fierro Mariela; Pilamunga Jessenia, 2017.

Análisis

En la tabla N° 30 y gráfico N° 6 se presenta que más de la mitad de las edificaciones se localizan en suelos húmedo, blando, relleno, incrementando la susceptibilidad a movimientos de terreno, debido a que estos suelos no se consideran aptos para la capacidad portante de las edificaciones, aumentando la vulnerabilidad ante la amenaza de movimientos en masa.

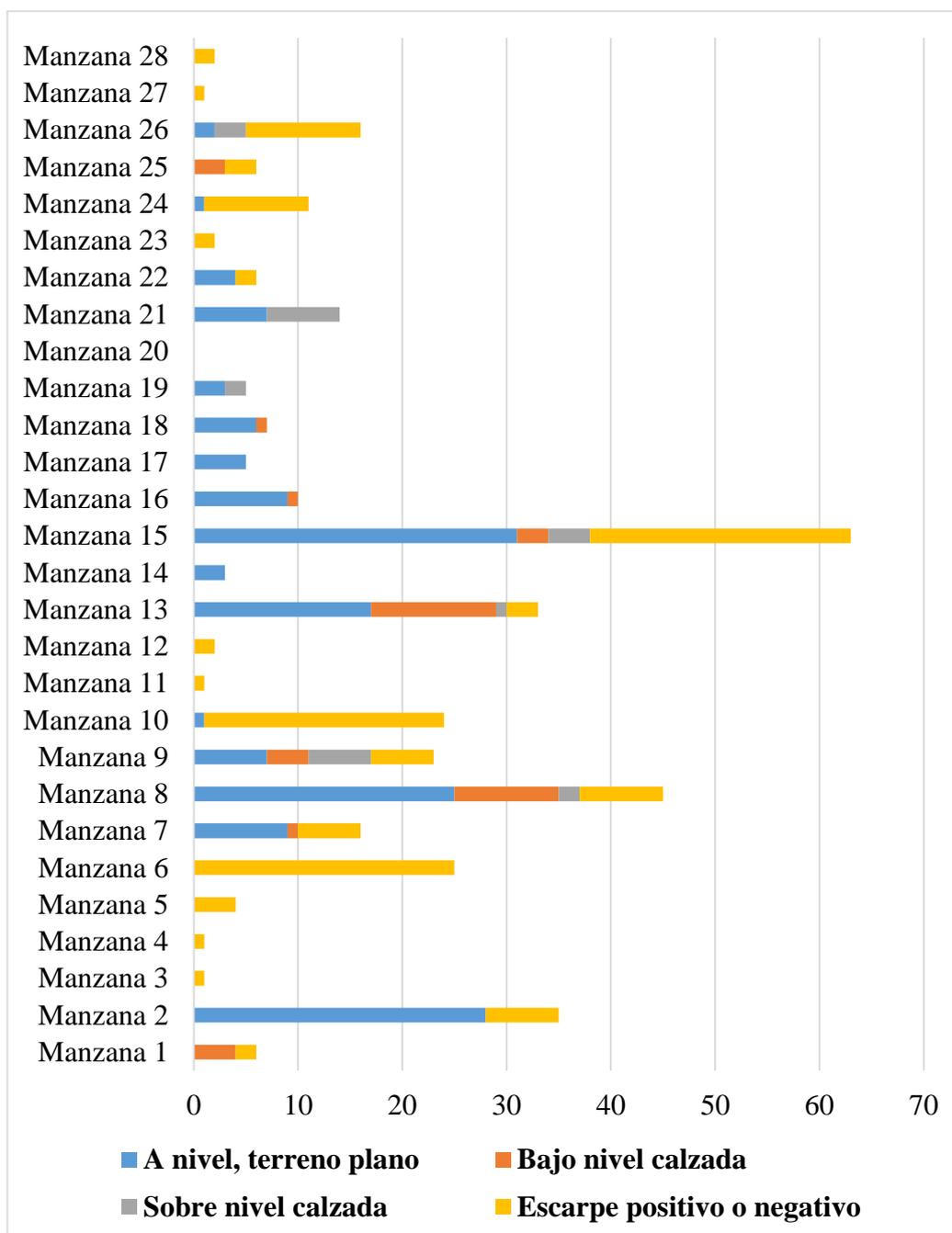
Tabla N° 31: Topografía del sitio de las edificaciones en la colina San Jacinto

Manzanas	Topografía del sitio									
	A nivel, terreno plano		Bajo nivel calzada		Sobre nivel calzada		Escarpe positivo o negativo		Total	
	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%
Manzana 1	0	0	4	67	0	0	2	33	6	100
Manzana 2	28	80	0	0	0	0	7	20	35	100
Manzana 3	0	0	0	0	0	0	1	100	1	100
Manzana 4	0	0	0	0	0	0	1	100	1	100
Manzana 5	0	0	0	0	0	0	4	100	4	100
Manzana 6	0	0	0	0	0	0	25	100	25	100
Manzana 7	9	56	1	6	0	0	6	38	16	100
Manzana 8	25	56	10	22	2	4	8	18	45	100
Manzana 9	7	30	4	17	6	26	6	26	23	100
Manzana 10	1	4	0	0	0	0	23	96	24	100
Manzana 11	0	0	0	0	0	0	1	100	1	100
Manzana 12	0	0	0	0	0	0	2	100	2	100
Manzana 13	17	52	12	36	1	3	3	9	33	100
Manzana 14	3	100	0	0	0	0	0	0	3	100
Manzana 15	31	49	3	5	4	6	25	40	63	100
Manzana 16	9	90	1	10	0	0	0	0	10	100
Manzana 17	5	100	0	0	0	0	0	0	5	100
Manzana 18	6	86	1	14	0	0	0	0	7	100
Manzana 19	3	60		0	2	40		0	5	100
Manzana 20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Manzana 21	7	50	0	0	7	50		0	14	100
Manzana 22	4	67	0	0	0	0	2	33	6	100
Manzana 23	0	0	0	0	0	0	2	100	2	100
Manzana 24	1	9	0	0	0	0	10	91	11	100
Manzana 25	0	0	3	50	0	0	3	50	6	100
Manzana 26	2	13	0	0	3	19	11	69	16	100
Manzana 27	0	0	0	0	0	0	1	100	1	100
Manzana 28	0	0	0	0	0	0	2	100	2	100
Total	158	43	39	11	25	7	145	40	367	100

Fuente: Ficha de campo aplicada en la colina San Jacinto.

Elaborado por: Fierro Mariela; Pilamunga Jessenia, 2017.

Gráfico N° 7: Topografía del sitio de las edificaciones en la colina San Jacinto



Fuente: Ficha de campo aplicada en la colina San Jacinto.

Elaborado por: Fierro Mariela; Pilamunga Jessenia, 2017.

Análisis

Los resultados que se muestran en la tabla N° 31 y gráfico N° 7 se indica que el 43% de las edificaciones se encuentran a nivel, terreno plano, disminuyendo el nivel de afectación, seguidas de un 40% de edificaciones localizadas en escarpes positivos y negativos, lo que constituye a que sean vulnerables a sufrir daños.

Nivel de vulnerabilidad física de las edificaciones ante la amenaza de movimientos en masa en la colina San Jacinto de la ciudad de Guaranda.

Para obtener el nivel de vulnerabilidad física de las edificaciones ante movimientos en masa se aplicó la fórmula 3 descritas en el apartado **Determinación de la vulnerabilidad** del capítulo II, conjuntamente con la metodología de la SNGR y PNUD del año 2012 descrita anteriormente, a modo de ejemplo se presenta en la figura N° 19. El nivel de vulnerabilidad se estableció a través de los criterios de la tabla 11 capítulo II, que presenta nivel bajo valores entre 1 a 33, nivel medio entre 34 a 66 y nivel alto entre 67 a 100.

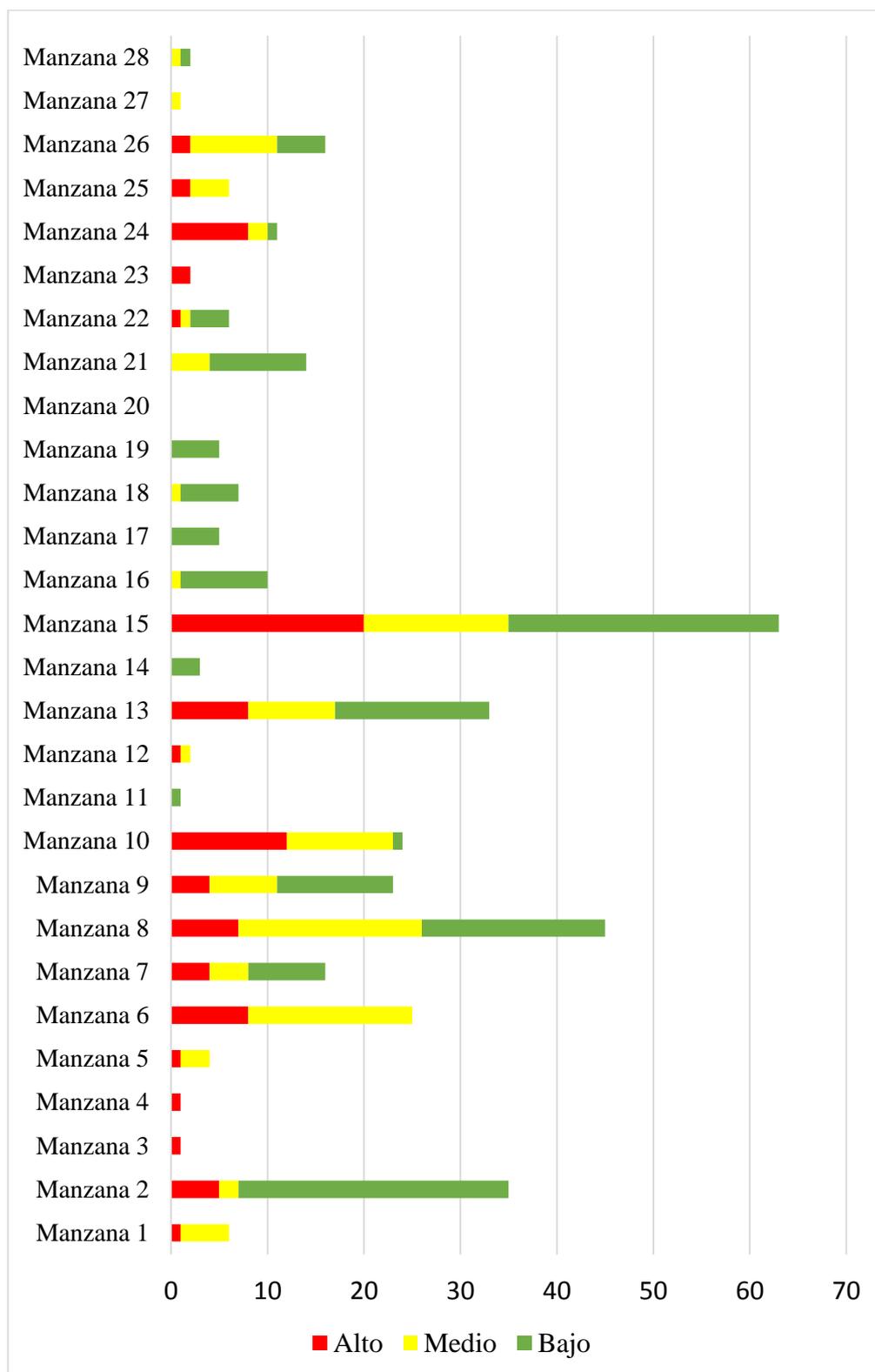
Tabla N° 32: Resultado del nivel de vulnerabilidad física de las edificaciones de la colina San Jacinto frente a movimientos en masa

Manzanas	Número de edificaciones por nivel de vulnerabilidad frente a movimientos en masa							
	Alto		Medio		Bajo		Total	
	#	%	#	%	#	%	#	%
Manzana 1	1	17	5	83	0	0	6	100
Manzana 2	5	14	2	6	28	80	35	100
Manzana 3	1	100	0	0	0	0	1	100
Manzana 4	1	100	0	0	0	0	1	100
Manzana 5	1	25	3	75	0	0	4	100
Manzana 6	8	32	17	68	0	0	25	100
Manzana 7	4	25	4	25	8	50	16	100
Manzana 8	7	16	19	42	19	42	45	100
Manzana 9	4	17	7	30	12	52	23	100
Manzana 10	12	50	11	46	1	4	24	100
Manzana 11	0	0	0	0	1	100	1	100
Manzana 12	1	50	1	50	0	0	2	100
Manzana 13	8	24	9	27	16	48	33	100
Manzana 14	0	0	0	0	3	100	3	100
Manzana 15	20	32	15	24	28	44	63	100
Manzana 16	0	0	1	10	9	90	10	100
Manzana 17	0	0	0	0	5	100	5	100
Manzana 18	0	0	1	14	6	86	7	100
Manzana 19	0	0	0	0	5	100	5	100
Manzana 20	0	0	0	0	0	0	0	0
Manzana 21	0	0	4	29	10	71	14	100
Manzana 22	1	17	1	17	4	67	6	100
Manzana 23	2	100		0	0	0	2	100
Manzana 24	8	73	2	18	1	9	11	100
Manzana 25	2	33	4	67	0	0	6	100
Manzana 26	2	13	9	56	5	31	16	100
Manzana 27	0	0	1	100	0	0	1	100
Manzana 28	0	0	1	50	1	50	2	100
Total	88	24	117	32	162	44	367	100

Fuente: Ficha de campo aplicada en la colina San Jacinto.

Elaborado por: Fierro Mariela; Pilamunga Jessenia, 2017.

Gráfico N° 8: Resultado del nivel de vulnerabilidad física de las edificaciones de la colina San Jacinto frente a movimientos en masa



Fuente: Ficha de campo aplicada en la colina San Jacinto.

Elaborado por: Fierro Mariela; Pilamunga Jessenia, 2017.

Figura N°19: Indicadores para evaluación de la vulnerabilidad física frente a movimientos en masa



Fuente: (SNGR & PNUD, 2012); Foto edificación barrio 5 de Junio.

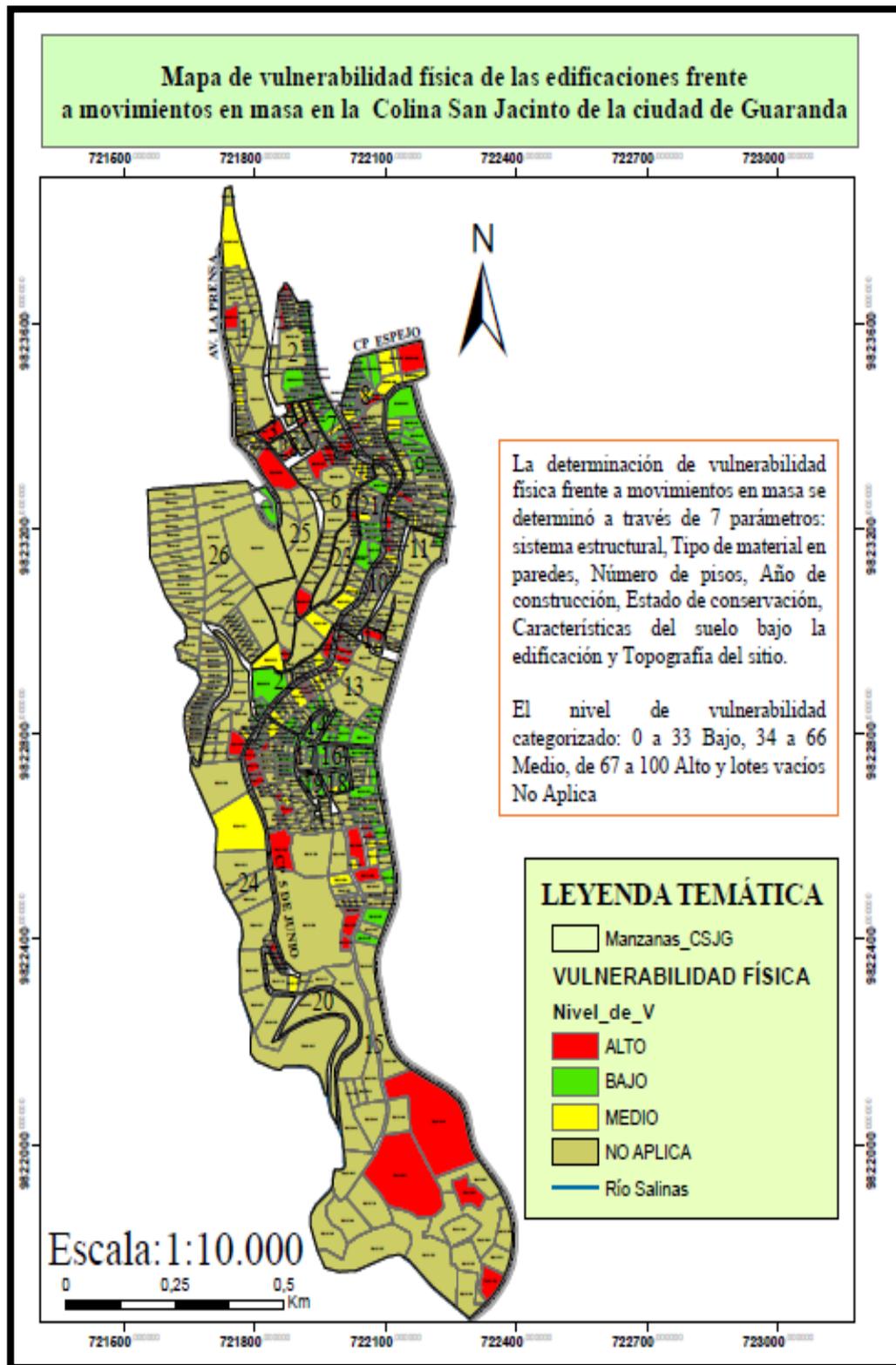
Elaborado por: Fierro Mariela; Pilamunga Jessenia, 2017.

En la tabla N° 32 y figura N° 20 se muestran los resultados de la vulnerabilidad física de las edificaciones del área de la colina San Jacinto, en la tabla se observa que el 44% de manzanas presentan niveles bajos de vulnerabilidad de las edificaciones ante movimientos en masa, se puede decir que esto se debe a que su mayoría de edificaciones son construidas a partir del año 1993, que poseen estructuras de hormigón armado y en zonas de terrenos planos.

Seguidas por las edificaciones con nivel de vulnerabilidad media representado en un 32% debido a que poseen estructura de pared portante, a su año de construcción ya que resultan antiguas y por su estado de conservación.

Las edificaciones de vulnerabilidad alta con un 24% se deben principalmente por la ubicación de las edificaciones en terrenos de laderas con pendientes fuertes ubicadas en suelos húmedos, húmedo, blando, relleno, incrementando la susceptibilidad a movimientos de terreno, debido a que estos suelos no se consideran aptos para la capacidad portante de las edificaciones, además la presencia de escarpes positivos y negativos lo que incrementaría la vulnerabilidad, necesitando una intervención de estabilización para evitar la vulnerabilidad en un posible movimiento en masa.

Figura N° 20: Mapa de vulnerabilidad física de edificaciones frente a movimientos en masa



Fuente: Ficha de campo aplicada en la colina San Jacinto.

Elaborado por: Fierro Mariela; Pilamunga Jessenia, 2017.

b. Vulnerabilidad física del sistema de agua potable frente a movimientos en masa del área urbana de Guaranda y la colina San Jacinto

1. Componente captación

Los tanques de captación del sistema de agua potable del EMAPA-G están ubicados en el páramo (sector del Arenal), presentando las variables descritas en la tabla N° 33 resultando vulnerabilidad media, adicionalmente incrementando la vulnerabilidad por su ubicación en zonas susceptibles a movimientos en masa.

Tabla N° 33: Nivel de vulnerabilidad físico de agua potable. Captación.

Nivel de vulnerabilidad físico estructural de agua potable				
Componente: Captación				
Variable de vulnerabilidad	Indicadores	Amenaza movimientos en masa		
		Valor Ind.	Peso Pond.	Total
Estado actual	Bueno	1	1,0	1
Antigüedad	0 a 25 años	1	1,5	1,5
Mantenimiento	Esporádico	5	2,0	10
Material de construcción	Hormigón	5	2,5	12,5
Estándares de diseño y construcción	Norma Nacional del IEOS	5	3,0	15
Nivel de vulnerabilidad: Media		Total		40

Fuente: Ficha técnica aplicada en el EMAPA-G.

Elaborado por: Fierro Mariela; Pilamunga Jessenia, 2017.

2. Componente conducción

Las **líneas de conducción** del sistema de agua potable del EMAPA-G del cantón Guaranda, recorren desde el páramo (sector del Arenal), hasta el sector de Chaquishca ubicado al noreste del centro de Guanujo y Guaranda, ahí se encuentran los tanques de tratamiento, la infraestructura, conductores y accesorios, que se encargan de la transportación del caudal de agua, presentando una topografía irregular, lo que lo hace susceptible a movimientos en masa, las **líneas de conducción** presentan las variables descritas en la tabla N° 34.

Tabla N° 34: Nivel de vulnerabilidad físico de agua potable. Conducción

Nivel de vulnerabilidad físico estructural de agua potable				
Componente: Conducción				
Variable de vulnerabilidad	Indicadores	Amenaza movimientos en masa		
		Valor Ind.	Peso Pond.	Total
Estado actual	Bueno	1	1,0	1
Antigüedad	0 a 25 años	1	1,5	1,5
Mantenimiento	Esporádico	5	2,5	12,5
Material de construcción	PVC	5	2,0	10
Estándares de diseño y construcción	Norma Nacional del IEOS	5	3,0	15
Nivel de vulnerabilidad: Media		Total		40

Fuente: Ficha técnica aplicada en el EMAPA-G.

Elaborado por: Fierro Mariela; Pilamunga Jessenia, 2017.

3. Componente tratamiento

El sitio de las plantas de tratamiento del sistema de agua potable de EMAPA-G, está localizado en el sector Chaquishca ubicado al noreste del centro de Guanujo y Guaranda, presentando las variables descritas en la tabla N° 35.

Tabla N° 35: Nivel de vulnerabilidad físico de agua potable. Tratamiento

Nivel de vulnerabilidad físico estructural de agua potable				
Componente: Tratamiento				
Variable de vulnerabilidad	Indicadores	Amenaza Movimientos en Masa		
		Valor Ind	Peso Pond.	Total
Estado actual	Bueno	1	1,0	1
Antigüedad	25 a 50 años	5	2,0	10
Mantenimiento	Esporádico	10	1,0	10
Material de construcción	Hormigón	1	3,0	3
Estándares de diseño y construcción	Norma Nacional del IEOS	5	3,0	15
Nivel de vulnerabilidad: Media		Total		39

Fuente: Ficha técnica aplicada en el EMAPA-G.

Elaborado por: Fierro Mariela; Pilamunga Jessenia, 2017.

4. Componente distribución

En la colina San Jacinto se encuentran dos tanques de distribución del sistema de agua potable del EMAPA-G del cantón Guaranda que abastecen a toda la colina, están localizados en las siguientes coordenadas: tanque 1 (x=721860, 95; y= 9823190,098) y tanque 2 (x= 721796,127; y= 9823346,202), presentando las mismas variables descritas en la tabla N° 36 resultando vulnerabilidad media, adicionalmente incrementando la vulnerabilidad por su ubicación en la ladera susceptible a movimientos en masa.

Tabla N° 36: Nivel de vulnerabilidad físico de agua potable. Distribución

Nivel de vulnerabilidad físico estructural de agua potable				
Componente: Distribución				
Variable de vulnerabilidad	Indicadores	Amenaza movimientos en masa		
		Valor Ind.	Peso Pond.	Total
Estado actual	Bueno	1	1,0	1
Antigüedad	25 a 50 años	5	2,0	10
Mantenimiento	Esporádico	5	1,0	5
Material de construcción	Hormigón	5	3,0	15
Estándares de diseño y construcción	Norma Nacional del IEOS	5	3,0	15
Nivel de vulnerabilidad: Media		Total		39

Fuente: Ficha técnica aplicada en el EMAPA-G.

Elaborado por: Fierro Mariela; Pilamunga Jessenia, 2017.

c. Vulnerabilidad física del sistema de alcantarillado-colector frente a movimientos en masa del área urbana de Guaranda

El sistema de alcantarillado administrado por la EMAPA-G del cantón Guaranda no dispone de planta de tratamiento de aguas servidas, descargando estas aguas servidas sin ningún tipo de tratamiento en el río Guaranda. El EMAPA-Guaranda construyó una planta de tratamiento de aguas servidas, la cual en la actualidad se encuentra abandonada y no entro en funcionamiento.

El sistema de alcantarillado en la década de los 70 las redes de colectores se ampliaron en los nuevos sectores urbanos, presentando las variables descritas en la tabla N° 37 resultando vulnerabilidad alta. Debido a que el sistema de alcantarillado es antiguo, el EMAPAG posee un manual de operación y mantenimiento, pero no se aplica, lo realizan esporádicamente y no cumplen con normas de calidad (IEOS 1992).

Tabla N° 37: Nivel de vulnerabilidad física del sistema de alcantarillado- colector.

Nivel de vulnerabilidad del sistema de alcantarillado				
Componente: Físico estructural alcantarillado- colector				
Variable de vulnerabilidad	Indicadores	Amenaza movimientos en masa		
		Valor Ind	Peso Pond	Total
Estado actual	Regular	5	1,0	5
Antigüedad	25 a 50 años	5	2,0	10
Mantenimiento	Esporádico	5	1,5	7,5
Material de construcción	Asbesto cemento	5	3,0	15
Estándares de diseño y construcción	Antes de IEOS	10	2,5	25
Total				62,5
Nivel de vulnerabilidad: Alto				

Fuente: Ficha técnica aplicada en el EMAPA-G.

Elaborado por: Fierro Mariela; Pilamunga Jessenia, 2017.

d. Vulnerabilidad física del sistema vial frente a movimientos en masa en la colina San Jacinto

El sistema vial tiene relación directa con la localización y organización de las diferentes actividades y movilidad de la ciudad, en base a la metodología (SNGR-PNUD, 2012) el cual permite identificar y analizar los elementos viales de la colina San Jacinto. En el presente estudio se ha evaluado la vulnerabilidad física de las vías estatal, avenida, calles urbanas primarias y secundarias pertenecientes a la colina San Jacinto, descritas en la Tabla N° 38.

Tabla N° 38: Nivel de vulnerabilidad física del sistema vial de la colina San Jacinto

Variables e indicadores de la vulnerabilidad física del sistema vial																	
Componente	Estado Actual	V.I	P.P	Vm	Mant.	V.I	P.P	Vm	Material	V.I	P.P	Vm	Estándares construcción	VI	P.P	Vm	Nivel de V
Estatad E-491; Vía Guaranda-Chimbo	Bueno	1	2	2	Planificado	1	2	2	Asfalto-Hormigón	1	3	3	Aplica Nor.	1	3	3	10 Bajo
Urbano; Av. la Prensa	Regular	5		10	Esporádico	5		10	Adoquina.	5		15	Versión ant.	5		15	50 Medio
Urbano Calles Primarias																	
Espejo	Malo	10	2	20	Esporádico	5	2	10	Adoquina.	5	3	15	Versión ant.	5	3	15	60 Medio
Unión provincial	Malo	10		20	Esporádico	5		10	Adoquina.	5		15	Versión ant.	5		15	60 Medio
Los Lirios	Regular	5		10	Esporádico	5		10	Adoquina.	5		15	Versión ant.	5		15	50 Medio
5 de Junio	Malo	10		20	Esporádico	5		10	Adoquina.	5		15	Versión ant.	5		15	60 Medio
Urbano Calles Secundarias																	
Pedro Allán	Malo	10	2	20	Esporádico	5	2	10	Adoquinad	5	3	15	No aplica N.	10	3	15	60 Medio
Luis Chimbo	Malo	10		20	Esporádico	5		10	Adoquina.	5		15	No aplica N.	10		15	60 Medio
Acacias	Regular	5		10	Esporádico	5		10	Adoquina.	5		15	No aplica N.	10		15	50 Medio
Guarango	Regular	5		10	Esporádico	5		10	Adoquina.	5		15	No aplica N.	10		15	50 Medio
Capulí	Regular	5		10	Esporádico	5		10	Adoquina.	5		15	No aplica N.	10		15	50 Medio
Eucalipto	Regular	5		10	Esporádico	5		10	Adoquina.	5		15	No aplica N.	10		15	50 Medio
C-3																	

Fuente: Ficha de campo aplicada en la colina San Jacinto.

Elaborado por: Fierro Mariela; Pilamunga Jessenia, 2017

El sistema vial permite la movilización de personas en tiempo normal y en caso de emergencia o desastres, en la tabla N° 39 se exponen los resultados del sistema vial de la colina San Jacinto conformada por la Estatal E-491; Vía Guaranda- Chimbo vía principal de movilidad de la ciudad que presenta nivel bajo de vulnerabilidad, la Avenida la Prensa acceso principal a la colina San Jacinto presenta nivel medio. Las calles urbanas primarias y secundarias facilitan la conectividad y movilidad al interior de la colina San Jacinto todas presentan nivel medio de vulnerabilidad.

Tabla N° 39: Resultados del sistema vial de la colina San Jacinto

Componente	Longitud	Nivel de Vul.	Índice de Vul.
Estatal E-491; Vía Guaranda- Chimbo	1,70Km	BAJO	10
Urbano; Av. la Prensa	653,46 m	MEDIO	50
Urbano Calles Primarias			
Espejo	153,24 m	MEDIO	60
Unión provincial	465,87 m	MEDIO	60
Los Lirios	225,83 m	MEDIO	50
5 de Junio	1,95 Km	MEDIO	60
Urbano Calles Secundarias			
Pedro Allán	283,15 m	MEDIO	60
Luis Chimbo	68 m	MEDIO	60
Acacias	241,31 m	MEDIO	50
Guarango	170,60 m	MEDIO	50
Capulí	164,41 m	MEDIO	50
Eucalipto	88,48m	MEDIO	50
C-3	120,91 m	MEDIO	50

Fuente: Ficha de campo aplicada en la colina San Jacinto.

Elaborado por: Fierro Mariela; Pilamunga Jessenia, 2017.

4.3 Resultados del objetivo 3

Determinar el nivel de exposición (elementos expuestos) de las edificaciones ante la amenaza a movimientos de masa.

Se evaluó a las edificaciones como elementos expuestos frente a movimientos en masa en la colina San Jacinto, el proceso para la obtención del resultado fue explicado en el capítulo II (determinación de los elementos expuestos).

Tabla N° 40: Resultado de exposición (elementos expuestos) de edificaciones.

Manzanas	Número de edificaciones por nivel de exposición frente a movimientos en masa							
	Alto		Medio		Bajo		Total	
	#	%	#	%	#	%	#	%
Manzana 1	1	17	5	83	0	0	6	100
Manzana 2	33	94	2	6	0	0	35	100
Manzana 3	1	100	0	0	0	0	1	100
Manzana 4	1	100	0	0	0	0	1	100
Manzana 5	1	25	3	75	0	0	4	100
Manzana 6	8	32	17	68	0	0	25	100
Manzana 7	11	69	5	31	0	0	16	100
Manzana 8	26	58	19	42	0	0	45	100
Manzana 9	16	70	7	30	0	0	23	100
Manzana 10	13	54	11	46	0	0	24	100
Manzana 11	1	100	0	0	0	0	1	100
Manzana 12	1	50	1	50	0	0	2	100
Manzana 13	24	73	9	27	0	0	33	100
Manzana 14	3	100	0	0	0	0	3	100
Manzana 15	51	81	12	19	0	0	63	100
Manzana 16	9	90	1	10	0	0	10	100
Manzana 17	5	100	0	0	0	0	5	100
Manzana 18	6	86	1	14	0	0	7	100
Manzana 19	5	100	0	0	0	0	5	100
Manzana 20	0	0	0	0	0	0	0	0
Manzana 21	10	71	4	29	0	0	14	100
Manzana 22	4	67	2	33	0	0	6	100
Manzana 23	2	100	0	0	0	0	2	100
Manzana 24	9	82	2	18	0	0	11	100
Manzana 25	3	50	3	50	0	0	6	100
Manzana 26	16	100	0	0	0	0	16	100
Manzana 27	1	100	0	0	0	0	1	100
Manzana 28	1	50	1	50	0	0	2	100
Total	262	71	105	29	0	0	367	100

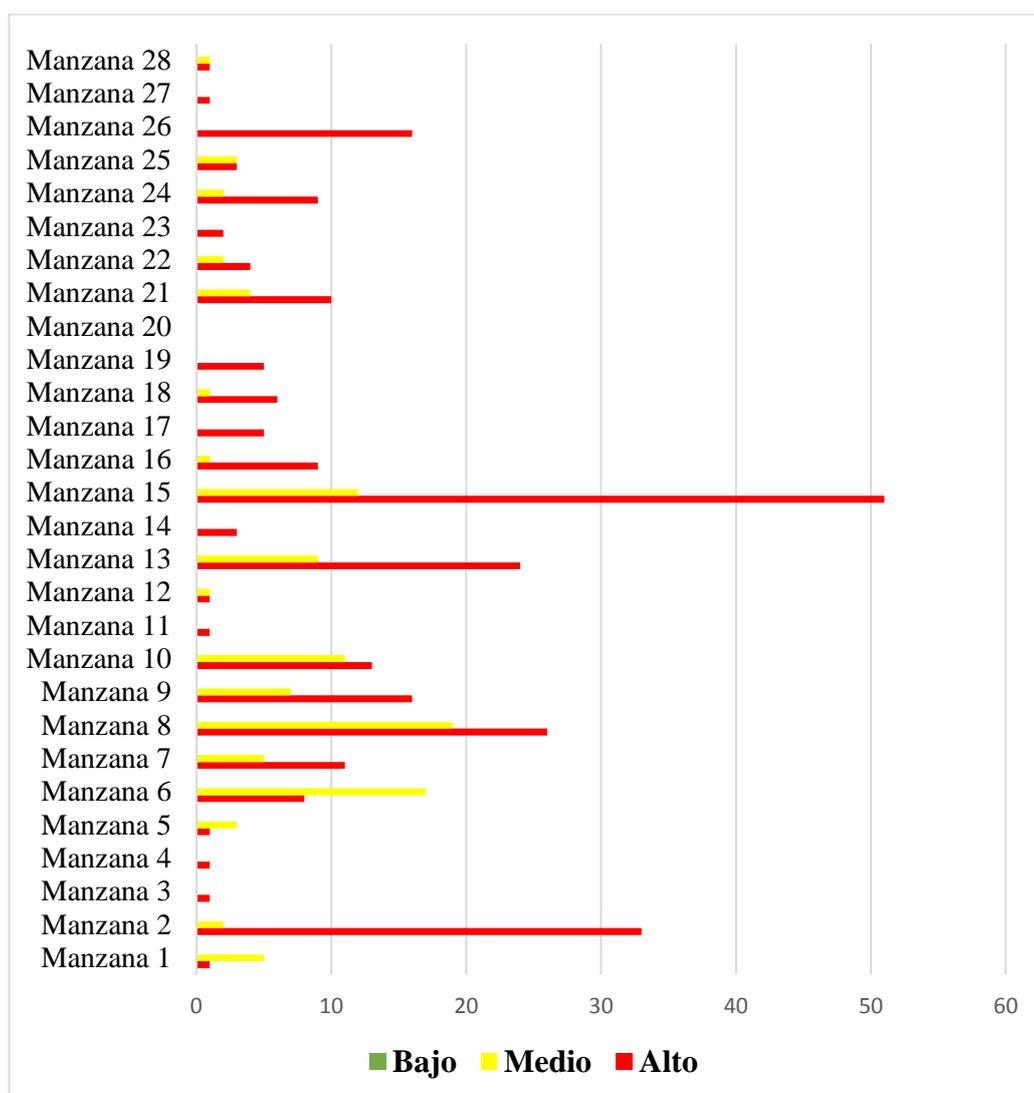
Fuente: Ficha de campo aplicada en la colina San Jacinto.

Elaborado por: Fierro Mariela; Pilamunga Jessenia, 2017.

El nivel de exposición de las edificaciones se realizó entre la intersección del mapa de edificaciones y de movimientos en masa. La base de datos del mapa final con el nivel de exposición de cada edificación fue agrupada en manzanas.

En la tabla N° 40 y gráfico N° 9 se presentan los resultados que indican que en la colina San Jacinto 262 edificaciones (71 %) presentan nivel de exposición alto, son edificaciones que en su mayor parte se localizan en zonas con topografía irregular y pendientes fuertes susceptibles a movimientos en masa, 105 edificaciones nivel medio representado en un 29% y no existe nivel bajo.

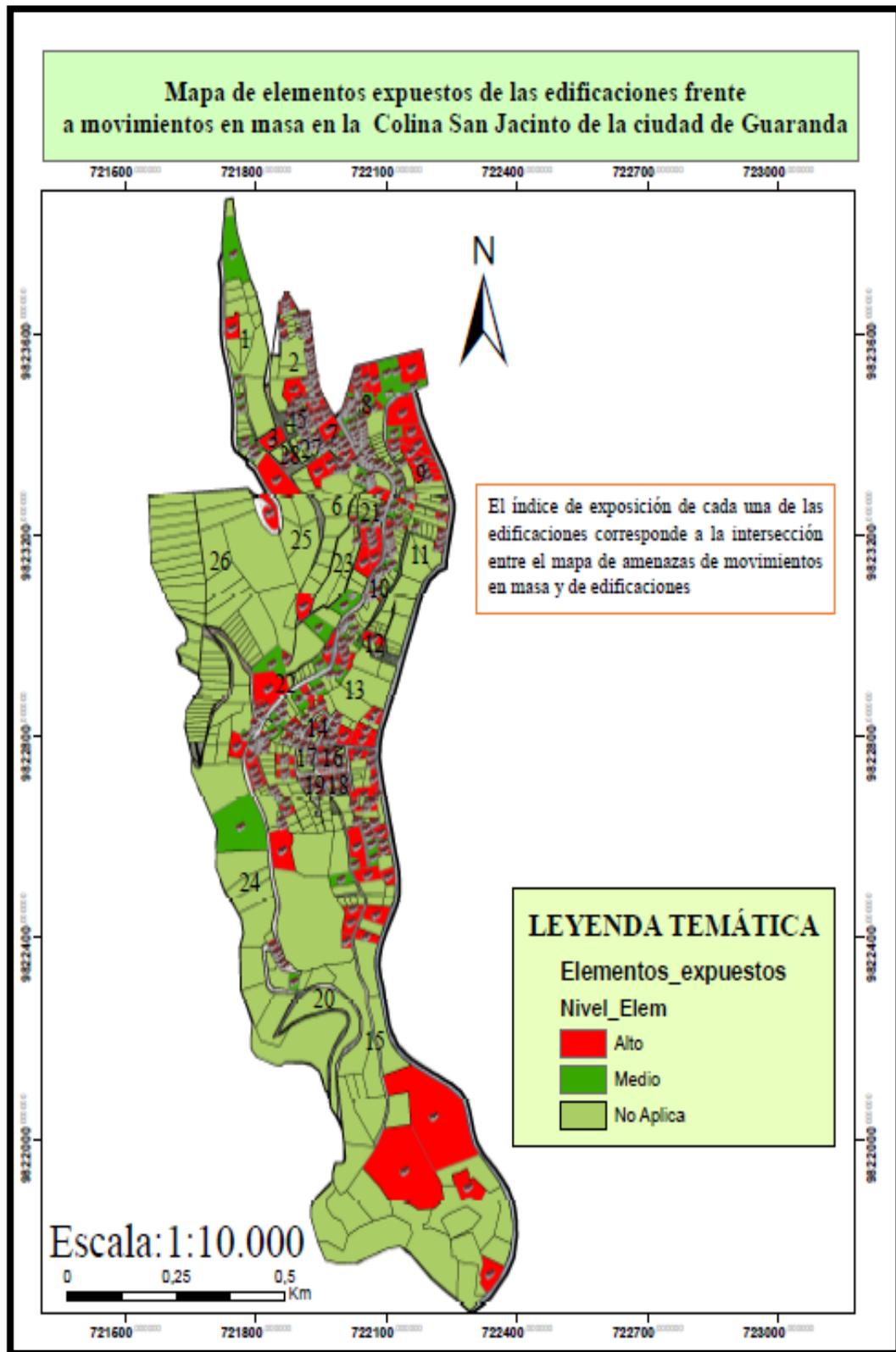
Gráfico N° 9: Resultado del nivel de exposición (elementos expuestos) de las edificaciones de la colina San Jacinto frente a movimientos en masa



Fuente: Ficha de campo aplicada en la colina San Jacinto.

Elaborado por: Fierro Mariela; Pilamunga Jessenia, 2017.

Figura N° 21: Mapa de elementos expuestos de edificaciones frente a movimientos en masa



Fuente: Ficha de campo aplicada en la colina San Jacinto.

Elaborado por: Fierro Mariela; Pilamunga Jessenia, 2017.

4.4 Resultados del objetivo 4

Proponer estrategias de mitigación ante la amenaza a movimientos de masa.

Los movimientos en masa los daños que puede generar pueden ser evitables, en esta investigación se determinó la amenaza de movimientos en masa, la vulnerabilidad y elementos expuestos principalmente de las edificaciones.

Medidas estructurales

Las medidas estructurales representan a la intervención física a través del refuerzo u obras de ingeniería. Mediante las medidas estructurales se deben hacer cumplir las Normas Ecuatorianas de Construcción NEC-2015 y aportar a la reducción de la amenaza.

Reducir la vulnerabilidad física estructural se refiere a la reducción mínima posible de daños materiales a través de la modificación de la resistencia, su objetivo principal mitigar el riesgo.

Medidas no estructurales

Se refiere principalmente a todas aquellas acciones de aplicación legislativa de gestión, de tipo educativas, organización, etc., que podrían disminuir los daños de un evento, comúnmente son el complemento de medidas estructurales para la mitigación, ya que promueven organización en la población, información pública y fortalecimiento institucional.

Son medidas en las cuales se promueve la relación directa con la población, mencionando las principales estrategias de mitigación:

- Mapa de zonificación ante movimientos en masa de la colina San Jacinto
- La **reglamentación y ordenanzas** que permitan restringir el uso de suelo con fines urbanísticos en zonas altas de susceptibilidad a movimientos en masa: zonas en las cuales es necesario contar con estudios detallados si se pretende dar uso urbano.

- En el plan de ordenamiento territorial incorporar los suelos de protección y tratamiento especial por riesgo y las respectivas restricciones para la construcción de edificaciones en zonas inestables.
- Por parte de las instituciones involucradas contiguo seguimiento a las zonas de alta susceptibilidad a movimientos en masa.
- Un sistema de advertencia y vigilancia para la prevención a través de señales, para evitar la construcción de edificaciones en zonas de alta susceptibilidad.

Realizar a la población preparación para un evento adverso (movimientos en masa), tratando de reducir o evitar pérdidas humanas y daños materiales, conjuntamente con las instituciones involucradas tomando las medidas preventivas necesarias, así también se menciona lo siguiente:

- Elaboración de planes de evacuación y emergencia frente a movimientos en masa de la colina San Jacinto
- Planes de intervención y coordinación para socorro y rescate.
- Capacitación y simulacros sobre movimientos en masa.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Comprobación de la hipótesis

La hipótesis presentada es descriptiva, cuya comprobación está basada en la determinación de los factores condicionantes o factores pasivos, factores detonantes, activos o de disparo, que permitieron obtener una zonificación de áreas susceptibles a movimientos en masa mediante la combinación de estos factores, los cuales establecieron índices de influencia para el área de estudio, que fueron aplicados mediante un Sistema de Información Geográfica (SIG).

Una vez conocidos los factores condicionantes y detonantes, la colina San Jacinto posee un nivel de susceptibilidad alto incidiendo en el grado de vulnerabilidad y elementos expuestos por la ubicación de las edificaciones en terrenos de laderas con pendientes fuertes y suelos inestables, además la presencia de escarpes positivos y negativos influyendo en el incremento de vulnerabilidad y el índice de exposición de cada una de las edificaciones ya que a través de la intersección entre el mapa de amenazas y de edificaciones, se comprobó que si una edificación posee un nivel bajo de vulnerabilidad pero está ubicada en un nivel alto de susceptibilidad, su exposición resulto alta.

Por lo cual se concluye que la hipótesis es positiva ya que el nivel de susceptibilidad de movimientos en masa si influye en las condiciones de vulnerabilidad y elementos expuestos.

5.2 Conclusiones

Esta investigación determinó que la zona de estudio presenta un NIVEL ALTO de susceptibilidad a movimientos en masa con 80,47 ha representado en un 97,84%, mientras que 1,78 ha representan NIVEL MEDIO determinando en un 2,16% del área total, identificando suelos areno limo arcilloso de formación de depósitos superficiales, a medida que aumenta la pendiente, los suelos aflorantes son de tipo cangahua de composición intermedia, marrón amarillenta, algunas de estas áreas han sido aprovechadas por parte de los habitantes para el desarrollo de la actividad ganadera, agrícola y construcción de sus edificaciones en estos terrenos que aumentan la susceptibilidad a movimientos en masa.

La colina San Jacinto está compuesta por un total de 28 manzanas, el 44% de manzanas presentan nivel bajo de vulnerabilidad de las edificaciones ante movimientos en masa, se puede decir que esto se debe a que su mayoría de edificaciones son construidas a partir del año 1993, que poseen estructuras de hormigón armado y en zonas de terrenos planos. Seguidas por las edificaciones con nivel de vulnerabilidad media representado en un 32% debido a que poseen estructura de pared portante, a su año de construcción ya que resultan antiguas y por su estado de conservación. Las edificaciones de vulnerabilidad alta con un 24% se deben principalmente por la ubicación de las edificaciones en terrenos de laderas con pendientes fuertes, además la presencia de escarpes positivos y negativos lo que influye en el incremento de vulnerabilidad.

Los riesgos naturales especialmente los geológicos son fenómenos constituyentes del medio ambiente; la dimensión de los daños que ocasionan se encuentra en función de decisiones adoptadas durante el progreso de desarrollo de los asentamientos humanos y podrían ser evitables cumpliendo las Normas Ecuatorianas de Construcción, así también a través del refuerzo u obras de ingeniería y realizar a la población preparación para un evento adverso (movimientos en masa), tratando de reducir o evitar pérdidas humanas y daños materiales, conjuntamente con las instituciones involucradas tomando las medidas preventivas necesarias.

La exposición se evaluó según la localización de los elementos expuestos (edificaciones) en el área de estudio, en la colina San Jacinto 262 edificaciones (71%) presentan nivel de exposición alto, son edificaciones que en su mayor parte se localizan en zonas con topografía irregular y pendientes fuertes susceptibles a movimientos en masa, 105 edificaciones nivel medio representado en un 29%, estableciendo su posible afectación a la amenaza de movimientos en masa.

5.3 Recomendaciones

- Promover al GAD de Guaranda la ejecución de obras de mitigación con el objetivo de reducir los efectos de movimientos en masa y control en los asentamientos humanos.
- Elaborar programas de capacitación para reducir la vulnerabilidad a los pobladores de la colina San Jacinto, integrando a las instituciones gubernamentales, públicas y privadas de respuesta adquiriendo una adecuada cultura de Gestión del Riesgo, principalmente medidas de reducción de la vulnerabilidad física de las edificaciones aportando de una manera adecuada la protección de los pobladores, edificaciones y redes vitales.
- Incorporar proyectos para mitigar el riesgo y ejecutar obras civiles en lugares propensos a movimientos en masa en la colina San Jacinto.
- Realizar obras de drenaje y subdrenaje para que las aguas servidas y lluvias vayan por esos conductos.
- Realizar estudios de suelo antes de iniciar construcciones de edificaciones y verificar e inspeccionar el cumplimiento de las normas de construcción según la norma NEC, 2015, esto incluye diseño, cálculo estructural, uso de materiales y alturas.
- Vigilancia y mantenimiento a los sistemas de agua potable y alcantarillado del área de estudio e inspección de la circulación vehicular, en función del peso de todo tipo de vehículos.

BIBLIOGRAFÍA

- Castillo, G. B., Sotela, O. B., & Roman, O. N. (16 de Mayo de 2011).** *"Efectividad de la Metodología Mora-Vahrson modificada en el caso de los deslizamientos provocados por el terremoto de Cinchona"*, Costa Rica. *Revista Geográfica de América Central* N° 47, 141-162.
- CEPREDENAC-PNUD, C. d. (2003).** *"La Gestión Local del Riesgo. Nociones y Precisiones en torno al Concepto y la Práctica"*. Guatemala. Obtenido http://www.desenredando.org/public/libros/2006/ges_loc_riesg/gestion_riesgo_espanol.pdf
- Civil, B. d. (2011).** *"Manual de estimación del riesgo ante movimientos en masa en laderas"*. Lima: Biblioteca Nacional del Perú.
- CLIRSEN, SENPLADES, MAGAP, INIGEMM. (2012).** *"Metodología para evaluación de la amenaza de movimientos en masa"*. Quito.
- Constitución de la República del Ecuador. (2008).** *"Constitución de la República del Ecuador"*.
- Coro, W. (2013).** *"Estudio de la susceptibilidad a deslizamientos para la reducción del riesgo en la ciudad de Guaranda"*. Provincia de Bolívar. Tesis de grado. (Fin de carrera).
- COSUDE, A. S. (2005).** *"Metodologías para el análisis y manejo de los riesgos naturales"*. (MET - ALARN). Managua, Nicaragua.
- Cruden, D., & Varnes, D. (1996).** *"Landslides types and processes"*. Washington: Turner y Schuster.
- De Matties, A. (2003).** *"Estabilidad de Taludes"*. Rosario: Universidad Nacional de Rosario.
- EcuRed. (10 de Agosto de 2017).** Obtenido de EcuRed: https://www.ecured.cu/Erosi%C3%B3n_del_suelo
- Ercole, R. D., & Mónica, T. (2003).** *"Amenazas, Vulnerabilidad, Capacidades y Riesgo en el Ecuador"*. Quito.
- Escorza Jaramillo, L. D. (Enero de 1993).** *"Levantamiento Geológico de la Depresión de Guaranda"*. Quito, Ecuador.
- Flores, L. J. (2013).** *"Guía Metodológica de Reducción de Riesgos para Educadores. En L. J. Flores, Guía Metodológica de Reducción de Riesgos para Educadores"*. Quito- Ecuador.

- Funes, L. I. (2004). Geografía General para Bachillerato. En L. I. Funes, "Geografía General para Bachillerato (pág. 111)". Mexico: Limusa, S.A. DE C.V.**
- GAD Guaranda. (2011). "Memoria Técnica del Mapa de Microzonificación Sísmica de la Zona Urbana del Cantón Guaranda". Guaranda.**
- Gómez, J. L., & Azcárate, T. B. (2017). "Introducción a los riesgos geológicos". España: UNED,2017.**
- Grohmann, U. N. (25 de Diciembre de 2012). SlideShare. Obtenido de SlideShare: <https://es.slideshare.net/alexluquee/ensayo-triaxial-geotecnia>**
- Iriondo, M. H. (Martín H. Iriondo). "Introducción a la Geología. En M. H. Iriondo, Introducción a la Geología (pág. 78)".Argentina: Brujas.**
- Julio Diaz Palacios, O. C. (2005). "Manual de Gestion de Riesgo en los Gobiernos Locales. En O. C. Julio Diaz Palacios, Manual de Gestion de Riesgo en los Gobiernos Locales (pág. 15)". Peru: Forma e Imagen.**
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2015). NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN. Quito.**
- Orlando Chuquisengo Vasquez, P. F. (2007). "Gestion de Riesgos en Ancash. En P. F". Orlando Chuquisengo Vasquez,**
- PDOT-Guaranda. (2011)." Plan de Desarrollo y Ordenamiento territorial".**
- Plan Nacional del Buen Vivir. (2013). Plan Nacional del Buen Vivir. Ecuador.**
- Secretaría de Gestión de Riesgos. (2014). "Se produjo deslizamiento en la Quebrada del Mullo". Guaranda.**
- SGR. (2015). "MANUAL DEL COMITÉ DE GESTIÓN DE RIESGOS. ECUADOR": Dirección de Comunicación Social de la SGR.**
- SNGR, & PNUD. (2012). "Análisis de Vulnerabilidades a Nivel Municipal". Quito .**
- Suárez Diaz, J. (2009). "DESLIZAMIENTOS". Universidad Industrial de Santander.**
- Suarez, J. (s.f). "Deslizamientos": Analisis Geotecnico. Obtenido de Deslizamientos: Analisis Geotecnico: <http://www.erosion.com.co>**
- Tiberius, J. (2016). La Ley de la Gravedad Global. En J. Tiberius, La Ley de la Gravedad Global (pág. 30). Molwick.**
- UEB. (2013). "Resultados del proyecto:Metodologías para el análisis de riesgo (sismos, deslizamientos e inundaciones) de la ciudad de Guaranda". Guaranda-Ecuador.**

UNISDR. (2009). *"Terminología sobre Reducción del Riesgo de Desastres"*. Ginebra, Suiza: UNISDR.

Vallejo, L. I., Ferrer, M., Ortuño, L., & Oteo, C. (2010). *"Ingeniería Geológica"*. Madrid.

ANEXOS

ANEXO I

LISTA DE ACRÓNIMOS

CLIRSEN: Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos.

EMAPAG: Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Guaranda

INAMHI: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología

INIGEMM: Instituto Nacional de Investigación Geológico Minero Metalúrgico.

MAGAP: Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca

OPS: Organización Panamericana de la Salud

PNUD: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

SENPLADES: Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo

SNGR: Secretaria Nacional de Gestión del Riesgo.

SENPLADES: Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo

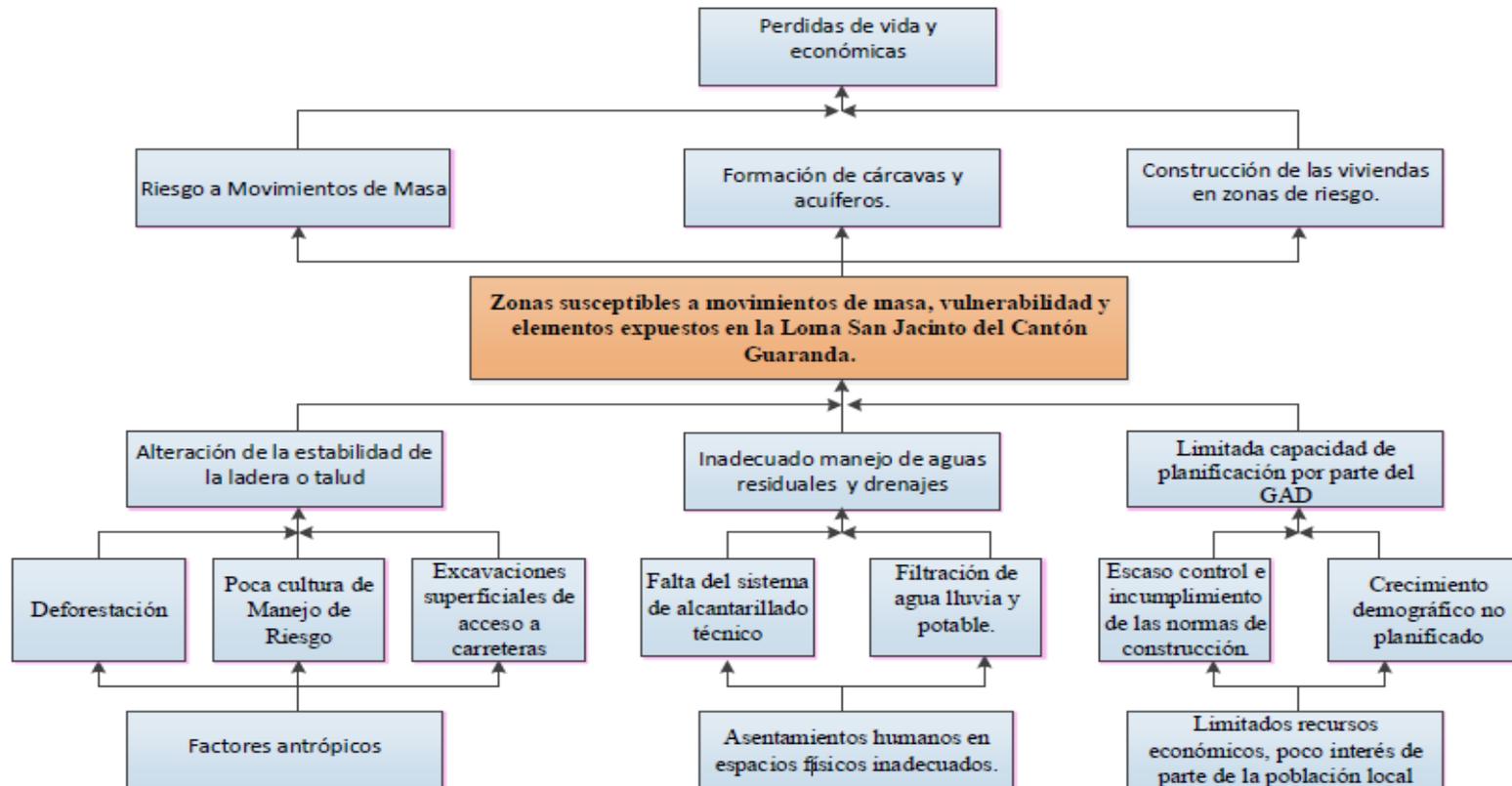
SPT: Ensayo de Penetración estándar

SUC's: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos.

UNISDR: Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres.

ANEXO II

ÁRBOL DE PROBLEMAS



Elaborado por: Mariela Fierro Álvarez y Jessenia Pilamunga Taraguay 2017.

ANEXO III

Ficha de campo vulnerabilidad física de edificaciones

FICHA DE CAMPO VULNERABILIDAD FÍSICA																																	
Código Manzana-Predio	Sistema estructural					Tipo de material en mampostería			Número de Pisos			Año de construcción		Estado de conservación			Características del suelo bajo la edificación			Topografía del sitio													
	Hormigón armado	Estructura metálica	Estructura de madera	Estructura de caña	Estructura de pared portante	Mixta madera/hormigón	Mixta metálica/hormigón	Pared de ladrillo	Pared de bloque	Pared de piedra	Pared de adobe	Pared de tapial/bahareque/madera	1 piso	2 pisos	3 pisos	4 pisos	5 pisos o más	antes de 1970	entre 1971 y 1980	entre 1981 y 1990	entre 1991 y 2010	Bueno	Aceptable	Regular	Malo	firme, seco	Inundable	Ciénaga	Húmedo, blando, relleno	A nivel, terreno plano	Bajo nivel calzada	Sobre nivel calzada	Escarpe positivo o negativo

Fuente: Adaptado de (SNGR & PNUD, 2012).

Elaborado por: Fierro Mariela; Pilamunga Jessenia, 2017.

ANEXO IV



FICHA TÉCNICA PARA LA OBTENCIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD FÍSICA DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

INSTITUCIÓN RESPONSABLE: EMPRESA MUNICIPAL DE
AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE GUARANDA -
EMAPAG

Nombre del técnico entrevistado:

Objetivo: Estudiantes egresadas de la carrera de Administración para Desastres y Gestión del Riesgo se encuentran realizando el proyecto de investigación previo a la titulación de la carrera denominado: “**Determinación de zonas susceptibles a movimientos en masa, vulnerabilidad y elementos expuestos, en la colina San Jacinto del cantón Guaranda, provincia Bolívar durante el periodo 2017**”, mediante el cual se propone “**evaluar los componentes y elementos para la determinación de la vulnerabilidad física del sistema de agua potable y alcantarillado de la ciudad de Guaranda y el área de estudio**” para lo cual solicitamos su colaboración.

1. Nivel de vulnerabilidad físico estructural de redes vitales (Agua potable)			
Componentes	Evaluación	Ubicación	Nº de Tanques
Captación	Se evaluará los tanques de captación de agua potable		
Conducción	Se evaluará desde el sitio de captación las líneas de conducción hasta las plantas de tratamiento.		
Tratamiento	Se evaluará los tanques de tratamiento de agua potable		
Distribución	Se evaluará los tanques y redes de distribución.		

Fuente: EMAPA-G

Elaborado por: Fierro Mariela; Pilamunga Jessenia, 2017.

Vulnerabilidad físico estructural de redes vitales (agua potable)					
Variable	Indicadores	Captación	Conducción	Tratamiento	Distribución
Estado actual	Bueno				
	Regular				
	Malo				
Antigüedad	0 a 25 años				
	25 a 50 años				
	Mayor a 50 años				
Mantenimiento	Planificado				
	Esporádico				
	Ninguna				
Material de construcción	PVC				
	Hormigón				
	Asbesto cemento				
	Mampostería de piedra y/o de ladrillo				
	Tierra				
Estándares de diseño y construcción	Antes de IEOS				
	Entre el IEOS Y la norma local				
	Después de la norma local				

Fuente: Adaptada de metodología SNGR-PNUD, 2012; EMAPA-G

Elaborado por: Fierro Mariela; Pilamunga Jessenia, 2017.

2. Vulnerabilidad física sistema de alcantarillado-colector

Ubicación planta de tratamiento de aguas servidas:

Ubicación redes de colectores:

Vulnerabilidad del sistema de alcantarillado- físico estructural		
Variable	Indicadores	Alcantarillado-colector
Estado actual	Bueno	
	Regular	
	Malo	
Antigüedad	0 a 25 años	
	25 a 50 años	
	Mayor a 50 años	
Mantenimiento	Planificado	
	Esporádico	
	Ninguna	
Material de construcción	PVC	
	Hormigón	
	Asbesto cemento	
	Mampostería de piedra y/o de ladrillo	
	Tierra	
Estándares de diseño y construcción	Antes de IEOS	
	Entre el IEOS Y la norma local	
	Después de la norma local	

Fuente: Adaptada de metodología SNGR-PNUD, 2012; EMAPA-G

Elaborado por: Fierro Mariela; Pilamunga Jessenia, 2017.

ANEXO V

Ficha de campo de vulnerabilidad del sistema vial.

Nombre del componente:		
Variable de vulnerabilidad	Indicador	
Estado actual	Bueno	
	Regular	
	Malo	
Mantenimiento	Planificado	
	Esporádico	
	Ninguna	
Material de construcción	Asfalto, hormigón	
	Adoquinado	
	Lastrado	
	Tierra	
Estándares de diseño y construcción	Aplica la normativa MOP 2002	
	Versión anterior al 2002	
	No aplica normativa	

Fuente: Adaptada de metodología SNGR-PNUD, 2012

Elaborado por: Fierro Mariela; Pilamunga Jessenia, 2017.

ANEXO VI

MEMORIAS FOTOGRÁFICAS

Trabajo de campo



Trabajo de campo



Hormigón armado



Estructura madera



Estructura de pared portante



Pared de ladrillo



Pared de bloque



Pared de adobe



Entre 1971 y 1980



Entre 1981 y 1990



Entre 2010



Estado Bueno



Estado Regular



Estado Malo



Estatal Vía Guaranda-Chimbo



Calle secundaria Arturo Salazar



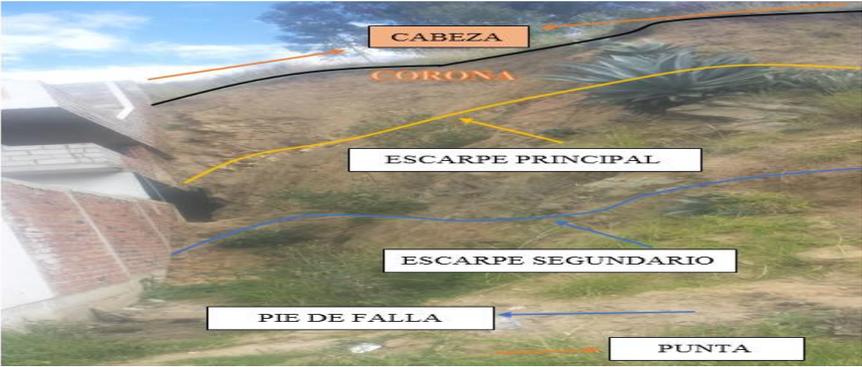
Caídas



Reptación



ANEXO VII

Ficha de verificación de movimientos en masa													
Localización (UTM,WGS84 Zona 17S)													
Coordenada X	7	2	2	0	8	8	,	2	2	2			
Coordenada Y	9	8	2	2	8	5	8	,	3	0	7		
Daños que pueden ocasionarse				Tipo de movimiento									
Pérdida de vidas				D. Rotacional								X	
Edificaciones				D. Traslacional									
Vías de Comunicación				Flujos									
Líneas de Conducción				Caídas									
Accidentes de Tránsito				Avalanchas									
Actividad Económica (Ganadería, Agrícola)				Desplazamientos Laterales									
				Reptación									
CAUSAS													
Material meteorizado										X			
Material Fisurado o Agrietado													
Movimientos tectónicos													
Lluvias													
Ausencia de vegetación o deforestación													
Excavación de la pata del talud										X			
Mantenimiento deficiente del sistema de drenaje													
Agua Subterránea													
Actividades Antrópicas													
Estado													
Activo													
Latente													
Estabilizado												X	
Relicto													

Elaborado por: Fierro Mariela; Pilamunga Jessenia, 2017.

Ficha de verificación de Movimientos en Masa

Localización (UTM,WGS84 Zona 17S)											
Coordenada X	7	2	2	3	1	4	,	3	3	5	
Coordenada Y	9	8	2	1	9	3	5	,	6	7	7

Daños que pueden ocasionarse	
Pérdida de vidas	
Edificaciones	
Vías de Comunicación	X
Líneas de Conducción	
Accidentes de Tránsito	X
Actividad Económica (Ganadería, Agrícola)	

Tipo de Movimiento	
D. Rotacional	
D. Traslacional	X
Flujos	
Caídas	
Avalanchas	
Desplazamientos Laterales	
Reptación	

CAUSAS	Material meteorizado	X
	Material Fisurado o Agrietado	X
	Movimientos tectónicos	
	Lluvias	
	Ausencia de vegetación o deforestación	
	Excavación de la pata del talud	
	Mantenimiento deficiente del sistema de drenaje	
	Agua Subterránea	
	Actividades Antrópicas	

Estado	
Activo	
Latente	
Estabilizado	X
Relicto	



Elaborado por: Fierro Mariela; Pilamunga Jessenia, 2017.

ANEXO VIII

PRESUPUESTO

PRESUPUESTO				
Ítem	Descripción	Cantidad	Costo Unitario(\$)	Costo total(\$)
1	Material de escritorio			
	Resma de papel A-4	1	6.00	6.00
	Fotocopia	300	0.02	6.00
	Carpeta	2	0.50	1.00
	Impresión y Empastado	600	0.20	120.00
	Cuaderno	2	1.50	3.00
	Lápiz	4	0.50	2.00
	Anillado	6	1.20	7.20
SUB-TOTAL 1				145.20
2	Servicios tecnológicos			
	USB	2	10.00	20.00
	Cámara Fotográfica	1	200.00	200.00
	Computadora	1	800.00	800.00
SUB-TOTAL 2				1020.00
3	Personales			
	Transporte			20.00
	Alimentación			20.00
	Gastos Varios			50.00
SUB-TOTAL 3				90.00
TOTAL				1255.20

Elaborado por: Fierro Mariela; Pilamunga Jessenia, 2017.

ANEXO IX

Cronograma de actividades

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES												
ACTIVIDADES	MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO	
Etapa 1: Estructura del plan para proyecto de investigación												
1.1. Formulación del Proyecto												
1.2. Presentación												
1.3. Aprobación												
Etapa 2: Desarrollo del Proyecto de investigación												
2.1. Recolección de información y elaboración del primer capítulo												
2.2. Recolección de información y elaboración del segundo capítulo												
2.3. Recolección de información y elaboración del tercer capítulo												
2.4. Recolección de información y elaboración del cuarto capítulo												
2.5. Recolección de información y elaboración del quinto capítulo												
2.6. Anexos												
Etapa 3: Elaboración y presentación del borrador												
Correcciones y presentación del borrador												
Presentación de documento final y defensa del proyecto.												

Elaborado por: Fierro Mariela; Pilamunga Jessenia, 2017.

ANEXO X



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO
ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN
DEL RIESGO

Oficio N° 1

Guaranda 03 de Julio del 2017

Msc. Max Jimenez Zúñiga

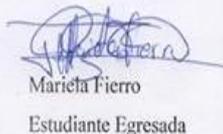
Gerente General de la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de
Guaranda. EMAPA-G

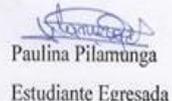
Presente.

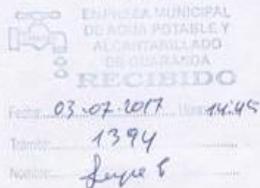
Saludos cordiales y deseándole éxitos en sus funciones, estudiantes egresadas de la carrera de Administración para Desastres y Gestión del Riesgo se encuentran realizando el proyecto de investigación previo a la titulación de la carrera denominado: "Determinación de zonas susceptibles a movimientos en masa, vulnerabilidad y elementos expuestos, en la Colina San Jacinto del Cantón Guaranda, Provincia Bolívar durante el periodo 2017", mediante el cual se propone "evaluar los componentes y elementos para la determinación de la vulnerabilidad física del sistema de agua potable y alcantarillado de la ciudad de Guaranda y el área de estudio" para lo cual solicitamos coordinar una entrevista con el/los técnicos encargados, los resultados alcanzados serán de gran utilidad para el presente proyecto investigativo.

Seguros de contar con la ayuda requerida, se anexa la ficha técnica para la obtención de datos, Atentamente


Arg. César Pazmiño
DIRECTOR


Mariela Fierro
Estudiante Egresada


Paulina Pilamunga
Estudiante Egresada


EMPRESA MUNICIPAL
DE AGUA POTABLE Y
ALCANTARILLADO
DE GUARANDA
RECIBIDO
Fecha: 03-07-2017 Hora: 14:45
Turno: 1394
Nombre: 