



**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 PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO EN ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO**

**TEMA:**

ZONIFICACIÓN DE SUSCEPTIBILIDAD, A DESLIZAMIENTOS PARA LA REDUCCIÓN  
DE RIESGOS, EN EL BARRIO SAN JOSÉ DE MONJAS, PARROQUIA PUENGASÍ DE  
QUITO, PROVINCIA PICHINCHA, PERIODO NOVIEMBRE 2022 – FEBRERO 2023

**AUTOR:**

BYRON SANTIAGO URBINA AGUILAR

**TUTOR:**

ING. MOISÉS ARREGUÍN

**GUARANDA – ECUADOR**

**2023**

## Certificado Emitido por el Tutor Para Realizar el Proceso de Empastado



El suscrito Ingeniero MOISÉS ARREGUÍN SAMANO, **TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

### CERTIFICA:

Que el señor, URBINA AGUILAR BYRON SANTIAGO, ha culminado la carrera de Administración Para Desastres y Gestión Del Riesgo, de la Facultad de Ciencias de la Salud y del Ser Humano, modalidad presencial, una vez revisado el documento **“ZONIFICACIÓN DE SUSCEPTIBILIDAD, A DESLIZAMIENTOS PARA LA REDUCCIÓN DE RIESGOS, EN EL BARRIO SAN JOSÉ DE MONJAS, PARROQUIA PUENGASÍ DE QUITO, PROVINCIA PICHINCHA , PERIODO NOVIEMBRE 2022 – FEBRERO 2023”**, puede proceder a realizar el proceso de empastado de su Proyecto de Investigación.

Guaranda, 16 de junio de 2023

Atentamente:



**ING. MOISÉS ARREGUÍN SAMANO**  
**TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

## Declaración de Derechos de Autor



### DERECHOS DE AUTOR

Yo, **Byron Santiago Urbina Aguilar** portador de la Cédula de Identidad No. 1753501079 en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del Trabajo de Titulación: “**ZONIFICACIÓN DE SUSCEPTIBILIDAD, A DESLIZAMIENTOS PARA LA REDUCCIÓN DE RIESGOS, EN EL BARRIO SAN JOSÉ DE MONJAS, PARROQUIA PUENGASÍ DE QUITO, PROVINCIA PICHINCHA, PERIODO NOVIEMBRE 2022 – FEBRERO 2023**”, modalidad presencial, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN, concedemos a favor de la Universidad Estatal de Bolívar, una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservamos a mi/nuestro favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo/autorizamos a la Universidad Estatal de Bolívar, para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Digital, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El (los) autor (es) declara (n) que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Byron Santiago Urbina Aguilar



.....  
Firma

## Certificado de Seguimiento al Proceso Investigativo, Emitido por el Tutor(a)

### **CERTIFICADO DE SEGUIMIENTO AL PROCESO INVESTIGATIVO, EMITIDO POR EL TUTOR.**

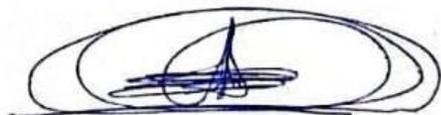
**Guaranda, 12 de abril de 2023.**

El suscrito Ingeniero Moisés Arreguín Sámano, Director de Proyecto de Investigación de Pre Grado de la carrera de Administración para Desastres y Gestión del Riesgo de la Universidad Estatal de Bolívar, en calidad de Docente – Tutor.

#### **CERTIFICA:**

Que el proyecto de investigación titulado: “ZONIFICACIÓN DE SUSCEPTIBILIDAD, A DESLIZAMIENTOS PARA LA REDUCCIÓN DE RIESGOS, EN EL BARRIO SAN JOSÉ DE MONJAS, PARROQUIA PUENGASÍ DE QUITO, PROVINCIA PICHINCHA, PERIODO NOVIEMBRE 2022 – FEBRERO 2023.”; realizado por el señor: **Byron Santiago Urbina Aguilar** ha sido debidamente revisado e incorporado las observaciones realizadas durante las asesorías; en tal virtud, autorizo su presentación para la aprobación respectiva de acuerdo al reglamento de la Universidad.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a verdad, facultando a los interesados dar al presente documento el uso legal que estimen conveniente.



**ING. MOISÉS ARREGUÍN SÁMANO.**

**DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DE PRE GRADO**

## **Dedicatoria**

*A mis padres, que son la razón de mi incansable lucha. Quienes han sido el motor de mi vida, ya que me han brindado su apoyo moral, económico, su paciencia para no desmayar y mantenerme siempre con pie de lucha.*

*A mi hermano, familiares y amistades por haberme motivado cuando más lo he necesitado.*

**Byron Santiago Urbina Aguilar.**

## **Agradecimiento**

*A Dios, por darme sabiduría y fortaleza para culminar mi carrera.*

*A mis padres y hermano, por haberme brindado su apoyo incondicional en los diferentes  
ámbitos de mi desarrollo profesional.*

*A la Universidad Estatal de Bolívar y a los maestros que han contribuido en sus  
enseñanzas para mi formación académica.*

*A mi tutor de proyecto de investigación, Ing. Moisés Arreguín Sámano, quien con su  
sabiduría y experiencia ha hecho posible la terminación de este trabajo investigativo.*

*A los pares académicos Ing. Gino Noboa e Ing. Oswaldo López, por su guía y apoyo  
académico a lo largo del desarrollo del proyecto.*

**Byron Santiago Urbina Aguilar.**

## Índice de Contenido

Certificado Emitido por el Tutor Para Realizar el Proceso de Empastado .....	2
Declaración de Derechos de Autor .....	3
Certificado de Seguimiento al Proceso Investigativo, Emitido por el Tutor(a).....	4
Dedicatoria.....	5
Agradecimiento.....	6
Índice de Contenido .....	7
Índice de Figuras.....	13
Índice de Tablas .....	15
Tema .....	17
Resumen Ejecutivo .....	18
Introducción .....	20
Capítulo I .....	22
1. El Problema.....	22
1.1. Planteamiento del Problema .....	22
1.2. Formulación del Problema.....	24
1.3. Objetivos.....	24
1.3.1. Objetivo General.....	24
1.3.2. Objetivos Específicos.....	24
1.4. Justificación de la Investigación.....	24

1.5. Limitaciones .....	26
Capítulo II .....	27
2. Marco Teórico.....	27
2.1. Marco Referencial .....	27
2.2. Antecedentes de la Investigación.....	29
2.2.1. Estudio de la Susceptibilidad al Deslizamiento de Laderas en el Estado de Guerrero, México, Aplicando Tecnologías de Información Geográfica.....	29
2.2.2. Zonificación de las Áreas Susceptibles a Deslizamientos en la Parroquia Simiatug, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Durante el Periodo 2021 .....	29
2.2.3. Zonificación de la Susceptibilidad a Deslizamientos por Medio de Sistemas de Información Geográfico, en la Parroquia Bulán, Cantón Paute.....	30
2.2.4. Susceptibilidad a Deslizamientos en la Vía Alóag – Santo Domingo, Mediante Lógica Difusa.....	30
2.2.5. Análisis de Riesgo por Movimiento en Masa, Mediante Vehículos Aéreos no Tripulados (Drones) y GPS de Precisión, en el Sector del Río Monjas al Nororiente del Distrito Metropolitano de Quito.....	31
2.3. Bases Teóricas .....	31
2.3.1. Factores que Influyen en la Ocurrencia de Deslizamientos.....	31
2.3.1.1. Factores Intrínsecos.....	36
2.3.1.1.1. Pendiente.....	36
2.3.1.1.2. Geología – Litología.....	37

2.3.1.1.3. Geomorfología.....	37
2.3.1.1.4. Cobertura Vegetal – Uso de Suelo.....	37
2.3.1.2. Factores de Disparo.....	37
2.3.1.2.1. Intensidad de Precipitaciones.....	38
2.3.1.2.2. Intensidad Sísmica.....	38
2.3.1.2.3. Taludes.....	38
2.3.1.2.4. Ladera Natural (Ladera).....	39
2.3.1.2.5. Talud Artificial.....	39
2.3.2. Condiciones de Estabilidad de Taludes.....	40
2.3.2.1. Métodos de Análisis de Estabilidad de Taludes.....	41
2.3.2.2. Softwares Utilizados Para Análisis de Estabilidad de Taludes.....	44
2.3.3. Susceptibilidad a Deslizamientos.....	44
2.3.3.1. Zonas e Índices de Susceptibilidad a Deslizamientos.....	45
2.3.3.2. Metodología de Mora Vahrson.....	46
2.4. Marco Legal.....	48
2.4.1. Constitución de la República del Ecuador.....	48
2.4.2. Ley de Seguridad Publica y del Estado.....	48
2.4.3. Reglamento a la Ley de Seguridad Publica y del Estado.....	49
2.4.4. Código Orgánico de Organización Territorial (COOTAD).....	49
2.4.5. Código Orgánico de Planificación y Finanzas Publicas (COPLAFIP).....	50

	10
2.5. Definición de Términos (Glosario).....	50
2.6. Sistemas de Variables.....	53
Capítulo III.....	57
3. Marco Metodológico.....	57
3.1. Tipo de Investigación.....	57
3.2. Nivel de Investigación.....	57
3.3. Diseño.....	59
3.4. Población y Muestra.....	59
3.5. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	60
3.6. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos Para Cada Objetivo Específico.....	61
3.6.1. Técnicas Para Procesar y Analizar Datos Según Objetivo Específico 1.....	61
3.6.2. Técnicas Para Procesar y Analizar Datos Según Objetivo Específico 2.....	74
3.6.3. Técnicas Para Procesar y Analizar Datos Según Objetivo Específico 3.....	75
Capítulo IV.....	76
4. Resultados o Logros Alcanzados Según los Objetivos Planteados.....	76
4.1. Objetivo Específico 1.....	76
4.1.1. Factores Intrínsecos.....	76
4.1.1.1. Factor Geomorfología.....	76
4.1.1.2. Factor de Geología – Litología.....	78
4.1.1.3. Factor Pendiente.....	80

4.1.1.4. Factor Cobertura Vegetal – Uso de Suelo.....	82
4.1.2. Factores de Disparo.....	84
4.1.2.1. Factor Intensidad de Precipitaciones.....	84
4.1.2.2. Factor de Intensidad Sísmica.....	86
4.1.3. Zonas e Índices de Susceptibilidad a Deslizamientos.....	88
4.1.4. Factor Desencadenante Taludes.....	91
4.1.4.1. Evaluación de Condiciones de Estabilidad de Taludes Artificiales en Escenario Estático y Pseudo Estático.....	93
4.1.4.2. Evaluación de Condiciones de Estabilidad de Laderas Naturales en Escenario Estático y Pseudo Estático.....	108
4.1.4.3. Matrices de Resultados de Evaluación Según Escenario Estático, Pseudo Estático y por Factores que Influyen en la Ocurrencia de Deslizamientos en Taludes y Laderas.....	118
4.2. Objetivo Específico 2 .....	124
4.3. Objetivo Específico 3 .....	128
4.3.1. Tema.....	128
4.3.2. Justificación.....	128
4.3.3. Objetivos.....	129
4.3.3.1. Objetivo General.....	129
4.3.3.2. Objetivos Específicos.....	129
4.3.4. Estrategias y Líneas de Acciones.....	129

	12
4.3.4.1. Estrategias Para Reducir el Riesgo de Deslizamiento.....	130
4.3.4.2. Líneas de Acción Para Reducir el Riesgo de Deslizamiento. ....	132
4.3.4.3. Plan de Reducción de Riesgos de Deslizamientos. ....	134
4.3.5. Viabilidad de la Propuesta.....	138
Capítulo V.....	139
5. Conclusiones y Recomendaciones .....	139
5.1. Conclusiones.....	139
5.2. Recomendaciones .....	141
6. Bibliografía .....	142
7. Anexos.....	153
7.1. Anexo N°. 1. Ficha Técnica de Observación de Campo .....	153
7.2. Anexo N°. 2. Archivo Fotográfico de Levantamiento de Información .....	154
7.3. Anexo N°. 3. Fichas de Observación de Campo con Datos Recolectados .....	156
7.4. Anexo N°. 4. Análisis de Textura del Suelo de Taludes y Laderas .....	166
7.5. Anexo N°. 5. Análisis de Densidad Real en Suelo Seco de Taludes y Laderas .....	167
7.6. Anexo N°. 6. Resultados de Evaluación de Taludes y Laderas .....	169
7.7. Anexo N°. 7. Informes y Notas de Empresa Utilizadas Para Sustentar el Problema. ..	171
7.8. Anexo N°. 8. Presupuesto Administrativo del Proyecto de Investigación .....	172
7.9. Anexo N°. 9. Cronograma de Actividades del Proyecto de Investigación .....	173

## Índice de Figuras

<b>Figura 1</b> Localización geográfica del Barrio San José de Monjas.....	28
<b>Figura 2</b> Efectos colaterales producto de la ocurrencia de deslizamientos.....	32
<b>Figura 3</b> Deslizamientos ocurridos en el Distrito Metropolitano de Quito.....	33
<b>Figura 4</b> Deslizamiento de tipo traslacional. ....	34
<b>Figura 5</b> Deslizamiento de tipo rotacional. ....	35
<b>Figura 6</b> Tipos de taludes.....	40
<b>Figura 7</b> Caracterización grafica del Método de Bishop Simplificado.....	43
<b>Figura 8</b> Factores analizar para la zonificación de susceptibilidad a deslizamientos. ....	63
<b>Figura 9</b> Geometría de un talud con puntos de medición en X y Z. ....	70
<b>Figura 10</b> Superficie de falla circular de deslizamiento. ....	73
<b>Figura 11</b> Criterios para evaluar estabilidad de taludes/laderas con escenario pseudo estático. 73	
<b>Figura 12</b> Criterios para evaluar estabilidad de taludes/laderas con escenario estático. ....	74
<b>Figura 13</b> Mapa del factor geomorfología del Barrio San José de Monjas. ....	77
<b>Figura 14</b> Mapa del factor geología - litología del Barrio San José de Monjas. ....	79
<b>Figura 15</b> Mapa del factor pendiente del Barrio San José de Monjas. ....	81
<b>Figura 16</b> Mapa del factor cobertura vegetal - uso de suelo del Barrio San José de Monjas. ....	83
<b>Figura 17</b> Mapa del factor de intensidad de precipitaciones del Barrio San José de Monjas. ....	85
<b>Figura 18</b> Mapa del factor de intensidad sísmica del Barrio San José de Monjas.....	87
<b>Figura 19</b> Mapa de zonificación de la susceptibilidad a deslizamientos del Barrio San José de Monjas.....	89
<b>Figura 20</b> Taludes y laderas existentes en el Barrio San José de Monjas.....	92
<b>Figura 21</b> Mapa de evaluación del factor taludes del Barrio San José de Monjas. ....	123

**Figura 22** Mapa de clasificación de la susceptibilidad a deslizamientos del Barrio San José de Monjas..... 125

**Figura 23** Clasificación de la susceptibilidad a deslizamientos según el factor de taludes. .... 127

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1</b>	Pesos de ponderación asignados a cada factor.....	47
<b>Tabla 2</b>	Variable independiente: Factores que influyen en la ocurrencia de deslizamientos. ....	54
<b>Tabla 3</b>	Variable dependiente: Susceptibilidad a deslizamientos. ....	56
<b>Tabla 4</b>	Indicadores y pesos ponderados del factor geología – litología. ....	64
<b>Tabla 5</b>	Indicadores y pesos ponderados del factor geomorfología.....	64
<b>Tabla 6</b>	Indicadores y pesos ponderados del factor pendiente.....	65
<b>Tabla 7</b>	Indicadores y pesos ponderados del factor cobertura vegetal.....	65
<b>Tabla 8</b>	Indicadores y pesos ponderados del factor precipitaciones. ....	66
<b>Tabla 9</b>	Indicadores y pesos ponderados del factor sísmico. ....	67
<b>Tabla 10</b>	Cálculo de la susceptibilidad a deslizamientos. ....	67
<b>Tabla 11</b>	Índice de susceptibilidad a deslizamientos. ....	68
<b>Tabla 12</b>	Tipo de textura del suelo de los taludes/laderas existentes en San José de Monjas. ....	70
<b>Tabla 13</b>	Ecuaciones para determinar el coeficiente sísmico. ....	71
<b>Tabla 14</b>	Cálculo del coeficiente sísmico para el área de estudio.....	72
<b>Tabla 15</b>	Clasificación de las zonas de susceptibilidad a deslizamientos. ....	74
<b>Tabla 16</b>	Clasificación de la susceptibilidad a deslizamientos según el factor taludes. ....	75
<b>Tabla 17</b>	Caracterización del factor geomorfología.....	76
<b>Tabla 18</b>	Caracterización del factor geología - litología.....	78
<b>Tabla 19</b>	Caracterización del factor pendiente.....	80
<b>Tabla 20</b>	Caracterización del factor cobertura vegetal - uso de suelo. ....	82
<b>Tabla 21</b>	Caracterización del factor intensidad de precipitaciones.....	84
<b>Tabla 22</b>	Caracterización del factor de intensidad sísmica. ....	86

<b>Tabla 23</b>	Evaluación de zonas susceptibles a deslizamientos del Barrio San José de Monjas. ..	90
<b>Tabla 24</b>	Identificación de taludes y laderas en el Barrio San José de Monjas. ....	91
<b>Tabla 25</b>	Caracterización y evaluación del talud artificial 1.....	94
<b>Tabla 26</b>	Caracterización y evaluación del talud artificial 2.....	97
<b>Tabla 27</b>	Caracterización y evaluación del talud artificial 3.....	99
<b>Tabla 28</b>	Caracterización y evaluación del talud artificial 4.....	102
<b>Tabla 29</b>	Caracterización y evaluación del talud artificial 5.....	104
<b>Tabla 30</b>	Caracterización y evaluación del talud artificial 6.....	107
<b>Tabla 31</b>	Caracterización y evaluación de la ladera natural 1.....	109
<b>Tabla 32</b>	Caracterización y evaluación de la ladera natural 2.....	112
<b>Tabla 33</b>	Caracterización y evaluación de la ladera natural 3.....	114
<b>Tabla 34</b>	Caracterización y evaluación de la ladera natural 4.....	117
<b>Tabla 35</b>	Matriz de resultados de evaluación según escenario estático y pseudo estático del factor desencadenante taludes. ....	119
<b>Tabla 36</b>	Matriz de evaluación de taludes y laderas según factores que influyen en la ocurrencia de deslizamientos.....	121
<b>Tabla 37</b>	Clasificación de susceptibilidad a deslizamientos del Barrio San José de Monjas. ..	124
<b>Tabla 38</b>	Líneas de acción para reducir el riesgo de deslizamiento.....	132
<b>Tabla 39</b>	Medidas generales para la reducción de riesgos de deslizamiento en el Barrio San José de Monjas.....	134
<b>Tabla 40</b>	Medidas para la reducción de riesgos de deslizamientos en taludes y laderas del Barrio San José de Monjas.....	135

**Tema**

Zonificación de susceptibilidad, a deslizamientos para la reducción de riesgos, en el Barrio San José de Monjas, Parroquia Puengasí de Quito, Provincia Pichincha, Periodo Noviembre 2022 – Febrero 2023.

## Resumen Ejecutivo

La investigación se desarrolla en el Barrio San José de Monjas, con el objetivo de determinar las zonas de susceptibilidad a deslizamientos por factores “intrínsecos” y de “disparo” que influyen en su ocurrencia, para la reducción de riesgos. Se aplica una investigación de enfoque mixto, un nivel investigativo de carácter descriptivo, de campo y correlacional, un diseño no experimental, la Metodología Para la Evaluación de la Amenaza de Deslizamientos y el Método de Bishop Simplificado. A través, del álgebra de mapas en el software ArcGIS 10.5 se evalúa los factores intrínsecos de geología – litología, geomorfología, pendiente, cobertura vegetal – uso de suelo y factores de disparo como la intensidad sísmica y de precipitaciones, para determinar índices de susceptibilidad. Con el software Geotécnico GEO 5, se valora las condiciones de estabilidad de taludes y laderas, para luego clasificar la susceptibilidad a deslizamientos y formular estrategias de reducción de riesgos. Con base en los resultados obtenidos, los factores “intrínsecos” son geología – litología la formación cangagua (99,79%), geomorfología el relieve volcánico montañoso (51,80%), pendiente son fuertes con inclinación  $>40 - 70\%$  (17,00%) y cobertura vegetal – uso de suelo, las áreas de pasto natural (37,22%). En los factores de “disparo”, la intensidad sísmica es nivel VI, equivalente a un fuerte peligro (100%), la intensidad de precipitación es de 1000 a 1500 mm<sup>3</sup> (50,87%), las 4 laderas y 6 taludes presentan condiciones de estabilidad no aceptable, con factores de seguridad menores a 1,05 en escenario pseudo estático y 1,60 en situación estática. Según los factores que influyen en la ocurrencia de deslizamientos, las laderas y taludes presentan índices de susceptibilidad de clase 3, con ponderaciones de 0,67 – 0,75 y 0,85. Por lo tanto, el 57,03% del Barrio es una zona de alta susceptibilidad a deslizamientos (0,67 – 1,00 pts.), el 31,06% un área de media susceptibilidad (0,34 – 0,66 pts.), el 11,91% es una zona de baja susceptibilidad (0,00 – 0,33 pts.), mientras que

las 4 laderas y 6 taludes son altamente susceptibles al evento peligroso. Finalmente, las estrategias de reducción de riesgo por deslizamientos implican educación en temas de gestión de riesgos, normas y políticas de ordenamiento territorial, análisis de riesgos, herramientas para la atención de emergencias y control del evento peligroso mediante obras físicas y no físicas, a partir de las que se desglosa las líneas de acción, que comprenden medidas estructurales verdes y grises, medidas no estructurales permanentes, de monitoreo y operación.

**Palabras clave:** Condiciones de estabilidad, Deslizamientos, Factores intrínsecos, Factores de disparo, Factor de seguridad, Reducción de riesgos, Susceptibilidad, Zonificación de Susceptibilidad.

## Introducción

Según Ocles Alexandra (2018), Ecuador es un país expuesto a múltiples amenazas, como inundaciones, incendios forestales y deslizamientos, que muestran los elevados niveles de vulnerabilidad de la población, bienes materiales y líneas vitales. Una de las amenazas más recurrentes a nivel nacional es los deslizamientos de tierra, debido a las características geomorfológicas, litológicas y climáticas del país. Por ejemplo, en 1993 en la Josefina ocurrió un derrumbe que dejó pérdidas económicas de 147 millones de dólares, de 1997 a 1998 por este tipo de evento peligroso 20.252 personas fueron afectadas y 7.675 evacuadas (Dávila et al., 2018). Complementariamente, las provincias en las que más deslizamientos ocurrieron entre 2011 y 2017 fueron Loja 903 eventos, Tungurahua 573 y Pichincha 448 deslizamientos (SGR, 2017).

Entre 2019 y 2021, como señala el Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias (2022), en la provincia Pichincha se produjeron 1.993 eventos peligrosos, de los cuales 907 se relacionan con la época lluviosa, correspondiendo a la categoría de deslizamientos 689 eventos. En este sentido, en el 2019 ocurrieron 164 deslizamientos, en el año 2020 se suscitaron 202 y en el 2021 esta cifra incrementó notablemente a 323 (Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias, 2022). De esta forma, se evidencia que los cantones en los que este tipo de evento peligroso es más frecuente corresponde a “Puerto Quito, Pedro Vicente Maldonado, San Miguel de los Bancos, Rumiñahui, Pedro Moncayo, Cayambe, Mejía y Quito” (Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias, 2022).

En el Barrio San José de Monjas del Distrito Metropolitano de Quito, la ocurrencia de deslizamientos es recurrente, debido a que, se asienta sobre una zona de pendientes, presencia de taludes y cerca a quebradas (Secretaría de Seguridad y Gobernabilidad, 2015). Por una parte, en abril del 2011 en el sector ocurrieron varios deslizamientos que dejaron 30 familias evacuadas y

1 vivienda destruida (EL UNIVERSO, 2011). Por otra parte, en los dos últimos años según EL COMERCIO 2021, 2022 en el territorio se suscitaron nuevos deslizamientos que generaron temor en la población y afectaciones a las infraestructuras. Con base en esto, la presente investigación tiene por objetivo determinar las zonas de susceptibilidad a deslizamientos por factores que influyen en su ocurrencia, para la reducción de riesgos en el Barrio San José de Monjas, Parroquia Puengasí, Provincia Pichincha.

## Capítulo I

### 1. El Problema

#### 1.1. Planteamiento del Problema

Dávila et al. (2018), afirman que en Ecuador los deslizamientos de tierra es el evento peligroso más recurrente y que mayores consecuencias genera. Con base en registros históricos, el deslizamiento de mayor impacto en Ecuador, ocurrió en 1993, en el cerro Tamuga - sector de la Josefina, considerándolo una “tragedia nacional” pues dejó pérdidas económicas de 147 millones de dólares (Bermeo et al., 2022). Durante el 2017 y 2020, según la Secretaría Nacional de Planificación (2021), a nivel nacional ocurrieron 4.157 deslizamientos; cuyas causas fueron la presencia de pendientes, existencia de vertientes, precipitaciones fuertes, ocurrencia de sismos y las acciones antrópicas. Las provincias que presentan un alto índice de ocurrencia de deslizamientos son Manabí, Esmeraldas y Pichincha. (Dávila et al., 2018)

En la provincia Pichincha durante el 2019 y 2021, según datos del Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias (2022), el evento peligroso de mayor recurrencia fue los deslizamientos, pues de un total de 907 eventos registrados 689 fueron de este tipo. Por ejemplo, en enero del año pasado como menciona Bermeo et al. (2022), en el Barrio La Gasca y La Comuna se produjo un aluvión que arrasó con todo lo que se encontraba a su alrededor. Los sectores del Distrito Metropolitano de Quito en los cuales los deslizamientos es un problema frecuente son “Guápulo, La Libertad, San Juan de Toctiuco, El Placer, Ferroviaria, Lucha de los Pobres, Ciudadela Terranova, La Ecuatoriana, Comité del Pueblo, Forestal Alta, Las Tolas, Chimbacalle, Chillogallo, Santa Teresita de Conocoto y San José de Monjas” (Pacheco, 2014).

En el Barrio San José de Monjas los deslizamientos de tierra, es uno de los problemas que más impacto genera en la población especialmente en la temporada lluviosa. En marzo de 2021, cerca del talud de la autopista General Rumiñahui, en la calle Línea Férrea algunos moradores sufrieron afectaciones por deslizamientos, como la ruptura de graderíos de las viviendas, taponamiento de pozos de aguas servidas, colapso del sistema de alcantarillado y destrucción de 3 viviendas. Además, cuando se presentan fuertes precipitaciones los habitantes tienen temor que ocurra un deslizamiento de gran magnitud, pues el agua que cae en la zona alta del territorio baja como si fuera un río; para evitar que el agua lluvia filtre, afloje la tierra y desencadene una emergencia los pobladores se han visto en la necesidad de colocar plástico en los taludes. (Bravo, 2021)

Con base en el portal web EL COMERCIO 2022, en San José de Monjas el 29 de marzo de 2022 a la altura de la calle Diego Montanero y pasaje Juan Perdomo ocurrió un deslizamiento de tierra, pues una parte de la montaña cedió pendiente abajo transportando 90 m<sup>3</sup> de tierra y varios árboles; de la misma forma, a 100 m del primer deslizamiento se presentó otro desprendimiento de una montaña que revistió parte de la calle Francisco Matiz dejándola parcialmente inhabilitada. (Mantilla, 2022). Las causas del deslizamiento suscitado en la calle Diego Montanero según Alava (2022), fueron la “saturación del terreno debido a la presencia de tuberías de desagüe clandestinas de los asentamientos humanos emplazados en la parte alta de la montaña” (p. 3).

Por lo tanto, es importante realizar un estudio de zonificación de la susceptibilidad a deslizamientos en el Barrio San José de Monjas, que permita reducir los riesgos en el territorio partiendo de la evaluación de las zonas de susceptibilidad, clasificación y de la formulación de estrategias de reducción de riesgo ante este evento peligroso.

## **1.2. Formulación del Problema**

¿Cuáles son las zonas de susceptibilidad a deslizamientos por factores que influyen en su ocurrencia, para la reducción de riesgos en el Barrio San José de Monjas, Parroquia Puengasí, Provincia Pichincha?

## **1.3. Objetivos**

### ***1.3.1. Objetivo General***

Determinar las zonas de susceptibilidad a deslizamientos por factores que influyen en su ocurrencia, para la reducción de riesgos en el Barrio San José de Monjas, Parroquia Puengasí, Provincia Pichincha.

### ***1.3.2. Objetivos Específicos***

- ❖ Evaluar las zonas de susceptibilidad a deslizamientos en el Barrio San José de Monjas, a través de los factores que influyen en su ocurrencia.
- ❖ Clasificar la susceptibilidad a deslizamientos en el Barrio San José de Monjas.
- ❖ Formular estrategias de reducción de riesgos de deslizamientos en el Barrio San José de Monjas.

## **1.4. Justificación de la Investigación**

Según Moreno Viteri (2015), el Barrio San José de Monjas se localiza al suroriente del Distrito Metropolitano de Quito, en la Administración Zonal Centro Manuela Sáenz de la parroquia Puengasí; se asienta en una zona de susceptibilidad a deslizamientos, dada la influencia de diversos factores. Por lo general, la ocurrencia de este evento peligroso aumenta significativamente en la temporada lluviosa, disparando exponencialmente los niveles de riesgo

de padecer pérdidas económicas, daños y afectaciones a la salud de los habitantes, colapso de líneas e infraestructura esencial y efectos irreversibles en el ambiente. (Bravo, 2021). Con base en lo expuesto, surge el interés de desarrollar un estudio de zonificación de la susceptibilidad a deslizamientos para reducir los riesgos latentes en la localidad y con ello salvaguardar la vida de la población, los bienes materiales, las redes vitales y demás elementos esenciales del territorio.

El trabajo investigativo permite que los habitantes del Barrio puedan conocer; las zonas de susceptibilidad a deslizamientos existentes en el territorio, representadas en documentos cartográficos (mapas) georreferenciados; los elementos vulnerables del territorio, que demandan especial énfasis dentro de los procesos de ordenamiento y desarrollo territorial; los sitios críticos en que probablemente podrían ocurrir deslizamientos de moderada a alta magnitud y las medidas que deben tomar en consideración para la reducción del riesgo de deslizamiento. Además, se pretende aportar al fortalecimiento de la política 9.3 del Eje de Seguridad Integral del Plan de Creación de Oportunidades 2021 – 2025, que hace énfasis a “impulsar la reducción de riesgos de desastres y atención oportuna a emergencias ante amenazas naturales o antrópicas en todos los sectores y niveles territoriales” (Secretaría Nacional de Planificación, 2021, p. 76).

Al realizar el proyecto de investigación, de forma directa se beneficia a los moradores de San José de Monjas, especialmente aquellos que habitan en zonas identificadas como inestables y susceptibles a deslizamientos. También, favorece a la directiva barrial, autoridades del gobierno local y a los tomadores de decisiones del sector seguridad, ya que, se convierte en una herramienta clave de reducción de riesgos. Para determinar las zonas de susceptibilidad a deslizamientos por factores que influyen en su ocurrencia, se aplica la Metodología Para la Evaluación de la Amenaza de Deslizamientos modificada en función del Método Mora Vahrson

y el Método de Bishop Simplificado, para estimar índices de susceptibilidad, factores de seguridad y categorías de susceptibilidad frente al evento peligroso en estudio.

Finalmente, el trabajo de investigación se desarrolla como un proceso de vínculo academia – sociedad, en que participan estudiantes de la Universidad Estatal de Bolívar de la Carrera de Administración Para Desastres y Gestión del Riesgo y los habitantes del Barrio San José de Monjas, para generar una línea base en temas de análisis y reducción de riesgos de deslizamientos, que en un futuro cercano podrían ser de importancia para otras investigaciones que se efectúen en la localidad.

### **1.5. Limitaciones**

Para la elaboración del proyecto de investigación y en el transcurso del mismo, es posible distinguir algunas limitaciones tanto de cobertura como de alcance del proyecto, tales como:

- ❖ Escasa información bibliográfica del área objeto de investigación, referente a ocurrencia, causas y consecuencias de deslizamientos.
- ❖ Limitados estudios técnicos de análisis de riesgos frente a la amenaza de deslizamientos en el territorio.
- ❖ Información con base SIG para modelamiento de deslizamientos, limitada.
- ❖ Las condiciones de seguridad para realizar el levantamiento de información *in situ*, no son las más adecuadas.
- ❖ Limitado acceso a información cartográfica y geográfica, debido a procesos burocráticos entre instituciones.

## Capítulo II

### 2. Marco Teórico

#### 2.1. Marco Referencial

San José de Monjas se localiza al suroriente del Distrito Metropolitano de Quito en la zona centro sur, cuya circunscripción territorial corresponde al sector Monjas Puengasí de la Administración Zonal Manuela Sáenz. Geográficamente tiene como punto de referencia la coordenada X: 778054.00 m E - Y: 9973501.00 m S, limitando al norte con la avenida General Rumiñahui, al sur con el sistema de tanques reservorios de agua potable de Puengasí, al este con la quebrada Cuscungo y la avenida Simón Bolívar y al oeste con una quebrada que aún no posee nombre. Este barrio, se asienta en un terreno con topografía irregular por la presencia de pendientes, siendo catalogado como un sector susceptible a la ocurrencia de deslizamientos (Moreno Viteri, 2015).

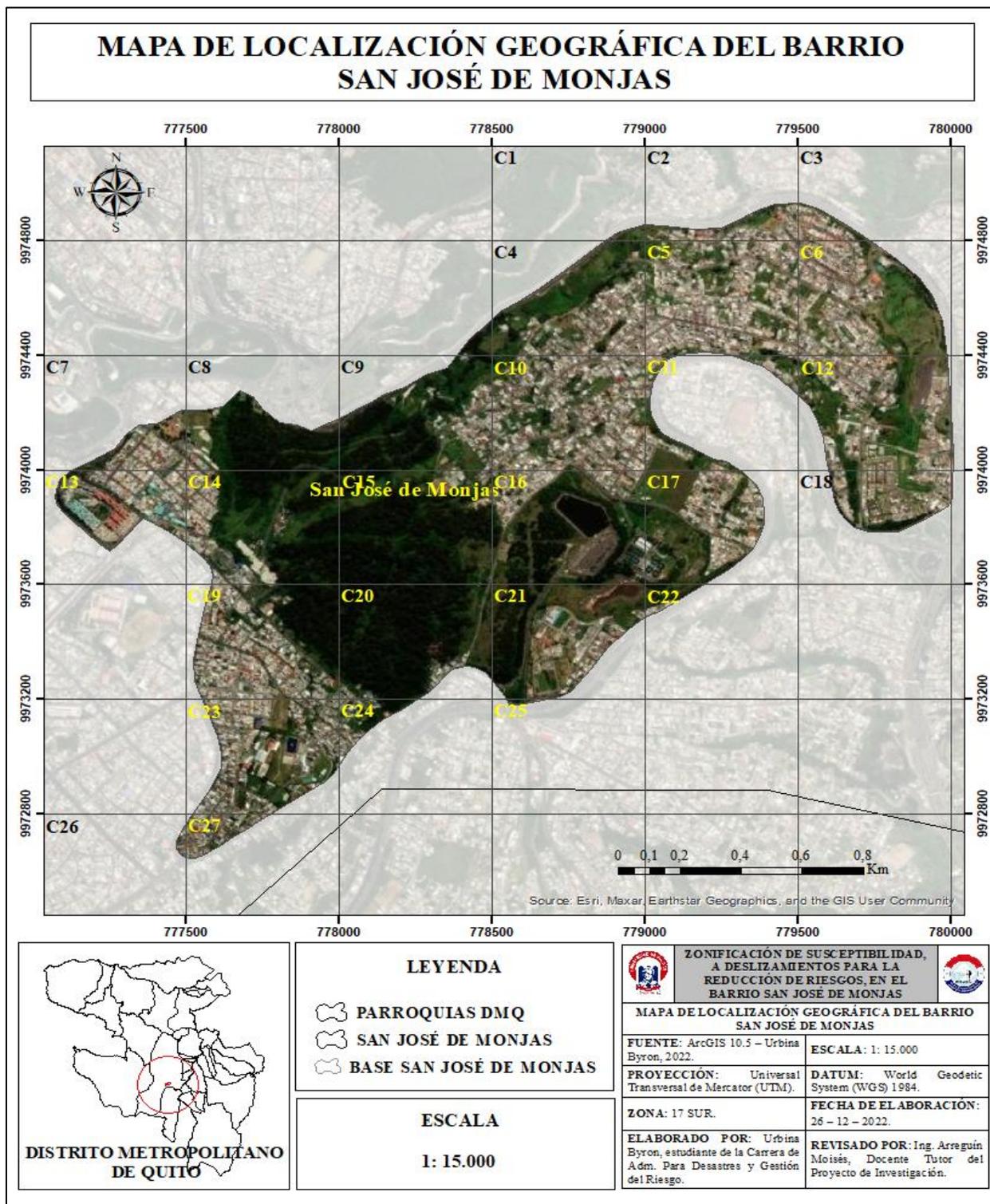
Según Oscar Guamán<sup>1</sup>, la población del barrio es de 25.500 habitantes; distribuidos en 22 sub sectores: Monjas Alto, Arias Osejo, La Arboleda, Monjas Medio, Los Pinos, La Planada, Donoso, 18 de Mayo, Monjas Bajo, Manuel Cusco, Los Alpes, Carlos Polit, Patrimonio Familiar, Primera, Segunda, Tercera y Cuarta Etapa, Lotización Colón, Lotización Cunalata, 8 de Julio, Colina de Monjas y Girasoles de Monjas. (Moreno Viteri, 2015). Las características socioeconómicas, muestran que el nivel económico promedio es de medio bajo a medio, “cuyos jefes de familia se desempeñan como trabajadores dependientes en organizaciones privadas, construcciones, transporte público, comerciantes informales y otras ocupaciones similares” (Carvajal Heredia, 2022, p. 111).

---

<sup>1</sup> Abg. Óscar Xavier Guamán Pacalla presidente del Barrio San José de Monjas - contacto telefónico 098 413 4852 - correo electrónico [oscarguaman87@gmail.com](mailto:oscarguaman87@gmail.com).

**Figura 1**

*Localización geográfica del Barrio San José de Monjas.*



**Nota.** Esta figura indica la localización geográfica del Barrio San José de Monjas dentro del Distrito Metropolitano de Quito.

## **2.2. Antecedentes de la Investigación**

Con base en Ramos Bernal 2018, Palacios Orejuela 2020, Yazuma Yazuma y Piuri Moposita 2022, Segarra Zeas y Montalván Orellana 2022 y Poma Ortega 2022, para la zonificación de susceptibilidad a deslizamientos para la reducción de riesgos en el Barrio San José de Monjas, existen referentes a bases teóricas de deslizamientos, sistemas de clasificación, factores que influyen en su ocurrencia, estrategias de reducción de riesgos, metodologías para la zonificación de susceptibilidad, métodos de análisis de los factores y softwares que se pueden utilizar para la evaluación del evento peligroso de deslizamientos.

### ***2.2.1. Estudio de la Susceptibilidad al Deslizamiento de Laderas en el Estado de Guerrero, México, Aplicando Tecnologías de Información Geográfica***

El propósito del trabajo de investigación fue generar información cartográfica de áreas de susceptibilidad a deslizamientos del Estado de Guerrero a través de la aplicación de tecnologías de información geográfica. Para esto, el autor aplico un diseño investigativo con un enfoque transversal, basado en dos fases, en elaborar mapas de deslizamientos de años anteriores y en caracterizar las áreas vulnerables a padecer deslizamientos de tierra en los próximos años. Los resultados del estudio indican que las tecnologías de información geográfica son una herramienta de vital importancia para la producción de cartografía de deslizamientos en laderas. (Ramos Bernal, 2018)

### ***2.2.2. Zonificación de las Áreas Susceptibles a Deslizamientos en la Parroquia Simiatug, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Durante el Periodo 2021***

Los objetivos de la investigación fueron identificar las zonas de susceptibilidad a deslizamientos, determinar áreas de amenaza, valorar los elementos esenciales expuestos y con

base en esto establecer medidas de reducción de riesgo para disminuir las consecuencias del evento. Para evaluar el evento de deslizamiento se empleó el Método de Mora Vahrson desarrollado en 1994 y la Lógica Difusa. Los resultados del estudio, indican que el sistema de agua potable presenta un alto nivel de susceptibilidad, el servicio eléctrico tiene muy alta susceptibilidad y el sistema vial muestra mayor exposición a deslizamientos en la temporada invernal. (Yazuma Yazuma & Piuri Moposita, 2022)

### ***2.2.3. Zonificación de la Susceptibilidad a Deslizamientos por Medio de Sistemas de Información Geográfico, en la Parroquia Bulán, Cantón Paute***

Dada la frecuente ocurrencia de deslizamientos en la Parroquia Bulán, los autores realizaron un estudio con el objeto de determinar áreas susceptibles a deslizamientos, empleando la Metodología Mora Vahrson y la Metodología de Evaluación Multicriterio, que analizan factores de pendiente, geomorfología, cobertura vegetal, litología, lluvias intensas y la sismicidad. Según los resultados del método Mora Vahrson el nivel de susceptibilidad a deslizamientos “muy alto” se presenta en un 35.43% de la parroquia, en comparación al método de Evaluación Multicriterio que indica que la categoría de “moderada susceptibilidad” se distribuye en el 32.55% del territorio. (Segarra Zeas & Montalván Orellana, 2022)

### ***2.2.4. Susceptibilidad a Deslizamientos en la Vía Alóag – Santo Domingo, Mediante Lógica Difusa***

Con base en la problemática identificada en la Vía Alóag – Santo Domingo, el investigador desarrollo un estudio de carácter científico con el propósito de establecer niveles de susceptibilidad a deslizamientos, utilizando como principal metodología la Lógica Difusa. En el estudio se empleó algunas variables, como la proximidad a ríos y vías, clase de rocas, lluvias, pendientes, fallas geológicas y cobertura vegetal. Del análisis realizado se identificó que los

barrios La Unión Toachi y El Paraíso se localizan sobre un área crítica de deslizamientos y solos unos pocos poblados se ubican en una zona de alta susceptibilidad al fenómeno. (Palacios Orejuela, 2020)

### ***2.2.5. Análisis de Riesgo por Movimiento en Masa, Mediante Vehículos Aéreos no Tripulados (Drones) y GPS de Precisión, en el Sector del Río Monjas al Nororiente del Distrito Metropolitano de Quito***

La investigación se realizó en el sector del Río Monjas, cuya finalidad fue analizar los niveles de susceptibilidad a movimientos en masa por medio del uso de drones y GPS; se diseñó un Modelo Digital de Superficie que fue analizado con un modelamiento de velocidades para visualizar e identificar el comportamiento del terreno. Según los resultados de la investigación, en las zonas susceptibles a movimientos en masa se debe implementar medidas de reducción de riesgos y realizar más estudios para “identificar las áreas susceptibles a este tipo de inestabilidad y proporcionar información verídica hacia la población y a los organismos competentes”. (Poma Ortega, 2022, p. xi)

## **2.3. Bases Teóricas**

### ***2.3.1. Factores que Influyen en la Ocurrencia de Deslizamientos***

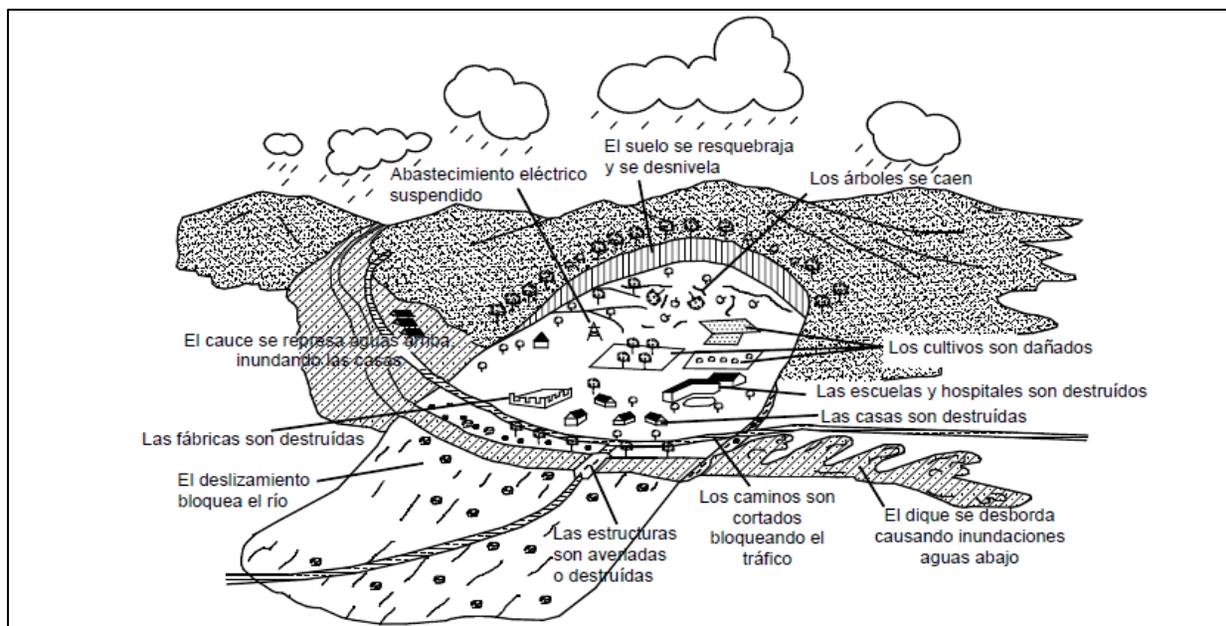
La amenaza de deslizamientos constituye uno de los eventos gravitacionales que ocurren con mayor frecuencia a nivel mundial, cuya capacidad de impacto presenta un elevado nivel destructivo sobre la población, líneas vitales, infraestructura esencial y medios de vida generando anualmente pérdidas económicas valoradas en millones de dólares. (Brabb & Hrod, 1989). En comparación con otro tipo de eventos peligrosos, las consecuencias que estos generan a nivel territorial son mayores, pues tienden a realizar modificaciones en la geomorfología del terreno,

producir efectos significativos en el ambiente, causar afectaciones graves a las infraestructuras e interrumpir el normal funcionamiento de las redes vitales y represar los ríos. (Suárez, DESLIZAMIENTOS: ANALISIS GEOTECNICO, 2009)

A pesar de los variados efectos que producen los deslizamientos, muchos de estos pueden ser evitados siempre y cuando desde la aparición de las primeras señales de ocurrencia se trabaje en la implementación de estrategias o acciones de reducción de riesgos (Suárez, 2009). Por lo general, los deslizamientos de tierra, suelen ocurrir en áreas montañosas, siendo las zonas tropicales las de mayor susceptibilidad a presentar complicaciones y consecuencias irreparables por este tipo de evento, pues según Suárez (2009), estas “reúnen cuatro de los elementos más importantes para su ocurrencia tales como el relieve, la sismicidad, la meteorización y las lluvias intensas” (p. 1).

## Figura 2

*Efectos colaterales producto de la ocurrencia de deslizamientos.*



*Nota.* Adaptado de *DESLIZAMIENTOS: ANALISIS GEOTECNICO* (p. 1), por Jaime Suárez, 2009, Universidad Industrial de Santander.

Según Vargas (2000), los deslizamientos “se caracterizan principalmente por desarrollar una o varias superficies de ruptura y por tener una zona de desplazamiento y una de acumulación del material desplazado” (p. 46). Los deslizamientos de tierra pueden considerarse como un proceso gravitacional, en que determinado material como rocas, escombros o tierra, se deslizan sobre una superficie plana con cierto grado de inclinación (Tarbuck & Lutgens, 2005). La superficie de rotura para la ocurrencia de este fenómeno puede presentarse a través de dos mecanismos (Escobar P & Escobar, 2017): a) si la superficie converge con un plano estructural se denomina deslizamiento traslacional y b) si dicha superficie es provocada se calificará como un deslizamiento rotacional.

### Figura 3

Deslizamientos ocurridos en el Distrito Metropolitano de Quito.

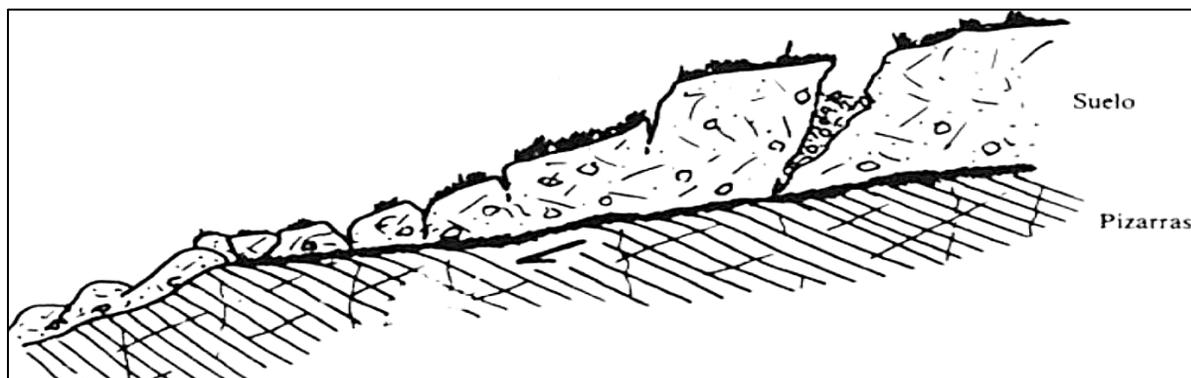


**Nota.** Adaptado de *Informes de atención a emergencias* (p. 3 - 4), por Unidad de Seguridad y Convivencia Ciudadana – Administración Municipal Zonal Centro Manuela Sáenz del DMQ, 2022.

**Deslizamientos Traslacionales:** Este tipo de deslizamientos ocurre cuando una masa de tierra, rocas o suelo se desplaza de manera rápida mediante una zona de falla plana a favor de la pendiente de la ladera (Ocampo et al., 2019). Según Escobar P y Escobar (2017), en los deslizamientos traslacionales “los componentes de la masa desplazada se mueven inicialmente con la misma velocidad y trayectorias paralelas, pudiendo fragmentarse o disgregarse si posteriormente aumenta su velocidad, derivando en un flujo más que en deslizamientos” (p. 92). Dentro de esta clase de deslizamientos también se puede identificar una sub clasificación, deslizamientos planos, en cuña, concordantes, discordantes, corrimientos y de derrubios (Escobar P & Escobar, 2017).

#### Figura 4

*Deslizamiento de tipo traslacional.*



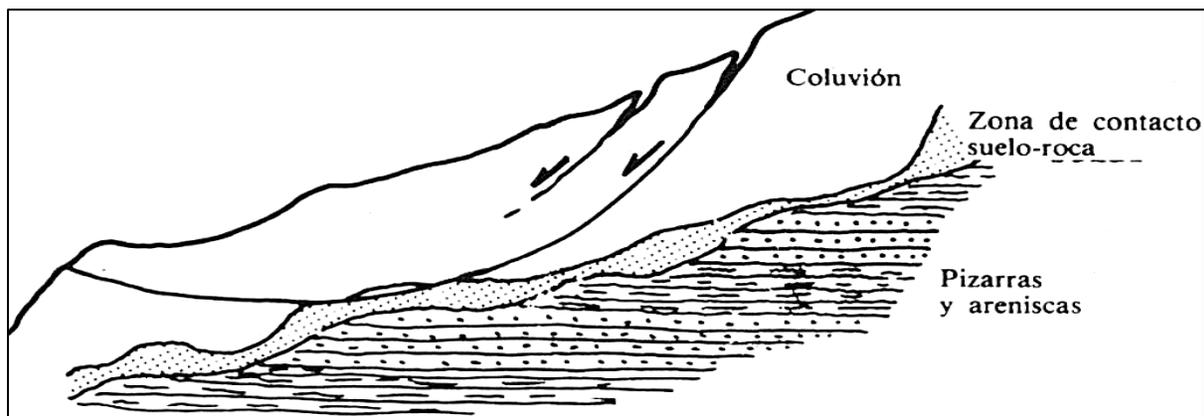
*Nota.* Adaptado de *Manual de Ingeniería en Taludes* (p. 18), por Ayala et al. 1991, Instituto Tecnológico Geo Minero de España.

**Deslizamientos Rotacionales:** Con base en Ocampo et al. (2019), los deslizamientos de tipo rotacional suelen producirse en “suelos homogéneos (cohesivos), caracterizándose porque la superficie de falla tiene forma de curva o forma de cuchara, en este deslizamiento la masa desplazada se acumula al pie de la ladera, así como un lóbulo” (p. 23). En esta clase de deslizamientos, por un lado, la masa de material que se localiza en la cabeza tiende a inclinarse

en contra posición al talud o ladera, produciendo de esta manera hundimientos que favorecen la acumulación de agua e influyen en nuevos fenómenos de desplazamiento; mientras que en el pie la masa de material empieza a levantarse con un plano convexo. (Escobar P & Escobar, 2017)

### Figura 5

*Deslizamiento de tipo rotacional.*



*Nota.* Adaptado de *Manual de Ingeniería en Taludes* (p. 18), por Ayala et al. 199, Instituto Tecnológico Geo Minero de España.

Para que se produzca un deslizamiento en cierto territorio influyen varios factores, como las características del terreno, los procesos naturales y la actividad antrópica (GEMMA, 2007). También, según Dávila et al. (2018), pueden ocurrir por “el tipo de material, la humedad retenida, la topografía y adicionalmente existen factores como las lluvias intensas y prolongadas, las vibraciones por terremotos, explosiones, maquinaria o algún tipo de actividad humana como minería e hidroeléctricas” (p. 55). Estos factores tienen la capacidad de transformar las fuerzas intrínsecas y extrínsecas que inciden en la estabilidad de cualquier terreno; generalmente se agrupan en factores condicionantes o también llamados intrínsecos o pasivos, desencadenantes conocidos como activos o de disparo y antrópicos cuando existe influencia del ser humano (González de Vallejo et al., 2002).

Dependiendo de las características de los factores que inciden en la ocurrencia de deslizamientos, estos se podrían categorizar en cuatro tipos (Ramos Bernal, 2018):

- ❖ **Factores geomorfológicos:** pendientes y orientación de la ladera y drenajes naturales.
- ❖ **Factores geológicos – estructural:** litología y lineamientos.
- ❖ **Factores antrópicos:** personas, industria e infraestructura.
- ❖ **Factores detonantes:** precipitaciones de intensidad y ocurrencia de sismos.

#### **2.3.1.1. Factores Intrínsecos.**

Con base en Pérez Santos (2019), a los factores condicionantes también se los denomina factores intrínsecos o pasivos, puesto que son internos a los materiales que componen el terreno como la geomorfología, geología, litología, pendientes y cobertura vegetal; que definen las condiciones de resistencia y movimiento del suelo. Estos derivan de la naturaleza del terreno e indican los tipos de ruptura y las clases de movimientos, debido a que, las características litológicas, morfológicas y geométricas de los materiales son esenciales para que exista ciertos niveles de propensión a la inestabilidad; además están otros factores de relevancia como las propiedades geológicas e hidrológicas. (González de Vallejo et al., 2002).

##### **2.3.1.1.1. Pendiente.**

Factor que adopta varios nombres como relieve, topografía o geometría del terreno. Del grupo de los factores condicionantes es uno de los parámetros más primordiales, pues para la ocurrencia de deslizamientos debe existir cierto grado de inclinación en el terreno. Este factor es uno de los determinantes de las características de los deslizamientos, debido a que, mientras mayor sea la inclinación del terreno mayor será el nivel e índice de susceptibilidad. (Servicio Nacional de Estudios Territoriales, 2014)

#### **2.3.1.1.2. Geología – Litología.**

Según Chaverri Molina (2016), “este factor caracteriza la estructura de los suelos y rocas, tomando en cuenta aspectos como composición, grado de alteración, resistencia, porosidad, permeabilidad. Permite relacionar la composición geológica con la incidencia de deslizamientos” (p. 21).

#### **2.3.1.1.3. Geomorfología.**

La geomorfología que presenta un territorio juega un papel fundamental al momento que inicia un proceso de deslizamiento, dado que dependiendo del tipo de unidades geomorfológicas del terreno la susceptibilidad a deslizamientos puede incrementar o disminuir notablemente (Paucar Camacho, 2016).

#### **2.3.1.1.4. Cobertura Vegetal – Uso de Suelo.**

La vegetación que posee un territorio probablemente podría actuar como un mecanismo de estabilidad del terreno, sin embargo, su efectividad es muy discutida. A pesar de aquello, se ha evidenciado un resultado positivo para impedir complicaciones por procesos erosivos, reptaciones y fallas de ruptura que dan origen a la generación de deslizamientos. Según el tipo de cobertura vegetal del territorio se puede identificar las zonas con condiciones de estabilidad más adecuadas frente al riesgo de deslizamiento, ya que, en sitios cuyo uso de suelo se enfoca en el cultivo de productos la ocurrencia de este evento será mayor en comparación a áreas de bosques naturales. (Suárez, Deslizamientos y Estabilidad de Taludes en Zonas Tropicales, 1998)

#### **2.3.1.2. Factores de Disparo.**

González de Vallejo et al. (2002), afirman que los factores desencadenantes (gatillante, de disparo o activos) comprenden aquellos parámetros extrínsecos que gatillan los procesos de

inestabilidad del terreno, que dan paso a la ocurrencia de deslizamientos, siendo los responsables directos de la magnitud del evento y la velocidad del desplazamiento de la masa de material que se desliza. Según Pérez Santos (2019), los factores desencadenantes de mayor relevancia son las modificaciones de los entornos hidrológicos del terreno, la sobrecarga del suelo, el cambio de la geometría de las superficies de relieve inclinado, las precipitaciones y la sismicidad. Estos últimos, son los factores de disparo que más se analizan debido al elevado nivel de influencia que presenta en los procesos de generación de deslizamientos.

#### **2.3.1.2.1. *Intensidad de Precipitaciones.***

Las lluvias que se registran en los territorios tienen un elevado nivel de influencia en la generación de deslizamientos, pues tienden a saturar el suelo por la infiltración de agua lluvia en el terreno, haciendo que este incremente su densidad o peso que al interactuar con otros factores provocan fallas de ruptura, debido a los cambios bruscos que se originan en las fuerzas resistentes del suelo. (Servicio Nacional de Estudios Territoriales, 2014)

#### **2.3.1.2.2. *Intensidad Sísmica.***

El Servicio Nacional de Estudios Territoriales (2014), señala que los temblores, sismos y terremotos generan todo clase de deslizamiento según sean las propiedades geotécnicas del suelo y las características del sismo (intensidad, magnitud y epicentro). Las variaciones que presente los sismos son parámetros determinantes de la producción de deslizamientos, siendo el elemento intensidad directamente proporcional a este evento (Chaverri Molina, 2016).

#### **2.3.1.2.3. *Taludes.***

Un talud, es un área que posee cierto grado de inclinación con relación a la horizontal, que son adoptados de manera inalterable por cualquier sistema de tierra (ABC Chile, 2022). Si el

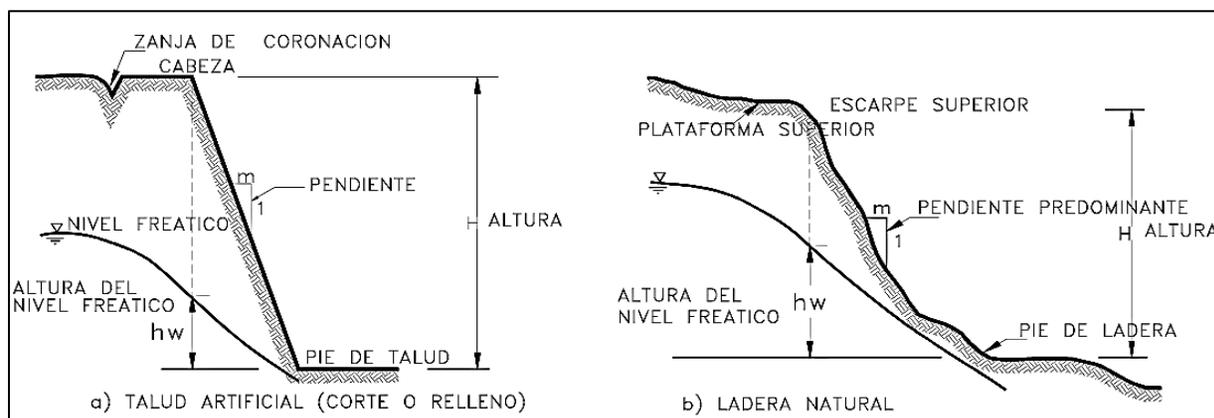
talud “se forma de manera natural, sin la intervención del hombre, se denomina ladera natural o simplemente ladera. Cuando la inclinación en la masa de suelo es generada por la intervención de la actividad humana, excavaciones o rellenos, se denomina talud” (Seguridad Minera, 2018). Este tipo de estructuras, al tratar de realizar un análisis de estabilidad, resultan un tanto complicadas dado que pueden presentar diferentes problemas vinculados con la mecánica de suelos y rocas (ABC Chile, 2022).

#### **2.3.1.2.4. Ladera Natural (Ladera).**

Estas estructuras son formaciones naturales que se han ido creando a lo largo de los años, debido a los diferentes procesos geológicos e hidrológicos que se dan en los territorios (Portillo, 2022). Según Mendoza (2020), el comportamiento de las laderas naturales va a depender de los procesos erosivos o de la ocurrencia de movimientos en masa. Estas laderas debido a la influencia de la topografía del suelo, sismos, aguas subterráneas, actividades humanas y otros factores, presentaran fallas que desencadenaran la ocurrencia de deslizamientos (Mendoza, 2020).

#### **2.3.1.2.5. Talud Artificial.**

Son aquellos taludes creados por la injerencia de la mano del hombre, pues su formación está arraigada a la construcción de obras físicas y a las excavaciones que se realizan para la implantación de redes viales, presas y sistemas de minería (Portillo, 2022). Según el propósito del talud, estos pueden ser terraplenes o cortes, los primeros se edifican con una pendiente de  $27^\circ$  a base de rellenos para elevar el nivel del terreno, mientras que los otros presentan una pendiente de  $35^\circ$  y son producto de las excavaciones y aplanamientos del suelo. (ABC Geomechanical Consulting, s.f.)

**Figura 6***Tipos de taludes.*

**Nota.** Adaptado de *DESLIZAMIENTOS Y ESTABILIDAD DE TALUDES EN ZONAS TROPICALES* (p. 2), por Jaime Suárez, 1998, Universidad Industrial de Santander.

Los taludes artificiales y las laderas, independientemente de la forma de su planimetría y características geotécnicas, presentan algunos problemas como los procesos erosivos, hundimientos y deslizamientos de tierra, estos últimos considerados como los más peligrosos (Cepeda Medina et al., 2009). Con base en Montoya (2013), los taludes artificiales generalmente no muestran complicaciones por deslizamientos, ya que, su construcción se la realiza de acuerdo a estudios técnicos, con materiales adecuados y teniendo en cuenta medidas de estabilización. Por el contrario, en el caso de las laderas naturales los problemas por deslizamientos son más graves, debido a la irregularidad del terreno, la clase de suelo, el grado de inclinación de la pendiente natural y las características climáticas del lugar.

### 2.3.2. Condiciones de Estabilidad de Taludes

Según Suárez (2009), los taludes y las laderas que en el transcurso de los años se han encontrado estables, en determinado momento empezaron a presentar fallas que detonan la ocurrencia de deslizamientos, producto de la interacción de factores naturales, modificaciones de la topografía del terreno, cambios sísmicos, alteraciones de la resistencia del suelo, presencia de

agua subterránea y por la influencia del ser humano. Para Reyes Suárez (2019), “la falla de un talud se presenta tanto en taludes naturales como en los contruidos por el hombre” (p. 25). Las fallas tienden a generar inestabilidad del talud y con esto a gatillar nuevos peligros, dependiendo del tipo de fallo, las dimensiones y la localización del talud (ABC Geomechanical Consulting, s.f.).

Sanhueza Plaza y Rodríguez Cifuentes (2013), indican que la estabilidad de un talud artificial o ladera natural tiene un aporte significativo en el instante que se realiza una construcción en áreas próximas a estos. Con base en Schmalbach (2022), la estabilidad de taludes puede favorecer positivamente el estado de la infraestructura o caso contrario generar afectaciones adyacentes como pérdidas económicas y de vidas humanas. El estudio de estabilidad de taludes “en el caso de las laderas naturales tienen por objetivo estimar su nivel de seguridad y según el resultado obtenido, implementar medidas correctivas o de estabilización adecuadas para evitar nuevos movimientos de masa” (Sanhueza Plaza & Rodríguez Cifuentes, 2013, p. 20).

#### **2.3.2.1. Métodos de Análisis de Estabilidad de Taludes.**

En el análisis de estabilidad de taludes se debe considerar dos clases de fuerzas, las estabilizadoras y las desestabilizadoras, que influyen en el talud y permiten estimar la condición de estabilidad de estos (Suárez, 2009). Para esto, como señala Reyes Suárez (2019), se puede emplear los métodos de análisis de estabilidad de taludes clasificados en dos categorías, los métodos de equilibrio limite y los métodos probabilísticos. Los métodos que se emplean con mayor frecuencia son los MEL (Método de Equilibrio Limite) que trabajan en función de tres parámetros, según un factor de seguridad, examinando diferentes tipos de fallas que pueden

presentarse en el talud y en base al Criterio MOHR COULOMB. (Sanhueza Plaza & Rodríguez Cifuentes, 2013)

Los métodos de equilibrio limite, utilizan ciertos parámetros para analizar la estabilidad de taludes, siendo los más importantes; el ángulo de fricción, la cohesión y el peso unitario del suelo; niveles freáticos, cargas externas y la topografía del talud (Reyes Suárez, 2019). En este método según Monte Parra (2020), el parámetro que permite determinar la estabilidad del talud es el factor de seguridad (FS) [Ecuación 1], el cual hace mención al resultado de las fuerzas de resistencia que imposibilitan el desplazamiento de la masa de material y las fuerzas que inciden para que el deslizamiento se genere, tal como se muestra a continuación:

$$FS = \frac{\sum \text{Fuerzas de resistencia}}{\sum \text{Fuerzas deslizantes}}$$

**Ecuación 1:** Factor de seguridad para estabilidad de taludes.

**Fuente:** (Monte Parra, 2020).

El resultado de esto, muestra estabilidad del talud “cuando es superior a 1, mientras la inestabilidad se define al caso contrario” (Monte Parra, 2020, p. 13). Dentro de los métodos de equilibrio limite más utilizados para el análisis de estabilidad de taludes se encuentran el método de Bishop, Fellenius, Janbú, Spencer y Morgenster – Price, los cuales son métodos de dovelas que dividen la masa de material deslizante en pequeñas fracciones para un mejor análisis. (Sanhueza Plaza & Rodríguez Cifuentes, 2013).

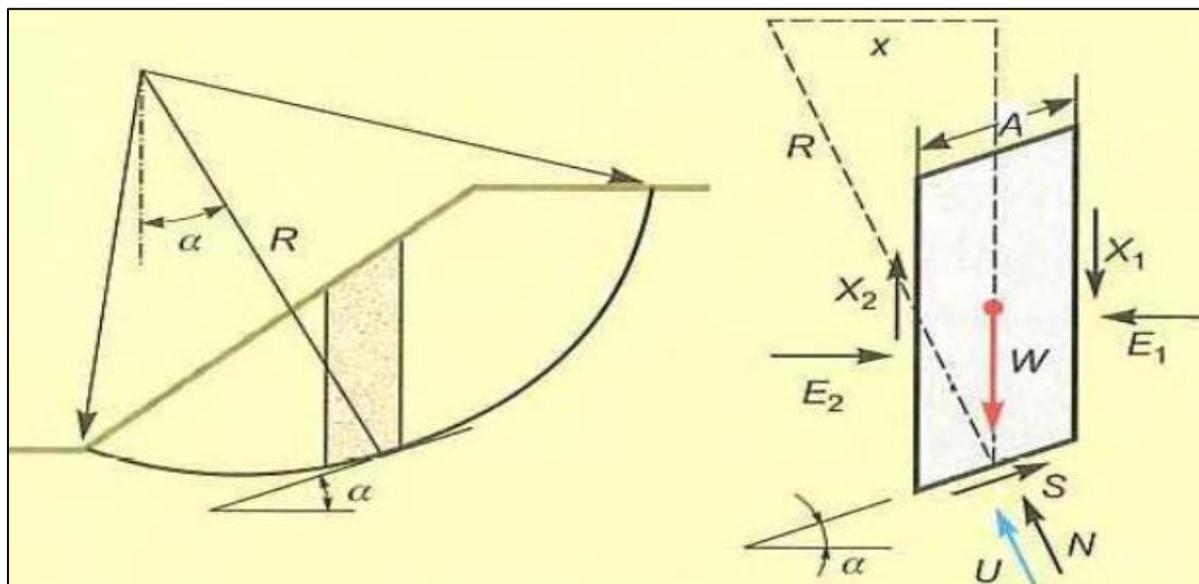
**Método de Bishop Simplificado:** según Morales Alvarado (2009), este método se utiliza frecuentemente al desarrollar análisis de estabilidad de taludes y determinar factores de seguridad para establecer condiciones de estabilidad o inestabilidad de este tipo de formaciones. Sanhueza Plaza y Rodríguez Cifuentes (2013), indica que este método fue diseñado en 1955 por Bishop, con el objetivo de analizar la estabilidad de taludes con una superficie de falla de tipo

circular. Este método trabaja en función del equilibrio de momentos, “según el cual el momento que actúa generado sobre el peso propio de cada una de las tajadas alrededor del centro de rotación es igual al momento producido por la resistencia al corte del suelo de la tajada” (Universidad Industrial de Santander, 2017, p. 83).

Con base en Sanhueza Plaza y Rodríguez Cifuentes (2013), el Método de Bishop Simplificado, se trata de un método basado en dovelas (rebanadas), donde “la masa de suelo deslizante debe ser dividida en  $n$  fajas verticales, de manera de estudiar las fuerzas y momentos involucrados en cada una de las rebanadas definidas y determinar así el FS asociado al caso” (p. 17) [Figura 7]. A pesar, que existe otros tipos de métodos que presentan un elevado nivel de exactitud, la diferencia del factor de seguridad estimado mediante el Método de Bishop Simplificado no varía demasiado (Morales Alvarado, 2009).

### Figura 7

*Caracterización gráfica del Método de Bishop Simplificado.*



**Nota.** Adaptado de *Métodos de estabilidad de taludes* (p. 93), por Diego Morales Alvarado, 2009, Universidad de San Carlos de Guatemala.

En el Método de Bishop Simplificado, el factor de seguridad está dado por la siguiente ecuación [Ecuación 2]:

$$M_i(\alpha) = \cos \alpha \left( 1 + \frac{\tan \phi \tan \alpha}{F.S} \right)$$

**Ecuación 2:** Factor de seguridad según el Método de Bishop.

**Fuente:** (Morales Alvarado, 2009)

Donde:

- ❖ **C**: cohesión del suelo.
- ❖ **ϕ**: ángulo de fricción interno.
- ❖ **b**: ancho de la rebanada.
- ❖ **α**: ángulo del radio y la vertical de cada rebanada.

### 2.3.2.2. Softwares Utilizados Para Análisis de Estabilidad de Taludes.

Ramos Vásquez (2017), afirma que debido al desarrollo de las nuevas tecnologías los procesos de análisis de estabilidad de taludes se han vuelto más sencillos y simples de realizar, pues existe una variedad de programas que a más de los métodos clásicos de análisis han introducido nuevas herramientas relacionadas con los elementos finitos. En la actualidad, el software que más se emplean para desarrollar este tipo de tareas es GEO 5 del grupo FINE, debido a que, ofrece varias soluciones para un gran porcentaje de actividades geotécnicas. Mientras que para el análisis de estabilidad de taludes en suelos, rocas, represas o nuevas infraestructuras cuenta con diferentes módulos que se interconectan entre sí. (Fine, 2022).

### 2.3.3. Susceptibilidad a Deslizamientos

La susceptibilidad a deslizamientos según Londoño Linares (2017), hace alusión a la propensión “espacial, intrínseca, del territorio a sufrir daño, lo cual en un escenario posterior

debe relacionarse con la frecuencia de ocurrencia, dada por factores detonantes (amenaza), para finalmente, a través de un análisis de exposición y vulnerabilidad, obtener cuantificaciones de riesgo” (p. 278). Para Osorio Marín (2019), la susceptibilidad también puede hacer referencia a la probabilidad que ocurra un deslizamiento de tierra dentro del territorio, donde la susceptibilidad se distribuye espacialmente, contribuyendo para que la ocurrencia de este evento peligroso se retrase, a partir de la identificación del lugar y la fecha en que se materializara la amenaza.

### **2.3.3.1. Zonas e Índices de Susceptibilidad a Deslizamientos.**

Con base en Pavón Ayala y Garzón Collahuazo (2014) y Segarra Zeas y Montalván Orellana (2022), la zonificación de la susceptibilidad a deslizamientos “es la geolocalización de zonas en donde ocurren los deslizamientos, mediante el análisis de los factores pasivos en base a los sensores remotos, trabajos *in situ* y recopilación de eventos históricos” (p. 18). Para esto, según Abril Abril (2011), puede aplicarse diferentes metodologías pues no existe un único método para realizar tal proceso de zonificación, todo dependerá de la experticia que posee la persona al momento de ejecutar esta actividad. Sin embargo, existe tres tipos de métodos para realizar este tipo de procesos, los métodos cualitativos, cuantitativos y semicuantitativos (Abril Abril, 2011).

Los métodos cualitativos “se fundamentan en la utilización de términos descriptivos, tomando en cuenta el análisis de expertos en cuanto a la identificación de las variables y pesos asignados” (Segarra Zeas & Montalván Orellana, 2022, p. 19). Al momento de realizar la zonificación de susceptibilidad a deslizamientos, uno de los métodos cualitativos más utilizados es la metodología de Mora Vahrson desarrollada en 1991 y modificada en 1993, pues es un

método de fácil aplicación y no demanda de una gran cantidad de recursos en comparación con otras metodologías. (Segarra Zeas & Montalván Orellana, 2022)

### 2.3.3.2. Metodología de Mora Vahrson.

Según Mora Chinchilla (2004), esta metodología fue diseñada en el año 1991 y modificada en 1993 por Mora Sergio y Vahrson Wilhelm, con la finalidad de evaluar el evento peligroso en territorios que poseen un elevado nivel de susceptibilidad a la ocurrencia de deslizamientos. El método analiza factores condicionantes como el relieve, litología, geomorfología y cobertura vegetal y factores detonantes como las fuertes lluvias y la ocurrencia de sismos. Por cada uno de los factores que se analizan se genera cartografía (mapas), para posteriormente realizar una combinación de estos [Ecuación 3] y determinar de este modo las zonas e índices de susceptibilidad a deslizamientos:

$$S = Fc + Fd$$

**Ecuación 3:** Índice de susceptibilidad a deslizamientos.

**Fuente:** (López et al., 2020)

En la cual:

- ❖ **S:** índice de susceptibilidad a deslizamientos.
- ❖ **Fc:** Factores condicionantes.
- ❖ **Fd:** Factores desencadenantes.

Con base en López et al. (2020), tomando en consideración la ecuación 3 se determina los factores condicionantes y desencadenantes, según las consiguientes ecuaciones:

$$F_c = (\text{geo} * 0.3) + (\text{gmr} * 0.2) + (\text{cbve} * 0.2) + (\text{pen} * 0.3)$$

**Ecuación 4:** Factores condicionantes.

**Fuente:** (López et al., 2020)

Donde:

- ❖ **geo:** Geología.
- ❖ **gmor:** Geomorfología.
- ❖ **cbve:** Cobertura vegetal.
- ❖ **pen:** Pendiente.

$$F_d = (sis * 0.3) + (pre * 0.7)$$

**Ecuación 5:** Factores desencadenantes.

**Fuente:** (López et al., 2020)

En donde:

- ❖ **sis:** Sismicidad.
- ❖ **pre:** precipitación.

Luego del análisis de cada factor se diseñan los respectivos mapas, teniendo en consideración los pesos de ponderación asignados por la metodología a cada variable (Tabla 1), según sea el grado de influencia en la ocurrencia de deslizamientos. El resultado final de la aplicación del Método Mora Vahrson, permite obtener un mapa de zonificación de la susceptibilidad a deslizamientos clasificado en diferentes zonas con sus respectivos índices de susceptibilidad. (López et al., 2020)

**Tabla 1**

*Pesos de ponderación asignados a cada factor.*

<b>Factor</b>	<b>Variable/Parámetro</b>	<b>Peso de ponderación (%)</b>
Factores condicionantes	Geología	30%
	Geomorfología	20%
	Pendiente	30%
	Cobertura Vegetal	20%
Factores desencadenantes	Precipitación	70%
	Sismicidad	30%

**Nota.** Esta tabla indica los pesos de ponderación, que asigna Mora y Vahrson (1994) a cada variable que influye en la ocurrencia de deslizamientos.

## ❖ Mapa de zonificación de susceptibilidad a deslizamientos

Los resultados de la aplicación de la metodología de Mora Vahrson, pueden ser representados en mapas de susceptibilidad a deslizamientos, pues como afirma Guamán Jaramillo (2012), estos “indican la susceptibilidad relativa del terreno a sufrir deslizamientos, a diferencia de un mapa de amenaza, este contiene diferente tipo de información relacionada con la probabilidad temporal de ocurrencia frente a un evento detonante” (p. 18). Además, ayuda en el análisis del nivel de peligrosidad de los deslizamientos, a través del estudio de aquellos factores que generan mayor incidencia en los procesos de inestabilidad (Guamán Jaramillo, 2012).

## 2.4. Marco Legal

### 2.4.1. *Constitución de la República del Ecuador*

**ART. 389:** El Estado Ecuatoriano “protegerá a las personas, colectividades y la naturaleza frente a los efectos negativos de los desastres de origen natural o antrópico mediante la prevención ante el riesgo, la mitigación de desastres, la recuperación y mejoramiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales, con el objetivo de minimizar la condición de vulnerabilidad”. (Asamblea Nacional de la República del Ecuador, 2008)

### 2.4.2. *Ley de Seguridad Pública y del Estado*

**ART. 11 Literal d:** La prevención y las medidas para contrarrestar, reducir y mitigar los riesgos de origen natural y antrópico o para reducir la vulnerabilidad, corresponden a las entidades públicas y privadas, nacionales, regionales y locales. La rectoría la ejercerá el Estado a través de la Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos. (Asamblea Nacional de la República del Ecuador, 2009)

### **2.4.3. *Reglamento a la Ley de Seguridad Pública y del Estado***

**ART. 3:** La Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos hoy denominada Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias es el órgano rector y ejecutor del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos y tiene por competencias (Asamblea Nacional de la República del Ecuador, 2010):

- a) Identificar riesgos que afecten o puedan afectar al territorio ecuatoriano.
- b) Generar y democratizar el acceso y difusión de la información para la gestión de riesgos.
- d) Fortalecer las capacidades para identificar riesgos de acuerdo a sus ámbitos de acción.
- f) Coordinar los esfuerzos y funciones en las fases de prevención, mitigación, preparación, respuesta, recuperación y desarrollo posterior.
- g) Diseñar programas de educación, capacitación y difusión para fortalecer las capacidades en gestión de riesgos.

### **2.4.4. *Código Orgánico de Organización Territorial (COOTAD)***

**ART. 84 - Literal n:** Es una de las funciones del Gobierno del Distrito Autónomo Metropolitano, regular y controlar las construcciones en la circunscripción del distrito metropolitano, con especial atención a las normas de control y prevención de riesgos y desastres. (Asamblea Nacional del Ecuador, 2010)

**ART. 140:** La gestión de riesgos que incluye las acciones de prevención, reacción, mitigación, reconstrucción y transferencia, para enfrentar todas las amenazas de origen natural o antrópico que afecten al territorio se gestionaran de manera concurrente y de forma articulada por todos los niveles de gobierno de acuerdo con las políticas y los planes emitidos por el organismo nacional responsable, de acuerdo con la Constitución y la ley. (Asamblea Nacional del Ecuador, 2010)

#### **2.4.5. Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas (COPLAFIP)**

**ART. 64:** En el diseño e implementación de los programas y proyectos de inversión pública, se promoverá la incorporación de acciones favorables al ecosistema, mitigación, adaptación al cambio climático y a la gestión de vulnerabilidades y riesgos antrópicos y naturales. (Asamblea Nacional del Ecuador, 2010)

#### **2.5. Definición de Términos (Glosario)**

**Amenaza:** para Medina Medina (2013), una amenaza es todo “fenómeno, sustancia, actividad humana o condición peligrosa que puede ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustentos y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales” (p. 24).

**Coefficiente sísmico:** es el “coeficiente usado para ajustar el cálculo de la sobrecarga sísmica horizontal en la base del edificio, a la relación entre el periodo de vibración de la estructura y el del terreno en que se asienta” (CONSTRUMÁTICA, 2010).

**Deslizamiento:** es el desplazamiento de cualquier material (tierra, lodo, piedras), que se separa de una ladera natural, talud o montaña, por acción de la gravedad, deslizándose pendiente abajo y destruyendo todo tipo de infraestructura localizada en la base, pie, cuerpo y corona de las mismas. (Medina Medina, 2013).

**Evento peligroso:** según la Secretaría General de la Comunidad Andina (2018), un evento peligroso es todo suceso que acontece en un espacio de tiempo definido e implica la ocurrencia y materialización de las amenazas presentes en determinado territorio.

**Factor intrínseco:** son aquellos factores que influyen en el comportamiento del terreno y en las características de resistencia del mismo, por lo general van ligados a componentes geomorfológicos, litológicos e hidrológicos (Pérez Santos, 2019).

**Factor de disparo:** conjunto de factores extrínsecos que inciden sobre el terreno, realizando cambios bruscos en la estabilidad de las laderas o taludes, de forma que dan origen a los procesos de inestabilidad del suelo (Pérez Santos, 2019).

**Factor de seguridad:** es aquel factor numérico que muestra la “relación entre la resistencia del terreno a lo largo de una superficie y la resistencia mínima necesaria para el equilibrio estricto según dicha superficie” (Geotecnia.ONLINE, 2020).

**Infraestructura esencial:** comprende todo tipo de infraestructura física, servicios, instalaciones o cualquier otro activo, que son esenciales para el funcionamiento adecuado de una comunidad, territorio o de la misma sociedad (Secretaría General de la Comunidad Andina, 2018).

**Inestabilidad de talud:** para Acuña Paula et al. (2019), la inestabilidad de taludes, refiere al proceso de análisis que se lleva a cabo en un talud o ladera, con el propósito de determinar condiciones de estabilidad e inestabilidad, al momento de construir cualquier obra física (represas, terraplenes, vías, etc.).

**Ladera:** Estas estructuras son formaciones naturales que se han ido creando a lo largo de los años, debido a los diferentes procesos geológicos e hidrológicos que se dan en los territorios (Portillo, 2022).

**Líneas vitales:** se considera líneas, redes o sistemas vitales a aquellas infraestructuras esenciales para la vida de las personas y el normal funcionamiento de la sociedad, especialmente

en tiempos de desastres. Estas pueden ser; sistemas de agua potable, servicio eléctrico, telecomunicaciones y recolección de desechos, infraestructura de transporte, centros de salud y seguridad. (Contreras Reyes et al., 2020)

**Reducción de riesgos:** con base en la Dirección General de Protección Civil (2015), la reducción de riesgo, puede ser comprendida como el conjunto de acciones, medidas o estrategias encaminadas a disminuir, prevenir y mitigar los potenciales riesgos existente en un territorio, mediante el análisis de la amenaza y la vulnerabilidad.

**Susceptibilidad a deslizamientos:** característica intrínseca del terreno, que determina las condiciones necesarias para que ocurran procesos de inestabilidad en laderas (Coordinación Nacional de Protección Civil, 2016).

**Talud:** para Valiente Sanz et al. (2015), se denomina talud aquel plano inclinado que adquieren las estructuras de tierra de manera temporal o de forma permanente con relación a la horizontal. Se clasifican en, taludes artificiales y laderas.

**Vulnerabilidad:** puede ser definida como toda “característica y circunstancia de una comunidad, sistema o bien que los hacen susceptibles a los efectos dañinos de una amenaza” (Medina Medina, 2013, p. 48).

**Zonificación de susceptibilidad:** Pavón Ayala y Garzón Collahuazo (2014) y Segarra Zeas y Montalván Orellana (2022), define que la zonificación de susceptibilidad “es la geolocalización de zonas en donde ocurren los deslizamientos, mediante el análisis de los factores pasivos en base a los sensores remotos, trabajos *in situ* y recopilación de eventos históricos” (p. 18).

## 2.6. Sistemas de Variables

❖ **Variable independiente:**

Factores que influyen en la ocurrencia de deslizamientos.

❖ **Variable dependiente:**

Susceptibilidad a deslizamientos.

## ❖ Operacionalización de Variables

**Tabla 2**

*Variable independiente: Factores que influyen en la ocurrencia de deslizamientos.*

Definición	Dimensión	Indicadores	Ítems	Instrumento de medición	
Son aquellos factores que tienen la capacidad de cambiar las fuerzas que intervienen sobre el terreno y dan origen a la ocurrencia de deslizamientos.	Factores intrínsecos	Geología – Litología	Lava	0,5	Archivos shapefiles. Observación de campo.
			Toba, lapilli de pómez, ceniza y toba	1,0	
		Geomorfología	Superficies planas a ligeramente onduladas sobre cangahuas	0,1	Archivos shapefiles. Mapa de geomorfología del territorio. Observación de campo.
			Relieve volcánico montañoso	0,5	
			Superficie intervenida	1,0	
			Vertiente de cangahua	0,5	
			Garganta	1,0	
			Coluvio aluvial antiguo	1,0	
			Barranco	1,0	
			0 a 2%	0,0	
			>2 a 5%	0,0	
			>5 a 12%	0,1	
		Pendiente	>12 a 25%	0,5	Mapa de pendiente del área de estudio. Archivos shapefiles. Observación de campo.
			>25 a 40%	0,5	
			>40 a 70%	1,0	
			>70 a 100%	1,0	
			>100 a 150%	1,0	
	>150 a 200%	1,0			

Definición	Dimensión	Indicadores	Ítems	Instrumento de medición	
Cobertura vegetal – uso de suelo			Arbustal montano andes norte	0,1	Archivos shapefiles. Mapa de uso de suelo y cobertura vegetal. Observación de campo.
			Arbustal secos interandinos	0,1	
			Cultivos de ciclo corto	1,0	
			Edificaciones	1,0	
			Eucalipto adulto	0,5	
			Eucalipto joven y regeneración	0,5	
			Pasto cultivado	1,0	
			Pasto natural	0,5	
			Pinos y ciprés	0,5	
			Reservorios	0,5	
Factores de disparo	Intensidad de precipitación		1000 – 1250 mm	1,0	Archivos shapefiles. Mapa de precipitaciones.
			1250 – 1500 mm	1,0	
	Intensidad sísmica		I – V	0,1	Archivos shapefiles. Mapa de sismicidad de la zona de estudio.
			VI – VII	0,5	
			≥ VIII	1,0	
	Taludes (Talud artificial – Ladera natural)		Condiciones de estabilidad en escenario estático	FS < 1,60 Talud inestable	Ficha de observación de campo. Reporte de análisis de talud Software GEO 5. Mapa de evaluación del factor taludes.
FS = 1,60 Talud en falla					
FS > 1,60 Talud estable					
Condiciones de estabilidad en escenario pseudo estático				FS < 1,05 Talud inestable	
			FS = 1,05 Talud en falla		
			FS > 1,05 Talud estable		

**Nota.** Los datos que se presenta en la tabla han sido adaptados de fuentes como, la Escuela Politécnica Nacional (2023); Instituto Geográfico Militar (2018); Paucar Camacho (2016); Secretaría General de Planificación DMQ (2023); Secretaría Nacional de Planificación (2014).

**Tabla 3**

Variable dependiente: Susceptibilidad a deslizamientos.

Definición	Dimensión	Indicadores	Ítems	Instrumento de medición
Característica del terreno que determina las condiciones para que ocurran procesos de inestabilidad en laderas de tipo deslizamiento, debido a la incidencia de factores intrínsecos y de disparo.	Zonas de susceptibilidad a deslizamientos	Índice de susceptibilidad	IS 1: De 0,01 a 0,33 puntos.	Mapa de zonificación de susceptibilidad a deslizamientos del área de estudio.
			IS 2: De 0,34 a 0,66 puntos.	
			IS 3: De 0,67 a 1,00 puntos.	
	Zonas de susceptibilidad a deslizamientos	Nivel de susceptibilidad	ZS 1: Baja susceptibilidad a deslizamientos.	Mapa de zonificación y clasificación de susceptibilidad a deslizamientos del área de estudio.
			ZS 2: Media susceptibilidad a deslizamientos.	
			ZS 3: Alta susceptibilidad a deslizamientos.	
	Zonas de susceptibilidad a deslizamientos	Índice y nivel de susceptibilidad en taludes y laderas	FS < 1,60: Alta susceptibilidad	Reporte de análisis de estabilidad de talud Software GEO 5. Mapa de clasificación de susceptibilidad a deslizamientos según el factor taludes.
			FS = 1,60: Media susceptibilidad	
			FS > 1,60: Baja susceptibilidad	
FS < 1,05: Alta susceptibilidad				
FS = 1,05: Media susceptibilidad				
		FS > 1,05: Baja susceptibilidad		

**Nota.** Los datos que se presenta en la tabla han sido adaptados de la investigación realizada por Paucar Camacho (2016).

## Capítulo III

### 3. Marco Metodológico

#### 3.1. Tipo de Investigación

Con base en Hernández Sampieri et al. (2014), “la investigación es un conjunto de procesos sistemáticos, críticos y empíricos que se aplican al estudio de un fenómeno o problema” (p. 4), pudiendo emplearse diferentes enfoques. Según esto, el enfoque de investigación del presente trabajo es de carácter mixto, debido a que, se combina el enfoque cuantitativo y cualitativo. Por un lado, la investigación cuantitativa permitirá recolectar datos de los factores que influyen en la ocurrencia de deslizamientos, para medirlos y analizarlos numéricamente mediante procedimientos estadísticos, al momento de evaluar y clasificar las zonas de susceptibilidad a deslizamientos; por otro lado, la investigación cualitativa ayudará a profundizar el significado de los datos y brindarles una mayor riqueza interpretativa.

#### 3.2. Nivel de Investigación

Según Hernández (2012), el nivel de investigación refiere “al grado de profundidad con que se aborda un fenómeno o un evento de estudio”. Con base en esto, en la presente investigación se emplea un nivel investigativo de carácter descriptivo, pues se describe los factores que inducen la ocurrencia de deslizamientos. También, se maneja un nivel de campo a través del que se recolecta los datos para evaluar las zonas de susceptibilidad a deslizamientos, clasificar la susceptibilidad y formular estrategias de reducción de riesgos. Por último, se tiene un nivel correlacional mediante el que se establece la relación existente entre factores intrínsecos y factores de disparo que influyen en los deslizamientos.

**Descriptivo:** Hernández Sampieri et al. (2014), afirman que en el nivel de investigación de carácter descriptivo se “busca especificar propiedades y características importantes de cualquier fenómeno que se analice” (p. 92). En consecuencia, se describe los factores que influyen en la generación de deslizamientos como la geología – litología, geomorfología, pendiente, cobertura vegetal – uso de suelo, precipitaciones, intensidad sísmica y taludes. Además, del factor taludes se expone las características y los parámetros geotécnicos (textura del suelo, coeficiente sísmico horizontal, superficie de falla circular, factor de seguridad) que permiten evaluar las condiciones de inestabilidad y de esta forma determinar sitios puntuales susceptibles a deslizamientos.

**De campo:** en este tipo de investigación se recolecta la información y datos sobre la temática de estudio de manera directa, es decir de las denominadas fuentes primarias (Rus Arias, 2020). En este sentido, mediante observaciones *in situ* se recolecta datos e información necesaria de varios factores, para evaluar las zonas de susceptibilidad a deslizamientos con indicadores calificativos (índices), clasificar la susceptibilidad (niveles) y finalmente con base en estos resultados formular estrategias que permitan reducir los riesgos en el territorio.

**Correlacional:** el propósito de este nivel de investigación apunta a determinar la correlación existente entre dos o más variables dentro de una situación en específico (Hernández Sampieri et al., 2014). Según esto, analizando los dos grupos de factores que inciden en la ocurrencia de deslizamientos, se establece la relación existente entre los factores intrínsecos (condicionantes o pasivos) y de disparo (detonantes o desencadenantes) con el objeto de zonificar la susceptibilidad a deslizamientos en el Barrio San José de Monjas determinando índices y niveles de susceptibilidad.

### **3.3. Diseño**

La investigación posee un diseño no experimental pues como señala Hernández Sampieri et al. (2014), en estos estudios no se manipulan ningún elemento, parámetro o variable de forma intencional, solamente los observan y analizan tal y como se presentan en una situación en específico. En la zonificación de susceptibilidad a deslizamientos en el área de estudio, el investigador únicamente describe el contexto natural en que se presentan los factores que intervienen para que se produzca un evento peligroso de tipo deslizamiento.

### **3.4. Población y Muestra**

La población no hace referencia solamente a personas, sino que también puede ser definida considerando “como unidades a los edificios o las viviendas – hogares, a las zonas geográficas desde un punto de vista topográfico” (López Roldán & Fachelli, 2015, p. 8). Con base en lo último, el territorio del Barrio San José de Monjas constituye la población de estudio, con un área de 2,923 km<sup>2</sup>; esto obedece a que la investigación aborda como fenómeno principal la zonificación de susceptibilidad a deslizamientos, no siendo necesario extraer muestra debido a que, según la Metodología Para Evaluar la Amenaza de Deslizamientos (2016) y el Método de Bishop Simplificado (1955), no incluyen la aplicación de encuestas o entrevistas a los habitantes, pues los datos que se usan en los análisis son de base SIG y los resultados se generaliza para el territorio como zona geográfica mas no para la población como tal.

Creswell & Plano Clark (2017), mencionan que en la investigación mixta se puede usar un diseño secuencial explicativo, en que se comienza con una fase cualitativa para explorar el tema de investigación y luego se continúa con una fase cuantitativa para validar o ampliar los hallazgos. En este diseño, no se extrae una muestra del universo, sino que se seleccionan los

participantes y las fuentes de datos con base a criterios específicos relacionados con el objetivo de la investigación. Es decir, fundamentándose en que la población está definida, es suficientemente manejable, al contar con los recursos suficientes y decidir no extraer una muestra, se procede a la recolección de la información que permite realizar un procedimiento adecuado.

### **3.5. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos**

Las técnicas para la recolección de datos a emplearse en la investigación, es la observación de campo y la revisión documental, pues por medio de estas se recopila la suficiente información de fuentes primarias y secundarias para dar solución al problema identificado y lograr los objetivos definidos.

**Observación de campo:** para efectos de la investigación, mediante la observación de campo *in situ* en el Barrio San José de Monjas, se determina los factores intrínsecos y de disparo que influyen en la ocurrencia de deslizamientos, con el objeto de zonificar la susceptibilidad ante este evento peligroso. Adicional a esto, en el barrio se observa y define las características de sitios puntuales (taludes) de deslizamientos, puntos de ubicación geográfica, medidas de altitud y longitud para el modelamiento de los taludes y estudio de inestabilidad respectivamente. Por último, la información y los datos se recopila en una ficha de observación estructurada. (Ver Anexo N°. 1)

**Revisión documental:** a través de esta técnica se recopila datos e información de fuente secundaria, referente a fuentes bibliográficas de deslizamientos, factores que influyen en su ocurrencia, tipos de deslizamientos, estrategias de reducción de riesgos, metodologías para la zonificación de susceptibilidad a deslizamientos y softwares utilizados para evaluar

deslizamientos. Además, se recopila archivos en formato shapefile de los factores condicionantes o detonantes para determinar la susceptibilidad a deslizamientos.

### **3.6. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos Para Cada Objetivo Específico**

Para procesar y analizar los datos, se emplea como principales técnicas el análisis estadístico y el análisis de contenido descriptivo con base en cada uno de los objetivos específicos planteados y a la par de esto se utiliza softwares como Google Earth Pro, ArcGIS 10.5, GEO 5, Microsoft Word y Excel para alcanzar los siguientes resultados:

- a) Evaluación de las zonas susceptibles a deslizamientos.
- b) Clasificación de la susceptibilidad.
- c) Formulación de estrategias de reducción de riesgos.

#### ***3.6.1. Técnicas Para Procesar y Analizar Datos Según Objetivo Específico 1***

Para evaluar las zonas de susceptibilidad a deslizamientos, en una primera fase se aplica la Metodología Para la Evaluación de la Amenaza de Deslizamientos diseñada por Paucar Camacho Abelardo en el año 2016, constituyéndose en una modificación y adaptación del Método Mora Vahrson. Esta se ha aplicado conjuntamente con otros métodos en algunas investigaciones, como el estudio realizado por Hurtado Agualongo y Núñez Borja (2019), Lema Rea y Quintana Ramos (2021) y Tenelema Ninabanda (2023). Mediante esta se valora la influencia de factores intrínsecos (condicionantes) como la geología – litología, geomorfología, pendiente y la cobertura vegetal; y factores de disparo (desencadenantes) tal como la intensidad de las precipitaciones y de los sismos, para determinar zonas de susceptibilidad a deslizamientos (Paucar Camacho, 2016).

En una segunda fase, se emplea el software GEO 5 para evaluar el factor desencadenante taludes, del que se estima las condiciones de estabilidad en situación estática y pseudo estática para a partir de los resultados, determinar sitios puntuales susceptibles a la ocurrencia de deslizamientos, que probablemente podrían generar serias afectaciones a las diversas infraestructuras esenciales del territorio. La estabilidad de taludes artificiales y laderas naturales, se evaluá partiendo de la geometría del talud, características geotécnicas, parámetros geológicos y de la superficie de falla circular de deslizamiento, estimando como resultado un factor de seguridad que muestra si el talud o ladera es estable o caso contrario inestable.

Según los resultados de la evaluación de las zonas de susceptibilidad a deslizamientos, se elabora el mapa de zonificación del territorio para geo localizar las áreas en que probablemente podrían ocurrir eventos peligrosos de tipo deslizamientos. Utilizando el software ArcGIS 10.5, se divide el área de estudio en 27 cuadrantes de 407 m por 502 m que reflejan el índice de susceptibilidad determinado con su respectiva simbología, además del área en km<sup>2</sup> y el porcentaje de cada zona evaluada según el índice de susceptibilidad.

#### ❖ PRIMERA FASE.

#### ❖ Procedimiento para la evaluación de zonas de susceptibilidad a deslizamientos

Por medio, de la aplicación del álgebra de mapas en los sistemas de información geográfica (ArcGIS 10.5), con base en cada una de las variables cualitativas (factores intrínsecos y de disparo) se establece valores cuantitativos y pesos de ponderación, dependiendo del nivel de influencia que generan en la ocurrencia de deslizamientos. A partir de esto, se obtiene valores máximos por cada variable analizada, que al sumarlos permiten establecer índices y niveles de susceptibilidad a deslizamientos para representarlos en documentos cartográficos que evidencian

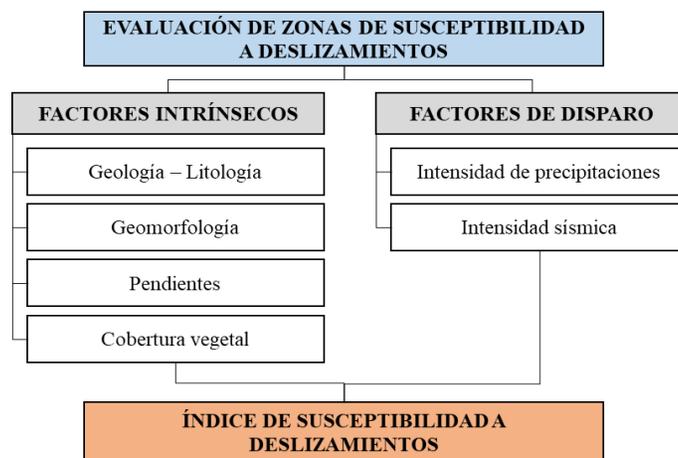
los sitios críticos en los que ocurrirían este tipo de evento peligroso y los elementos vulnerables del territorio. (Paucar Camacho, 2016)

❖ **Descripción de factores, variables e indicadores para evaluar zonas susceptibles a deslizamientos**

Se analiza factores intrínsecos (condicionantes) y factores de disparo (desencadenantes) que inducen la ocurrencia de deslizamientos en determinado territorio, cada uno con sus respectivas variables, indicadores, pesos de ponderación y valores máximos que se adaptaran de acuerdo a la realidad del área de investigación. Estos factores son analizados en el software ArcGIS 10.5 utilizando archivos en formato shapefile que contiene información y datos respecto a la geología – litología, geomorfología, pendientes, cobertura del suelo – uso de suelo, intensidad de precipitaciones e intensidad sísmica del área de estudio. (Paucar Camacho, 2016). A continuación, se realiza una breve descripción de cada factor analizar para la evaluar las zonas susceptibles a deslizamientos:

**Figura 8**

*Factores analizar para la zonificación de susceptibilidad a deslizamientos.*



*Nota.* Adaptado de *Modelo para articular la gestión del riesgo en el ordenamiento territorial en Guaranda – Ecuador* (p. 168), por Abelardo Paucar Camacho, 2016, Universidad de Valencia.

### ❖ Factores intrínsecos (condicionantes)

**Geología – litología:** se analiza la forma del relieve dependiendo el tipo de roca y los depósitos superficiales, pues estos son indicadores precisos que influyen en la ocurrencia de deslizamientos (Paucar Camacho, 2016).

**Tabla 4**

*Indicadores y pesos ponderados del factor geología – litología.*

Factor	Indicadores	Peso ponderado
Geología – Litología	Lava	0,5
	Toba, lapilli de pómez, ceniza y toba	1,0

*Nota.* La tabla muestra los pesos ponderados que se asigna a los indicadores del factor geología – litología. Adaptado de Paucar Camacho (2016) y Secretaría General de Planificación DMQ (2023).

**Geomorfología:** dado que el terreno puede presentar diversos tipos de formaciones que inciden en la susceptibilidad a deslizamientos, el territorio debe ser caracterizado de acuerdo a las unidades geomorfológicas (Paucar Camacho, 2016).

**Tabla 5**

*Indicadores y pesos ponderados del factor geomorfología.*

Factor	Indicadores	Peso ponderado
Geomorfología	Superficies plana a ligeramente onduladas en cangahuas	0,1
	Relieve volcánico montañoso	0,5
	Superficie intervenida	1,0
	Vertiente de cangahua	0,5
	Garganta	1,0
	Coluvio aluvial antiguo	1,0
	Barranco	1,0

*Nota.* La tabla indica los indicadores del factor geomorfología con sus respectivos pesos ponderados. Tomado de Paucar Camacho (2016) e Instituto Geográfico Militar (2018).

**Pendiente:** con base en el tipo de pendiente se puede determinar las zonas que presentan mayor probabilidad para la ocurrencia de deslizamientos, debido a que estas muestran el grado de inclinación que posee el terreno (Paucar Camacho, 2016).

**Tabla 6**

*Indicadores y pesos ponderados del factor pendiente.*

<b>Factor</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Peso ponderado</b>	
Pendiente	0 – 2%	Plana	0,0
	>2 – 5%	Muy suave	0,0
	>5 – 12%	Suave	0,1
	>12 – 25%	Media	0,5
	>25 – 40%	Media a fuerte	0,5
	>40 – 70%	Fuerte	1,0
	>70 – 100%	Muy Fuerte	1,0
	>100 – 150%	Escarpada	1,0

*Nota.* En esta tabla se muestra los indicadores del factor pendiente y los pesos ponderados que recibe cada uno. Adaptado de Paucar Camacho (2016) e Instituto Geográfico Militar (2018).

**Cobertura vegetal – uso de suelo:** según el tipo de cobertura vegetal que posee el terreno se identifica las zonas con condiciones de estabilidad más adecuadas frente al evento peligroso de deslizamientos (Paucar Camacho, 2016).

**Tabla 7**

*Indicadores y pesos ponderados del factor cobertura vegetal.*

<b>Factor</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Peso ponderado</b>
Cobertura vegetal	Arbustal montano andes del norte	0,1
	Arbustal secos interandinos	0,1
	Cultivos de ciclo corto	1,0
	Edificaciones	1,0

<b>Factor</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Peso ponderado</b>
	Eucalipto adulto	0,5
	Eucalipto joven y regeneración	0,5
	Pasto cultivado	1,0
	Pasto natural	0,5
	Pinos y ciprés	0,5
	Reservorios	0,5

*Nota.* Esta tabla enseña los indicadores y pesos ponderados que se asigna al factor cobertura vegetal. Tomado de Paucar Camacho (2016) y Secretaría General de Planificación DMQ (2023).

#### ❖ Factores de disparo (desencadenantes)

**Intensidad de precipitaciones:** se usa el promedio anual de las precipitaciones que se registra en el territorio, puesto que es un factor que desencadena la generación de deslizamientos debido a la saturación del suelo por la infiltración de agua lluvia (Paucar Camacho, 2016).

#### Tabla 8

*Indicadores y pesos ponderados del factor precipitaciones.*

<b>Factor</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Peso ponderado</b>
Intensidad de precipitaciones	1000 – 1250 mm	1,0
	1250 – 1500 mm	1,0

*Nota.* La tabla muestra los indicadores y pesos ponderados del factor precipitaciones. Adaptado de Paucar Camacho (2016) y Secretaría Nacional de Planificación (2014).

**Intensidad sísmica:** esta variable se considera como un factor gatillante, dado que dependiendo sus características pueden desencadenar la ocurrencia de deslizamientos (Paucar Camacho, 2016).

**Tabla 9**

*Indicadores y pesos ponderados del factor sísmico.*

<b>Factor</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Peso ponderado</b>
Intensidad sísmica	I – V	0,1
	VI – VII	0,5
	≥ VIII	1,0

*Nota.* La tabla exhibe los pesos ponderados que se asigna a cada indicador del factor sismicidad. Tomado de Paucar Camacho (2016) y Escuela Politécnica Nacional (2023).

❖ *Evaluación de la susceptibilidad a deslizamientos*

Posterior al análisis de factores condicionantes y detonantes, se evalúa la susceptibilidad por medio del álgebra de mapas en ArcGIS 10.5, en el que se obtiene valores máximos que al ser adicionados [Ecuación 6 - 7] y luego multiplicados [Ecuación 8] arrojan índices de susceptibilidad a deslizamientos para el diseño de mapas de zonificación del territorio. (Paucar Camacho, 2016)

**Tabla 10**

*Cálculo de la susceptibilidad a deslizamientos.*

<b>Ecuación 6</b>	<b>Ecuación 7</b>
$S = P_{G-L} + P_G + P_P + P_{CV}$	$DT = D_{IP} + D_{IS}$
<b>S:</b> factor intrínseco.	<b>DT:</b> factor de disparo.
<b>P<sub>G-L</sub>:</b> valor máx. de geología – litología.	<b>D<sub>IP</sub>:</b> valor máx. de precipitaciones.
<b>P<sub>G</sub>:</b> valor máx. de geomorfología.	<b>D<sub>IS</sub>:</b> valor máx. de sismicidad.
<b>P<sub>P</sub>:</b> valor máx. de pendiente.	
<b>P<sub>CV</sub>:</b> valor máx. de cobertura vegetal.	

---

### Ecuación 8

---

$$\mathbf{SD = S * DT}$$

**SD:** susceptibilidad a deslizamientos.

**S:** índice de factores intrínsecos.

**DT:** índice de factores de disparo.

---

*Nota.* La tabla muestra las ecuaciones que se emplean para calcular el índice de susceptibilidad a deslizamientos, a través de los factores que influyen en la ocurrencia de estos. Adaptado de Paucar Camacho (2016).

El producto de los factores intrínsecos y de disparo arrojan los resultados de los índices de susceptibilidad a deslizamientos del territorio, mediante los que se clasifica la susceptibilidad en baja, media o alta y se asigna la simbología correspondiente al caso.

**Tabla 11**

*Índice de susceptibilidad a deslizamientos.*

Clase de índice de susceptibilidad	Índice de susceptibilidad	Simbología
Índice de susceptibilidad 1 (IS 1)	De 0,01 a 0,33 puntos.	
Índice de susceptibilidad 2 (IS 2)	De 0,34 a 0,66 puntos.	
Índice de susceptibilidad 3 (IS 3)	De 0,67 a 1,00 puntos.	

*Nota.* En la tabla se indica las puntuaciones que pueden tomar los índices de susceptibilidad a deslizamientos. Adaptado de Paucar Camacho (2016).

❖ **FASE 2.**

❖ **Evaluación del factor desencadenante taludes**

Para evaluar el factor desencadenante taludes presente en el Barrio San José de Monjas, se emplea el Método de Bishop Simplificado que forma parte de los métodos de equilibrio límite (MEL) que generalmente se usa para realizar tareas de estabilidad de taludes. Este método, está inserto en el Software Geotécnico GEO 5 desarrollado por el corporativo FINE, ofreciendo una

variedad de soluciones a tareas relacionadas con el área de la geotecnia. En la evaluación de las condiciones de estabilidad de taludes es importante definir la geometría, las características geotécnicas, factores geológicos y los datos de la superficie circular de deslizamiento. (Fine, 2022)

En la evaluación del factor taludes, se estima las condiciones de estabilidad para dos escenarios; 1) en situación estática sin influencia de otros factores y 2) situación pseudo estática en la que influye el elemento sismicidad, para a partir de los resultados determinar sitios puntuales susceptibles a la ocurrencia de deslizamientos. La estabilidad de taludes artificiales y laderas naturales, se evaluó con base en la geometría del talud, características geotécnicas, parámetros geológicos y la superficie de falla circular de deslizamiento, estimando como resultado un factor de seguridad que muestra si el talud o ladera es estable o caso contrario inestable.

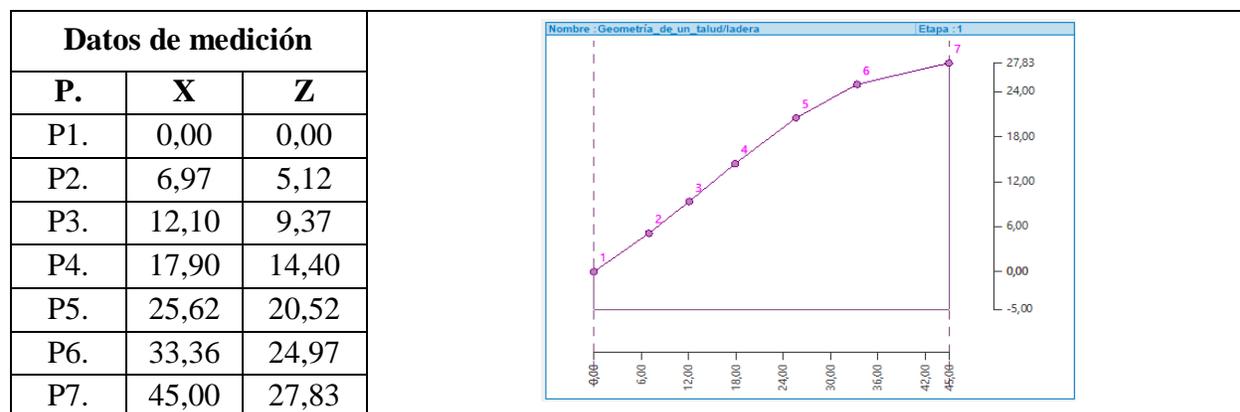
#### ❖ **Parámetros utilizados en el análisis de estabilidad de taludes**

**Geometría del talud:** comprende aquellos puntos que dan forma a la estructura del talud/ladera, a través de un modelamiento que se realiza en el software GEO 5 – Apartado Estabilidad de Taludes. Para esto, en el área de estudio se levanta datos de medición en unidades métricas, en longitud (X) y en altitud (Z) según cada uno de los taludes/ladera que se identifica en el territorio. Adicional a esto, generando curvas de nivel con Google Earth Pro y ArcGIS 10.5, se recolecta los mismos datos para contrastarlos con la finalidad de poseer datos más precisos.

En la figura 9, se muestra un ejemplo de la geometría de X talud:

**Figura 9**

*Geometría de un talud con puntos de medición en X y Z.*



**Nota.** En la figura se presenta un ejemplo de puntos de medición de longitud y altitud (medidas en metros) de un talud artificial.

**Características geotécnicas del talud:** propiedades del suelo que conforma el talud/ladera como la textura, peso unitario, estado de tensión, ángulo de fricción interna y cohesión del suelo (Fine, 2022). Para esto, por cada talud/ladera identificada en San José de Monjas se desarrolla un análisis de suelo que permite establecer la textura, que al insertarla en el software GEO 5 – Estabilidad de Taludes – Suelos, arroja las demás características geotécnicas.

**Tabla 12**

*Tipo de textura del suelo de los taludes/laderas existentes en San José de Monjas.*

Código	Identidad de la muestra	Tipo de textura
INV 034	Suelo Valparaíso Talud - 1	Franco arenoso
INV 035	Suelo Barrio San Luis de Monjas – Talud 2	Franco arenoso
INV 036	Suelo Barrio Vista Alegre – Talud 3	Arenoso franco
INV 037	Suelo Barrio Alborada – Talud 5	Arenoso franco
INV 038	Suelo Ladera - Rieles del Tren – Talud 6	Franco arenoso
INV 039	Ladera San José de Monjas – Alborada Monjas – Talud 7	Arenoso franco
INV 040	Suelo Barrio Carlos Polit – Talud 8	Arenoso franco
INV 041	Suelo Comité San José de Monjas – Intermedio – Talud 9	Arenoso

---

 INV 042 Suelo Ladera San José de Monjas Bajo – Talud 10
 

---

Franco arenoso

**Nota.** La tabla refleja la clase textural del suelo que posee cada talud o ladera, determinada a través del Método de los Bouyoucos y la clasificación USDA (Triángulo textural o de texturas). Adaptado de Dirección de Investigación y Vinculación UEB (2023).

**Parámetros geológicos:** factores que determinan las condiciones de estabilidad de los taludes/laderas, siendo los más esenciales el factor de seguridad (FS) y el coeficiente sísmico horizontal (Kh).

**Factor de seguridad:** muestra el factor de peligro en que el talud/ladera probablemente podría fallar y dar origen a un deslizamiento de tierra. Con base en el Capítulo Geotécnica y Cimentaciones – 5.2 Estructuras y Sistemas de Contención de la Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC – SE – GC) el factor de seguridad (FS) ante deslizamientos para escenarios de análisis estáticos es de 1,60 y para análisis pseudo estático es de 1,05, valores que se convierte en aquel parámetro mediante el cual se estima si determinado talud/ladera es incondicionalmente estable o inestable. (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014)

**Coefficiente sísmico horizontal:** al realizar un análisis pseudo estático es primordial definir un coeficiente sísmico. Según los Capítulos; a) Peligro Sísmico: Diseño Sismo Resistente (NEC – SE – DS) y b) Geotecnia y Cimentaciones (NEC – SE – GC) de la Norma Ecuatoriana de Construcción (2014), el coeficiente sísmico horizontal (Kh) se determina a partir de las siguientes ecuaciones:

**Tabla 13**

*Ecuaciones para determinar el coeficiente sísmico.*

Ecuación 9	Ecuación 10	Ecuación 11
$\mathbf{amax = Z * Fa}$	$\mathbf{Kh = \frac{0,6(amax)}{g}}$	$\mathbf{Kh = 0,6 * ZFa}$

**Nota.** La tabla indica las ecuaciones que se aplican para calcular el coeficiente sísmico horizontal. Adaptado de Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (2014).

Donde:

- ❖ **Kh:** coeficiente sísmico horizontal.
- ❖ **amax:** aceleración máxima horizontal.
- ❖ **Z:** factor de zona.
- ❖ **Fa:** factor de amplificación del suelo.

Para el escenario del Barrio San José de Monjas se determina un coeficiente sísmico horizontal de 0,336, pues se localiza en la zona sísmica VI con un valor Z de 0,50 y posee un factor de amplificación de 1,12 dado que el tipo de perfil de subsuelo sobre el que se asienta corresponde a la categoría D. (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014; Aguiar Falconí, 2017)

**Tabla 14**

*Cálculo del coeficiente sísmico para el área de estudio.*

<b>Ecuación 12</b>	<b>Ecuación 13</b>
<b><math>amax = Z * Fa</math></b>	<b><math>Kh = 0,6 * ZFa</math></b>
<b><math>amax = 0,50 * 1,12</math></b>	<b><math>Kh = 0,6 * 0,56</math></b>
<b><math>amax = 0,56</math></b>	<b><math>Kh = 0,336</math></b>

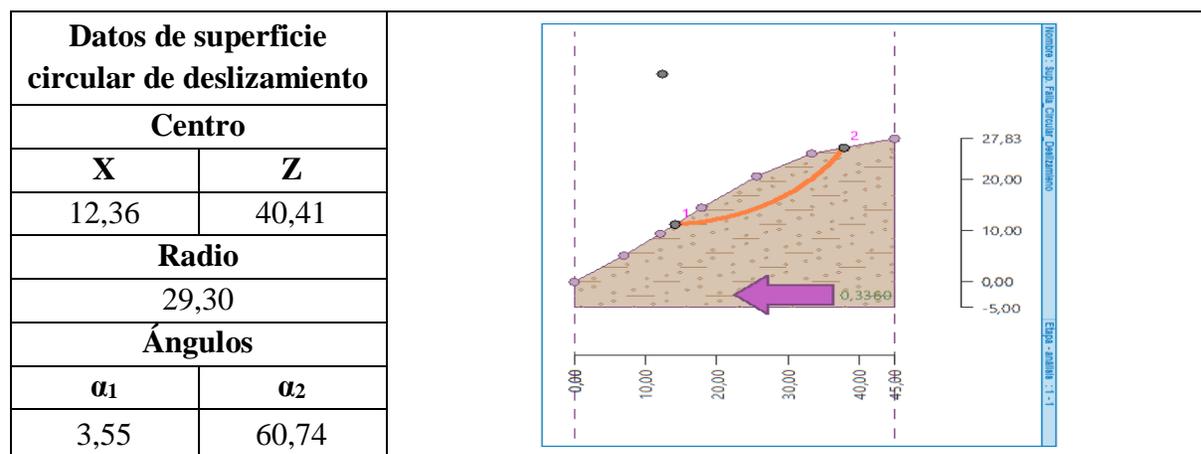
*Nota.* En la tabla se presenta el cálculo del coeficiente sísmico horizontal para el Barrio San José de Monjas, que se emplea para el análisis de estabilidad de taludes y laderas en escenario pseudo estático.

**Superficie de falla circular de deslizamiento:** muestra la falla circular que probablemente se deslizaría de la estructura del talud/ladera, a través de la que se determina los factores de seguridad para evaluar las condiciones de estabilidad de los taludes/laderas. En el software GEO 5 después de ingresar los datos de la geometría del talud, características geotécnicas y parámetros geológicos, se diseña la superficie de falla circular de deslizamiento, para obtener los datos del centro, radio y ángulos de la circunferencia para luego ingresarlos de

forma manual y verificar la coincidencia entre valores. Finalmente se estima las condiciones de estabilidad de los taludes/laderas, determinando un nuevo factor de seguridad y comparado con el valor del factor de seguridad predefinido indica si el talud/ladera es estable o inestable.

**Figura 10**

Superficie de falla circular de deslizamiento.

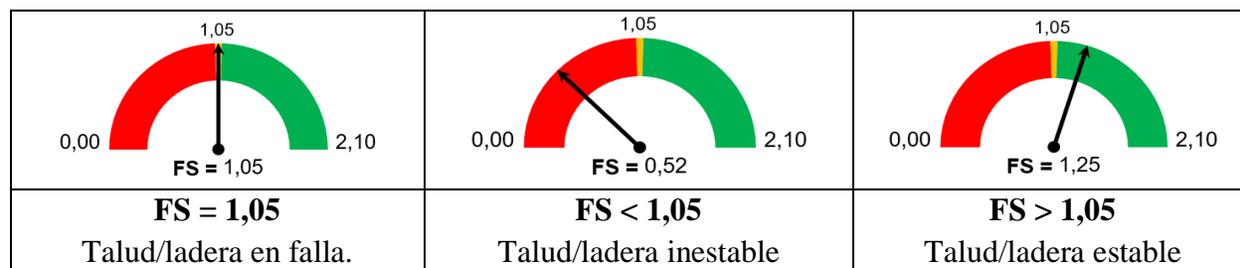


**Nota.** La figura indica los datos de la superficie circular de deslizamiento, que se ingresa en el software GEO 5 para estimar los factores de seguridad. Adaptado de Software GEO 5, 2022.

**Criterios para evaluar la estabilidad de taludes:** parámetros cuantitativos y cualitativos que determinan si X talud se encuentra en el “punto de falla”, es “incondicionalmente estable” o “incondicionalmente inestable”.

**Figura 11**

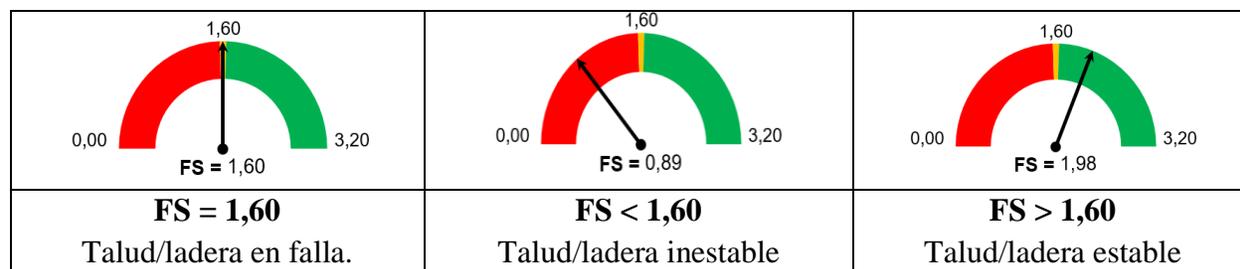
*Criterios para evaluar estabilidad de taludes/laderas con escenario pseudo estático.*



**Nota.** En la figura se exhibe los criterios para evaluar y clasificar las condiciones de estabilidad de taludes y laderas, en situación pseudo estática incluyendo un coeficiente sísmico horizontal.

**Figura 12**

*Criterios para evaluar estabilidad de taludes/laderas con escenario estático.*



*Nota.* En la figura se exhibe los criterios para evaluar y clasificar las condiciones de estabilidad de taludes y laderas, en escenario estático o permanente.

Posterior a la evaluación de las zonas de susceptibilidad a deslizamientos de la primera fase y de la evaluación del factor desencadenante taludes (segunda fase), los resultados se combinan para obtener un mapa general de zonificación del Barrio San José de Monjas, en el que se refleja cada zona con su respectivo índice de susceptibilidad.

### **3.6.2. Técnicas Para Procesar y Analizar Datos Según Objetivo Específico 2**

Para la clasificación de las zonas de susceptibilidad se toma en consideración los resultados del objetivo específico 1, puesto que, con base en cada índice de susceptibilidad como se muestra en la tabla 15, se asigna una categoría cualitativa que puede ser “baja, media o alta” susceptibilidad al evento peligroso de deslizamientos.

**Tabla 15**

*Clasificación de las zonas de susceptibilidad a deslizamientos.*

Índice de susceptibilidad	Categoría de susceptibilidad	Simbología
IS 1: De 0,01 a 0,33 puntos.	Baja susceptibilidad a deslizamientos	
IS 2: De 0,34 a 0,66 puntos.	Media susceptibilidad a deslizamientos	
IS 3: De 0,67 a 1,00 puntos.	Alta susceptibilidad a deslizamientos	

*Nota.* La tabla indica la relación entre índices y categorías de susceptibilidad a deslizamientos, con su respectiva simbología. Tomado de Paucar Camacho (2016).

Asimismo, según la evaluación del factor desencadenante taludes se define una categoría de susceptibilidad a deslizamientos para los resultados del análisis de estabilidad en situación estática y otra categorización para el análisis de estabilidad en un escenario pseudo estático, debido a que, dichos datos se deben analizar, procesar y presentar por separado.

**Tabla 16**

*Clasificación de la susceptibilidad a deslizamientos según el factor taludes.*

Escenario de análisis	Factor de seguridad	Condición de estabilidad	Categoría de susceptibilidad	Simbología
Pseudo estático	$FS > 1,05$	Estable	Baja susceptibilidad	
	$FS = 1,05$	Punto de falla	Media susceptibilidad	
	$FS < 1,05$	Inestable	Alta susceptibilidad	
Estático	$FS > 1,60$	Estable	Baja susceptibilidad	
	$FS = 1,60$	Punto de falla	Media susceptibilidad	
	$FS < 1,60$	Inestable	Alta susceptibilidad	

**Nota.** En esta tabla se presenta los parámetros para la clasificación de susceptibilidad a deslizamientos, según la evaluación del factor taludes en dos escenarios de análisis.

### **3.6.3. Técnicas Para Procesar y Analizar Datos Según Objetivo Específico 3**

Una vez que se ha realizado la evaluación y clasificación de las zonas de susceptibilidad a deslizamientos, se formula estrategias que ayuden a reducir los riesgos en el Barrio San José de Monjas. Para lo cual, se emplea como técnica el análisis de contenido descriptivo por medio del que se define medidas bajo dos líneas de acción; a) medidas estructurales y b) medidas no estructurales, que se presentan dentro de un plan de reducción de riesgos.

## Capítulo IV

### 4. Resultados o Logros Alcanzados Según los Objetivos Planteados

#### 4.1. Objetivo Específico 1

##### 4.1.1. Factores Intrínsecos

##### 4.1.1.1. Factor Geomorfología.

Como se muestra en la tabla 17, en San José de Monjas existen diferentes formaciones geomorfológicas distribuidas en un área de 2,923 km<sup>2</sup>, dominando el relieve volcánico montañoso (51,80%); las superficies de planas a ligeramente onduladas sobre cangaguas que acaparan 1,212 km<sup>2</sup> del Barrio, y las superficies intervenidas que ocupan el 3,32%.

**Tabla 17**

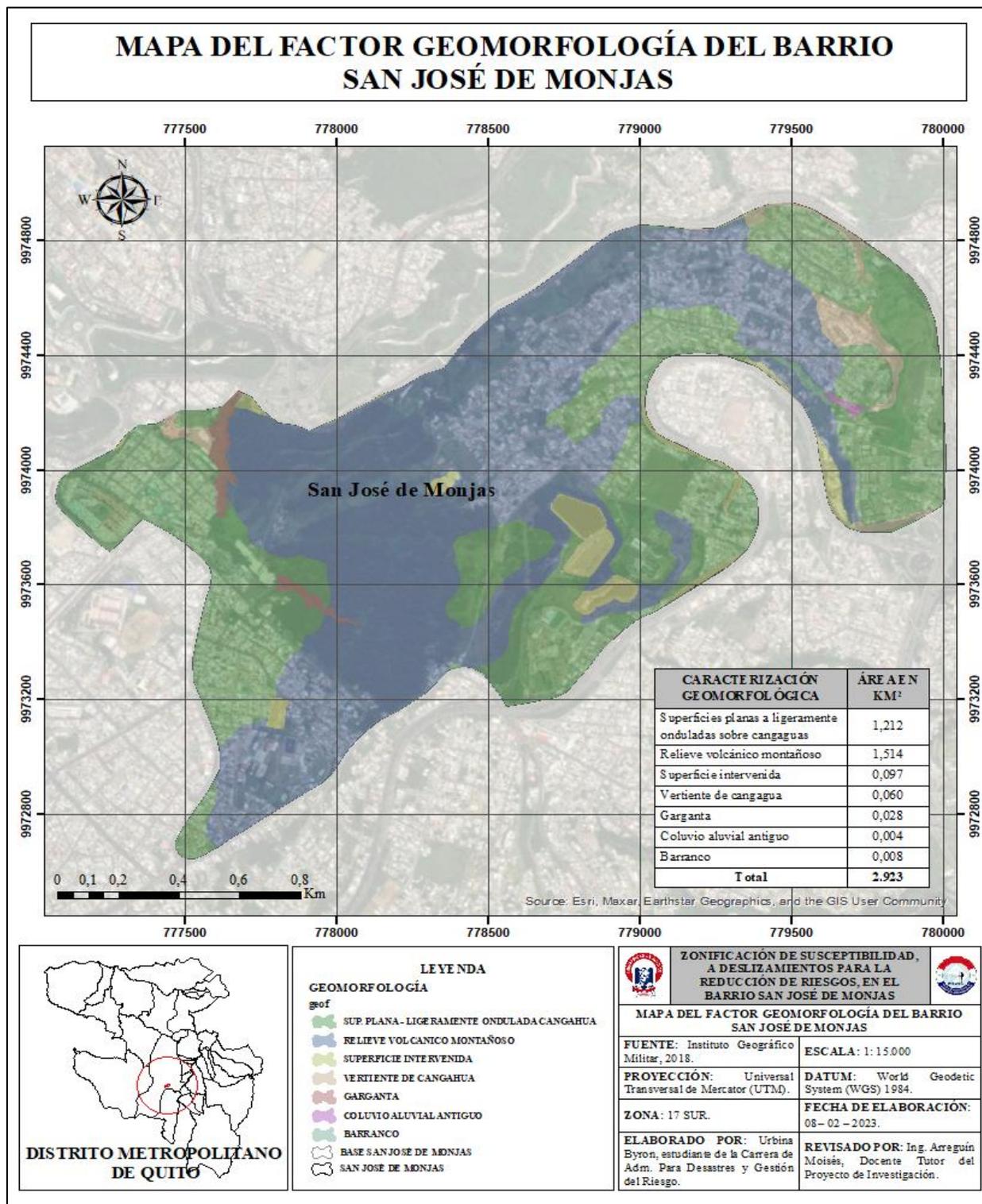
*Caracterización del factor geomorfología.*

Formación geomorfológica	Caracterización geomorfológica	Peso de ponderación	Área en Km <sup>2</sup>	Porcentaje del territorio
Volcánico	Superficies plana a ligeramente onduladas sobre cangaguas	0,1	1,212	41,46%
Volcánico	Relieve volcánico montañoso	0,5	1,514	51,80%
Tecnogénesis	Superficie intervenida	1,0	0,097	3,32%
Volcánico	Vertiente de cangagua	0,5	0,060	2,05%
Erosión fluvial	Garganta	1,0	0,028	0,96%
Poligénicas	Coluvio aluvial antiguo	1,0	0,004	0,14%
Erosión fluvial	Barranco	1,0	0,008	0,27%
<b>Total</b>			<b>2,923</b>	<b>100%</b>

*Nota.* La tabla muestra la caracterización del factor geomorfología dentro del Barrio San José de Monjas.

Figura 13

Mapa del factor geomorfología del Barrio San José de Monjas.



*Nota.* En la presente figura se puede observar la determinación de la geomorfología existente en el Barrio San José de Monjas.

#### 4.1.1.2. Factor de Geología – Litología.

La tabla 18 expone que el Barrio San José de Monjas, se localiza sobre un terreno que presenta dos tipos de formaciones geológicas; a) volcano – sedimentos del Machangara, litológicamente compuesta de lava de baja a media permeabilidad, con una distribución en el 0,21% del territorio correspondiendo a un área de 0,006 km<sup>2</sup>; y b) formación cangagua que predomina en un 99,79% del Barrio ocupando un total de 2,917 km<sup>2</sup>, cuya composición litológica es toba, lapilli de pómez, ceniza, toba, de baja permeabilidad y porosidad intergranular.

**Tabla 18**

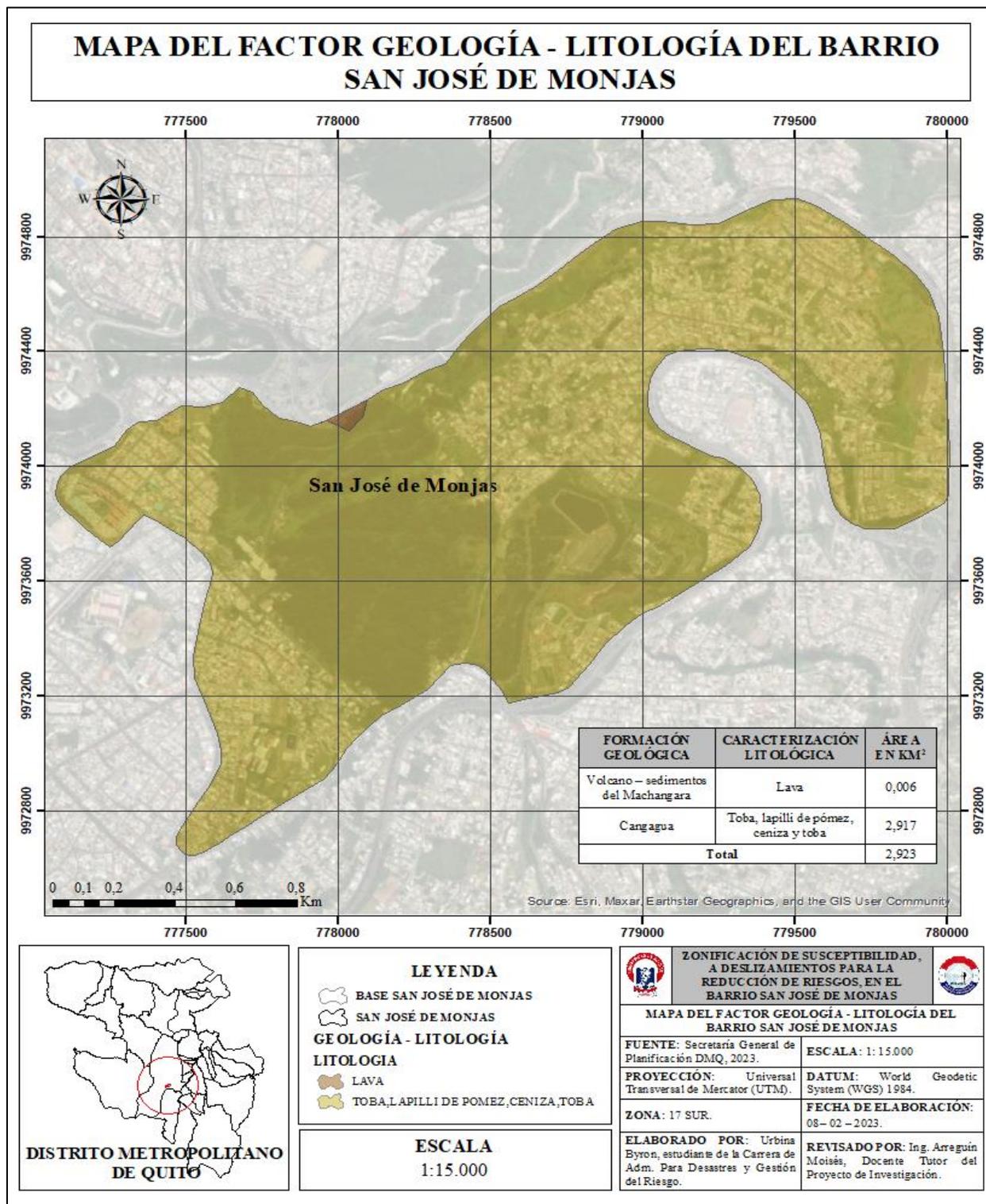
*Caracterización del factor geología - litología.*

<b>Formación geológica</b>	<b>Caracterización litológica</b>	<b>Peso de ponderación</b>	<b>Área en Km<sup>2</sup></b>	<b>Porcentaje del territorio</b>
Volcano – sedimentos del Machangara	Lava	0,5	0,006	0.21%
Cangagua	Toba, lapilli de pómez, ceniza y toba	1,0	2,917	99.79%
<b>Total</b>			<b>2,923</b>	<b>100%</b>

**Nota.** En la presenta tabla se indica la caracterización del factor geología – litología a nivel del Barrio San José de Monjas.

Figura 14

Mapa del factor geología - litología del Barrio San José de Monjas.



*Nota.* En esta figura se observa la identificación del factor geología – litología del Barrio San José de Monjas.

#### 4.1.1.3. Factor Pendiente.

Con base en la tabla 19, en el área de estudio la clase de pendiente que ocupa mayor parte del territorio (17,00%) posee un intervalo de inclinación  $>40 - 70\%$ , por lo que recibe una denominación de “fuerte” y abarca un total de 0,497 km<sup>2</sup>; también existe pendientes “muy fuertes” con rangos de inclinación de  $>70 - 100\%$ , que abarcan alrededor de 0,426 km<sup>2</sup> equivalente al 14,58% del Barrio de San José de Monjas.

**Tabla 19**

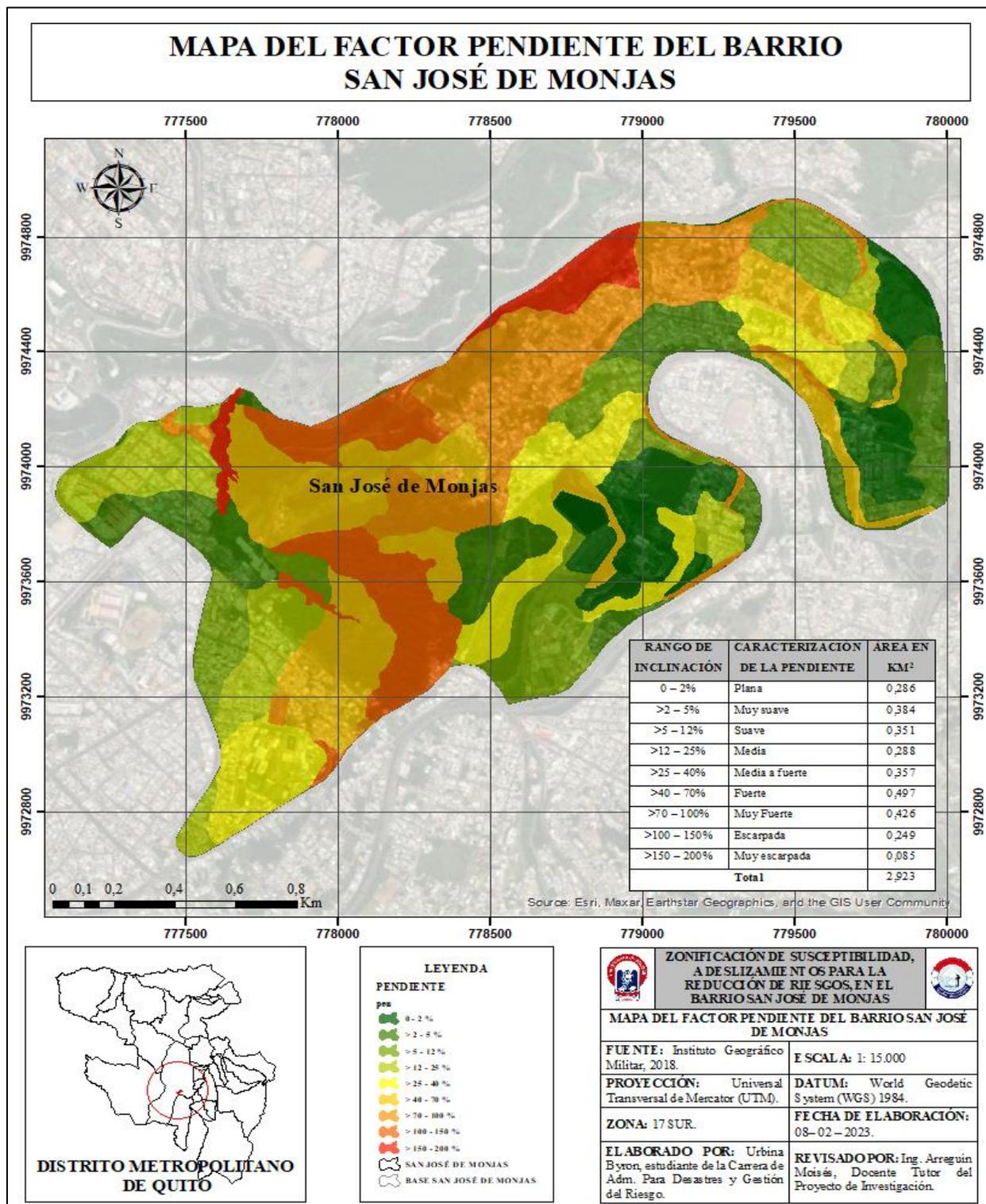
*Caracterización del factor pendiente.*

Rango de inclinación	Caracterización de la pendiente	Peso de ponderación	Área en Km <sup>2</sup>	Porcentaje del territorio
0 – 2%	Plana	0,0	0,286	9,78
>2 – 5%	Muy suave	0,0	0,384	13,14
>5 – 12%	Suave	0,1	0,351	12,01
>12 – 25%	Media	0,5	0,288	9,85
>25 – 40%	Media a fuerte	0,5	0,357	12,21
>40 – 70%	Fuerte	0,5	0,497	17,00
>70 – 100%	Muy Fuerte	1,0	0,426	14,58
>100 – 150%	Escarpada	1,0	0,249	8,52
>150 – 200%	Muy escarpada	1,0	0,085	2,91
<b>Total</b>			<b>2,923</b>	<b>100%</b>

**Nota.** En esta tabla se exhibe los resultados de la caracterización del factor pendiente en el Barrio San José de Monjas.

Figura 15

Mapa del factor pendiente del Barrio San José de Monjas.



*Nota.* La figura adjunta muestra los rangos de inclinación del factor pendiente en la localidad de San José de Monjas.

#### 4.1.1.4. Factor Cobertura Vegetal – Uso de Suelo.

Según la información de la tabla 20, en el Barrio San José de Monjas el 33,56% del suelo se ha usado para la construcción de edificaciones de 1 a 4 pisos. También, es posible observar la existencia de áreas de pasto natural distribuidas en 1,088 km<sup>2</sup> y bosques de eucalipto adulto que ocupan un 14,57% del territorio. Además, en menor porcentaje (0,53%) se evidencia la presencia de cultivos de ciclo corto de tipo maíz.

**Tabla 20**

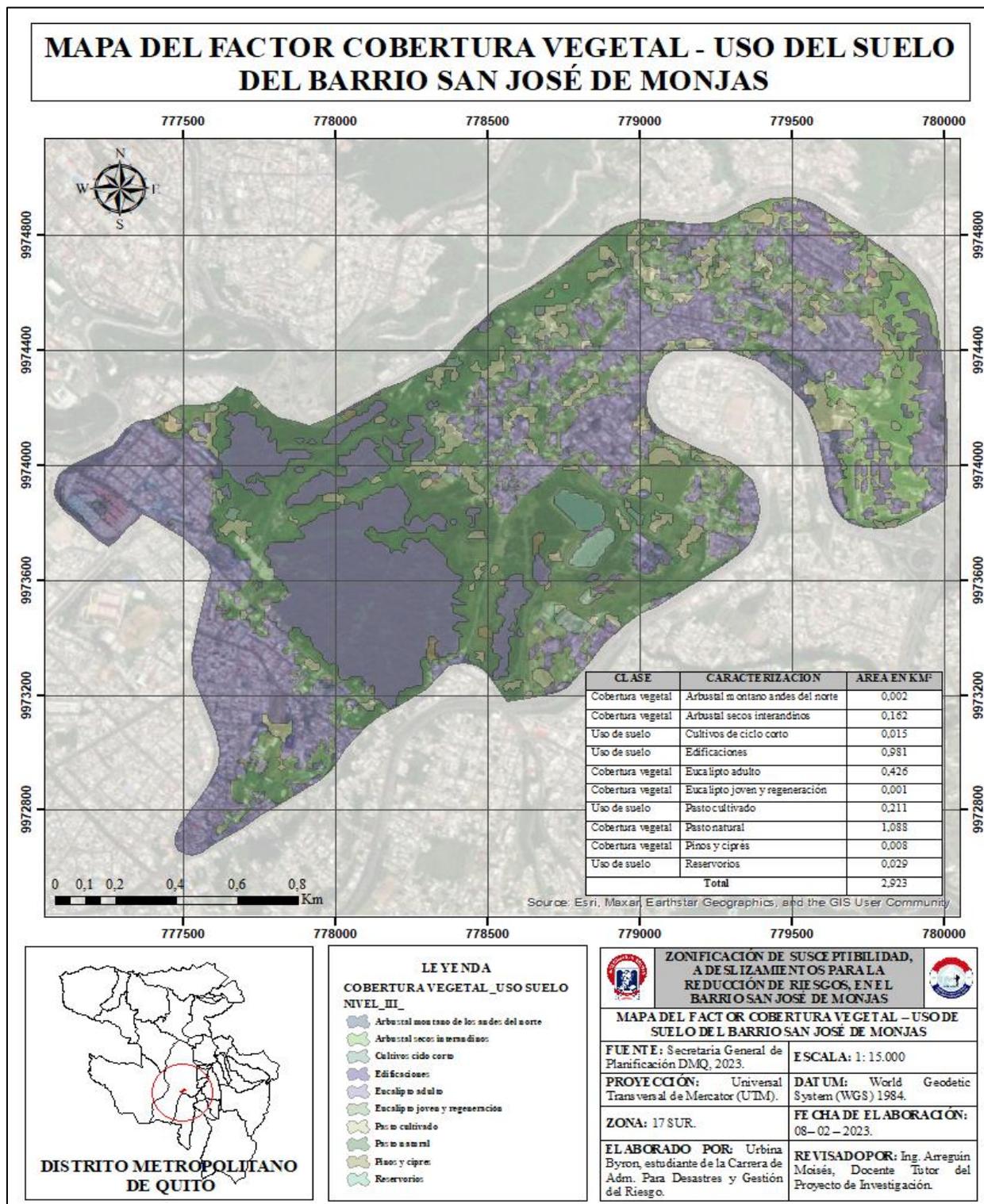
*Caracterización del factor cobertura vegetal - uso de suelo.*

Clase	Caracterización cobertura vegetal - uso de suelo	Peso de ponderación	Área en Km <sup>2</sup>	Porcentaje del territorio
Cobertura vegetal	Arbustal montano andes del norte	0,5	0,002	0,07
Cobertura vegetal	Arbustal secos interandinos	0,1	0,162	5,54
Uso de suelo	Cultivos de ciclo corto	1,0	0,015	0,53
Uso de suelo	Edificaciones	1,0	0,981	33,56
Cobertura vegetal	Eucalipto adulto	0,1	0,426	14,57
Cobertura vegetal	Eucalipto joven y regeneración	0,1	0,001	0,03
Uso de suelo	Pasto cultivado	0,5	0,211	7,22
Cobertura vegetal	Pasto natural	0,1	1,088	37,22
Cobertura vegetal	Pinos y ciprés	0,1	0,008	0,27
Uso de suelo	Reservorios	1,0	0,029	0,99
<b>Total</b>			<b>2,923</b>	<b>100%</b>

*Nota.* En la tabla adjunta se puede visualizar la descripción de las diferentes clases de cobertura vegetal del Barrio San José de Monjas.

Figura 16

Mapa del factor cobertura vegetal - uso de suelo del Barrio San José de Monjas.



**Nota.** La figura indica la cobertura vegetal – uso de suelo presente en el Barrio San José de Monjas.

#### 4.1.2. Factores de Disparo

##### 4.1.2.1. Factor Intensidad de Precipitaciones.

En el Barrio San José de Monjas, según datos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), durante los últimos años se ha registrado precipitaciones anuales con intensidades que bordean los 1000 a 1500 mm<sup>3</sup>, influenciando de manera significativa los procesos de generación de deslizamientos, como los ocurridos en los años 2011, 2021 y 2022. La información presentada en la tabla 24, muestra que en el 49,13% del sector en promedio anualmente las lluvias oscilan entre los 1000 a 1250 mm<sup>3</sup>, mientras que en mayor parte del territorio (50,87%) estas alcanzan intensidades de 1250 a 1500 mm<sup>3</sup>.

**Tabla 21**

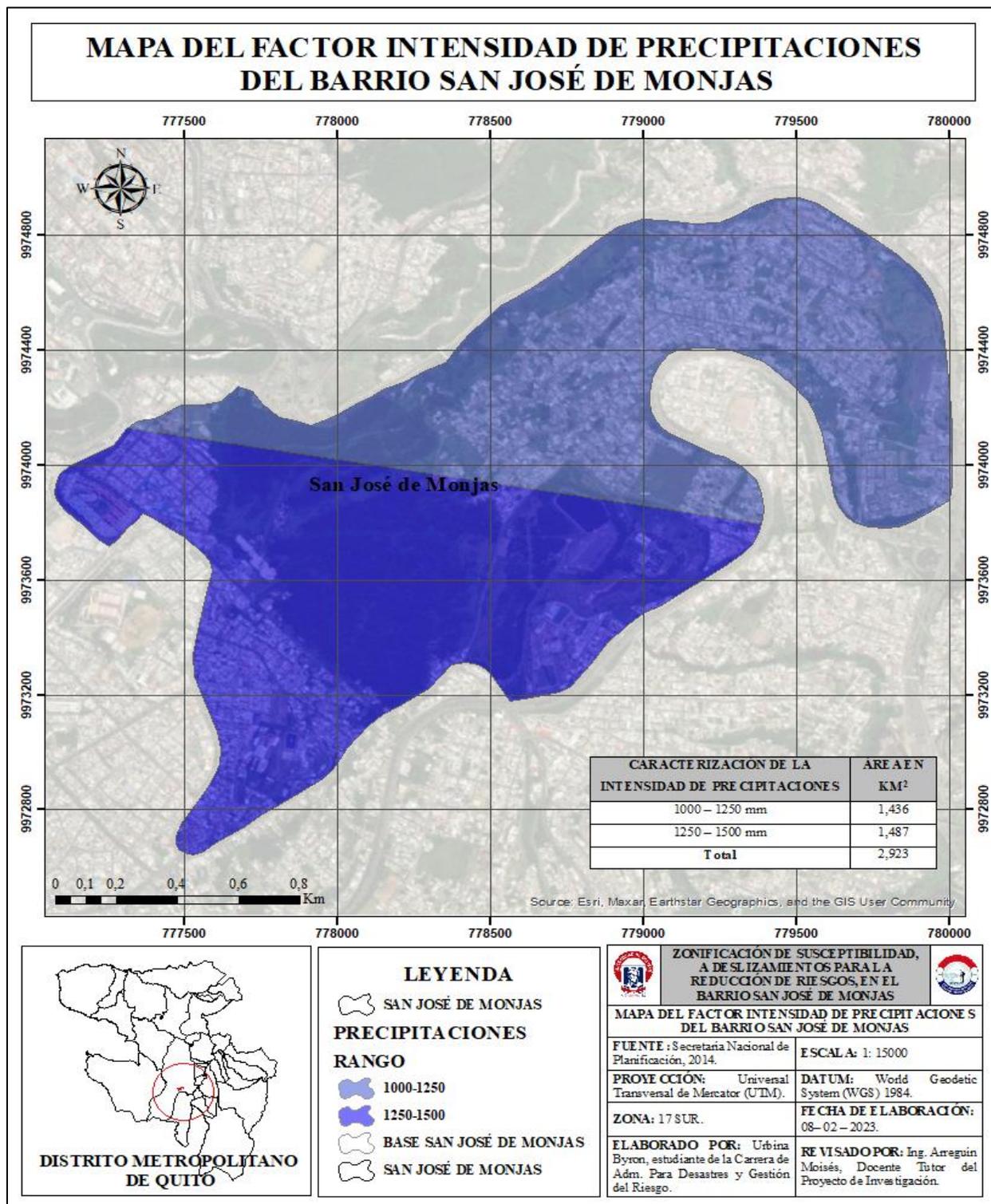
*Caracterización del factor intensidad de precipitaciones.*

<b>Caracterización de la intensidad de precipitaciones</b>	<b>Peso de ponderación</b>	<b>Área en Km<sup>2</sup></b>	<b>Porcentaje del territorio</b>
1000 – 1250 mm	1,0	1,436	49,13%
1250 – 1500 mm	1,0	1,487	50,87%
<b>Total</b>		<b>2,923</b>	<b>100%</b>

*Nota.* En la presenta tabla se observa la caracterización del factor intensidad de precipitaciones del Barrio San José de Monjas.

**Figura 17**

*Mapa del factor de intensidad de precipitaciones del Barrio San José de Monjas.*



*Nota.* En la presente figura se observa la determinación de los rangos de intensidad de precipitaciones que se registran en el Barrio San José de Monjas.

#### 4.1.2.2. Factor de Intensidad Sísmica.

Toda el área (2,923 km<sup>2</sup>) del Barrio San José de Monjas se sitúa en la zona de intensidad sísmica VI, que representa un nivel de peligrosidad “fuerte” y posee un valor de aceleración sísmica de 0,51 – 0,60 g. El Barrio al localizarse en un sitio de intensidad sísmica fuerte, podría ser considerado como susceptible a deslizamientos, pues según el Servicio Nacional de Estudios Territoriales (2014), la ocurrencia de cualquier clase de evento sísmico genera todo tipo de deslizamiento, según las propiedades geotécnicas del suelo y las características del sismo.

**Tabla 22**

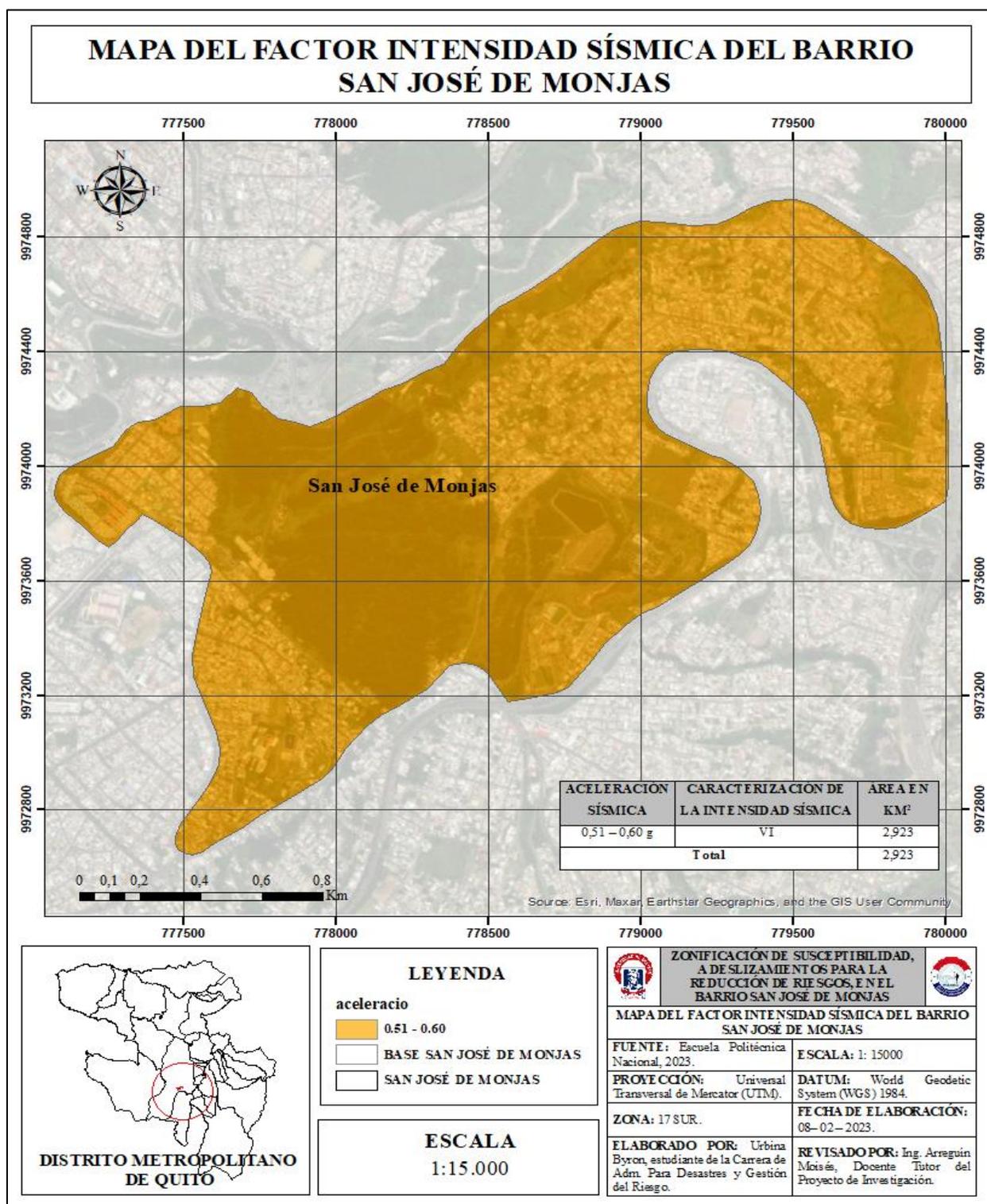
*Caracterización del factor de intensidad sísmica.*

<b>Aceleración sísmica</b>	<b>Caracterización de la intensidad sísmica</b>	<b>Peso de ponderación</b>	<b>Área en Km<sup>2</sup></b>	<b>Porcentaje del territorio</b>
0,51 – 0,60 g	VI	0,5	2,923	100%
<b>Total</b>			<b>2,923</b>	<b>100%</b>

*Nota.* En la tabla adjunta se presenta la caracterización del factor de intensidad sísmica, en que se localiza el Barrio San José de Monjas.

Figura 18

Mapa del factor de intensidad sísmica del Barrio San José de Monjas.



**Nota.** La figura adjunta muestra la zona de intensidad sísmica en que se localiza el Barrio San José de Monjas.

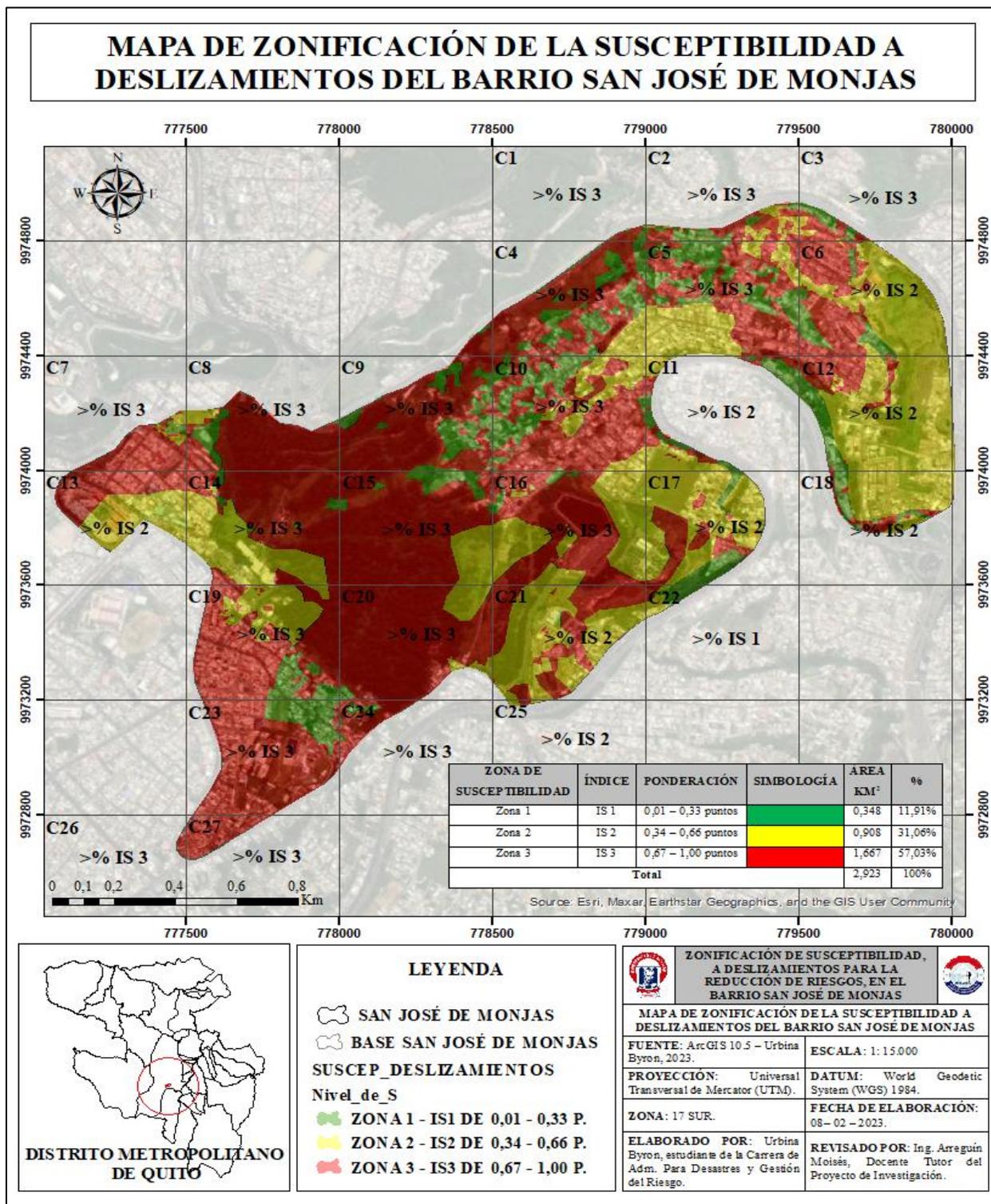
#### **4.1.3. Zonas e Índices de Susceptibilidad a Deslizamientos**

Posterior a la identificación, descripción y análisis de los factores intrínsecos (geología – litología, geomorfología, pendiente y cobertura vegetal – uso de suelo) y de disparo (intensidad sísmica y de precipitaciones) que influyen en la ocurrencia de deslizamientos, empleando el álgebra de mapas en el sistema de información geográfica ArcGIS 10.5, se efectuó la correlación de factores mediante un proceso de adición y otro de multiplicación, obteniendo como producto las zonas de susceptibilidad a deslizamientos con su respectivo índice. Como se indicó en el apartado 3.5.1, los resultados se plasman en un mapa de zonificación dividido en 27 cuadrantes de 407 m por 502 m, que indican las zonas e índice de susceptibilidad determinado con su respectiva simbología y una tabla que muestra el área en km<sup>2</sup> y el porcentaje según cada índice evaluado.

Según los datos de la figura 19 y tabla 23, San José de Monjas presenta 3 zonas e índices de susceptibilidad (IS) a deslizamientos: 1) Zona 1 – IS 1 de 0,01 – 0,33 puntos, 2) Zona 2 – IS 2 de 0,34 – 0,66 puntos y 3) Zona 3 – IS 3 de 0,67 – 1,00. Al analizar la figura 14 es posible determinar que el 57,03% del territorio se ubica en la zona de susceptibilidad 3, seguido de la zona 2 distribuida en el 31,06% del sector y por último la zona 1 que ocupa el 11,91% del Barrio. Además, en gran parte de las secciones C1 – C2 – C3 – C4 – C5 – C7 – C8 – C9 – C10 – C14 – C15 – C16 – C19 – C20 – C23 – C24 – C26 y C27 domina un índice de susceptibilidad de 0,67 a 1,00 puntos (IS 3); por otro lado, en los cuadros C6 – C11 – C12 – C13 – C17 – C18 – C21 y C25 el índice ponderado de 0,34 a 0,66 puntos (IS 2) es el que abarca una mayor distribución, mientras que en la sección C22 sobresale el índice de 0,01 a 0,33 puntos (IS 1).

**Figura 19**

Mapa de zonificación de la susceptibilidad a deslizamientos del Barrio San José de Monjas.



*Nota.* La figura indica el tipo de índice de susceptibilidad a deslizamientos, que mayor porcentaje alcanza según cada uno de los cuadrantes en que se dividió el área de estudio.

Tabla 23

*Evaluación de zonas susceptibles a deslizamientos del Barrio San José de Monjas.*

Evaluación general de las zonas de susceptibilidad a deslizamientos del Barrio San José de Monjas																													
Zona de susceptibilidad	Clase de índice		Índice de susceptibilidad (IS)																	Simbología	Área en km <sup>2</sup>	%							
Zona 1	IS 1		0,01 – 0,33 puntos.																		0,348	11,91%							
Zona 2	IS 2		0,34 – 0,66 puntos.																		0,908	31,06%							
Zona 3	IS 3		0,67 – 1,00 puntos.																		0,348	57,03%							
<b>Total</b>																								<b>2,923</b>	<b>100%</b>				
Dominio de índice de susceptibilidad a deslizamientos por cada cuadrante																													
IS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	Total	
IS1																						x						1	
IS2						x					x	x	x				x	x			x				x			8	
IS3	x	x	x	x	x		x	x	x	x				x	x	x				x	x			x	x		x	x	18
<b>Total</b>																											<b>27</b>		

*Nota.* Esta tabla indica el área en km<sup>2</sup> que ocupa cada índice de susceptibilidad a deslizamientos en el Barrio San José de Monjas y los cuadrantes en que estos presentan un mayor nivel de dominio.

#### 4.1.4. Factor Desencadenante Taludes

Posterior al desarrollo de la observación *in situ* en el Barrio San José de Monjas, en la que se aplicó la ficha técnica de observación (Anexo N°. 3), se identificó 6 taludes y 4 laderas distribuidos en diferentes sitios que conforman el área de estudio. Las superficies de relieve inclinado (taludes y laderas) presentan características particulares que influyen en la ocurrencia de deslizamientos, siendo las más comunes la presencia de cargas de tipo edificaciones en la cabeza, diferentes materiales (vegetación, tuberías, drenajes, plásticos) en el cuerpo y una altura variable de 5,00 a 50,00 m aproximadamente. Las laderas y taludes en su totalidad están compuestas de tierra y roca, cuya clase textural corresponde a suelos de categoría franco arenoso, arenoso franco y arenoso.

**Tabla 24**

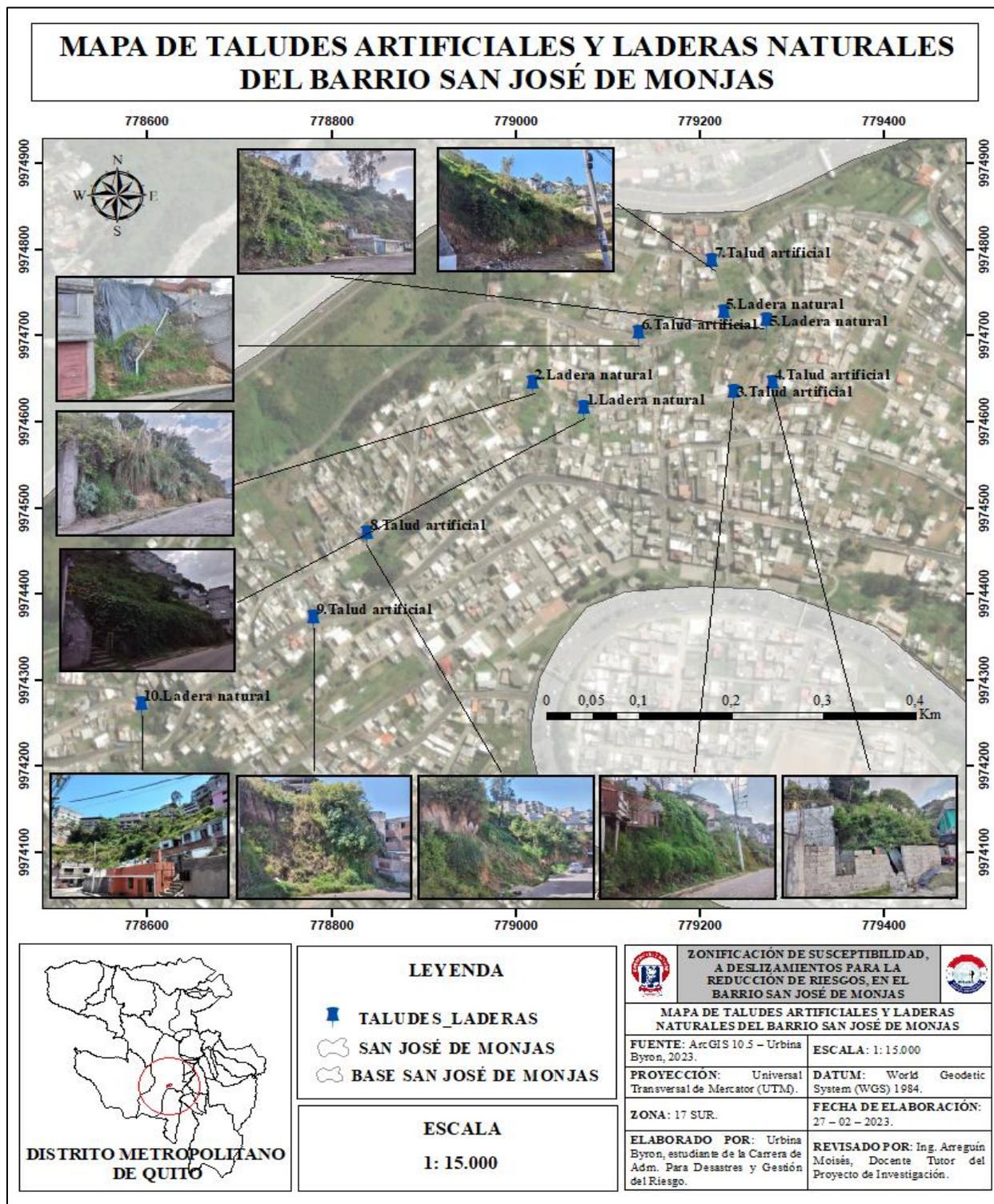
*Identificación de taludes y laderas en el Barrio San José de Monjas.*

No.	Tipo de superficie de relieve inclinado	Coordenada UTM	Altitud msnm	Subsector
1	Ladera natural	779074.582 – 9974613.143	2874	Valparaíso
2	Ladera natural	779018.473 – 9974642.25	2881	San Luis de Monjas
3	Talud artificial	779237.637 – 9974631.779	2892	Vista Alegre
4	Talud artificial	779278.95 – 9974642.68	2893	Vista Alegre
5	Ladera natural	779273.282 – 9974715.303	2850	Alborada de Monjas
6	Talud artificial	779134.175 – 9974700.359	2845	Rieles del Tren
7	Talud artificial	779213.861 – 9974784.584	2797	Alborada de Monjas
8	Talud artificial	778839.24 – 9964468.494	2886	Diego Montanero
9	Talud artificial	778781.15 – 9974369.518	2911	Cuarta Y
10	Ladera natural	778593.856 – 9974269.967	2875	Monjas Bajo

**Nota.** La tabla indica los taludes y laderas identificados mediante observación *in situ* en el Barrio San José de Monjas.

**Figura 20**

*Taludes y laderas existentes en el Barrio San José de Monjas.*



**Nota.** La figura indica la distribución espacial de taludes y laderas dentro del Barrio San José de Monjas.

#### **4.1.4.1. Evaluación de Condiciones de Estabilidad de Taludes Artificiales en Escenario Estático y Pseudo Estático.**

##### **Talud artificial 1.**

Se ubica en el subsector “Vista Alegre” a una altura de 2892 msnm, en cuyo cuerpo se observa la existencia de vegetación de tipo plantas ornamentales, tuberías de PVC para el transporte de aguas residuales y mangueras de agua potable; mientras que en la cresta existe un cultivo de ciclo corto de maíz, algunos árboles frutales y varias plantas medicinales. El talud presenta un suelo compuesto de tierra de clase textural “arenoso franco”<sup>2</sup> y densidad real en seco de 2,7822 g/cm<sup>3</sup>. Esta superficie posee una longitud de 7,10 m y una altitud de 5,20 m respectivamente, en la que no se ha implementado ningún tipo de medida de control que ayude a atenuar los efectos ante una posible ocurrencia de un deslizamiento.

En relación a los factores que influyen en la ocurrencia de deslizamientos, según los factores intrínsecos de: geología – litología el talud se asienta sobre una formación cangagua de composición toba, lapilli de pómez, ceniza, toba; geomorfológicamente se caracteriza por ser un relieve volcánico montañoso; la pendiente de esta superficie es “muy fuerte” con un rango de inclinación >70 – 100% y la cobertura vegetal – uso de suelo corresponde a cultivos de ciclo corto y edificaciones. Con base en los factores de disparo, el talud en referencia a la intensidad de precipitaciones registra anualmente entre 1000 a 1250 mm<sup>3</sup> de lluvia y según la intensidad sísmica se localiza en la zona de intensidad VI siendo catalogada como fuerte cuya aceleración es de 0,50 a 0,61 g.

---

<sup>2</sup> Para determinar la clase textural y la densidad real en suelo seco, según cada talud y ladera identificados en San José de Monjas, se realizó un análisis de suelo en los Laboratorios de Investigación y Vinculación de la Universidad Estatal de Bolívar, cuyos resultados se puede visualizar en el apartado de anexos (Anexo No. 4 - 5).

Tabla 25

Caracterización y evaluación del talud artificial 1.

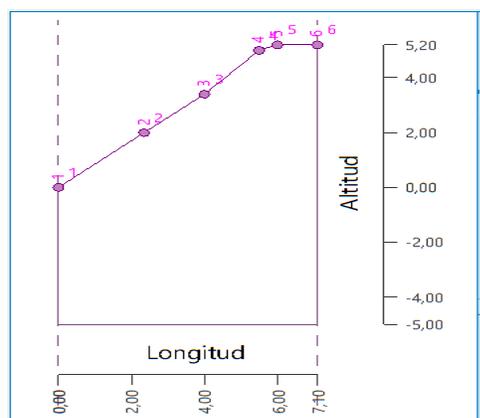
<b>Código:</b>	SJM – VAL – TAL	<b>Tipo de talud:</b>	Talud artificial	
<b>Coordenada:</b>	X: 779237.637	Y: 9974631.779	<b>Altitud:</b>	2892 msnm.
<b>Subsector:</b>	Vista Alegre	<b>Geometría del talud:</b>	X: 7,10 m	Z: 5,20 m

**Caracterización del talud:**

En el cuerpo se observa vegetación de tipo plantas ornamentales, tuberías de PVC para el transporte de aguas residuales y mangueras de agua potable; mientras que en la cresta existe un cultivo de ciclo corto de maíz, algunos árboles frutales y varias plantas medicinales. Esta superficie posee una longitud de 7,10 m y una altitud de 5,20.

**Datos de geometría del talud:**

P.	X	Z
1	0,00	0,00
2	2,35	2,00
3	4,00	3,40
4	5,50	5,00
5	6,00	5,20
6	7,10	5,20

**Características geotécnicas del talud:**

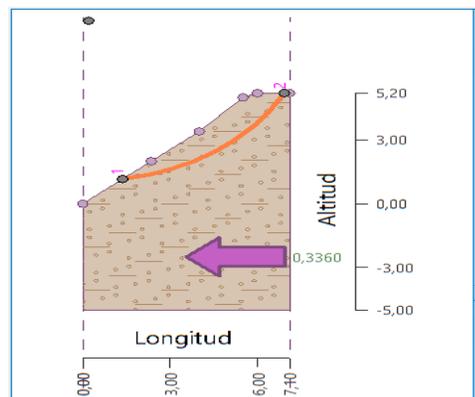
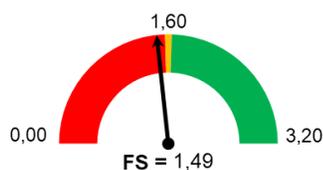
<b>Clase textural</b>	Arenoso franco
<b>Densidad real</b>	2,7822 g/cm <sup>3</sup>
<b>Peso unitario</b>	18,50 kN/m <sup>3</sup>
<b>Estado de tensión</b>	Efectivo
<b>Angulo de fricción</b>	27,00°
<b>Cohesión de suelo</b>	8,00 kPa
<b>Peso suelo saturado</b>	18,50 kN/m <sup>3</sup>

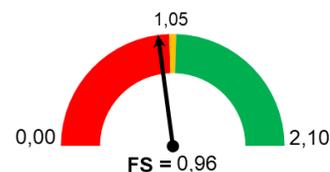
**Parámetros geológicos para evaluación estática y pseudo estática:**

<b>Escenario estático</b>	
<b>Factor de seguridad</b>	0,000
<b>Coefficiente sísmico horizontal</b>	1,60
<b>Escenario pseudo estático</b>	
<b>Factor de seguridad</b>	0,336
<b>Coefficiente sísmico horizontal</b>	1,05

**Superficie de falla circular de deslizamiento:**

<b>Centro</b>	<b>X:</b> 0,20
	<b>Z:</b> 8,60
<b>Radio</b>	7,53
<b>Ángulos</b>	<b><math>\alpha 1</math>:</b> 8,89
	<b><math>\alpha 2</math>:</b> 63,16


**Condiciones de estabilidad en escenario estático y pseudo estático:**
**Factor de seguridad: 1,49**

**Correlación de datos:**  $1,49 < 1,60$ 
**Estabilidad del talud:** No aceptable

**Incondicionalmente inestable**
**Factor de seguridad: 0,96**

**Correlación de datos:**  $0,96 < 1,05$ 
**Estabilidad del talud:** No aceptable

**Incondicionalmente inestable**

**Nota.** En esta tabla se muestra los resultados de la evaluación del talud en el Software GEO 5.

La evaluación de las condiciones de estabilidad del talud, indica que en **escenario estático y pseudo estático** este posee una estabilidad no aceptable, por lo tanto, es “incondicionalmente inestable” en vista que los factores de seguridad determinados (1,49 y 0,96) son inferiores a 1,60 y 1,05 respectivamente. Al ser un talud inestable, en un momento dado por la influencia e interacción de factores intrínsecos y de disparo ocurrirá un deslizamiento, si no se adoptan medidas de reducción de riesgos.

## **Talud artificial 2.**

Superficie de relieve inclinado emplazado al costado derecho de la calle José Arellano Portillo, a una altitud de 2893 msnm en el subsector conocido como “Vista Alegre”. Según habitantes del Barrio, es una zona declarada de “alto riesgo” por la Secretaría de Seguridad del Distrito Metropolitano de Quito, razón por la que la familia que habitaba en el pie del talud tuvo que ser reubicada en otro sector. En la cabeza y en el cuerpo se visualiza pastos, arbustos, árboles de ciprés y plantas frutales, con una composición del suelo de textura “arenoso franco” y densidad real de  $2,7822 \text{ g/cm}^3$ , cuya longitud es de 11,50 m y una altura promedio de 7,80 m. A pesar de ser considerada una zona de “alto riesgo” no se evidencia la aplicación de medidas destinadas a la reducción de riesgos.

Según los factores intrínsecos de: geología – litología el talud se asienta en una formación cangagua de composición toba, lapilli de pómez, ceniza, toba; geomorfológicamente se caracteriza por ser un relieve volcánico montañoso; la pendiente de esta superficie es “fuerte” con un rango de inclinación  $>70 - 100\%$  y la cobertura vegetal – uso de suelo corresponde a áreas de pasto cultivado y edificaciones. Con base en los factores de disparo, el talud en referencia a la intensidad de precipitaciones registra anualmente entre 1000 a 1250  $\text{mm}^3$  de lluvia y según la intensidad sísmica se localiza en la zona de intensidad VI siendo catalogada como fuerte.

Evaluando la estabilidad del talud se evidencia que en un escenario estático el factor de seguridad estimado (1,29) es menor a 1,60 y al incluir el coeficiente sísmico horizontal de 0,336 para un escenario pseudo estático el factor de seguridad (0,84) sigue siendo inferior a 1,05. A partir de aquí, se considera que es un talud “incondicionalmente inestable”, ya que, las condiciones de estabilidad no son aceptables pudiendo desencadenar un deslizamiento de tierra.

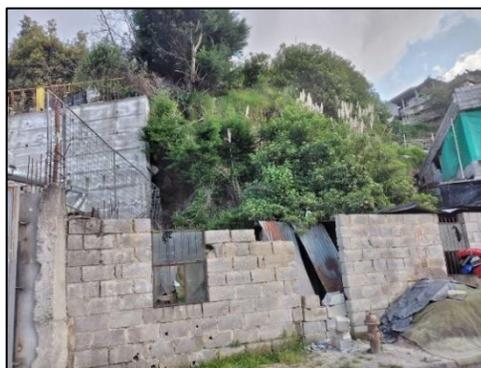
Tabla 26

## Caracterización y evaluación del talud artificial 2.

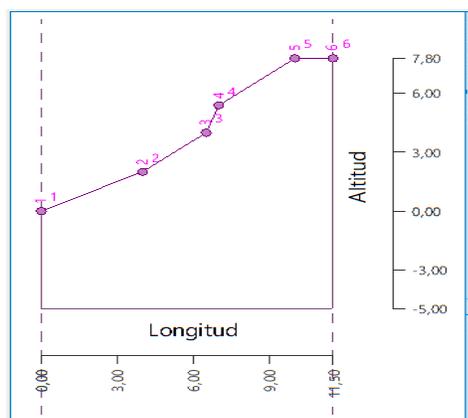
<b>Código:</b>	SJM – VAL – TAL	<b>Tipo de talud:</b>	Talud artificial	
<b>Coordenada:</b>	X: 779278.95	Y: 9974642.68	<b>Altitud:</b>	2893 msnm.
<b>Subsector:</b>	Vista Alegre	<b>Geometría del talud:</b>	X: 11,50 m	Z: 7,80 m

**Caracterización del talud:**

Zona declarada de “alto riesgo” por la Secretaría de Seguridad del DMQ. En la cabeza y en el cuerpo se visualiza pastos, arbustos, árboles de ciprés y plantas frutales, cuya longitud es de 11,50 m y una altura de 7,80 m. A pesar de ser una zona de “alto riesgo” no se ha aplicado medidas de reducción de riesgos.

**Datos de geometría del talud:**

P.	X	Z
1	0,00	0,00
2	4,00	2,00
3	6,50	4,00
4	7,00	5,40
5	10,00	7,80
6	11,50	7,80

**Características geotécnicas del talud:**

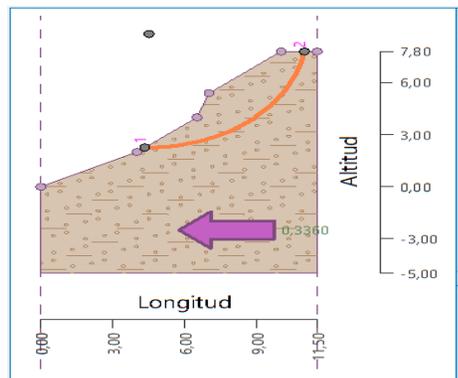
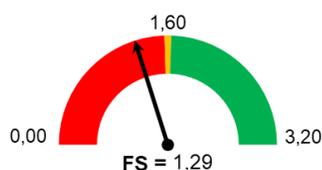
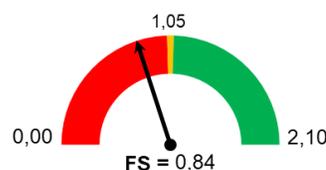
<b>Clase textural</b>	Arenoso franco
<b>Densidad real</b>	2,7822 g/cm <sup>3</sup>
<b>Peso unitario</b>	18,50 kN/m <sup>3</sup>
<b>Estado de tensión</b>	Efectivo
<b>Angulo de fricción</b>	27,00°
<b>Cohesión de suelo</b>	8,00 kPa
<b>Peso suelo saturado</b>	18,50 kN/m <sup>3</sup>

**Parámetros geológicos para evaluación estática y pseudo estática:**

<b>Escenario estático</b>	
<b>Factor de seguridad</b>	0,000
<b>Coefficiente sísmico horizontal</b>	1,60
<b>Escenario pseudo estático</b>	
<b>Factor de seguridad</b>	0,336
<b>Coefficiente sísmico horizontal</b>	1,05

**Superficie de falla circular de deslizamiento:**

<b>Centro</b>	<b>X:</b> 4,50
	<b>Z:</b> 8,81
<b>Radio</b>	6,55
<b>Ángulos</b>	<b><math>\alpha 1</math>:</b> -1,51
	<b><math>\alpha 2</math>:</b> 81,13

**Condiciones de estabilidad en escenario estático y pseudo estático:****Factor de seguridad: 1,29****Factor de seguridad: 0,84****Correlación de datos:**  $1,29 < 1,60$ **Estabilidad del talud:** No aceptable**Incondicionalmente inestable****Correlación de datos:**  $0,84 < 1,05$ **Estabilidad del talud:** No aceptable**Incondicionalmente inestable**

**Nota.** La tabla muestra los resultados de la evaluación del talud en el Software GEO 5.

**Talud artificial 3.**

Talud situado en el subsector denominado como “Rieles del Tren” a una altitud de 2845 msnm, principalmente se compone de tierra de textura “franco arenoso” y densidad real en seco de  $2,2708 \text{ g/cm}^3$ . En el cuerpo se visualiza tuberías de PVC que transportan aguas residuales al sistema de alcantarillado, mientras que en la cabeza existe cargas de tipo vivienda de planta baja. Como medida de control en la superficie de relieve inclinado se ha aplicado medidas estructurales grises, que incluye la colocación de polietileno a fin de evitar la filtración de agua y saturación del suelo para disminuir la ocurrencia de deslizamientos. Las medidas de la geometría del talud indican que posee una longitud de 15,00 m y una altura aproximada de 12,00 m.

Con base en los factores que influyen en la ocurrencia de deslizamientos, en relación a los factores intrínsecos de; geología – litología el talud se ubica sobre una formación cangagua de composición toba, lapilli de pómez, ceniza, toba; geomorfología se caracteriza por ser un relieve volcánico montañoso; pendiente es “muy fuerte” con un rango de inclinación  $>70 - 100\%$  y la cobertura vegetal – uso de suelo corresponde a pastos cultivados y edificaciones. Según los factores de disparo, el talud en referencia a la intensidad de precipitaciones registra anualmente entre 1000 a 1250 mm<sup>3</sup> de lluvia y según la intensidad sísmica se localiza en la zona de intensidad VI siendo catalogada como fuerte cuya aceleración es de 0,50 a 0,61 g.

Según la evaluación de las condiciones de estabilidad, el talud en escenario de análisis estático presenta una estabilidad no aceptable, es decir es “incondicionalmente inestable” pues el factor de seguridad calculado (0,91) es inferior a 1,60; al incluir el coeficiente sísmico horizontal y realizar un análisis para un escenario pseudo estático, este de igual forma muestra una estabilidad no aceptable, cuyo factor de seguridad estimado (0,55) es menor a 1,05.

### Tabla 27

#### *Caracterización y evaluación del talud artificial 3.*

<b>Código:</b>	SJM – RTN – TAL	<b>Tipo de talud:</b>	Talud artificial	
<b>Coordenada:</b>	X: 779134.175	Y: 9974700.359	<b>Altitud:</b>	2845 msnm.
<b>Subsector:</b>	Rieles del Tren	<b>Geometría del talud:</b>	X: 15,00 m	Z: 12,00 m

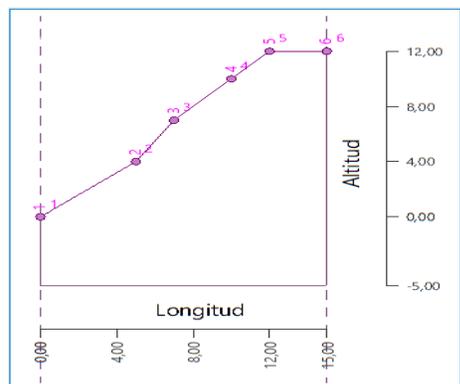
#### **Caracterización del talud:**

En el cuerpo se visualiza tuberías de PVC que transportan aguas residuales al sistema de alcantarillado, mientras que en la cabeza existe cargas de tipo viviendas de planta baja. Como medida de control se ha aplicado medidas estructurales grises, que incluye la colocación de polietileno a fin de evitar la filtración de agua.



**Datos de geometría del talud:**

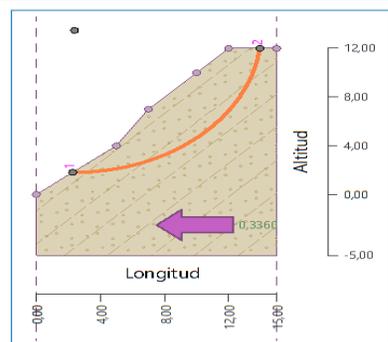
P.	X	Z
1	0,00	0,00
2	5,00	4,00
3	7,00	7,00
4	10,00	10,00
5	12,00	12,00
6	15,00	12,00

**Características geotécnicas del talud:**

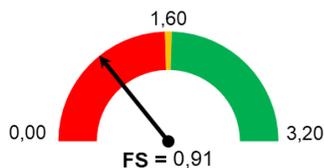
Clase textural	Franco arenoso	<b>Parámetros geológicos para evaluación estática y pseudo estática:</b>	
Densidad real	2,2708 g/cm <sup>3</sup>	<b>Escenario estático</b>	
Peso unitario	18,00 kN/m <sup>3</sup>	<b>Factor de seguridad</b>	0,000
Estado de tensión	Efectivo	<b>Coefficiente sísmico horizontal</b>	1,60
Angulo de fricción	29,00°	<b>Escenario pseudo estático</b>	
Cohesión de suelo	5,00 kPa	<b>Factor de seguridad</b>	0,336
Peso suelo saturado	18,00 kN/m <sup>3</sup>	<b>Coefficiente sísmico horizontal</b>	1,05

**Superficie de falla circular de deslizamiento:**

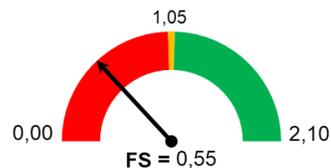
Centro	X: 2,40
	Z: 13,48
Radio	11,66
Ángulos	$\alpha_1$ : -0,61
	$\alpha_2$ : 82,71

**Condiciones de estabilidad en escenario estático y pseudo estático:**

Factor de seguridad: 0,91



Factor de seguridad: 0,55

Correlación de datos:  $0,91 < 1,60$ Estabilidad del talud: **No aceptable****Incondicionalmente inestable**Correlación de datos:  $0,55 < 1,05$ Estabilidad del talud: **No aceptable****Incondicionalmente inestable**

*Nota.* En esta tabla se presenta los resultados de la evaluación del talud en el Software GEO 5.

#### **Talud artificial 4.**

Se emplaza en el subsector de “Alborada de Monjas” aproximadamente a 2797 msnm, presentando una composición de suelo de tierra de clase textural “arenoso franco” y densidad real en suelo seco de  $2,7193 \text{ g/cm}^3$ . Esta superficie en la cabeza posee cargas de edificaciones de 2 pisos y cultivo de maíz, en el cuerpo existe un revestimiento o capa de pasto de kikuyo y en el pie se puede observar que se ha realizado un corte para la extracción de tierra y el almacenamiento de escombros. En cuanto a la geometría del talud, las mediciones indican que de longitud mide 35,00 m y de altura 18,20 m; además no se ha implementado medidas de control para evitar que se generen deslizamientos de tierra.

Al analizar los factores intrínsecos se determinó que según la; geología – litología el talud se asienta en una formación cangagua de composición toba, lapilli de pómez, ceniza, toba; geomorfológicamente tiene la forma de un relieve volcánico montañoso; la pendiente es “muy fuerte” con un rango de inclinación  $>70 - 100\%$  y la cobertura vegetal – uso de suelo corresponde a áreas de edificaciones. De acuerdo a los factores de disparo, el talud en cuanto a la intensidad de precipitaciones registra anualmente entre 1000 a 1250  $\text{mm}^3$  de lluvia y según la intensidad sísmica se localiza en la zona de intensidad VI siendo catalogada como fuerte cuya aceleración es de 0,50 a 0,61 g.

La evaluación de estabilidad del talud indica que sin la influencia de sismicidad (escenario estático) esta superficie dispone de condiciones estables no aceptables, por ende, es “incondicionalmente inestable” y su factor de seguridad asume un valor de 1,22 que al contrastar con el dato de 1,60 exhibe que es inferior. Por otro lado, incluyendo el coeficiente sísmico de 0,336 (escenario pseudo estático) el factor de seguridad (0,67) del talud es menor a 1,05, por lo tanto, sigue siendo “inestable” y susceptible a deslizamientos.

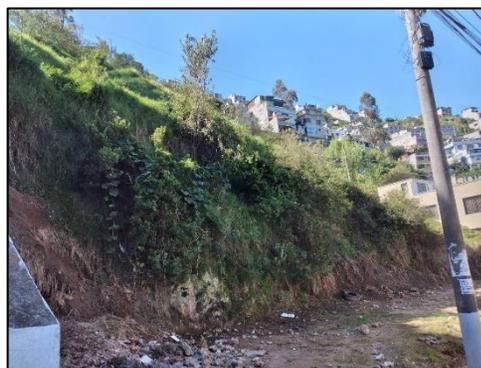
Tabla 28

*Caracterización y evaluación del talud artificial 4.*

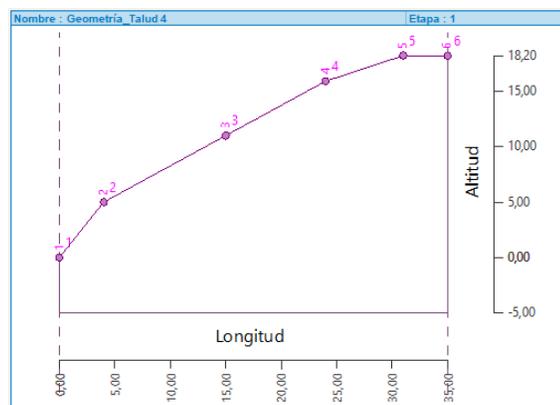
<b>Código:</b>	SJM – ALM – TAL	<b>Tipo de talud:</b>	Talud artificial	
<b>Coordenada:</b>	X: 779213.861	Y: 9974784.584	<b>Altitud:</b>	2797 msnm.
<b>Subsector:</b>	Alborada de Monjas	<b>Geometría del talud:</b>	X: 35,00 m	Z: 18,20 m

**Caracterización del talud:**

En la cabeza posee cargas de edificaciones de 2 pisos y cultivo de maíz, en el cuerpo existe un revestimiento o capa de pasto de kikuyo y en el pie se puede observar que se ha realizado un corte para la extracción de tierra y el almacenamiento de escombros. Las mediciones indican que de longitud mide 35,00 m y de altura 18,20 m.

**Datos de geometría del talud:**

P.	X	Z
1	0,00	0,00
2	4,00	5,00
3	15,00	11,00
4	24,00	15,90
5	31,00	18,20
6	35,00	18,20

**Características geotécnicas del talud:**

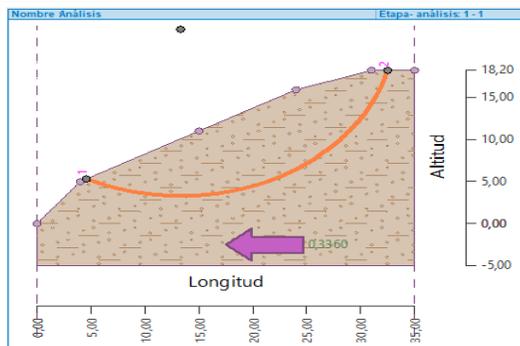
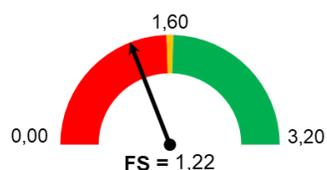
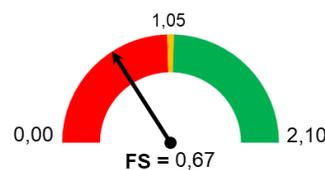
<b>Clase textural</b>	Arenoso franco
<b>Densidad real</b>	2,7193 g/cm <sup>3</sup>
<b>Peso unitario</b>	18,50 kN/m <sup>3</sup>
<b>Estado de tensión</b>	Efectivo
<b>Angulo de fricción</b>	27,00°
<b>Cohesión de suelo</b>	8,00 kPa
<b>Peso suelo saturado</b>	18,50 kN/m <sup>3</sup>

**Parámetros geológicos para evaluación estática y pseudo estática:**

<b>Escenario estático</b>	
<b>Factor de seguridad</b>	0,000
<b>Coefficiente sísmico horizontal</b>	1,60
<b>Escenario pseudo estático</b>	
<b>Factor de seguridad</b>	0,336
<b>Coefficiente sísmico horizontal</b>	1,05

**Superficie de falla circular de deslizamiento:****Centro** X: 13,29

Z: 23,09

**Radio** 19,81**Ángulos**  $\alpha_1$ : -26,14 $\alpha_2$ : 75,71**Condiciones de estabilidad en escenario estático y pseudo estático:****Factor de seguridad:** 1,22**Factor de seguridad:** 0,67**Correlación de datos:**  $1,22 < 1,60$ **Estabilidad del talud:** No aceptable**Incondicionalmente inestable****Correlación de datos:**  $0,67 < 1,05$ **Estabilidad del talud:** No aceptable**Incondicionalmente inestable**

**Nota.** La tabla adjunta indica los resultados de la evaluación del talud en el Software GEO 5.

**Talud artificial 5.**

Talud localizado a 2886 msnm a la altura de la calle Diego Montanero en el subsector “Carlos Polit”, cuya composición del suelo en su mayoría es de tierra de densidad real en seco de  $1,5962 \text{ g/cm}^3$  y textura “arenoso franco”. En la estructura del talud existe agrietamientos de aproximadamente 0,50 cm; vegetación de árboles, arbustos y pasto de kikuyo; tuberías de desagüe de las viviendas localizadas en la parte alta y drenajes de agua lluvia en el pie. Las dimensiones de la superficie inclinada muestran que esta tiene una longitud de 30,00 m y una altura de 27,50 m. además, según los habitantes del sector el año pasado, una parte del talud se deslizo causando afectaciones a la red vial, sistema de alcantarillado y a una vivienda.

Según los factores intrínsecos se determinó que de acuerdo a la; geología – litología el talud se asienta en una formación cangagua de composición toba, lapilli de pómez, ceniza, toba;

la geomorfológica indica que es un relieve volcánico montañoso; la pendiente es “muy fuerte” con un rango de inclinación  $>70 - 100\%$  y la cobertura vegetal – uso de suelo corresponde a áreas de pasto natural. De acuerdo a los factores de disparo, el talud en cuenta a la intensidad de precipitaciones registra anualmente entre 1000 a 1250 mm<sup>3</sup> de lluvia y según la intensidad sísmica se localiza en la zona de intensidad VI siendo catalogada como fuerte cuya aceleración es de 0,50 a 0,61 g.

Las condiciones de estabilidad evidencian que para un escenario estático el talud asume un factor de seguridad de 0,62, mientras que para un escenario pseudo estático el factor es de 0,38, valores que al comparar con los factores de seguridad de 1,60 y 1,05 ponen de manifiesto que la estabilidad del talud no es aceptable, por lo cual, se considera que es “incondicionalmente inestable” siendo esencial la implementación de medidas de reducción de riesgos frente a deslizamientos.

## Tabla 29

### *Caracterización y evaluación del talud artificial 5.*

<b>Código:</b>	SJM – CPT – TAL	<b>Tipo de talud:</b>	Talud artificial	
<b>Coordenada:</b>	X: 778839.24	Y: 9964468.494	<b>Altitud:</b>	2886 msnm.
<b>Subsector:</b>	Carlos Polit	<b>Geometría del talud:</b>	X: 30,00 m	Z: 27,50 m

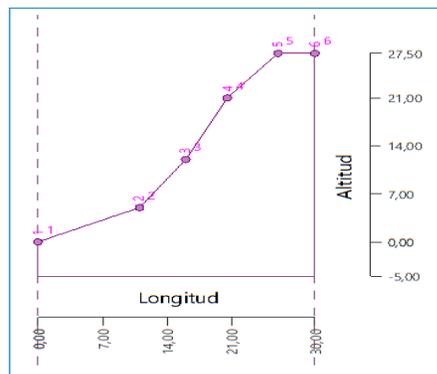
#### **Caracterización del talud:**

Talud localizado en el subsector “Carlos Polit” del Barrio San José de Monjas. En la estructura del talud existe agrietamientos de aproximadamente 0,50 cm; vegetación de árboles, arbustos y pasto de kikuyo; tuberías de desagüe de las viviendas localizadas en la parte alta y drenajes de agua lluvia en el pie. La longitud es de 30,00 m y la altura de aproximadamente 27,50 m.



**Datos de geometría del talud:**

P.	X	Z
1	0,00	0,00
2	11,00	5,00
3	16,00	12,00
4	20,50	21,00
5	26,00	27,50
6	30,00	27,50

**Características geotécnicas del talud:**

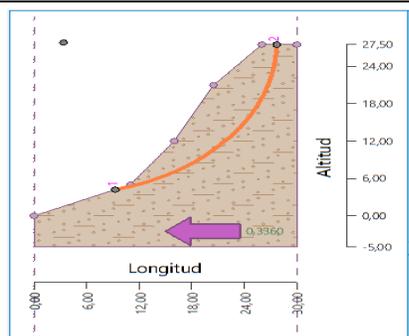
Clase textural	Arenoso franco
Densidad real	2,7193 g/cm <sup>3</sup>
Peso unitario	18,50 kN/m <sup>3</sup>
Estado de tensión	Efectivo
Angulo de fricción	27,00°
Cohesión de suelo	8,00 kPa
Peso suelo saturado	18,50 kN/m <sup>3</sup>

**Parámetros geológicos para evaluación estática y pseudo estática:**

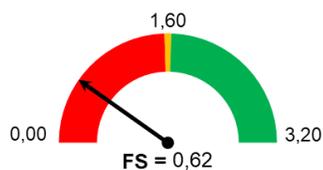
Escenario estático	
Factor de seguridad	0,000
Coefficiente sísmico horizontal	1,60
Escenario pseudo estático	
Factor de seguridad	0,336
Coefficiente sísmico horizontal	1,05

**Superficie de falla circular de deslizamiento:**

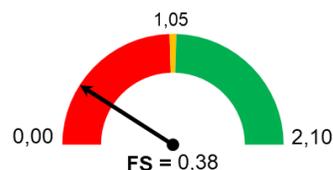
Centro	X: 3,37
	Z: 27,84
Radio	24,35
Ángulos	$\alpha_1$ : 14,05
	$\alpha_2$ : 89,20

**Condiciones de estabilidad en escenario estático y pseudo estático:**

Factor de seguridad: 0,62

Correlación de datos:  $0,62 < 1,60$ Estabilidad del talud: **No aceptable****Incondicionalmente inestable**

Factor de seguridad: 0,38

Correlación de datos:  $0,38 < 1,05$ Estabilidad del talud: **No aceptable****Incondicionalmente inestable**

**Nota.** En esta tabla se muestra los resultados de la evaluación del talud en el Software GEO 5.

### **Talud artificial 6.**

Se ubica en el subsector “Cuarta Y” a una altitud de 2911 msnm, presentando cargas en la cabeza de edificaciones de una planta de ladrillo y hormigón armado, en el cuerpo se visualiza algunos arbustos y tuberías de aguas residuales que se conectan al sistema de alcantarillado. Para evitar la ocurrencia de posibles deslizamientos en la época lluviosa, se ha colocado polietileno como una medida estructural gris con la finalidad de disminuir la filtración de agua lluvia y saturación del suelo. Principalmente el talud está compuesto de tierra, cuya clase textural corresponde a suelos “arenosos” y minúsculos fragmentos de roca, que poseen una densidad real en suelo seco de  $1,5620 \text{ g/cm}^3$ .

Evaluando los factores intrínsecos se comprobó que según la; geología – litología el talud se asienta en una formación cangagua de composición toba, lapilli de pómez, ceniza, toba; según la geomorfología la estructura se ubica sobre un relieve volcánico montañoso; la pendiente es “muy fuerte” con un rango de inclinación  $>70 - 100\%$  y la cobertura vegetal – uso de suelo corresponde a áreas de edificaciones. De acuerdo a los factores de disparo, el talud en cuenta a la intensidad de precipitaciones registra anualmente entre 1000 a 1250  $\text{mm}^3$  de lluvia y según la intensidad sísmica se localiza en la zona de intensidad VI siendo catalogada como fuerte cuya aceleración es de 0,50 a 0,61 g.

El factor de seguridad estimado para escenario pseudo estático (0,13), demuestra que el talud es “incondicionalmente inestable”, debido a que, es menor al valor de 1,05. En el escenario estático también se comprueba que el talud es “inestable”, pues las condiciones de estabilidad no son aceptables, en razón que el nuevo factor de seguridad calculado de 0,34 al ser contrastado con el dato 1,60 indica que se encuentra por debajo de este.

Tabla 30

## Caracterización y evaluación del talud artificial 6.

<b>Código:</b>	SJM – CTY – TAL	<b>Tipo de talud:</b>	Talud artificial	
<b>Coordenada:</b>	X: 778781.15	Y: 9974369.518	<b>Altitud:</b>	2911 msnm.
<b>Subsector:</b>	Cuarta Y	<b>Geometría del talud:</b>	X: 9,00 m	Z: 8,00 m

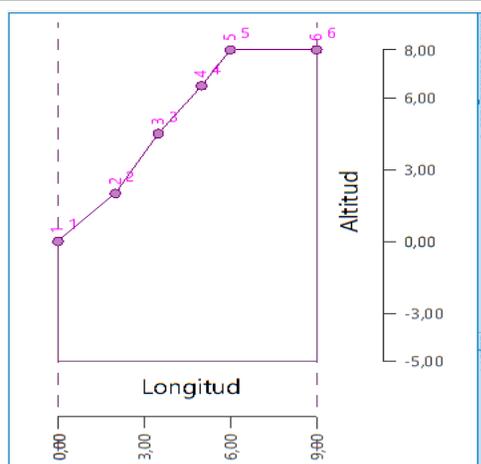
## Caracterización del talud:

Presenta cargas en la cabeza de edificaciones de una planta de ladrillo y hormigón armado, en el cuerpo se visualiza algunos arbustos y tuberías de aguas residuales que se conectan al sistema de alcantarillado. Para evitar deslizamientos en la época lluviosa, se ha colocado polietileno como una medida estructural gris.



## Datos de geometría del talud:

P.	X	Z
1	0,00	0,00
2	2,00	2,00
3	3,50	4,50
4	5,00	6,50
5	6,00	8,00
6	9,00	8,00



## Características geotécnicas del talud:

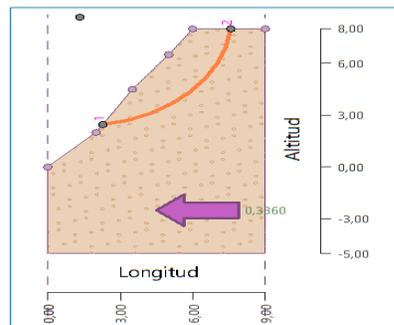
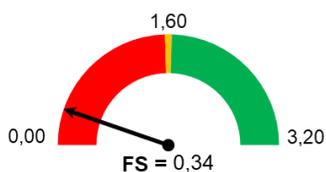
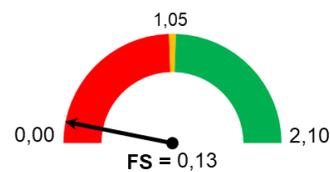
<b>Clase textural</b>	Arenoso
<b>Densidad real</b>	1,5620 g/cm <sup>3</sup>
<b>Peso unitario</b>	17,50 kN/m <sup>3</sup>
<b>Estado de tensión</b>	Efectivo
<b>Angulo de fricción</b>	29,50°
<b>Cohesión de suelo</b>	0,00 kPa
<b>Peso suelo saturado</b>	17,50 kN/m <sup>3</sup>

## Parámetros geológicos para evaluación estática y pseudo estática:

<b>Escenario estático</b>	
<b>Factor de seguridad</b>	0,000
<b>Coefficiente sísmico horizontal</b>	1,60
<b>Escenario pseudo estático</b>	
<b>Factor de seguridad</b>	0,336
<b>Coefficiente sísmico horizontal</b>	1,05

**Superficie de falla circular de deslizamiento:**

<b>Centro</b>	<b>X:</b> 1,33
	<b>Z:</b> 8,67
<b>Radio</b>	6,28
<b>Ángulos</b>	<b><math>\alpha 1</math>:</b> 8,67
	<b><math>\alpha 2</math>:</b> 83,88

**Condiciones de estabilidad en escenario estático y pseudo estático:****Factor de seguridad: 0,34****Correlación de datos:**  $0,34 < 1,60$ **Estabilidad del talud:** No aceptable**Incondicionalmente inestable****Factor de seguridad: 0,13****Correlación de datos:**  $0,13 < 1,05$ **Estabilidad del talud:** No aceptable**Incondicionalmente inestable**

*Nota.* La presente tabla muestra el resultado de la evaluación del talud en el Software GEO 5.

#### 4.1.4.2. Evaluación de Condiciones de Estabilidad de Laderas Naturales en Escenario Estático y Pseudo Estático.

**Ladera natural 1.**

Ladera localizada en la calle S-21 José Arellano Portilla, en cuyo cuerpo se observa vegetación de tipo pasto kikuyo y árboles frutales; en la cresta se encuentra cargas de edificaciones de 2 a 3 pisos de ladrillo, bloque y hormigón armado; y, en el pie se visualiza un corte producto de la apertura de la carretera. Las dimensiones de la ladera están dadas por una longitud de 49,31 m, una altura de 23,40 m y un ancho de 28,30 m. El suelo tiene composición de tierra de clase textural “franco arenoso” y densidad real en seco de  $2,3180 \text{ g/cm}^3$ .

Según los factores que influyen en la ocurrencia de deslizamientos, de acuerdo a los factores intrínsecos de; la geología – litología la ladera se emplaza sobre una formación de

cangagua compuesta de toba, lapilli de pómez, ceniza, toba; la geomorfología indica que la estructura se ubica en área de relieve volcánico montañoso; la pendiente presenta un rango de inclinación  $>70 - 100\%$  siendo considerada “muy fuerte” y con base a la cobertura vegetal – uso de suelo se situá en una zona de pasto natural y pasto cultivado. En el caso de los factores de disparo, la ladera según la intensidad de precipitaciones registra anualmente entre 1000 a 1250 mm<sup>3</sup> de lluvia y en relación a la intensidad sísmica esta se localiza en la zona de intensidad VI siendo catalogada como fuerte con una aceleración de 0,50 a 0,61 g.

Con base en los resultados de la evaluación de las condiciones de estabilidad de la ladera, es posible conocer que, al calcular el factor de seguridad en un escenario estático, este asume un valor de 1,24 siendo menor a 1,60, razón por la que se establece que es “incondicionalmente inestable”. También, para el escenario pseudo estático las condiciones de estabilidad de la ladera no son aceptables, debido a que, el factor de seguridad estimado (0,68) es inferior a 1,05.

### Tabla 31

#### *Caracterización y evaluación de la ladera natural 1.*

<b>Código:</b>	SJM – VAL – LAN	<b>Tipo de talud:</b>	Ladera natural	
<b>Coordenada:</b>	X: 779074.582	<b>Y:</b>	9974613.143	<b>Altitud:</b> 2874 msnm.
<b>Subsector:</b>	Valparaíso	<b>Geometría del talud:</b>	X: 49,31 m	Z: 23,40 m

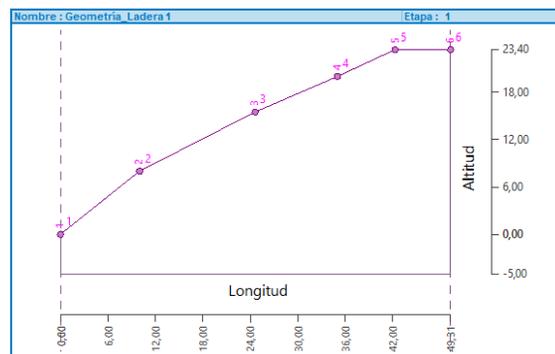
#### **Caracterización de la ladera:**

Ladera localizada en la calle S-21, en cuyo cuerpo se observa pasto kikuyo y árboles frutales; en la cresta se encuentra cargas de edificaciones de 2 a 3 pisos; y, en el pie se visualiza un corte producto de la apertura de la carretera. Las dimensiones de la ladera están dadas por una longitud de 49,31 m, una altura de 23,40 m y un ancho de 28,30 m.



**Datos de geometría del talud:**

P.	X	Z
1	0,00	0,00
2	10,00	8,00
3	24,60	15,50
4	35,00	20,00
5	42,30	23,40
6	49,31	23,40

**Características geotécnicas del talud:**

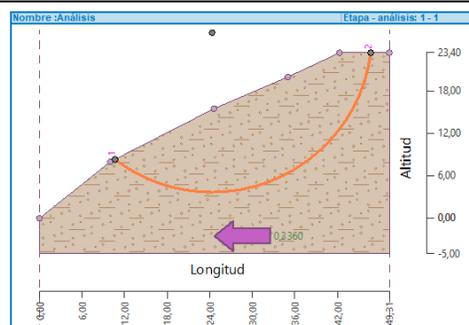
Clase textural	Franco arenoso
Densidad real	2,3180 g/cm <sup>3</sup>
Peso unitario	18,50 kN/m <sup>3</sup>
Estado de tensión	Efectivo
Angulo de fricción	27,00°
Cohesión de suelo	8,00 kPa
Peso suelo saturado	18,50 kN/m <sup>3</sup>

**Parámetros geológicos para evaluación estática y pseudo estática:**

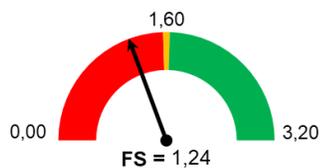
Escenario estático	
Factor de seguridad	0,000
Coefficiente sísmico horizontal	1,60
Escenario pseudo estático	
Factor de seguridad	0,336
Coefficiente sísmico horizontal	1,05

**Superficie de falla circular de deslizamiento:**

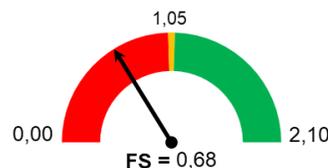
Centro	X: 24,33
	Z: 26,24
Radio	22,54
Ángulos	$\alpha 1$ : -37,39
	$\alpha 2$ : 82,76

**Condiciones de estabilidad en escenario estático y pseudo estático:**

Factor de seguridad: 1,24

Correlación de datos:  $1,24 < 1,60$ Estabilidad del talud: **No aceptable****Incondicionalmente inestable**

Factor de seguridad: 0,68

Correlación de datos:  $0,68 < 1,05$ Estabilidad del talud: **No aceptable****Incondicionalmente inestable**

**Nota.** En esta tabla se muestra los resultados de la evaluación de la ladera en el Software GEO 5.

## **Ladera natural 2.**

Se localiza a 2881 msnm, exactamente en la zona centro del subsector “San Luis de Monjas”. Las dimensiones de la ladera comprenden de longitud 25,00 m, altura 15,60 m y ancho 56.60 m; se compone de un tipo de suelo de tierra cuya textura es “franco arenoso” y la densidad real corresponde a  $2,2709 \text{ g/cm}^3$ . Respecto a la presencia de vegetación, esta es de espécimen arbustivo, matorrales y kikuyo distribuyéndose en toda la ladera, y actúa como mecanismo de soporte y retenedor del suelo.

Los factores que influyen en la ocurrencia de deslizamientos, indican que según los factores intrínsecos de; la geología – litología la ladera se ubica en una formación de cangagua compuesta de toba, lapilli de pómez, ceniza, toba; la geomorfología revela que la estructura se ubica en área de relieve volcánico montañoso; la pendiente presenta un rango de inclinación  $>70 - 100\%$  siendo considerada “muy fuerte” y con base a la cobertura vegetal – uso de suelo se sitúa en una zona de pasto natural. En el caso de los factores de disparo, la ladera según la intensidad de precipitaciones registra anualmente entre 1000 a 1250 mm<sup>3</sup> de lluvia y en relación a la intensidad sísmica esta se localiza en la zona de intensidad VI siendo catalogada como fuerte con una aceleración de 0,50 a 0,61 g.

Las condiciones de estabilidad de la ladera para un escenario estático y pseudo estático es “incondicionalmente inestable”, ya que, los factores de seguridad asumen una puntuación de 1,13 y 0,66; datos que al contrastar con los factores de seguridad de 1,60 y 1,05 indican que la estabilidad de la ladera no es aceptable, por lo tanto, es importante que se implemente medidas de reducción de riesgos cuyo objetivo apunte a disminuir las probabilidades de ocurrencia de deslizamientos.

Tabla 32

*Caracterización y evaluación de la ladera natural 2.*

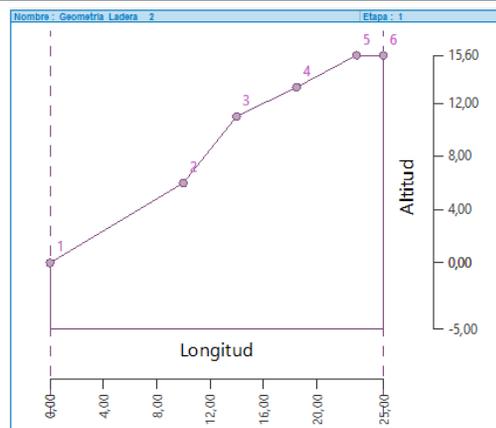
<b>Código:</b>	SJM – SLM – LAN	<b>Tipo de talud:</b>	Ladera natural	
<b>Coordenada:</b>	X: 779018.473	<b>Y:</b>	9974642.25	<b>Altitud:</b> 2881 msnm.
<b>Subsector:</b>	San Luis de Monjas	<b>Geometría del talud:</b>	X: 25,00 m	Z: 15,60 m

**Caracterización de la ladera:**

Se localiza en la zona centro de “San Luis de Monjas”. Las dimensiones de la ladera comprenden de longitud 25,00 m, altura 15,60 m y ancho 56.60 m. Respecto a la presencia de vegetación, esta es de espécimen arbustivo, matorrales y kikuyo distribuyéndose en toda la ladera.

**Datos de geometría del talud:**

P.	X	Z
1	0,00	0,00
2	10,00	6,00
3	14,00	11,00
4	18,50	13,20
5	23,00	15,60
6	25,00	15,60

**Características geotécnicas del talud:**

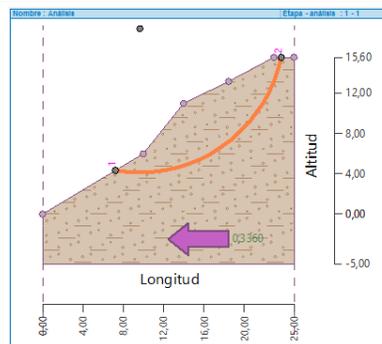
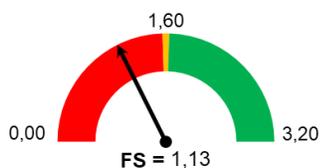
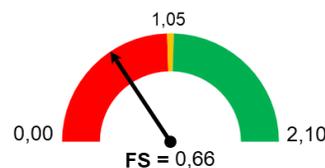
<b>Clase textural</b>	Franco arenoso
<b>Densidad real</b>	2,2709g/cm <sup>3</sup>
<b>Peso unitario</b>	18,50 kN/m <sup>3</sup>
<b>Estado de tensión</b>	Efectivo
<b>Angulo de fricción</b>	27,00°
<b>Cohesión de suelo</b>	8,00 kPa
<b>Peso suelo saturado</b>	18,50 kN/m <sup>3</sup>

**Parámetros geológicos para evaluación estática y pseudo estática:**

<b>Escenario estático</b>	
<b>Factor de seguridad</b>	0,000
<b>Coefficiente sísmico horizontal</b>	1,60
<b>Escenario pseudo estático</b>	
<b>Factor de seguridad</b>	0,336
<b>Coefficiente sísmico horizontal</b>	1,05

**Superficie de falla circular de deslizamiento:**

<b>Centro</b>	<b>X:</b> 9,68
	<b>Z:</b> 18,46
<b>Radio</b>	14,32
<b>Ángulos</b>	<b><math>\alpha_1</math>:</b> -9,78
	<b><math>\alpha_2</math>:</b> 78,48

**Condiciones de estabilidad en escenario estático y pseudo estático:****Factor de seguridad: 1,13****Correlación de datos:**  $1,13 < 1,60$ **Estabilidad del talud:** No aceptable**Incondicionalmente inestable****Factor de seguridad: 0,66****Correlación de datos:**  $0,66 < 1,05$ **Estabilidad del talud:** No aceptable**Incondicionalmente inestable**

*Nota.* La tabla muestra los resultados de la evaluación de la ladera natural en el Software GEO 5.

**Ladera natural 3.**

Ladera situada en el subsector “Alborada de Monjas” a una altitud de 2850 msnm, caracterizada por una longitud de 80,75 m, altura de 50,50 m y ancho de 147,30 m respectivamente. En el cuerpo de la ladera existe vegetación arbustiva, matorrales, árboles de eucalipto, tuberías de desagüe, drenajes de agua lluvia y plástico; mientras que en la zona superior hay presencia de cargas de varias edificaciones. El tipo de suelo que conforma la ladera es de tierra textural “arenoso franco” y densidad real de  $2,7193 \text{ g/cm}^3$ . Adicionalmente, se observa que para evitar la filtración de agua se ha instalado polietileno como parte de las medidas de control estructurales.

En relación a la evaluación de los factores intrínsecos de; la geología – litología la ladera se asienta en una formación de cangagua compuesta de toba, lapilli de pómez, ceniza, toba; la

geomorfología revela que la estructura se ubica en área de relieve volcánico montañoso; la pendiente presenta un rango de inclinación  $>70 - 100\%$  siendo considerada “muy fuerte” y con base a la cobertura vegetal – uso de suelo se situó en una zona de pasto natural. Según los factores de disparo, la ladera de acuerdo a la intensidad de precipitaciones registra anualmente entre 1000 a 1250 mm<sup>3</sup> de lluvia y en relación a la intensidad sísmica esta se localiza en la zona de intensidad VI siendo catalogada como fuerte con una aceleración de 0,50 a 0,61 g.

El factor de seguridad estimado para escenario pseudo estático (0,33), demuestra que la ladera es “incondicionalmente inestable”, puesto que, es menor al valor de 1,05. En el escenario estático también se demuestra que la ladera es “inestable”, pues las condiciones de estabilidad no son aceptables, en razón que el nuevo factor de seguridad calculado de 0,55 al ser contrastado con el dato 1,60 indica que se encuentra por debajo de este.

**Tabla 33**

*Caracterización y evaluación de la ladera natural 3.*

<b>Código:</b>	SJM – ALM – LAN	<b>Tipo de talud:</b>	Ladera natural	
<b>Coordenada:</b>	X: 779273.282	Y: 9974715.303	<b>Altitud:</b>	2850 msnm.
<b>Subsector:</b>	Alborada de Monjas	<b>Geometría del talud:</b>	X: 80,75 m	Z: 50,50 m

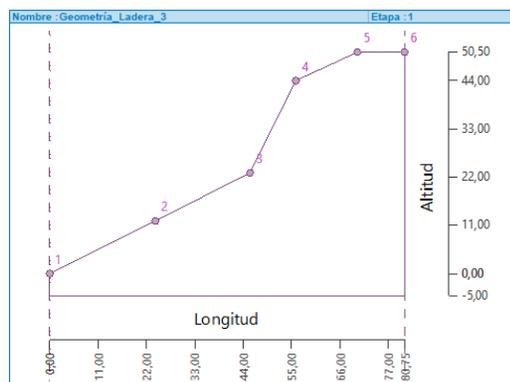
**Caracterización de la ladera:**

Ladera situada en “Alborada de Monjas”, con una longitud de 80,75 m, altura de 50,50 m y ancho de 147,30 m. En el cuerpo existe diferente vegetación, tuberías de desagüe, drenajes de agua lluvia y plástico; mientras que en la zona superior hay presencia de cargas de varias edificaciones. En el pie de la ladera, existe una edificación de tipo mediagua, que en años anteriores fue afectada por un deslizamiento. Adicionalmente, se observa que para evitar la filtración de agua se ha instalado polietileno.



**Datos de geometría del talud:**

P.	X	Z
1	0,00	0,00
2	24,00	12,00
3	45,58	23,00
4	56,00	44,00
5	70,00	50,50
6	80,75	50,50

**Características geotécnicas del talud:**

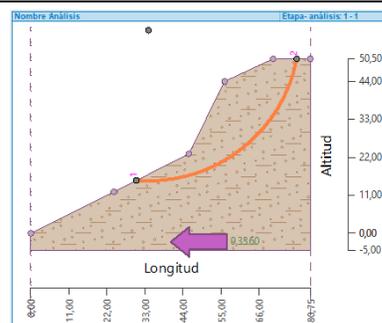
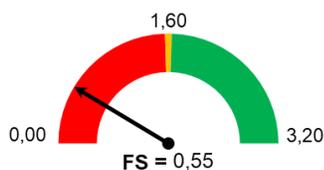
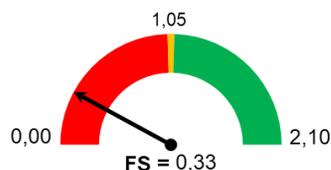
Clase textural	Arenoso franco
Densidad real	2,7193 g/cm <sup>3</sup>
Peso unitario	18,50 kN/m <sup>3</sup>
Estado de tensión	Efectivo
Angulo de fricción	27,00°
Cohesión de suelo	8,00 kPa
Peso suelo saturado	18,50 kN/m <sup>3</sup>

**Parámetros geológicos para evaluación estática y pseudo estática:**

Escenario estático	
Factor de seguridad	0,000
Coefficiente sísmico horizontal	1,60
Escenario pseudo estático	
Factor de seguridad	0,336
Coefficiente sísmico horizontal	1,05

**Superficie de falla circular de deslizamiento:**

Centro	X: 33,99
	Z: 58,79
Radio	43,63
Ángulos	$\alpha_1$ : -4,62
	$\alpha_2$ : 79,05

**Condiciones de estabilidad en escenario estático y pseudo estático:****Factor de seguridad: 0,55**Correlación de datos:  $0,55 < 1,60$ Estabilidad del talud: **No aceptable****Incondicionalmente inestable****Factor de seguridad: 0,33**Correlación de datos:  $0,33 < 1,05$ Estabilidad del talud: **No aceptable****Incondicionalmente inestable****Nota.** En la tabla se observa los resultados de la evaluación de la ladera en el Software GEO 5.

**Ladera natural 4.**

Superficie de relieve inclinado localizada en el subsector “San José de Monjas Bajo” a 2875 msnm, esencialmente caracterizada por poseer cargas de edificaciones de 1 a 4 pisos en la cabeza; vegetación arbustiva, kikuyo, plantas ornamentales, tuberías de desagüe, sistema de alcantarillado, drenajes de agua lluvia y plástico en el cuerpo; y, la presencia de varias viviendas en el pie. Se compone de tierra de clase textural “franco arenoso” cuya densidad real en suelo seco asume un valor de  $1,6220 \text{ g/cm}^3$ , además la dimensión de la geometría de la ladera presenta una longitud de 49,00 m, altura de 39,00 y ancho de 72,17 m.

Los factores intrínsecos de; la geología – litología muestra que la ladera se asienta en una formación de cangagua compuesta de toba, lapilli de pómez, ceniza, toba; la geomorfología revela que la estructura se sitúa en un área de relieve volcánico montañoso; la pendiente presenta un rango de inclinación  $>70 - 100\%$  siendo considerada “muy fuerte” y la cobertura vegetal – uso de suelo indica que se emplazó en una zona de pasto natural. Con base en los factores de disparo, la ladera según la intensidad de precipitaciones registra anualmente entre 1000 a 1250  $\text{mm}^3$  de lluvia y de acuerdo a la intensidad sísmica esta se localiza en la zona de intensidad VI siendo catalogada como fuerte con una aceleración de 0,50 a 0,61 g.

Al evaluar la estabilidad de la ladera según el escenario estático, el factor de seguridad determinado (0,62) es menor a 1,60 y al incluir el coeficiente sísmico horizontal de 0,336 para el escenario pseudo estático el factor de seguridad (0,36) de igual forma es inferior a 1,05. Con base en los resultados, se considera que la ladera natural es “incondicionalmente inestable”, pues las condiciones de estabilidad no son aceptables y adecuadas, pudiendo gatillar un deslizamiento de tierra.

Tabla 34

*Caracterización y evaluación de la ladera natural 4.*

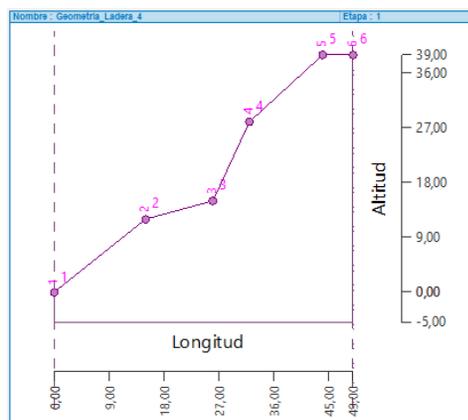
<b>Código:</b>	SJM – JMB – LAN	<b>Tipo de talud:</b>	Ladera natural	
<b>Coordenada:</b>	X: 778593.856	<b>Y:</b> 9974269.967	<b>Altitud:</b>	2875 msnm.
<b>Subsector:</b>	Monjas Bajo	<b>Geometría del talud:</b>	X: 49,00 m	Z: 39,00 m

**Caracterización de la ladera:**

Se localiza en “San José de Monjas Bajo”, caracterizada por poseer cargas de edificaciones de 1 a 4 pisos en la cabeza; vegetación arbustiva, kikuyo, plantas ornamentales, tuberías de desagüe, sistema de alcantarillado, drenajes de agua lluvia y plástico en el cuerpo; y, la presencia de varias viviendas en el pie.

**Datos de geometría del talud:**

P.	X	Z
1	0,00	0,00
2	15,00	12,00
3	26,00	15,00
4	32,00	28,00
5	44,00	39,00
6	49,00	39,00

**Características geotécnicas del talud:**

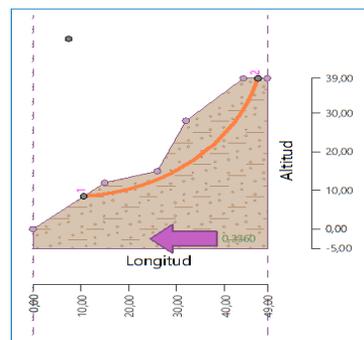
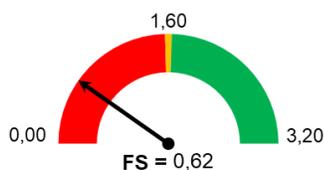
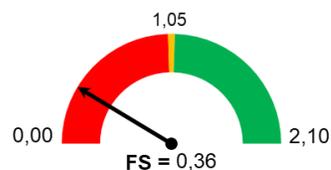
<b>Clase textural</b>	Franco arenoso
<b>Densidad real</b>	1,6220 g/cm <sup>3</sup>
<b>Peso unitario</b>	18,50 kN/m <sup>3</sup>
<b>Estado de tensión</b>	Efectivo
<b>Angulo de fricción</b>	27,00°
<b>Cohesión de suelo</b>	8,00 kPa
<b>Peso suelo saturado</b>	18,50 kN/m <sup>3</sup>

**Parámetros geológicos para evaluación estática y pseudo estática:**

<b>Escenario estático</b>	
<b>Factor de seguridad</b>	0,000
<b>Coefficiente sísmico horizontal</b>	1,60
<b>Escenario pseudo estático</b>	
<b>Factor de seguridad</b>	0,336
<b>Coefficiente sísmico horizontal</b>	1,05

**Superficie de falla circular de deslizamiento:**

<b>Centro</b>	<b>X:</b> 7,46
	<b>Z:</b> 49,22
<b>Radio</b>	40,86
<b>Ángulos</b>	<b><math>\alpha_1</math>:</b> 4,41
	<b><math>\alpha_2</math>:</b> 75,52

**Condiciones de estabilidad en escenario estático y pseudo estático:****Factor de seguridad: 0,62****Correlación de datos:**  $0,62 < 1,60$ **Estabilidad del talud:** No aceptable**Incondicionalmente inestable****Factor de seguridad: 0,36****Correlación de datos:**  $0,36 < 1,05$ **Estabilidad del talud:** No aceptable**Incondicionalmente inestable**

*Nota.* La presente tabla indica el resultado de la evaluación de la ladera en el Software GEO 5.

#### 4.1.4.3. Matrices de Resultados de Evaluación Según Escenario Estático, Pseudo Estático y por Factores que Influyen en la Ocurrencia de Deslizamientos en Taludes y Laderas.

Con base en la tabla 35, según el escenario estático se determinó que, de los 6 taludes artificiales y 4 laderas naturales evaluadas todos presentan condiciones de estabilidad no aceptables, siendo considerados “incondicionalmente inestables”, debido a que, los factores de seguridad estimados son menores al factor de seguridad (1,60) predefinido para el análisis. Asimismo, en un escenario pseudo estático las laderas y taludes son “incondicionalmente inestables”, pues los factores de seguridad calculados de igual manera son inferiores a 1,05. Esto muestra que las superficies de relieve inclinado son sitios susceptibles a la ocurrencia de deslizamientos dadas sus condiciones de estabilidad.

**Tabla 35**

*Matriz de resultados de evaluación según escenario estático y pseudo estático del factor desencadenante taludes.*

Evaluación del factor desencadenantes taludes									
Talud - Ladera	Subsector	Tipo de suelo	Geometría		Factor de seguridad		Condición de estabilidad		Consideración: Incondicionalmente
			X (m)	Z (m)	Estático	Pseudo estático	Estático	Pseudo estático	
Ladera natural 1	Valparaíso	Franco arenoso	49,31	23,40	1,24	0,68	No aceptable	No aceptable	Inestable
Ladera natural 2	San Luis de Monjas	Franco arenoso	25,00	15,60	1,13	0,66	No aceptable	No aceptable	Inestable
Talud artificial 1	Vista Alegre	Arenoso franco	7,10	5,20	1,49	0,96	No aceptable	No aceptable	Inestable
Talud artificial 2	Vista Alegre	Arenoso franco	11,50	7,80	1,29	0,84	No aceptable	No aceptable	Inestable
Ladera natural 3	Alborada de Monjas	Arenoso franco	80,75	50,50	0,55	0,33	No aceptable	No aceptable	Inestable
Talud artificial 3	Rieles del Tren	Franco arenoso	15,00	12,00	0,91	0,55	No aceptable	No aceptable	Inestable
Talud artificial 4	Alborada de Monjas	Arenoso franco	35,00	18,20	1,22	0,67	No aceptable	No aceptable	Inestable
Talud artificial 5	Diego Montanero	Arenoso franco	30,00	27,50	0,62	0,38	No aceptable	No aceptable	Inestable
Talud artificial 6	Cuarta Y	Arenoso	9,00	8,00	0,34	0,13	No aceptable	No aceptable	Inestable
Ladera natural 4	Monjas Bajo	Franco arenoso	49,00	39,00	0,62	0,36	No aceptable	No aceptable	Inestable

**Nota.** La tabla muestra que tanto las laderas como los taludes artificiales, presentan condiciones de estabilidad no aceptables, según los dos escenarios de evaluación, siendo los más peligrosos la ladera natural 3 y el talud artificial 6.

Los taludes artificiales y laderas naturales identificadas en el Barrio San José de Monjas, según la evaluación de factores intrínsecos y de disparo que influyen en la ocurrencia de deslizamientos, presentan índices de susceptibilidad categoría 3, dado que los valores calculados adoptan puntuaciones de 0,67 – 0,75 y 0,85 puntos, encontrándose en el rango de ponderación de 0,67 a 1,00 puntos.

El talud 5 y las laderas 2, 3 y 4 tienen un índice de susceptibilidad de 0,67 puntos, cuyas características indican que en la geología – litología predomina la formación de cangagua, en la geomorfología el relieve volcánico montañoso, la pendiente tiene un rango de inclinación  $>70 - 100\%$ , la cobertura vegetal – uso de suelo corresponde a zonas de pasto natural, la intensidad de precipitaciones es de  $1000 - 1250 \text{ mm}^3$  y se localizan en una intensidad sísmica VI con aceleración en roca de 0,50 a 0,60 g.

Los taludes 2 – 3 y la ladera 1 poseen un índice de susceptibilidad a deslizamientos de 0,75 puntos, debido a que, según la geología – litología se asientan sobre una formación de cangagua, geomorfológicamente corresponden a un área de relieve volcánico montañoso, la pendiente es muy fuerte ( $>70 - 100\%$ ), la cobertura vegetal es de tipo pasto cultivado, registran una intensidad de precipitaciones anuales de  $1000 - 1250 \text{ mm}^3$  y se sitúan en una zona de intensidad sísmica VI.

Los taludes 1 – 4 y 6 obtienen el índice de susceptibilidad a deslizamientos más alto con un valor de 0,85 puntos, pues dentro de la geología – litología predomina la formación cangagua, en la geomorfología el relieve volcánico montañoso, la pendiente de la estructura va desde el 70 al 100% siendo muy fuerte, la cobertura vegetal – uso de suelo se relaciona con áreas de edificaciones, la intensidad de precipitaciones que se registra va desde los 1000 a  $1250 \text{ mm}^3$  y se emplazan en la zona de intensidad sísmica VI con aceleración en roca de 0,50 a 0,60 g.

Tabla 36

Matriz de evaluación de taludes y laderas según factores que influyen en la ocurrencia de deslizamientos.

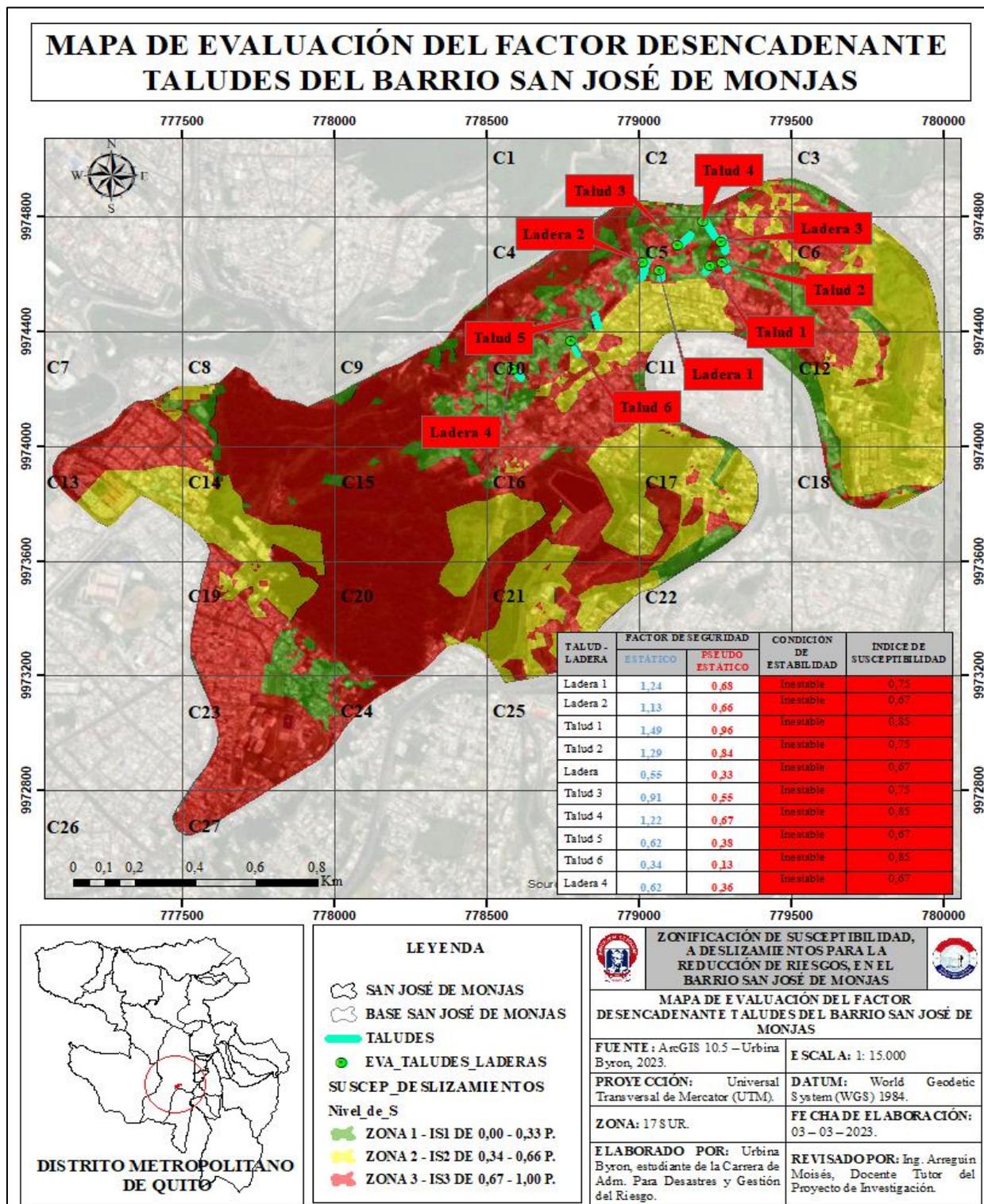
Factores		Factores intrínsecos			Factores de disparo		Total	Índice de susceptibilidad	
Taludes - Laderas	Geología – litología	Geomorfología	Pendiente	Cobertura vegetal – uso de suelo	Intensidad de precipitaciones	Intensidad sísmica			
Talud 1	Característica	Formación cangahua	Relieve volcánico montañoso	>70 – 100%	Cultivos de ciclo corto	1000 – 1250 mm <sup>3</sup>	VI	IS 3: 0,67 a 1,00 puntos	
	Peso de ponderación	1,0	0,5	1,0	1,0	1,0	0,5		
	Valor ponderado	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1		1,00
	Valor máximo	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,05		0,85
Talud 2	Característica	Formación cangahua	Relieve volcánico montañoso	>70 – 100%	Pasto cultivado	1000 – 1250 mm <sup>3</sup>	VI	IS 3: 0,67 a 1,00 puntos	
	Peso de ponderación	1,0	0,5	1,0	0,5	1,0	0,5		
	Peso ponderado	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1		1,00
	Valor máximo	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,05		0,75
Talud 3	Característica	Formación cangahua	Relieve volcánico montañoso	>70 – 100%	Pasto cultivado	1000 – 1250 mm <sup>3</sup>	VI	IS 3: 0,67 a 1,00 puntos	
	Peso de ponderación	1,0	0,5	1,0	0,5	1,0	0,5		
	Peso ponderado	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1		1,00
	Valor máximo	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,05		0,75
Talud 4	Característica	Formación cangahua	Relieve volcánico montañoso	>70 – 100%	Edificaciones	1000 – 1250 mm <sup>3</sup>	VI	IS 3: 0,67 a 1,00 puntos	
	Peso de ponderación	1,0	0,5	1,0	1,0	1,0	0,5		
	Peso ponderado	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1		1,00
	Valor máximo	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,05		0,85
Talud 5	Característica	Formación cangahua	Relieve volcánico montañoso	>70 – 100%	Pasto natural	1000 – 1250 mm <sup>3</sup>	VI	IS 3: 0,67 a 1,00 puntos	
	Peso de ponderación	1,0	0,5	1,0	0,1	1,0	0,5		
	Peso ponderado	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1		1,00
	Valor máximo	0,2	0,1	0,2	0,02	0,1	0,05		0,67

Factores		Factores intrínsecos			Factores de disparo		Total	Índice de susceptibilidad	
Taludes - Laderas	Geología – litología	Geomorfología	Pendiente	Cobertura vegetal – uso de suelo	Intensidad de precipitaciones	Intensidad sísmica			
Talud 6	Característica	Formación cangahua	Relieve volcánico montañoso	>70 – 100%	Edificaciones	1000 – 1250 mm <sup>3</sup>	VI	<b>IS 3: 0,67 a 1,00 puntos</b>	
	Peso de ponderación	1,0	0,5	1,0	1,0	1,0	0,5		
	Peso ponderado	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1		1,00
	Valor máximo	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,05		<b>0,85</b>
Ladera 1	Característica	Formación cangahua	Relieve volcánico montañoso	>70 – 100%	Pasto cultivado	1000 – 1250 mm <sup>3</sup>	VI	<b>IS 3: 0,67 a 1,00 puntos</b>	
	Peso de ponderación	1,0	0,5	1,0	0,5	1,0	0,5		
	Peso ponderado	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1		1,00
	Valor máximo	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,05		<b>0,75</b>
Ladera 2	Característica	Formación cangahua	Relieve volcánico montañoso	>70 – 100%	Pasto natural	1000 – 1250 mm <sup>3</sup>	VI	<b>IS 3: 0,67 a 1,00 puntos</b>	
	Peso de ponderación	1,0	0,5	1,0	0,1	1,0	0,5		
	Peso ponderado	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1		1,00
	Valor máximo	0,2	0,1	0,2	0,02	0,1	0,05		<b>0,67</b>
Ladera 3	Característica	Formación cangahua	Relieve volcánico montañoso	>70 – 100%	Pasto natural	1000 – 1250 mm <sup>3</sup>	VI	<b>IS 3: 0,67 a 1,00 puntos</b>	
	Peso de ponderación	1,0	0,5	1,0	0,1	1,0	0,5		
	Peso ponderado	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1		1,00
	Valor máximo	0,2	0,1	0,2	0,02	0,1	0,05		<b>0,67</b>
Ladera 4	Característica	Formación cangahua	Relieve volcánico montañoso	>70 – 100%	Pasto natural	1000 – 1250 mm <sup>3</sup>	VI	<b>IS 3: 0,67 a 1,00 puntos</b>	
	Peso de ponderación	1,0	0,5	1,0	0,1	1,0	0,5		
	Peso ponderado	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1		1,00
	Valor máximo	0,2	0,1	0,2	0,02	0,1	0,05		<b>0,67</b>

**Nota.** La tabla indica que las 4 laderas y 6 taludes artificiales, presentan las mismas características según el factor de geología – litología, geomorfología, pendiente, intensidad de precipitaciones e intensidad sísmica. En cuanto al factor de cobertura vegetal – uso de suelo estos adoptan otra característica diferente.

Figura 21

Mapa de evaluación del factor taludes del Barrio San José de Monjas.



Nota. En la figura se puede visualizar que algunas laderas y taludes, coinciden con zonas de alta susceptibilidad a deslizamientos cuyo índice oscila entre 0,67 – 1,00 puntos.

## 4.2. Objetivo Específico 2

Según los resultados del objetivo específico 1, se clasifica la susceptibilidad tomando en consideración los índices de susceptibilidad determinados. El índice de susceptibilidad 1 (IS 1) cuya ponderación va desde los 0,00 a 0,33 puntos comprende una zona de “baja susceptibilidad a deslizamientos” y asume una simbología de color verde; la zona de “media susceptibilidad a deslizamientos” es representada con coloración amarillo y le corresponde un índice de susceptibilidad 2 (IS 2) con valores de 0,34 a 0,66 puntos; finalmente el índice de susceptibilidad 3 (IS 3) que comprende puntuaciones de 0,67 a 1,00 puntos, percibe una zona de “alta susceptibilidad a deslizamientos” y se simboliza con color rojo.

**Tabla 37**

*Clasificación de susceptibilidad a deslizamientos del Barrio San José de Monjas.*

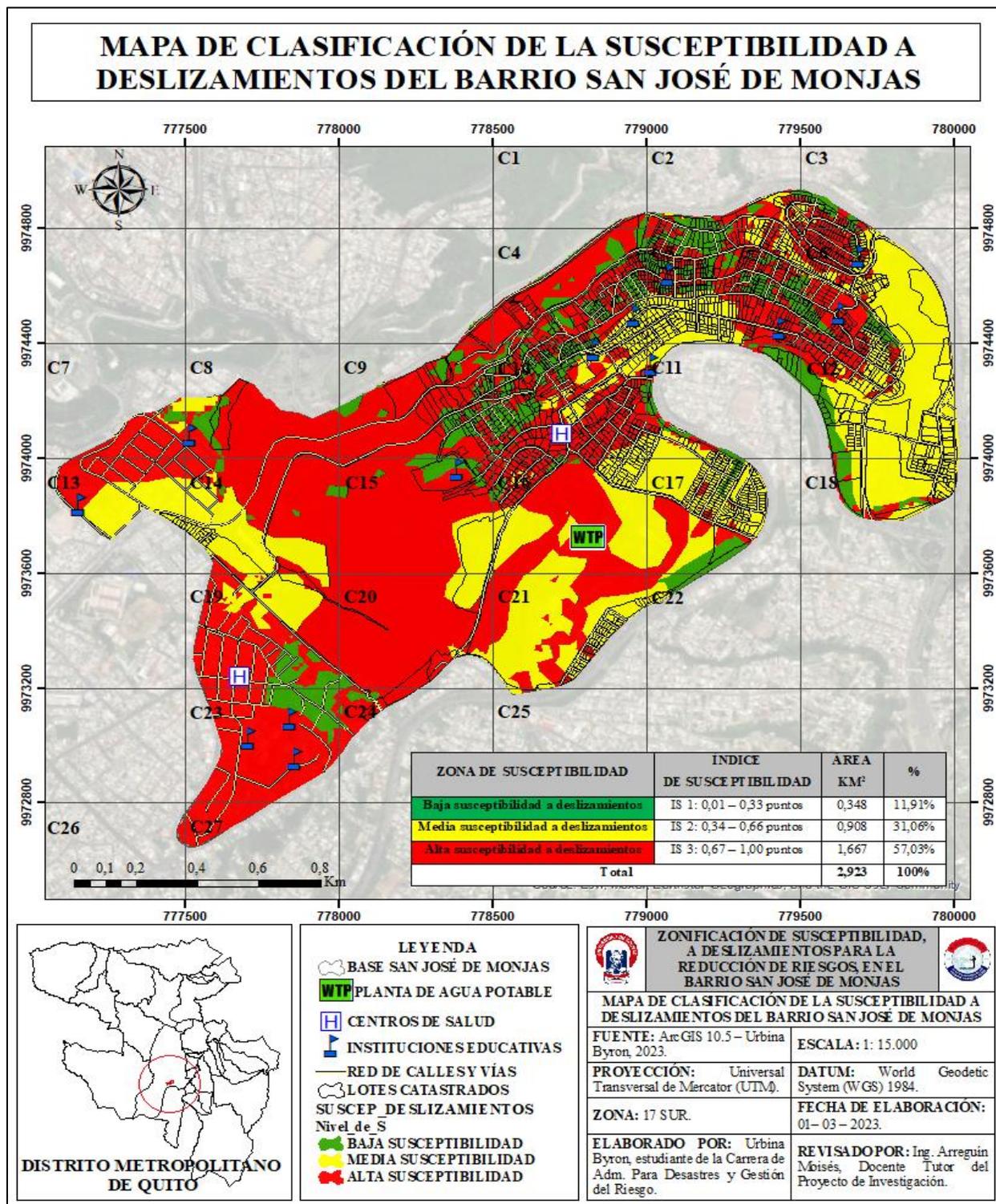
Zona	Índice de susceptibilidad	Zona de susceptibilidad	Simbología
Zona 1	IS 1 0,01 a 0,33 puntos.	Baja susceptibilidad a deslizamientos	
Zona 2	IS 2 0,34 a 0,66 puntos.	Media susceptibilidad a deslizamientos	
Zona 3	IS 3 0,67 a 1,00 puntos.	Alta susceptibilidad a deslizamientos	

**Nota.** Esta tabla muestra la relación existente entre las zonas e índices de susceptibilidad a deslizamientos.

La figura 22 indica que, el Barrio San José de Monjas en un 57,03% es una zona de “alta susceptibilidad a deslizamientos” ocupando un área de 1,667 km<sup>2</sup> del territorio, el 31,06% del sector se relaciona con una zona de “media susceptibilidad a deslizamientos” comprendiendo una superficie de 0,908 km<sup>2</sup> y el 11,91% del Barrio se sitúa en una zona de “baja susceptibilidad a deslizamientos” con una extensión de 0,348 km<sup>2</sup>.

Figura 22

Mapa de clasificación de la susceptibilidad a deslizamientos del Barrio San José de Monjas.



*Nota.* La presente figura muestra que la mayor parte de elementos esenciales del Barrio San José de Monjas, se ubican en zonas de alta susceptibilidad a deslizamientos pues ocupan 1,667 km<sup>2</sup>.

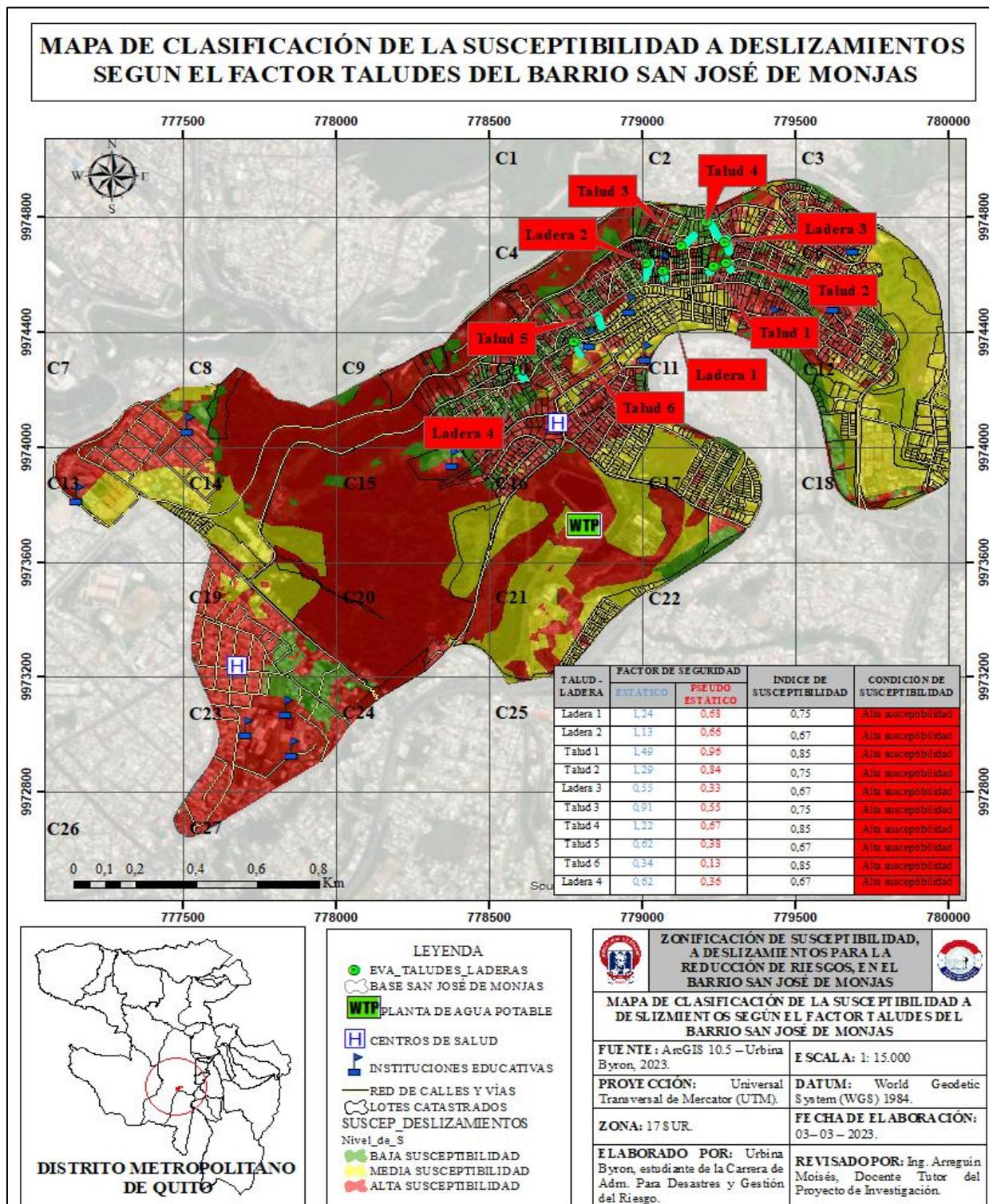
El mapa de zonificación de susceptibilidad muestra que los principales elementos expuestos frente a deslizamientos, son las instituciones educativas, centros y sub centros de salud, red de calles y vías, sistema de tratamiento de agua potable de la parroquia Puengasí, red de alcantarillado, red de servicio eléctrico y alrededor de 5100 lotes de terreno. De 13 centros de educación presentes en San José de Monjas, 8 se localizan en una zona de “alta susceptibilidad”, 4 en área de “media susceptibilidad” y 1 en “baja susceptibilidad; los 2 únicos sub centros que existen se sitúan sobre una zona con un nivel de “alta susceptibilidad”; la mayor parte de la red de calles y vías (56,45%) está emplazada sobre una zona de “alta susceptibilidad”; la planta de tratamiento de agua potable asume una susceptibilidad de “media a alta”; por último, un gran porcentaje (58,25%) de lotes (2971) están asentados en una zona de “alta susceptibilidad”.

Según la figura 23 la clasificación de susceptibilidad a deslizamientos con base en la evaluación del factor desencadenantes taludes, revela que las 4 laderas naturales y 6 taludes artificiales poseen una alta susceptibilidad, tanto en escenario estático y pseudo estático. En el escenario estático 4 taludes obtienen los factores de seguridad más bajos con valores de 0,34 – 0,55 – 0,62 y 0,62, mostrando condiciones de estabilidad no aceptables; por otra parte, en situación pseudo estática 5 superficies de relieve inclinado alcanzan coeficientes de seguridad de 0,13 – 0,33 – 0,36 – 0,38 y 0,55, que exhibe las condiciones de inestabilidad y alta susceptibilidad a deslizamientos al verse influenciados por el factor sismo.

Los taludes artificiales y laderas naturales según los factores intrínsecos y de disparo que influyen en la ocurrencia de deslizamientos, presentan alta susceptibilidad al evento peligroso, dado que alcanzan índices de susceptibilidad de 0,67 – 0,75 y 0,85 puntos, valores que se encuentran en el rango de 0,67 a 1,00 puntos correspondiente al IS 3.

**Figura 23**

*Clasificación de la susceptibilidad a deslizamientos según el factor de taludes.*



**Nota.** La figura muestra el resultado final de la clasificación de susceptibilidad a deslizamientos desarrollada en el Barrio San José de Monjas.

### **4.3. Objetivo Específico 3**

Con base en los resultados de la evaluación de las zonas de susceptibilidad a deslizamientos, a través de los factores que influyen en su ocurrencia y la clasificación de la susceptibilidad, se desarrolla la formulación de estrategias de reducción de riesgos de deslizamientos para el Barrio San José de Monjas, abarcando dos líneas de acción, la parte estructural y complementariamente lo no estructural.

#### **4.3.1. Tema**

Estrategias de Reducción de Riesgos de Deslizamientos en el Barrio San José de Monjas

#### **4.3.2. Justificación**

El Barrio San José de Monjas se localiza en la zona centro sur del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ), sobre un área de susceptibilidad a deslizamientos debido a la influencia de factores intrínsecos; como la geología – litología, geomorfología, pendiente y cobertura vegetal – uso de suelo; y factores de disparo que gatillan la ocurrencia de este tipo de evento peligroso, tales como la intensidad sísmica, de precipitaciones y la presencia de taludes artificiales y laderas naturales. Una gran parte del territorio (1,667 km<sup>2</sup>) comprende una zona de “alta susceptibilidad a deslizamientos” con un índice de 0,67 a 1,00 punto, 0,908 km<sup>2</sup> del sector es un área de “media susceptibilidad a deslizamientos” (IS 0,33 – 0,66 puntos) y tan solo 0,348 km<sup>2</sup> del Barrio se localiza en una zona de “baja susceptibilidad a deslizamientos” cuyo índice asume valores entre 0,00 a 0,33 puntos.

Los taludes artificiales y laderas naturales identificados en el sector, son superficies de relieve inclinado “incondicionalmente inestables” que al verse influenciados por otros factores podrían desencadenar la ocurrencia de deslizamientos, con consecuencias significativas para la

población, infraestructuras, medios de vida, líneas vitales e inclusive para el ambiente. Los factores de seguridad estimados indican condiciones de estabilidad no aceptables, dejando en evidencia que las laderas en comparación a los taludes, son sitios más susceptibles a enfrentar problemas de deslizamientos, dadas sus características naturales de topografía irregular, composición de suelo y porcentaje de inclinación de la pendiente.

Según lo expuesto, se formulan estrategias de reducción de riesgos de deslizamientos, considerando una línea de acción estructural y otra no estructural, que permitan prevenir la generación de nuevos riesgos, reducir los existentes y gestionar adecuadamente el riesgo residual, apuntando al fortalecimiento de la resiliencia en la localidad y a la mitigación de consecuencias a nivel social, económico y ambiental.

#### **4.3.3. *Objetivos***

##### **4.3.3.1.       Objetivo General.**

Formular estrategias de reducción de riesgos de deslizamientos en el Barrio San José de Monjas.

##### **4.3.3.2.       Objetivos Específicos.**

- ❖ Definir líneas de acción para la reducción del riesgo de deslizamientos en el Barrio San José de Monjas.
- ❖ Elaborar un plan de reducción de riesgos de deslizamientos en el sector de San José de Monjas.

#### **4.3.4. *Estrategias y Líneas de Acciones***

Para la reducción del riesgo por deslizamiento en el Barrio San José de Monjas, se define 5 estrategias generales a partir de las que se desglosa las líneas de acción, mediante las que se

pretende mitigar, prevenir y reducir la ocurrencia del evento peligroso. Fundamentalmente las estrategias implican educación en temas de gestión de riesgos, normas y políticas de ordenamiento territorial, análisis de riesgos, herramientas para la atención de emergencias y control del evento peligroso a través de obras físicas y no físicas. En cada una de estas, se integran la participación de los habitantes de la localidad, directivos barriales, autoridades del gobierno zonal y local, instituciones del sector seguridad y tomadores de decisiones.

#### **4.3.4.1. Estrategias Para Reducir el Riesgo de Deslizamiento.**

**Estrategia N°. 1:** Educar, capacitar y sensibilizar a los habitantes del Barrio en temas relacionados a la gestión de riesgos de desastres.

La educación, capacitación y sensibilización en temas del amplio campo de la gestión de riesgos de desastres, permite que las personas puedan identificar las actividades que realizan, la realidad actual en la que viven, la forma en que utilizan los recursos naturales; es decir, determinar y comprender los factores que dan origen a los desastres (amenaza, vulnerabilidad, exposición, fragilidad) para enfrentar de manera adecuada los problemas vinculados a la materialización del riesgo.

**Estrategia N°. 2:** Velar por el cumplimiento de las normas y políticas de ordenamiento territorial.

La ocurrencia de desastres no son eventos propios de la naturaleza, más bien son el resultado de alteraciones entre lo natural y lo humano, pues los niveles de vulnerabilidad en los últimos años han crecido exponencialmente, debido al inadecuado uso del suelo, crecimiento del sector industrial, esparcimiento urbano y edificaciones de infraestructuras en sitios no aptos. Con base en lo expuesto, la emisión de ordenanzas que prohíban el uso de suelo en zonas de laderas o

en sitios de riesgo, el cumplimiento de las políticas de ordenamiento territorial y el correcto otorgamiento de permisos de construcción, contribuirán de cierta forma a la reducción de riesgos, atenuación de los niveles de vulnerabilidad y mitigación de consecuencias.

**Estrategia N°. 3:** Desarrollar análisis de riesgos dentro del territorio para la identificación de amenazas, vulnerabilidades y capacidades de respuesta.

Los análisis de riesgos en un territorio, implican el levantamiento de información de amenazas, vulnerabilidades y capacidades de respuesta; diseño de línea base de eventos peligrosos suscitados; evaluación de peligros potenciales y sus posibles afectaciones en diversos sistemas esenciales para el adecuado funcionamiento de este. Generalmente, ayuda a que la población, autoridades y organismos de respuesta tengan una mejor comprensión de la naturaleza del riesgo, los niveles y las características con las que se presenta en la localidad.

**Estrategia N°. 4:** Utilizar herramientas e instrumentos para la atención de emergencias por materialización de la amenaza.

Las herramientas e instrumentos para la atención de emergencias por la probable materialización de la amenaza, abarca el diseño de planes de emergencia, contingencia y procedimientos; instalación de sistemas de alerta temprana y puntos de control; generación de cartografía de amenazas y desarrollo de modelos de pronósticos de ocurrencia de eventos peligrosos. Al emplear estas herramientas en el territorio, las capacidades de respuesta mejoraran notablemente, debido a que, mediante estas se podrá gestionar adecuadamente cualquier clase de emergencia y alcanzar una recuperación sostenible.

**Estrategia N°. 5:** Controlar y reducir el evento peligroso a través de obras físicas, practicas, saberes y conocimientos.

Es elemental definir e implementar medidas que incluyan la construcción de obras físicas en zonas de alto riesgo, sean estas verdes (obras de material natural) o grises (obras de concreto) y complementarlas con obras no físicas para controlar y reducir los eventos peligrosos. Las obras físicas, como la construcción de muros de contención, edificación de canaletas de recolección de agua, bermas, formación de rocallas, escalonamiento de laderas y taludes, reforestación con especies estabilizantes, etc. ayudan a mejorar las condiciones de estabilidad del terreno; mientras que las prácticas, saberes y conocimientos permiten que las personas logren identificar los sitios de riesgos, incrementar su capacidad de respuesta y mejorar las condiciones de seguridad en las que viven.

#### 4.3.4.2. Líneas de Acción Para Reducir el Riesgo de Deslizamiento.

Debe tomarse en consideración las acciones y medidas que se enfocan a la mitigación, prevención y reducción de este evento peligroso, como de las posibles consecuencias que pudiera generar en el sistema social, económico y ambiental. Implican medidas estructurales y de manera complementaria medidas no estructurales; las primeras se relacionan con toda obra física para el control de deslizamientos y las segundas no incluyen la construcción de obras físicas, mejor emplean prácticas, conocimientos o saberes para reducir el riesgo de deslizamientos.

**Tabla 38**

*Líneas de acción para reducir el riesgo de deslizamiento.*

Línea de acción	Característica	Incluye
Medidas estructurales	Toda obra física para el control de deslizamientos.	<b>Medidas verdes.</b> Incluye materiales naturales para control de deslizamiento. <b>Medidas grises.</b> Control de deslizamientos con concreto.

Línea de acción	Característica	Incluye
Medidas no estructurales	No incluyen la construcción de obras físicas, emplean prácticas, conocimientos o saberes para reducir el riesgo de deslizamientos.	<p><b>Medidas permanentes.</b> Se aplica todo permanentemente.</p> <p><b>Medidas de monitoreo.</b> Sirven para monitorear el evento peligroso.</p> <p><b>Medidas de operación.</b> Se utilizan como medidas reactivas ante la ocurrencia del deslizamientos.</p>

**Nota.** En esta tabla se muestra las líneas de acción, mediante las que se define las estrategias de reducción de riesgos por deslizamientos en el Barrio San José de Monjas.

#### 4.3.4.3. Plan de Reducción de Riesgos de Deslizamientos.

**Tabla 39**

*Medidas generales para la reducción de riesgos de deslizamiento en el Barrio San José de Monjas.*

<b>Zona de riesgo</b>	<b>Medidas Prospectivas</b>	<b>Medidas correctivas</b>	<b>Medidas reactivas</b>	<b>Responsables y/o colaboradores</b>
Barrio San José de Monjas	Levantamiento de información de riesgos, amenazas y vulnerabilidades a las que se encuentran expuestos los moradores del barrio. Elaborar una línea base con los eventos peligrosos ocurridos en la zona de estudio en los últimos años. Mantener en constante actualización los estudios de gestión de riesgos, por las autoridades competentes en los diferentes niveles de gobernabilidad.	Enfoque cualitativo o cuantitativo para determinar el alcance del riesgo. Realizar estudios de riesgo y desalojo de sectores más vulnerables. Recuperar obras de infraestructura, equipamientos urbanos y rurales, además de la dotación de servicios básicos.	Incorporar programas y proyectos de reducción de riesgo de desastres. Diseñar planes de contingencia, para minimizar las afectaciones a las personas, los servicios básicos, infraestructuras y el medio ambiente. Fortalecer el conocimiento de los moradores sobre procedimientos de evacuación, en caso de materializarse una amenaza.	Unidad de Seguridad y Convivencia Ciudadana (USCC) de la Administración “Manuela Sáenz”. Empresa Publica Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas (EPMMP). Distrito Metropolitano de Quito. Administración Zonal Manuela Sáenz. Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias Coordinación Zonal 9-Quito.
	Zonificación de las áreas susceptibles a deslizamientos	Estabilización de taludes en las zonas de riesgo. Construcción de muros de contención en la parte posterior de las viviendas. Construcción de drenajes de aguas lluvias (tuberías o zanjas) para evitar la filtración de agua. Cuidar las plantas nativas del sector y el recurso hídrico.	Aplicar políticas estrictas y de cumplimiento al momento de otorgar los permisos de construcción. Disminuir el nivel de riesgo por deslizamiento. Diseñar un proyecto de reforestación de las zonas de riesgo a deslizamientos.	USCC de la Administración “Manuela Sáenz”. EPMMP. Administración Zonal Manuela Sáenz Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias CZ 9 - Quito. Moradores de la zona de estudio. Ministerio del Ambiente (MAE)

Zona de riesgo	Medidas Prospectivas	Medidas correctivas	Medidas reactivas	Responsables y/o colaboradores
	Promover una cultura de Gestión de Riesgos local.	Identificar los puntos de encuentro y rutas de evacuación. Organizar a la población y formar un comité de emergencia. Realizar simulacros de evacuación. Contar con planes de emergencia y plan de contingencia ante deslizamientos.	Capacidad de la población para evacuar inmediatamente. Moradores del sector con alta resiliencia ante eventos peligrosos. Equipos de emergencia capacitados, para responder ante cualquier riesgo.	USCC de la Administración “Manuela Sáenz”. Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias CZ 9 - Quito. Moradores de la zona de estudio.

**Nota.** En la tabla adjunta se ha definido de forma general una serie de medidas, que implican la participación activa del gobierno local, instituciones del sector seguridad y habitantes del Barrio San José de Monjas.

**Tabla 40**

*Medidas para la reducción de riesgos de deslizamientos en taludes y laderas del Barrio San José de Monjas.*

Área de riesgo	Medidas estructurales		Medidas no estructurales			Responsables
	Grises	Verdes	Permanentes	Monitoreo	Operación	
Ladera natural 1	Construir muros de contención en concreto reforzado al pie de la ladera.	Estabilizar la ladera de forma escalonada y sembrar especies de plantas estabilizantes de tipo vetiver para afianzar el suelo.	Desarrollar talleres de sensibilización, educación y capacitación sobre medidas de autoprotección.	Implementar puntos de control para el monitoreo de una posible ocurrencia de un deslizamiento.	Generar procedimientos de actuación ante posibles emergencia desencadenas por deslizamientos.	USCC de la Administración “Manuela Sáenz”. Empresa Publica Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas (EPMMP).
Ladera natural 2	Edificar un muro de contención de concreto reforzado al pie de la ladera para evitar deslizamientos.	Reforestar la ladera con plantas vetiver, formando una barrera natural y de desvió de sedimentos.	Regular el uso de suelo para que los habitantes no construyan viviendas en la ladera.	Diseñar análisis periódicos de las condiciones de estabilidad de la ladera.	Elaborar planes de contingencia ante deslizamientos de tierra para el sector.	USCC de la Administración “Manuela Sáenz”. EPMMP.

Área de riesgo	Medidas estructurales		Medidas no estructurales			Responsables
	Grises	Verdes	Permanentes	Monitoreo	Operación	
Talud artificial 1	Erigir canaletas intermedias de recolección de agua lluvia para impedir que filtre en el talud y sature el suelo.	Estabilizar el talud con madera, caña guadua y piedras.	Controlar que los habitantes no edifiquen sus viviendas en la zona superior del talud.	Colocar puntos de control para monitorear procesos de inestabilidad del talud.	Desarrollar planes de emergencia familiar, de contingencia y procedimientos de actuación ante deslizamientos.	USCC de la Administración “Manuela Sáenz”. EPMMOP. Habitantes del Barrio.
Talud artificial 2	Cimentar un muro de contención de hormigón armado al pie del talud e impermeabilizar la cabeza para evitar filtraciones de agua.	Escalonamiento del cuerpo del talud con madera, caña guadua y piedras de mediano tamaño.	Realizar estudios alternativos de análisis de riesgos por deslizamientos en el talud.	Instalar puntos de control para verificar cambios en las condiciones de estabilidad del talud.	Diseñar planes de emergencia familiar para la actuación de los habitantes al momento de ocurrir un deslizamiento.	EPMMOP. USCC de la Administración “Manuela Sáenz”. Moradores del sector.
Ladera natural 3	Construir un muro de contención de concreto con ciclópeo en la base de la ladera.	Formar rocallas combinando tierra, piedras y plantaciones herbáceas, arbustos o árboles.	Regular el uso de suelo para evitar asentamientos irregulares en el área de influencia de la ladera.	Colocar sistemas de monitoreo y alerta temprana, y puntos de control para detectar deslizamientos.	Desarrollar planes de contingencia, emergencia y procedimientos de actuación.	EPMMOP. USCC de la Administración “Manuela Sáenz”. Moradores del sector.
Talud artificial 3	Estabilizar el talud mediante métodos de escalonamiento que incluyan bermas y canales de recolección y conducción de agua lluvia.	Crear una cubierta vegetal superficial para impedir que el agua corra por la cabeza y cuerpo del talud.	Fortalecer los niveles de gestión local del riesgos en el subsector.	Realizar análisis frecuentes de estabilidad del talud.	Plantear procedimientos de evacuación a sitios seguros.	EPMMOP. USCC de la Administración “Manuela Sáenz”. Habitantes del sector.
Talud artificial 4	En la base del talud cimentar un muro de contención para grandes cantidades de tierra.	Reforestar el cuerpo del talud con especies estabilizadoras del suelo.	Efectuar estudios más a detalle de las condiciones de estabilidad del talud.	Generar cartografía de susceptibilidad a deslizamientos en el área.	Crear modelos de pronósticos de ocurrencia de deslizamientos.	EPMMOP. USCC de la Administración “Manuela Sáenz”.

Área de riesgo	Medidas estructurales			Medidas no estructurales		Responsables
	Grises	Verdes	Permanentes	Monitoreo	Operación	
Talud artificial 5	Mejorar la estabilidad del talud construyendo escalones de 1,50 por 1,00 m, e instalar canaletas de coronación para el agua lluvia.	Siembra de especies estabilizantes (vetiver) en los escalones del talud.	Realizar talleres de sensibilización, capacitación y educación sobre medidas de prevención, mitigación y reducción de riesgos.	Implementar puntos de control para observar posibles cambios o modificaciones en la geometría del talud.	Elaborar planes de emergencia y contingencia ante el evento peligroso.	EPMMOP. USCC de la Administración “Manuela Sáenz”. Habitantes del sector.
Talud artificial 6	Colocar mallas de geo membrana en el cuerpo del talud para sostener el suelo y evitar deslizamientos.	En el pie del talud levantar un muro de contención de tierra armada.	Mejorar la gestión local de riesgos en el subsector.	Monitorear constantemente las condiciones de estabilidad del talud.	Formular procedimientos de actuación en caso de emergencias por deslizamientos.	EPMMOP. USCC de la Administración “Manuela Sáenz”. Pobladores del sector.
Ladera Natural 4	Construir muros de contención en concreto reforzado al pie de la ladera.	Aterrazar la ladera y sembrar especies de plantas estabilizantes de tipo vetiver para afianzar el suelo.	Organizar al subsector para la reducción de riesgos. Desarrollar capacitaciones en temas de manejo de eventos peligrosos.	Instalar sistemas de monitoreo y alerta temprana para deslizamientos y crear cartografía de susceptibilidad.	Elaborar modelos de pronósticos de ocurrencia de deslizamientos en la ladera.	EPMMOP. USCC de la Administración “Manuela Sáenz”.

**Nota.** La presente tabla indica las medidas que se deberían implementar para controlar y reducir la ocurrencia de deslizamientos en los taludes y laderas existente en el Barrio San José de Monjas, a fin de salvaguardar la vida de los habitantes, bienes materiales, medios de vida e infraestructuras.

#### 4.3.5. Viabilidad de la Propuesta

Se define en concordancia a la factibilidad de los recursos y en base a factores sociales, económicos, ambientales, políticos y técnicos.

**Viabilidad social:** a través de la observación *in situ* en el Barrio San José de Monjas, fue posible evidenciar la participación activa e interés de los líderes del sector y varios habitantes, que vieron con buenos ojos la realización del proyecto de investigación en su localidad.

**Viabilidad económica:** la directiva barrial mediante vínculos de coordinación interinstitucional (gobierno local, instituciones de primera respuesta, ente nacional de gestión de riesgos, organizaciones no gubernamentales, etc.), puede obtener la asistencia necesaria para la implementación de las estrategias de reducción de riesgos de deslizamientos.

**Viabilidad ambiental:** favorece la protección ambiental, debido a que, en el plan de reducción de riesgo se considera medidas estructurales verdes, que generan menor impacto ambiental y paisajístico.

**Viabilidad política:** la directiva y varios habitantes del Barrio, han mostrado interés en conocer la propuesta de las estrategias de reducción de riesgos de deslizamientos y los resultados logrados en el trabajo de investigación.

**Viabilidad técnica:** existe la suficiente capacidad técnica para ejecutar la presente propuesta, tales como la Unidad de Seguridad y Convivencia Ciudadana de la Administración Zonal Centro Sur “Manuela Sáenz”, la Empresa Publica Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas, el Gobierno Autónomo del Distrito Metropolitano de Quito e Instituciones de primera respuesta.

## Capítulo V

### 5. Conclusiones y Recomendaciones

#### 5.1. Conclusiones

❖ Los factores que influyen en la ocurrencia de deslizamientos en el Barrio San José de Monjas son los factores intrínsecos de; geología – litología predominando la formación de tipo cangagua compuesta por toba, lapilli de pómez, ceniza, toba; la geomorfología muestra la existencia de superficies planas a ligeramente onduladas sobre cangaguas y relieve volcánico montañoso distribuido en mayor parte del territorio; en cuanto a la pendiente estas son de fuertes a muy fuertes con rangos de inclinación  $>40 - 70\%$  y  $>70 - 100\%$ ; la cobertura vegetal – uso de suelo indica que las áreas de edificaciones y de pasto natural ocupan gran porcentaje del sector. Según los factores de disparo, la intensidad sísmica que presenta el área tiene un nivel VI considerada de fuerte peligro, las precipitaciones incluyen intensidades de 1000 a 1500 mm<sup>3</sup>, y las laderas y taludes exhiben condiciones de estabilidad no aceptables (inestables).

Por un lado, al evaluar las zonas de susceptibilidad a deslizamientos, el 57,03% de San José de Monjas presenta un índice de susceptibilidad 3 (0,67 a 1,00 puntos) resultando ser el más peligroso, el 31,06% asume un índice de susceptibilidad 2 (0,34 a 0,66 puntos) y el 11,91% del sector comprende un índice de susceptibilidad 1 (0,00 a 0,33 puntos). Por otro lado, del factor taludes se concluye que, de los 6 taludes artificiales y 4 laderas naturales evaluadas en escenario estático y pseudo estático, todos son incondicionalmente inestables, ya que, los factores de seguridad estimados se encuentran por debajo de los coeficientes de seguridad definidos para el análisis (1,60 y 1,05). Las 10 superficies de relieve inclinado según los factores que influyen en la ocurrencia de deslizamientos, presentan índices de susceptibilidad tipo 3, ya que, alcanzan valores de 0,67 – 0,75 y 0,85 puntos.

❖ Según la clasificación de la susceptibilidad a deslizamientos en el sector de San José de Monjas, una extensión de 1,667 km<sup>2</sup> equivalente al 57,03% de territorio comprende una zona de alta susceptibilidad, seguido de una zona media de susceptibilidad distribuida en 0,908 km<sup>2</sup> constituyendo el 31,06% del Barrio y por último la zona baja de susceptibilidad acapara 0,348 km<sup>2</sup> representando el 11,91% del área total de estudio. En relación a la susceptibilidad a deslizamientos en las laderas y taludes, estas poseen alta susceptibilidad según los factores que influyen en su ocurrencia y en los dos escenarios de evaluación; en el escenario estático 4 taludes/laderas son más susceptibles a la ocurrencia del evento peligroso; mientras que en situación pseudo estática 5 superficies de relieve inclinado presentan niveles de susceptibilidad altísimos al verse influenciados por el factor sismo.

❖ Las estrategias de reducción de riesgos de deslizamientos, consideran una línea de acción estructural de medidas verdes y grises; otra línea de acción no estructural que comprende medidas permanentes, de monitoreo y operación, que incluyen la participación de los habitantes del Barrio y el gobierno local, con la finalidad de prevenir que se generen nuevos riesgos, reducir los existentes y gestionar el riesgo residual. Estas comprenden educación en temas de gestión de riesgos, normas y políticas de ordenamiento territorial, análisis de riesgos, herramientas para la atención de emergencias y control del evento peligroso mediante obras físicas y no físicas. La propuesta diseñada puede ser considerada factible, pues existe la disponibilidad de recursos sociales, económicos, ambientales, técnicos y políticos, que pueden ser gestionados y empleados para ejecutar el plan de reducción de riesgos en el Barrio San José de Monjas.

## 5.2. Recomendaciones

- ❖ Desarrollar talleres de sensibilización, capacitación y educación, para la socialización de los resultados del proyecto de investigación, dando mayor énfasis a los mapas de zonificación de la susceptibilidad a deslizamientos, evaluación de las condiciones de estabilidad de los taludes artificiales y laderas naturales, y al plan de reducción de riesgos de deslizamientos.
- ❖ Para reducir de forma adecuada el riesgo de deslizamiento en el sector, las autoridades e instituciones de respuesta del gobierno local deben trabajar de manera coordinada y articulada en beneficio de los habitantes del Barrio.
- ❖ En el corto plazo realizar estudios de carácter geotécnico más a detallé y profundidad, para la identificación de nuevas áreas de inestabilidad que pudieran generar procesos de deslizamientos de tierra que afecten a la población, infraestructura, medios de vida, redes vitales y al ambiente.
- ❖ Controlar el uso y ocupación del suelo para que los habitantes no construyan sus viviendas en áreas de riesgo, sobre todo en zonas de alta susceptibilidad a deslizamientos o junto a taludes artificiales y laderas naturales cuyas condiciones de estabilidad no son aceptables o las más adecuadas.
- ❖ Señalizar los taludes artificiales y laderas naturales que presentan elevadísimos niveles de susceptibilidad a deslizamientos, para que los moradores del Barrio conozcan los sitios de riesgos y se mantengan en alerta ante una cualquier emergencia o eventualidad, sobre todo en la época lluviosa que por lo general ocurre más deslizamientos.

## 6. Bibliografía

ABC Chile. (1 de Diciembre de 2022). *ABC Geotechnical Consulting*.

<https://www.mecanicasuelosabcchile.com/talud-natural/>

ABC Geomechanical Consulting. (s.f.). *Geomecánica y Mecánica de Rocas*.

<https://geomecanicaymecanicarocas.com/estabilidad-taludes-rocas/>

Abril Abril, A. L. (2011). *Estudio e implementación de un modelo para zonificación de áreas susceptibles a deslizamientos mediante el uso de sistemas de información geográfica: caso de estudio sector Quimsacocha*. Cuenca: Universidad de Cuenca.

Acuña Paula, F., Díaz Rodríguez, C., & Forero Villanueva, J. (2019). *EVALUACIÓN DEL RIESGO POR DESLIZAMIENTO EN EL TALUD UBICADO EN EL BARRIO LOS TÚNELES, BOQUERÓN EN EL MUNICIPIO DE IBAGUÉ-TOLIMA*. Ibagué-Tolima: Universidad Cooperativa de Colombia.

Aguiar Falconí, R. (2017). *MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA DE QUITO*. Quito: ESPE.

Alava, L. (2022). *Informe de Atención de Emergencias - San José de Monjas - Parroquia Puengasí*. Quito: Unidad de Seguridad y Convivencia Ciudadana del DMQ.

Asamblea General de Naciones Unidas. (2016). *Informe del grupo de trabajo intergubernamental de expertos de composición abierta sobre los indicadores y la terminología relacionados con la reducción del riesgo de desastres*. Ginebra: Naciones Unidas.

Asamblea Nacional de la República del Ecuador. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*.

Asamblea Nacional de la República del Ecuador. (2009). *Ley de Seguridad Pública y del Estado*.

Asamblea Nacional de la República del Ecuador. (2010). *Reglamento a la Ley de Seguridad Pública y del Estado*.

Asamblea Nacional del Ecuador. (2010). *Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización*.

Asamblea Nacional del Ecuador. (2010). *Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas*.

Ayala, F., Andreu, F., Fe, M., Ferrer, M., De Simón, A., Fernández, I., . . . Cienfuegos, F. (1991). *Manual de Ingeniería en Taludes*. Madrid: Instituto Tecnológico GeoMinero de España.

Bermeo, S., Cruz, M., & Andrango, L. (18 de Febrero de 2022). *Catástrofes en Ecuador: ¿desastre natural o secuelas del crecimiento urbano?* Quito: Universidad Central del Ecuador. [https://repositorio.uce.edu.ec/archivos/aralvear/OA-CITYS/Noticias/PDFs/10\\_CATASTROFES\\_ECUADOR.pdf](https://repositorio.uce.edu.ec/archivos/aralvear/OA-CITYS/Noticias/PDFs/10_CATASTROFES_ECUADOR.pdf)

Brabb, E., & Hrrrod, B. (1989). *Landslides: Extent and economic significance*": *Proc., 28th International Geological Congress: Symposium on landslides*. Netherlands: A.A. Balkema, Rotterdam.

Bravo, D. (2 de Abril de 2021). *EL COMERCIO*. <https://www.elcomercio.com/actualidad/quito/barrio-monjas-riesgo-deslizamientos-quito.html>

Carvajal Heredia, D. (2022). *Campaña informativa en el Barrio San José de Monjas, dirigida a los moradores sobre el servicio gratuito de Hipoterapia (Terapias Asistidas con Caballos) que ofrece la Unidad de Equitación y Remonta de la Policía Nacional (U.E.R.), sector Tambillo* . Quito: Universidad Central del Ecuador.

- Cepeda Medina, J. Á., Leal Leal, L., & García Cerezo, P. (2009). *Conservación y explotación de carreteras: Conservación*. Tornapunta Ediciones, S.L.U.
- Chaverri Molina, I. F. (2016). *Zonificación de la susceptibilidad a deslizamiento, por medio de la metodología Mora-Vahrson, en la microcuenca del Río Macho, San José, Costa Rica*. Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- CONSTRUMÁTICA. (18 de Marzo de 2010). *CONSTRUMÁTICA: Metaportal de Arquitectura, Ingeniería y Construcción*.  
[https://www.construmatica.com/construpedia/Coeficiente\\_S%C3%ADsmico](https://www.construmatica.com/construpedia/Coeficiente_S%C3%ADsmico)
- Contreras Reyes, O., Vargas Ortega, V., & López Batiz, O. (2020). *REGISTRO DE DAÑOS EN INFRAESTRUCTURA Y LÍNEAS VITALES OCASIONADOS POR SISMO Y VIENTO*. México: CENAPRED.
- Coordinación Nacional de Protección Civil. (2016). *Causas que propician deslizamientos y medidas de prevención*. México: CENAPRED.
- Creswell, J., & Plano Clark, V. (2017). *Diseño y realización de investigaciones de métodos mixtos*. SAGE Publicaciones.
- Dávila, Á., Cuesta, R., Villagómez, M., Fierro, D., León, F., Guerrero, K., & Vallejo, J. (2018). *ATLAS, Espacios Geográficos Expuestos a Amenazas Naturales y Antrópicas*. Quito: Instituto Geográfico Militar.
- Dirección de Investigación y Vinculación UEB. (2023). *INFORME DE RESULTADOS*. Universidad Estatal de Bolívar.
- Dirección General de Protección Civil. (2015). *Conceptos Básicos de Gestión de Riesgos*. El Salvador.

EL UNIVERSO. (28 de Abril de 2011). *EL UNIVERSO*.

<https://www.eluniverso.com/2011/04/28/1/1447/familias-quitenas-afectadas-deslaves-zonas-seguras.html/>

Escobar P, C. E., & Escobar, G. D. (2017). *Geotecnia para el trópico andino*. Manizales: Universidad Nacional de Colombia.

Escuela Politécnica Nacional. (2023). *Instituto Geofísico - EPN*.

<https://www.igepn.edu.ec/peligro-sismico>

Fine. (2 de Diciembre de 2022). *Fine Software*. <https://www.finesoftware.es/software-geotecnico/>

García Bonilla, N., & Restrepo Albarello, A. (2016). *LA INTEGRACIÓN DE LAS MEDIDAS ESTRUCTURALES Y NO ESTRUCTURALES PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES POR DESLIZAMIENTO EN COLOMBIA*. Manizales - Caldas: Universidad Católica de Manizales.

GEMMA. (2007). *MOVIMIENTOS EN MASA EN LA REGIÓN ANDINA: UNA GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DE AMENAZAS*. Publicación Geológica Multinacional.

Geotecnia.ONLINE. (20 de Mayo de 2020). *Diccionario Geotecnia Online*.

<https://www.diccionario.geotecnia.online/palabra/factor-de-seguridad-al-deslizamiento/>

González de Vallejo, L., Ferrer, M., Ortuño, L., & Oteo, C. (2002). *INGENIERÍA GEOLÓGICA*. PEARSON EDUCACIÓN S.A.

Guamán Jaramillo, G. A. (2012). *Aplicación de SIG para el manejo de riesgos naturales en el área urbana de la Ciudad de Loja*. Quito: Universidad San Francisco de Quito.

Guzmán Lagunes, N. (2013). *La Gestión del Riesgo por deslizamientos de laderas en el Estado de Veracruz, durante el 2013*. Veracruz.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN*. México D.F: McGRAW-HILL Education.

Hernández, M. (12 de Diciembre de 2012). *Metodología de investigación Marisol*.

<http://metodologiadeinvestigacionmarisol.blogspot.com/2012/12/tipos-y-niveles-de-investigacion.html>

Highland, L., & Bobrowsky, P. (2008). *Manual de derrumbes: Una guía para entender todo sobre los derrumbes*. Reston, Virginia: Servicio Geológico de los EE.UU.

Hurtado Agualongo, W. A., & Núñez Borja, M. (2019). *Factores de deslizamiento y estrategias de reducción en la microcuenca del Río Chazo Juan, provincia Bolívar*. Universidad Estatal de Bolívar.

INGENIERIA TÉCNICA Y CIENTÍFICA SAS. (2019). *ESTUDIO INDICATIVO SOBRE LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES INCLUYENDO EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO*. Bogotá.

Instituto Geográfico Militar. (2018). *Geoportal Instituto Geográfico Militar*.

<https://www.geoportaligm.gob.ec/portal/index.php/proyectos-de-inversion/>

Instituto Nacional de Defensa Civil. (2011). *Manual de Estimación del Riesgo ante Movimientos en Masa en Laderas*. Lima: Dirección Nacional de Prevención.

Lema Rea, M. E., & Quintana Ramos, D. C. (2021). *Identificación de zonas susceptibles ante La amenaza de deslizamientos en los recintos la Jungla y las Peñas, de la parroquia Balsapamba, cantón San Miguel*. Universidad Estatal de Bolívar.

Londoño Linares, J. P. (2017). Cálculo de susceptibilidad a deslizamientos mediante análisis discriminante. Aplicación a escala regional. *DYNA*, 84(201), 278-289.

<https://doi.org/https://doi.org/10.15446/dyna.v84n201.61385>

- López Roldán, P., & Fachelli, S. (2015). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN SOCIAL CUANTITATIVA*. Universidad Autónoma de Barcelona.  
<https://doi.org/http://ddd.uab.cat/record/129382>
- López, R., Zuluaga, A., Gómez, F., & Tapia, L. (2020). Aplicación del Método Mora-Vahrson para Evaluar la Susceptibilidad a Deslizamiento en el Municipio de Manaure, Cesar, Colombia. *Revista de Estudios Latinoamericanos sobre Reducción del Riesgo de Desastres REDER*, 4(2), 57-70. <https://doi.org/0719-8477>
- Maldonado, Y. (31 de Julio de 2020). *GEOLOGIA WEB*. <https://geologiaweb.com/riesgos-naturales/deslizamientos/>
- Mantilla, I. (30 de Marzo de 2022). *EL COMERCIO*.  
<https://www.elcomercio.com/actualidad/quito/lluvias-provocaron-deslizamientos-tierra-quito.html>
- Medina Medina, F. (2013). *Identificación de amenazas, gestión de riesgos y propuesta de un plan operacional para enfrentar emergencias o desastres en el Comando General de la Fuerza Aérea Ecuatoriana*. Quito: IAEN.
- Mendoza, C. (2020). *Geotecnia*. <https://geocrishtian.weebly.com/uploads/3/8/1/8/38184153/talud.pdf>
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (23 de Febrero de 2014). *NORMA ECUATORIANA DE LA CONTRUCCIÓN: GEOTÉCNIA Y CIMENTACIONES*. Quito: MIDUVI.  
[https://issuu.com/gustavochohlongalcivar/docs/nec\\_se\\_cm\\_\\_geotecnia\\_y\\_cimentacione/17](https://issuu.com/gustavochohlongalcivar/docs/nec_se_cm__geotecnia_y_cimentacione/17)
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (04 de Agosto de 2021). *Etapá*.  
<https://www.etapa.net.ec/Portals/0/Documentos/licitacion%20publica%20planta%20guan>

garcucho/ANEXO%204/FASE%202/APENDICE%206/Ap%C3%A9ndice%206\_An%C3%A9lisis%20Estabilidad%20de%20Taludes.pdf?ver=2021-08-04-171053-28

- Montatixe Chicaiza, E., & Chango Alvarez, D. (2018). *ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES EN UN TRAMO DE LAS AVENIDAS SIMÓN BOLÍVAR Y GONZALO BUSTAMANTE, DISTRITO METROPOLITANO DE QUITOPÉREZ*. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
- Monte Parra, I. A. (2020). *ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES DE ROCA MEDIANTE EL MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS*. Concepción: Universidad de Concepción.
- Montoya, S. (17 de Septiembre de 2013). *gidahatari. gestión sostenible del agua*.  
<https://gidahatari.com/ih-es/estabilidad-de-taludes-deslizamientos-de-tierra-causas>
- Mora Chinchilla, R. (2004). *Evaluación de la susceptibilidad al deslizamiento del cantón de San José, provincia de San José*. Costa Rica: FUNDEVI.
- Mora, S., & Vahrson, W. (1994). Macrozonation methodology for landslide hazard determination. *Bulleting of the Association of Engineering and Geologist*, 31(1), 49-58.
- Morales Alvarado, D. (2009). *PROCEDIMIENTOS DE INVESTIGACIÓN Y COMPARACIÓN DE LOS MÉTODOS DE BISHOP MODIFICADO, JANBÚ Y FELLENIUS PARA EL CÁLCULO DE ESTABILIDAD DE TALUDES*. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Moreno Viteri, M. C. (2015). *Experiencias y ejes para una Política Pública Municipal en la implementación de cajas de ahorro y crédito en los barrios de San Juan y San José de Monjas*. Quito: Universidad Politécnica Salesiana.
- Ocampo, A., Guerra, D., & Bergaño, C. (2019). *Diseño de Taludes, Muros y Estructuras de Pavimentos Urbanización Municipio de Fredonia*. Medellín: Universidad Cooperativa de Colombia.

Organos de Palencia. (23 de Diciembre de 2021). *Organos de Palencia*.

<https://organosdepalencia.com/biblioteca/articulo/read/107995-cuales-son-las-consecuencias-de-los-deslaves>

Osorio Marín, L. (2019). *Zonificación de la Susceptibilidad del Terreno a los Deslizamientos*.

*Caso de Estudio: Nariño Colombia*. Universidad Nacional de Colombia.

Pacheco, M. (18 de Agosto de 2014). *EL COMERCIO*. EL COMERCIO:

<https://www.elcomercio.com/actualidad/quito/quito-territorio-distrito-expuesto-riesgos.html>

Palacios Orejuela, I. (2020). SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTOS EN LA VÍA

ALOAG - SANTO DOMINGO, MEDIANTE LÓGICA DIFUSA. *Revista GEOESPACIAL*, 1-12.

Paucar Camacho, J. (2016). *MODELO PARA LA ARTICULACIÓN DE LA GESTIÓN DEL RIESGO EN EL PROCESO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA CIUDAD DE GUARANDA/ECUADOR*. Valencia: Universidad de Valencia.

Pavón Ayala, N. C., & Garzón Collahuazo, O. V. (2014). *Evaluación y zonificación de susceptibilidad y amenazas/peligros por fenómenos de remoción en masa en el cantón Pallatanga, escala 1:50.000*. Quito: Universidad Central del Ecuador.

Pérez Santos, J. J. (21 de Octubre de 2019). *GEOQuantics*.

<https://geoquantics.com/2019/10/21/factores-influyen-la-estabilidad-taludes-laderas-suelo/>

Poma Ortega, J. (2022). *Análisis de riesgo por movimientos en masa, mediante vehículos aéreos no tripulados (Drones) y GPS de Precisión, en el sector del río Monjas al Nororiente del Distrito Metropolitano de Quito*. Quito: Universidad Politécnica Salesiana.

Portillo, G. (1 de Diciembre de 2022). *Meteorología en Red*.

<https://www.meteorologiaenred.com/taludes.html>

Ramos Bernal, R. (2018). *Estudio de la susceptibilidad al deslizamiento de laderas en el Estado de Guerrero, México, aplicando Tecnologías de Información Geográfica*. México: Universidad Rey Juan Carlos.

Ramos Vásquez, A. A. (2017). *ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES EN ROCAS. SIMULACIÓN CON LS-DYNA Y COMPARACIÓN CON SLIDE*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.

Reyes Suárez, Y. R. (2019). *ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES APLICANDO DIFERENTES TÉCNICAS DE REGEVETALIZACIÓN*. Tunja: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

Rocscience. (2 de Diciembre de 2022). *rocscience*. <https://www.rocscience.com/software/slide2>

Rus Arias, E. (10 de Diciembre de 2020). *Economipedia.com*.

<https://economipedia.com/definiciones/investigacion-de-campo.html>

Sanhueza Plaza, C., & Rodríguez Cifuentes, L. (2013). Análisis Comparativo de métodos de cálculo de estabilidad de taludes finitos aplicados a laderas naturales. *Revista de la Construcción*, 17-29.

Schmalbach, R. (2022). *IECA IBEROAMÉRICA*. <https://iecaiberoamerica.org/solucion-ingenieril-para-la-estabilidad-de-suelo/>

Secretaría de Seguridad y Gobernabilidad. (2015). *ATLAS DE AMENAZAS NATURALES Y EXPOSICIÓN DE INFRAESTRUCTURA DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO, Segunda Edición*. Quito: D.M.Q.

Secretaría General de la Comunidad Andina. (2018). *Glosario de Términos y Conceptos de la Gestión del Riesgo de Desastres para los Países Miembros de la Comunidad Andina*. Lima.

Secretaría General de Planificación DMQ. (2023). *Quito Gobierno Abierto*.

<https://gobiernoabierto.quito.gob.ec/descarga-informacion-geografica/>

Secretaría Nacional de Planificación. (31 de Diciembre de 2014). *Sistema Nacional de Información*. <https://sni.gob.ec/coberturas>

Secretaría Nacional de Planificación. (2021). *Plan de Creación de Oportunidades 2021 - 2025*. Quito.

Segarra Zeas, F. M., & Montalván Orellana, D. A. (2022). *ZONIFICACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTOS POR MEDIO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO, EN LA PARROQUIA BULÁN, CANTÓN PAUTE*. Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana.

Seguridad Minera. (30 de Mayo de 2018). *Seguridad Minera*.

<https://www.revistaseguridadminera.com/operaciones-mineras/fallas-que-afectan-la-estabilidad-de-taludes/>

Servicio Nacional de Estudios Territoriales. (Mayo de 2014). *MEMORIA TÉCNICA PARA EL MAPA DE SUSCEPTIBILIDAD DE DESLIZAMIENTOS DE TIERRA EN EL SALVADOR*. <https://app.ingemmet.gob.pe/biblioteca/pdf/Amb-21.pdf>

Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias. (28 de Noviembre de 2022). *Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias*. <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/los-deslizamientos-son-el-evento-mas-predominante-durante-el-2019-al-2021-destacando-el-ultimo->

ano/#::~text=La%20suma%20de%20todos%20ellos,deslizamientos%20los%20eventos%20m%C3%A1s%20significativos.

Suárez, J. (1998). *Deslizamientos y Estabilidad de Taludes en Zonas Tropicales*. Bucaramanga: Publicaciones UIS.

Suárez, J. (2009). *DESLIZAMIENTOS: ANALISIS GEOTECNICO*. Bucarmanga: Universidad de Santander.

Tarback, E., & Lutgens, F. K. (2005). *Ciencias de la Tierra: Una Introducción a la Geología Física*. Madrid: Pearson Educación S.A.

Tenelema Ninabanda, L. A. (2023). *Nivel de riesgo de taludes en zonas críticas de amenaza de movimiento en masa de la vía Gallo Rumi a Riobamba del cantón Guaranda, Bolívar – Ecuador*. Universidad Estatal de Bolívar: Maestría en Prevención y Gestión de Riesgos.

Universidad Industrial de Santander. (2017). *STUDOCU*.

<https://www.studocu.com/co/document/universidad-industrial-de-santander/estabilidad-de-taludes/metodo-de-bishop-y-ejemplos/2628678>

Valiente Sanz, R., Sobrecases Martí, S., & Díaz Orrego, A. (2015). Estabilidad de Taludes: Conceptos Básicos, Parámetros de Diseño y Métodos de Cálculo. *Revista CIVILIZATE*, 50-54.

Vargas, G. (2000). Criterios para la clasificación y descripción de movimientos en masa. *Boletín de geología, Universidad Industrial de Santander*, 45-48.

Yazuma Yazuma , C., & Piuri Moposita, M. (2022). *Zonificación de las áreas susceptibles a deslizamiento en la parroquia Simiatug, cantón Guaranda, provincia Bolívar, durante el período 2021*. Guaranda: Universidad Estatal de Bolívar.



## 7.2. Anexo N°. 2. Archivo Fotográfico de Levantamiento de Información

**Fotografía N°. 1 – 2.** Reunión con presidentes de algunos subsectores del Barrio San José de Monjas, para socializar objetivos del proceso de levantamiento de información.



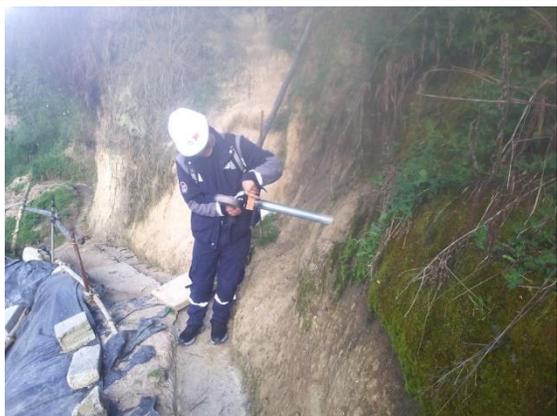
**Nota.** Fotografías tomada por Urbina Byron, 2023.

**Fotografía N°. 3 – 4.** Levantamiento de datos de medición (longitud y altitud) de la geometría de los taludes artificiales y laderas naturales.



**Nota.** Fotografías tomada por Urbina Byron, 2023.

**Fotografía N°. 5 – 6.** Recolección de muestras de suelo de los taludes artificiales y laderas naturales identificados en el Barrio San José de Monjas.



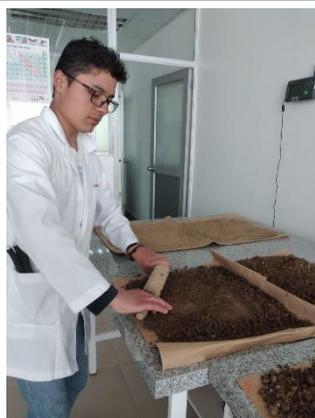
**Nota.** Fotografías tomada por Urbina Byron, 2023.

**Fotografía N°. 7 – 8.** Muestras de suelo de los taludes artificiales y laderas naturales identificados en el Barrio San José de Monjas



**Nota.** Fotografías tomada por Urbina Byron, 2023.

**Fotografía N°. 7 – 8.** Proceso de análisis de las muestras de suelo para determinar textura y densidad real, en el Laboratorio de Investigación y Vinculación - UEB.



**Nota.** Fotografías tomada por Urbina Byron, 2023.

7.3. Anexo N°. 3. Fichas de Observación de Campo con Datos Recolectados

Talud 1

 UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO CARRERA DE ADM. PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO		
FICHA TÉCNICA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO	PÁGINA:	1 DE 2
ZONIFICACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTOS EN EL BARRIO SAN JOSÉ DE MONJAS	VERSIÓN:	1.0

**FICHA TÉCNICA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO**

**OBJETIVO:** Recolectar datos de factores que influyen en la ocurrencia de deslizamientos en el Barrio San José de Monjas, para la zonificación de susceptibilidad.

**DATOS DE LA OBSERVACIÓN DE CAMPO**

Observador: *Rygon Urbina* Código: *SSMUN-14* Fecha: *28-01-23* Hora: *14:49*

**1. DATOS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO**

Provincia: *Piedra* Cantón: *Avila* Parroquia: *Puercas*  
 Barrio: *San José de Monjas* Subsector: *Vista Alegre* Adm. Zonal: *Manuela Sáenz*  
 Coordenada X: *778654.00* m Coordenada Y: *9973506.00* m  
 Altitud: *2899* m.s.n.m Punto de referencia: *Sistema de agua Zimbras*

**2. IDENTIFICACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DEL TALUD O LADERA**

Sector: *Barrio Vista Alegre* Talud artificial:  Ladera natural:   
 Coordenada X: *779937.637* m Coordenada Y: *9974631.719* m  
 Característica del talud: Vegetación:  Cargas:  Tubercias:  Plástico:  Tierra:   
 Drenajes:  Roca:  Otro:   
 Descriptor de característica: *Vegetación de plantas ornamentales - tuberías de PVC para aguas residuales - mangueras de agua potable*  
 Medidas de control: SI:  NO:  Tipo de medida: Estructural:  Verdes:  Grises:   
 No estructural:  Per<sup>1</sup>:  Mon:  Ope:   
 Descriptor de la medida:

**3. LEVANTAMIENTO DE DATOS DE GEOMETRÍA DEL TALUD**

Longitud (X): *7.10* m Altitud (Z): *5.90* m

**4. OBSERVACIONES GENERALES DEL TALUD O LADERA**

*En la cresta del talud existe un sembrío de cultivos de maíz, algunas sábanas frías y plantas medicinales.*

<sup>1</sup> Per: Permanente – Mon: Monitoreo – Ope: Operación.

 UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO CARRERA DE ADM. PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO		
FICHA TÉCNICA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO	PÁGINA:	2 DE 2
ZONIFICACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTOS EN EL BARRIO SAN JOSÉ DE MONJAS	VERSIÓN:	1.0

**5. IDENTIFICACIÓN DE FACTORES QUE INFLUYEN EN LOS DESLIZAMIENTOS**

**5.1. FACTORES INTRÍNSECOS (CONDICIONANTES)**

Geología – litología:	Volcano – sedimentos Machangara	Lava		
	Cangagua	Toba, lapilli de pómez, ceniza, toba	<input checked="" type="checkbox"/>	
Geomorfología:	Superficies plana a ligeramente onduladas sobre cangaguas			
	Relieve volcánico montañoso		<input checked="" type="checkbox"/>	
	Superficie intervenida			
	Vertiente de cangagua			
	Garganta			
Pendiente	Coluvio aluvial antiguo			
	Barranco			
	0 – 2%	>12 – 25%	>70 – 100%	<input checked="" type="checkbox"/>
	>2 – 5%	>25 – 40%	>100 – 150%	
	>5 – 12%	>40 – 70%	>150 – 200%	
Cobertura vegetal – uso de suelo	Arbustal montano andes del norte		Eucalipto joven y regeneración	
	Arbustal secos interandinos		Pasto cultivado	
	Cultivos de ciclo corto		<input checked="" type="checkbox"/> Pasto natural	
	Edificaciones		<input checked="" type="checkbox"/> Pinos y ciprés	
	Eucalipto adulto		Reservorios	

**5.2. FACTORES DE DISPARO (DESENCADENANTES)**

Intensidad de precipitaciones:	1000 – 1250 mm	<input checked="" type="checkbox"/>	Intensidad sísmica:	I - III	
	1250 – 1500 mm			VI – VII	<input checked="" type="checkbox"/>
				≥ VIII	

**6. OBSERVACIONES**

**7. FIRMAS DE RESPONSABILIDAD**

Observador:	Validado por:
F: 	F: 

Talud 2

 UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO CARRERA DE ADM. PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO		
FICHA TÉCNICA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO	PÁGINA:	1 DE 2
ZONIFICACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTOS EN EL BARRIO SAN JOSÉ DE MONJAS	VERSIÓN:	1.0

**FICHA TÉCNICA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO**

**OBJETIVO:** Recolectar datos de factores que influyen en la ocurrencia de deslizamientos en el Barrio San José de Monjas, para la zonificación de susceptibilidad.

**DATOS DE LA OBSERVACIÓN DE CAMPO**

Observador: *Rycca Urbina* Código: *531041-TM* Fecha: *26-01-21* Hora: *15:35*

**1. DATOS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO**

Provincia: *Pichincha* Cantón: *Quito* Parroquia: *Quevedo*  
 Barrio: *San José de Monjas* Subsector: *Vista Alegre* Adm. Zonal: *Manuela Sáenz*  
 Coordenada X: *778054.00* m Coordenada Y: *9973321.00* m  
 Altitud: *2693* m.s.n.m Punto de referencia: *Sistema de agua SSMAS*

**2. IDENTIFICACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DEL TALUD O LADERA**

Sector: *Barrio Vista Alegre* Talud artificial:  Ladera natural:   
 Coordenada X: *779238.95* m Coordenada Y: *997469.68* m  
 Característica del talud: Vegetación:  Cargas:  Tuberías:  Plástico:  Tierra:   
 Drenajes:  Roca:  Otro:   
 Descriptor de característica: *Vegetación de pastos, arbustos, árboles de ciprés y plantas frutales*  
 Medidas de control: SI:  NO:  Tipo de medida: Estructural:  Verdes:  Grises:   
 No estructural:  Per<sup>1</sup>:  Mon:  Ope:   
 Descriptor de la medida:

**3. LEVANTAMIENTO DE DATOS DE GEOMETRÍA DEL TALUD**

Longitud (X): *11.50* m Altitud (Z): *7.80* m

**4. OBSERVACIONES GENERALES DEL TALUD O LADERA**

*zona declarada de "alto riesgo" por la Secretaría de Seguridad del Distrito metropolitano de Quito.*

<sup>1</sup> Per: Permanente – Mon: Monitoreo – Ope: Operación.

 UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO CARRERA DE ADM. PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO		
FICHA TÉCNICA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO	PÁGINA:	2 DE 2
ZONIFICACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTOS EN EL BARRIO SAN JOSÉ DE MONJAS	VERSIÓN:	1.0

**5. IDENTIFICACIÓN DE FACTORES QUE INFLUYEN EN LOS DESLIZAMIENTOS**

**5.1. FACTORES INTRÍNSECOS (CONDICIONANTES)**

Geología – litología:	Volcano – sedimentos Machangara	Lava	
	Cangagua	Toba, lapilli de pómez, ceniza, toba	<input checked="" type="checkbox"/>
Geomorfología:	Superficies plana a ligeramente onduladas sobre cangaguas		
	Relieve volcánico montañoso		<input checked="" type="checkbox"/>
	Superficie intervenida		
	Vertiente de cangagua		
Pendiente	0 – 2%	>12 – 25%	>70 – 100%
	>2 – 5%	>25 – 40%	>100 – 150%
	>5 – 12%	>40 – 70%	>150 – 200%
Cobertura vegetal – uso de suelo	Arbustal montano andes del norte		Eucalipto joven y regeneración
	Arbustal secos interandinos		Pasto cultivado
	Cultivos de ciclo corto		Pasto natural
	Edificaciones		Pinos y ciprés
	Eucalipto adulto		Reservorios

**5.2. FACTORES DE DISPARO (DESENCADENANTES)**

Intensidad de precipitaciones:	1000 – 1250 mm	<input checked="" type="checkbox"/>	Intensidad sísmica:	I - III	
	1250 – 1500 mm			VI – VII	<input checked="" type="checkbox"/>
				≥ VIII	

**6. OBSERVACIONES**

*Qui la inaccessibilidad a la zona no es posible recolectar la muestra de suelo para realizar los análisis correspondientes.*

**7. FIRMAS DE RESPONSABILIDAD**

Observador:	Validado por:
F: <i>[Firma]</i>	F: <i>[Firma]</i>

Talud 3

 UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO CARRERA DE ADM. PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO			
FICHA TÉCNICA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO		PÁGINA:	1 DE 2
ZONIFICACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTOS EN EL BARRIO SAN JOSÉ DE MONJAS		VERSIÓN:	1.0

**FICHA TÉCNICA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO**

**OBJETIVO:** Recolectar datos de factores que influyen en la ocurrencia de deslizamientos en el Barrio San José de Monjas, para la zonificación de susceptibilidad.

**DATOS DE LA OBSERVACIÓN DE CAMPO**

Observador: Guillermo Velasco Código: SIM-2017-101 Fecha: 28-01-23 Hora: 16:51

**1. DATOS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO**

Provincia: Ordaz Cantón: Quito Parroquia: Neenasí  
 Barrio: San José de Monjas Subsector: Riuelo del Tiro Adm. Zonal: Manuela Sáenz  
 Coordenada X: 778054.00 m Coordenada Y: 9913361.00 m  
 Altitud: 9845 m.s.n.m Punto de referencia: Sistema de agua Emfis

**2. IDENTIFICACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DEL TALUD O LADERA**

Sector: Sector Riuelo del Tiro Talud artificial:  Ladera natural:   
 Coordenada X: 779134.125 m Coordenada Y: 9974300.359 m  
 Característica del talud: Vegetación:  Cargas:  Tuberías:  Plástico:  Tierra:   
 Drenajes:  Roca:  Otro:   
 Descriptor de característica: Cargas de edificaciones - Tuberías de PVC para aguas residuales  
 Medidas de control: SI:  NO:  Tipo de medida: Estructural:  Verdes:  Grises:   
 No estructural:  Per:  Mon:  Ope:   
 Descriptor de la medida: Colocación de polietileno para evitar filtración de agua en el talud

**3. LEVANTAMIENTO DE DATOS DE GEOMETRÍA DEL TALUD**

Longitud (X): 15.00 m Altitud (Z): 12.00 m

**4. OBSERVACIONES GENERALES DEL TALUD O LADERA**

Talud artificial cuya composición del suelo es tierra. En la cabera se encuentra una edificación de tipo mediana que genera cargas.

Per: Permanente – Mon: Monitoreo – Ope: Operación.

 UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO CARRERA DE ADM. PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO			
FICHA TÉCNICA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO		PÁGINA:	2 DE 2
ZONIFICACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTOS EN EL BARRIO SAN JOSÉ DE MONJAS		VERSIÓN:	1.0

**5. IDENTIFICACIÓN DE FACTORES QUE INFLUYEN EN LOS DESLIZAMIENTOS**

**5.1. FACTORES INTRÍNSECOS (CONDICIONANTES)**

Geología – litología:	Volcano – sedimentos Machangara	Lava	
	Cangagua	Toba, lapilli de pómez, ceniza, toba	<input checked="" type="checkbox"/>
Geomorfología:	Superficies plana a ligeramente onduladas sobre cangaguas		
	Relieve volcánico montañoso		<input checked="" type="checkbox"/>
	Superficie intervenida		
	Vertiente de cangagua		
	Garganta		
Pendiente	0 – 2%	>12 – 25%	>70 – 100%
	>2 – 5%	>25 – 40%	>100 – 150%
	>5 – 12%	>40 – 70%	>150 – 200%
Cobertura vegetal – uso de suelo	Arbustal montano andes del norte	Eucalipto joven y regeneración	
	Arbustal secos interandinos	Pasto cultivado	<input checked="" type="checkbox"/>
	Cultivos de ciclo corto	Pasto natural	
	Edificaciones	Pinos y ciprés	
	Eucalipto adulto	Reservorios	

**5.2. FACTORES DE DISPARO (DESENCADENANTES)**

Intensidad de precipitaciones:	1000 – 1250 mm	<input checked="" type="checkbox"/>	Intensidad sísmica:	I - III	
	1250 – 1500 mm			VI - VII	<input checked="" type="checkbox"/>
				≥ VIII	

**6. OBSERVACIONES**

**7. FIRMAS DE RESPONSABILIDAD**

Observador:	Validado por:
F: 	F: 

Talud 4

 UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO CARRERA DE ADM. PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO			
FICHA TÉCNICA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO		PÁGINA:	1 DE 2
ZONIFICACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTOS EN EL BARRIO SAN JOSÉ DE MONJAS		VERSIÓN:	1.0

**FICHA TÉCNICA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO**

**OBJETIVO:** Recolectar datos de factores que influyen en la ocurrencia de deslizamientos en el Barrio San José de Monjas, para la zonificación de susceptibilidad.

**DATOS DE LA OBSERVACIÓN DE CAMPO**

Observador: Riguen Urbina Código: 53M/ADM-704 Fecha: 04-01-23 Hora: 08:32

**1. DATOS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO**

Provincia: Orchinda Cantón: Quito Parroquia: Atenas  
 Barrio: San José de Monjas Subsector: Alhóndiga de Monjas Adm. Zonal: Armando Sáenz  
 Coordenada X: 779913.00 m Coordenada Y: 9973501.00 m  
 Altitud: 9797 m.s.n.m Punto de referencia: Sistema de agua subterránea

**2. IDENTIFICACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DEL TALUD O LADERA**

Sector: Barrio Alhóndiga de Monjas Talud artificial:  Ladera natural:   
 Coordenada X: 779913.00 m Coordenada Y: 9973501.00 m  
 Característica del talud: Vegetación:  Cargas:  Tuberías:  Plástico:  Tierra:   
 Drenajes:  Roca:  Otro:   
 Descriptor de característica: Vegetación de pasto de Kikuyo - cultivo de maíz y cargas de edificaciones de 2 pisos  
 Medidas de control: SI:  NO:  Tipo de medida: Estructural:  No estructural:  Verdes:  Per<sup>1</sup>:  Mon:  Grises:  Ope:   
 Descriptor de la medida:

**3. LEVANTAMIENTO DE DATOS DE GEOMETRÍA DEL TALUD**

Longitud (X): 35.00 m Altitud (Z): 18.90 m

**4. OBSERVACIONES GENERALES DEL TALUD O LADERA**

Talud artificial producto de la realización de cortes, en cuyo pie/base se observan restos de escombros de construcciones y en su cuerpo se evidencia la presencia de arbustos y pasto.

<sup>1</sup> Per: Permanente – Mon: Monitoreo – Ope: Operación.

 UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO CARRERA DE ADM. PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO			
FICHA TÉCNICA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO		PÁGINA:	2 DE 2
ZONIFICACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTOS EN EL BARRIO SAN JOSÉ DE MONJAS		VERSIÓN:	1.0

**5. IDENTIFICACIÓN DE FACTORES QUE INFLUYEN EN LOS DESLIZAMIENTOS**

**5.1. FACTORES INTRÍNSECOS (CONDICIONANTES)**

Geología – litología:	Volcano – sedimentos Machangara	Lava	
	Cangagua	Toba, lapilli de pómez, ceniza, toba	<input checked="" type="checkbox"/>
Geomorfología:	Superficies plana a ligeramente onduladas sobre cangaguas		
	Relieve volcánico montañoso		
	Superficie intervenida		
	Vertiente de cangagua		
	Garganta		
Pendiente	0 – 2%	>12 – 25%	>70 – 100%
	>2 – 5%	>25 – 40%	>100 – 150%
	>5 – 12%	>40 – 70%	>150 – 200%
Cobertura vegetal – uso de suelo	Arbustal montano andes del norte	Eucalipto joven y regeneración	
	Arbustal secos interandinos	Pasto cultivado	
	Cultivos de ciclo corto	Pasto natural	
	Edificaciones	<input checked="" type="checkbox"/> Pinos y ciprés	
	Eucalipto adulto	Reservorios	

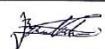
**5.2. FACTORES DE DISPARO (DESENCADENANTES)**

Intensidad de precipitaciones:	1000 – 1250 mm	<input checked="" type="checkbox"/>	Intensidad sísmica:	I - III	
	1250 – 1500 mm			VI – VII	<input checked="" type="checkbox"/>
			≥ VIII		

**6. OBSERVACIONES**

La presencia de personas en estado ebrio limita la recolección de los datos de medición de la geometría del talud, pues empezaron a generar conflictos e interrumpir la observación de campo.

**7. FIRMAS DE RESPONSABILIDAD**

Observador:	Validado por:
F: 	F: 

Talud 5

 UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO CARRERA DE ADM. PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO			
FICHA TÉCNICA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO		PÁGINA:	1 DE 2
ZONIFICACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTOS EN EL BARRIO SAN JOSÉ DE MONJAS		VERSIÓN:	1.0

**FICHA TÉCNICA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO**

**OBJETIVO:** Recolectar datos de factores que influyen en la ocurrencia de deslizamientos en el Barrio San José de Monjas, para la zonificación de susceptibilidad.

**DATOS DE LA OBSERVACIÓN DE CAMPO**

Observador: Byron Urbina Código: SM-CPT-161 Fecha: 29.01.23 Hora: 09:54

**1. DATOS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO**

Provincia: Pichincha Cantón: Quito Parroquia: Avogad  
 Barrio: San José de Monjas Subsector: Carlos Polite Adm. Zonal: Manuela Sáenz  
 Coordenada X: 7782400 m Coordenada Y: 9973500 m  
 Altitud: 2886 m.s.n.m Punto de referencia: Sistema de agua estancos

**2. IDENTIFICACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DEL TALUD O LADERA**

Sector: Sector Carlos Polite Talud artificial:  Ladera natural:   
 Coordenada X: 778239.24 m Coordenada Y: 9964468.494 m  
 Característica del talud: Vegetación:  Cargas:  Tuberías:  Plástico:  Tierra:   
 Drenajes:  Roca:  Otro:   
 Descriptor de característica: Vegetación de eucalipto, arbustos y césped - tuberías de desagüe - drenajes de agua lluvia  
 Medidas de control: SI:  NO:  Tipo de medida: Estructural:  Verdes:  Grises:   
 No estructural:  Per:  Mon:  Ope:   
 Descriptor de la medida:

**3. LEVANTAMIENTO DE DATOS DE GEOMETRÍA DEL TALUD**

Longitud (X): 3000 m Altitud (Z): 2780 m

**4. OBSERVACIONES GENERALES DEL TALUD O LADERA**

En el cuerpo del talud existe asentamientos de caso en, además una parte del talud se ha destruido por la saturación del suelo. En el cuerpo del talud se observa tuberías de desagüe.

<sup>1</sup> Per: Permanente – Mon: Monitoreo – Ope: Operación.

 UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO CARRERA DE ADM. PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO			
FICHA TÉCNICA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO		PÁGINA:	2 DE 2
ZONIFICACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTOS EN EL BARRIO SAN JOSÉ DE MONJAS		VERSIÓN:	1.0

**5. IDENTIFICACIÓN DE FACTORES QUE INFLUYEN EN LOS DESLIZAMIENTOS**

**5.1. FACTORES INTRÍNECOS (CONDICIONANTES)**

Geología – litología:	Volcano – sedimentos Machangara	Lava	
	Cangagua	Toba, lapilli de pómez, ceniza, toba	<input checked="" type="checkbox"/>
Geomorfología:	Superficies plana a ligeramente onduladas sobre cangaguas		
	Relieve volcánico montañoso		<input checked="" type="checkbox"/>
	Superficie intervenida		
	Vertiente de cangagua		
	Garganta		
Pendiente	0 – 2%	>12 – 25%	>70 – 100%
	>2 – 5%	>25 – 40%	>100 – 150%
	>5 – 12%	>40 – 70%	>150 – 200%
	Cotuvio aluvial antiguo		
Cobertura vegetal – uso de suelo	Arbustal montano andes del norte		Eucalipto joven y regeneración
	Arbustal secos interandinos		Pasto cultivado
	Cultivos de ciclo corto		Pasto natural
	Edificaciones		Pinos y ciprés
	Eucalipto adulto		Reservorios

**5.2. FACTORES DE DISPARO (DESENCADENANTES)**

Intensidad de precipitaciones:	1000 – 1250 mm	<input checked="" type="checkbox"/>	Intensidad sísmica:	I – III	
	1250 – 1500 mm			VI – VII	<input checked="" type="checkbox"/>
			≥ VIII		

**6. OBSERVACIONES**

El levantamiento de los puntos de medición de la geometría del talud se ve limitado, debido a las características que presenta.

**7. FIRMAS DE RESPONSABILIDAD**

Observador:	Validado por:
F: 	F: 

Talud 6

		UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO CARRERA DE ADM. PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO	
FICHA TÉCNICA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO ZONIFICACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTOS EN EL BARRIO SAN JOSÉ DE MONJAS		PÁGINA: 1 DE 2 VERSIÓN: 1.0	

**FICHA TÉCNICA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO**

**OBJETIVO:** Recolectar datos de factores que influyen en la ocurrencia de deslizamientos en el Barrio San José de Monjas, para la zonificación de susceptibilidad.

**DATOS DE LA OBSERVACIÓN DE CAMPO**

Observador: Rogelio Urbica Código: SM-CTY-14 Fecha: 29.01.23 Hora: 10:57

**1. DATOS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO**

Provincia: Pichincha Cantón: Quito Parroquia: Pedernales  
 Barrio: San José de Monjas Subsector: Cuarta Y Adm. Zonal: Manuela Sáenz  
 Coordenada X: 778054.00 m Coordenada Y: 9973501.00 m  
 Altitud: 2911 m.s.n.m Punto de referencia: Sistema de agua SMOFAS

**2. IDENTIFICACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DEL TALUD O LADERA**

Sector: Sector Cuarta Y Talud artificial:  Ladera natural:   
 Coordenada X: 778781.15 m Coordenada Y: 9974369.518 m  
 Característica del talud: Vegetación:  Cargas:  Tuberías:  Plástico:  Tierra:   
 Drenajes:  Roca:  Otro:   
 Descriptor de característica: Vegetación arbustiva - Cargas de edificaciones - Tuberías de aguas residuales - Plástico de polietileno  
 Medidas de control: SI:  NO:  Tipo de medida: Estructural:  Verdes:  Grises:   
 No estructural:  Per<sup>1</sup>:  Mon:  Ope:   
 Descriptor de la medida: Instalación de polietileno para que el agua no filtre en el talud y se sature el suelo

**3. LEVANTAMIENTO DE DATOS DE GEOMETRÍA DEL TALUD**

Longitud (X): 9.00 m Altitud (Z): 8.00 m

**4. OBSERVACIONES GENERALES DEL TALUD O LADERA**

En la cabecera del talud existe una edificación de una planta que provoca cierta carga. Para evitar procesos de ocurrencia de deslizamientos se ha colocado polietileno en una parte del talud.

<sup>1</sup> Per: Permanente - Mon: Monitoreo - Ope: Operación.

		UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO CARRERA DE ADM. PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO	
FICHA TÉCNICA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO ZONIFICACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTOS EN EL BARRIO SAN JOSÉ DE MONJAS		PÁGINA: 2 DE 2 VERSIÓN: 1.0	

**5. IDENTIFICACIÓN DE FACTORES QUE INFLUYEN EN LOS DESLIZAMIENTOS**

**5.1. FACTORES INTRÍNSECOS (CONDICIONANTES)**

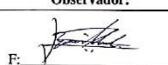
Geología - litología:	Volcano - sedimentos Machangara	Lava		
	Cangagua	Toba, lapilli de pómez, ceniza, toba	<input checked="" type="checkbox"/>	
Geomorfología:	Superficies plana a ligeramente onduladas sobre cangaguas			
	Relieve volcánico montañoso		<input checked="" type="checkbox"/>	
	Superficie intervenida			
	Vertiente de cangagua			
	Garganta			
Pendiente	Coluvio aluvial antiguo			
	Barranco			
	0 - 2%	>12 - 25%	>70 - 100%	<input checked="" type="checkbox"/>
	>2 - 5%	>25 - 40%	>100 - 150%	
	>5 - 12%	>40 - 70%	>150 - 200%	
Cobertura vegetal - uso de suelo	Arbustal montano andes del norte	Eucalipto joven y regeneración		
	Arbustal secos interandinos	Pasto cultivado		
	Cultivos de ciclo corto	Pasto natural		
	Edificaciones	<input checked="" type="checkbox"/> Pinos y ciprés		
	Eucalipto adulto	Reservorios		

**5.2. FACTORES DE DISPARO (DESENCADENANTES)**

Intensidad de precipitaciones:	1000 - 1250 mm	<input checked="" type="checkbox"/>	Intensidad sísmica:	I - III	
	1250 - 1500 mm			VI - VII	<input checked="" type="checkbox"/>
				≥ VIII	

**6. OBSERVACIONES**

**7. FIRMAS DE RESPONSABILIDAD**

Observador:	Validado por:
F: 	F: 

Ladera 1

 UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO CARRERA DE ADM. PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO			
FICHA TÉCNICA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO		PÁGINA:	1 DE 2
ZONIFICACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTOS EN EL BARRIO SAN JOSÉ DE MONJAS		VERSIÓN:	1.0

**FICHA TÉCNICA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO**  
**OBJETIVO:** Recolectar datos de factores que influyen en la ocurrencia de deslizamientos en el Barrio San José de Monjas, para la zonificación de susceptibilidad.

**DATOS DE LA OBSERVACIÓN DE CAMPO**  
**Observador:** Dayron Urbina    **Código:** 53m-UNT-100    **Fecha:** 18-01-23    **Hora:** 11:00

**1. DATOS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO**

Provincia:	<u>Pichincha</u>	Cantón:	<u>Quito</u>	Parroquia:	<u>Puengasi</u>
Barrio:	<u>San José de Monjas</u>	Subsector:	<u>Valparaíso</u>	Adm. Zonal:	<u>Manuela Sáenz</u>
Coordenada X:	<u>778054.00</u>	m	Coordenada Y:	<u>9973501.00</u>	m
Altitud:	<u>2874</u>	m.s.n.m	Punto de referencia:	<u>Sistema de agua EMARS</u>	

**2. IDENTIFICACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DEL TALUD O LADERA**

Sector:	<u>Barrio Valparaíso</u>		Talud artificial:	<input type="checkbox"/>	Ladera natural:	<input checked="" type="checkbox"/>
Coordenada X:	<u>779074.589</u>	m	Coordenada Y:	<u>9974613.443</u>	m	
Característica del talud:	Vegetación:	<input checked="" type="checkbox"/>	Cargas:	<input checked="" type="checkbox"/>	Tuberías:	<input type="checkbox"/>
	Drenajes:	<input type="checkbox"/>	Roca:	<input type="checkbox"/>	Plástico:	<input type="checkbox"/>
Descriptor de característica:	<u>Cobertura vegetal tipo pasto de riñuyo y cargas de edificaciones en la cuesta de la ladera</u>					
Medidas de control:	SI:	<input type="checkbox"/>	Tipo de medida:	Estructural:	Verdes:	Grises:
	NO:	<input checked="" type="checkbox"/>	No estructural:	Per <sup>1</sup> :	Mon:	Ope:
Descriptor de la medida:						

**3. LEVANTAMIENTO DE DATOS DE GEOMETRÍA DEL TALUD**

Longitud (X):	<u>49.31</u>	m	Altitud (Z):	<u>23.40</u>	m
---------------	--------------	---	--------------	--------------	---

**4. OBSERVACIONES GENERALES DEL TALUD O LADERA**  
Ladera localizada en la calle S-21 José Aullano Petilla, en cuyo cuerpo se observa cobertura vegetal tipo pasto (riñuyo), árboles frutales y en la cima se encuentra cargas de edificaciones de 2 a 3 pisos.

<sup>1</sup> Per: Permanente – Mon: Monitoreo – Ope: Operación.

 UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO CARRERA DE ADM. PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO			
FICHA TÉCNICA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO		PÁGINA:	2 DE 2
ZONIFICACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTOS EN EL BARRIO SAN JOSÉ DE MONJAS		VERSIÓN:	1.0

**5. IDENTIFICACIÓN DE FACTORES QUE INFLUYEN EN LOS DESLIZAMIENTOS**  
**5.1. FACTORES INTRÍNSECOS (CONDICIONANTES)**

Geología – litología:	Volcano – sedimentos Machangara	Lava	
	Cangagua	Toba, lapilli de pómez, ceniza, toba	<input checked="" type="checkbox"/>
Geomorfología:	Superficies plana a ligeramente onduladas sobre cangaguas		
	Relieve volcánico montañoso		<input checked="" type="checkbox"/>
	Superficie intervenida		
	Vertiente de cangagua		
	Garganta		
Pendiente	0 – 2%	>12 – 25%	>70 – 100%
	>2 – 5%	>25 – 40%	>100 – 150%
	>5 – 12%	>40 – 70%	>150 – 200%
Cobertura vegetal – uso de suelo	Arbustal montano andes del norte	Eucalipto joven y regeneración	
	Arbustal secos interandinos	Pasto cultivado	<input checked="" type="checkbox"/>
	Cultivos de ciclo corto	Pasto natural	<input checked="" type="checkbox"/>
	Edificaciones	Pinos y ciprés	
	Eucalipto adulto	Reservorios	

**5.2. FACTORES DE DISPARO (DESENCADENANTES)**

Intensidad de precipitaciones:	1000 – 1250 mm	<input checked="" type="checkbox"/>	Intensidad sísmica:	I – III	
	1250 – 1500 mm			VI – VII	<input checked="" type="checkbox"/>
				≥ VIII	

**6. OBSERVACIONES**  
Por la presencia de cobertura vegetal de riñuyo alto y al no conocer de forma adecuada el terreno, no es posible levantar correctamente las medidas de longitud de la ladera.

**7. FIRMAS DE RESPONSABILIDAD**

Observador:	Validado por:
F: 	F: 



Ladra 3

 UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO CARRERA DE ADM. PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO	
FICHA TÉCNICA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO	PÁGINA: 1 DE 2
ZONIFICACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTOS EN EL BARRIO SAN JOSÉ DE MONJAS	VERSIÓN: 1.0

**FICHA TÉCNICA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO**  
**OBJETIVO:** Recolectar datos de factores que influyen en la ocurrencia de deslizamientos en el Barrio San José de Monjas, para la zonificación de susceptibilidad.

**DATOS DE LA OBSERVACIÓN DE CAMPO**  
**Observador:** Byron Valencia **Código:** ESM-AM-124 **Fecha:** 28-01-23 **Hora:** 15:50

**1. DATOS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO**  
**Provincia:** Pichincha **Cantón:** Quito **Parroquia:** Rungasí  
**Barrio:** San José de Monjas **Subsector:** Alameda de Monjas **Adm. Zonal:** Inapudá Sáenz  
**Coordenada X:** 778054.02 m **Coordenada Y:** 997361.00 m  
**Altitud:** 9850 m.s.n.m **Punto de referencia:** Sistema de agua ESMERS

**2. IDENTIFICACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DEL TALUD O LADERA**  
**Sector:** Barrio Alameda de Monjas **Talud artificial:**  **Ladera natural:**   
**Coordenada X:** 779973.989 m **Coordenada Y:** 9974715.303 m  
**Característica del talud:** Vegetación:  Cargas:  Tuberías:  Plástico:  Tierra:   
**Descriptor de característica:** Vegetación arbustiva, matorrales, diques - tuberías de drenaje, Drenajes de agua lluvia y cargas de edificaciones  
**Medidas de control:** SI:  NO:  Tipo de medida: Estructural:  No estructural:  Verdes:  Per<sup>1</sup>:  Grises:  Mon:  Ope:   
**Descriptor de la medida:** Colocación de polietileno para evitar filtración de agua

**3. LEVANTAMIENTO DE DATOS DE GEOMETRÍA DEL TALUD**  
**Longitud (X):** 80.75 m **Altitud (Z):** 50.50 m

**4. OBSERVACIONES GENERALES DEL TALUD O LADERA**  
 Ladera natural situada al costado derecho de la línea férrea, en la que se puede observar agrietamientos por la filtración de agua y saturación del terreno.

<sup>1</sup> Per: Permanente – Mon: Monitoreo – Ope: Operación.

 UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO CARRERA DE ADM. PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO	
FICHA TÉCNICA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO	PÁGINA: 2 DE 2
ZONIFICACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTOS EN EL BARRIO SAN JOSÉ DE MONJAS	VERSIÓN: 1.0

**5. IDENTIFICACIÓN DE FACTORES QUE INFLUYEN EN LOS DESLIZAMIENTOS**  
**5.1. FACTORES INTRÍNECOS (CONDICIONANTES)**

<b>Geología – litología:</b>	Volcano – sedimentos Machangara	Lava	
	Cangagua	Toba, lapilli de pómez, ceniza, toba	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Geomorfología:</b>	Superficies plana a ligeramente onduladas sobre cangaguas		
	Relieve volcánico montañoso		<input checked="" type="checkbox"/>
	Superficie intervenida		
	Vertiente de cangagua		
	Garganta		
<b>Pendiente</b>	0 – 2%	>12 – 25%	>70 – 100%
	>2 – 5%	>25 – 40%	>100 – 150%
	>5 – 12%	>40 – 70%	>150 – 200%
<b>Cobertura vegetal – uso de suelo</b>	Arbustal montano andes del norte	Eucalipto joven y regeneración	
	Arbustal secos interandinos	Pasto cultivado	
	Cultivos de ciclo corto	Pasto natural	<input checked="" type="checkbox"/>
	Edificaciones	Pinos y ciprés	
	Eucalipto adulto	Reservorios	

**5.2. FACTORES DE DISPARO (DESENCADENANTES)**

<b>Intensidad de precipitaciones:</b>	1000 – 1250 mm	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>Intensidad sísmica:</b>	I - III	
	1250 – 1500 mm			VI – VII	<input checked="" type="checkbox"/>
				≥ VIII	

**6. OBSERVACIONES**  
 Dada las dimensiones de la ladera, no es posible recolectar las medidas de la geometría por la inaccesibilidad al sitio y la pendiente muy prolongada.

**7. FIRMAS DE RESPONSABILIDAD**

<b>Observador:</b>	<b>Validado por:</b>
F: 	F: 

Ladera 4

 UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO CARRERA DE ADM. PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO		
FICHA TÉCNICA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO	PÁGINA:	1 DE 2
ZONIFICACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTOS EN EL BARRIO SAN JOSÉ DE MONJAS	VERSIÓN:	1.0

**FICHA TÉCNICA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO**

**OBJETIVO:** Recolectar datos de factores que influyen en la ocurrencia de deslizamientos en el Barrio San José de Monjas, para la zonificación de susceptibilidad.

**DATOS DE LA OBSERVACIÓN DE CAMPO**

Observador: Rydon Velasco Código: 55M-MON-LAD Fecha: 29.01.23 Hora: 12:40

**1. DATOS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO**

Provincia: Piedraza Cantón: Quito Parroquia: Monjas  
 Barrio: San José de Monjas Subsector: Monjas Bajo Adm. Zonal: Manuela Sáenz  
 Coordenada X: 778054.00 m Coordenada Y: 9973501.00 m  
 Altitud: 2875 m.s.n.m Punto de referencia: Sistema de agua siempre

**2. IDENTIFICACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DEL TALUD O LADERA**

Sector: Barrio Monjas Bajo Talud artificial:  Ladera natural:   
 Coordenada X: 778597.826 m Coordenada Y: 9974969.967 m  
 Característica del talud: Vegetación:  Cargas:  Tuberías:  Plástico:  Tierra:   
 Drenajes:  Roca:  Otro:   
 Descriptor de característica: Cargas de edificaciones - vegetación arbustiva - tuberías de desagüe - drenajes de agua lluvia.  
 Medidas de control: SI:  NO:  Tipo de medida: Estructural:  No estructural:  Verdes:  Per<sup>1</sup>:  Mon:  Grises:  Ope:   
 Descriptor de la medida:

**3. LEVANTAMIENTO DE DATOS DE GEOMETRÍA DEL TALUD**

Longitud (X): 45.00 m Altitud (Z): 39.00 m

**4. OBSERVACIONES GENERALES DEL TALUD O LADERA**

Ladera natural en cuya cabecera existe cargas de edificaciones de 1 a 4 pisos, en el campo se observa presencia de variada vegetación.

<sup>1</sup> Per: Permanente – Mon: Monitoreo – Ope: Operación.

 UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO CARRERA DE ADM. PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO		
FICHA TÉCNICA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO	PÁGINA:	2 DE 2
ZONIFICACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTOS EN EL BARRIO SAN JOSÉ DE MONJAS	VERSIÓN:	1.0

**5. IDENTIFICACIÓN DE FACTORES QUE INFLUYEN EN LOS DESLIZAMIENTOS**

**5.1. FACTORES INTRÍNECOS (CONDICIONANTES)**

Geología – litología:	Volcano – sedimentos Machangara	Lava		
	Cangagua	Toba, lapilli de pómez, ceniza, toba	<input checked="" type="checkbox"/>	
Geomorfología:	Superficies plana a ligeramente onduladas sobre cangaguas			
	Relieve volcánico montañoso		<input checked="" type="checkbox"/>	
	Superficie intervenida			
	Vertiente de cangagua			
	Garganta			
Pendiente	Coluvio aluvial antiguo			
	Barranco			
	0 – 2%	>12 – 25%	>70 – 100%	<input checked="" type="checkbox"/>
	>2 – 5%	>25 – 40%	>100 – 150%	
>5 – 12%	>40 – 70%	>150 – 200%		
Cobertura vegetal – uso de suelo	Arbustal montano andes del norte	Eucalipto joven y regeneración		
	Arbustal secos interandinos	Pasto cultivado		
	Cultivos de ciclo corto	Pasto natural	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Edificaciones	Pinos y ciprés		
	Eucalipto adulto	Reservorios		

**5.2. FACTORES DE DISPARO (DESENCADENANTES)**

Intensidad de precipitaciones:	1000 – 1250 mm	<input checked="" type="checkbox"/>	Intensidad sísmica:	I - III	
	1250 – 1500 mm			VI – VII	<input checked="" type="checkbox"/>
				≥ VIII	

**6. OBSERVACIONES**

**7. FIRMAS DE RESPONSABILIDAD**

Observador:	Validado por:
F: 	F: 

## 7.4. Anexo N°. 4. Análisis de Textura del Suelo de Taludes y Laderas

 <b>DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b> Lagunaco II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.		Código	FPG12-01
			Versión	1
			Año	2023
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>		Página	Página 1 de 2

INFORME N° 015-2023

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
Solicitante	Byron Santiago Urbina Aguilar
Muestra	Suelo del Barrio San José de Monjas
Código asignado UEB	INV-034-INV-035 INV-036- INV-037- INV-038- INV-039- INV-040- INV-041- INV-042
Estado de la muestra	Sólido
Envase de recepción	Funda ziploc
Análisis requerido(s)	Textura
Fecha de recepción	30/01/2023
Fecha de análisis	30-31/ 01/ 2023 – 06-07-08 /02/2023
Fecha de informe	13/02/2023
Técnico (s) asignado	MIPV

## RESULTADOS OBTENIDOS

Código	Identidad de la muestra	Parámetro	Método de análisis	Porcentaje de:		Tipo de suelo
				Arena	Limo	
INV 034	Suelo Valparaiso Talud 1	Textura	Método de los Bouyoucos	Arena	80	Franco arenoso
				Limo	7	
				Arcilla	13	
INV 035	Suelo del Barrio San Luis de Monjas -Talud 2	Textura	Método de los Bouyoucos	Arena	77	Franco arenoso
				Limo	11	
				Arcilla	12	
INV 036	Suelo Barrio Vista Alegre- Talud 3	Textura	Método de los Bouyoucos	Arena	82	Arenoso franco
				Limo	9	
				Arcilla	9	
INV 037	Suelo Barrio Alborada de Monjas- Talud 5	Textura	Método de los Bouyoucos	Arena	83	Arenoso franco
				Limo	6	
				Arcilla	11	
INV 038	Suelo Ladera San José de Monjas - Rieles del Tren- Talud 6	Textura	Método de los Bouyoucos	Arena	80	Franco arenoso
				Limo	11	
				Arcilla	9	
INV 039	Ladera San José de Monjas -	Textura	Método de los Bouyoucos	Arena	86	Arenoso franco
				Limo	4	

 <b>DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b> Lagunaco II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.		Código	FPG12-01
			Versión	1
			Año	2023
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>		Página	Página 2 de 2

Código	Identidad de la muestra	Parámetro	Método de análisis	Porcentaje de:	Tipo de suelo	
INV 040	Suelo Barrio Carlos Polit Talud 8	Textura	Método de los Bouyoucos	Arcilla	10	Arenoso franco
				Arena	79	
				Limo	10	
INV 041	Suelo Comité San José de Monjas - intermedio- Talud 9	Textura	Método de los Bouyoucos	Arcilla	11	Arenoso
				Arena	94	
				Limo	1	
INV 042	Suelo Ladera San José de Monjas Bajo - Talud 10	Textura	Método de los Bouyoucos	Arcilla	5	Franco arenoso
				Arena	78	
				Limo	9	
				Arcilla	13	



Ing. Marcelo Vilcacundo  
Director DIVUEB

## 7.5. Anexo N°. 5. Análisis de Densidad Real en Suelo Seco de Taludes y Laderas

 <b>DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b> Lagunaco II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.		Código	FPG12-01
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>		Versión	1
			Año	2023
			Página	Página 1 de 3

INFORME N° 014-2023

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA						
Solicitante	Byron Santiago Urbina Aguilar					
Muestra	Suelo del Barrio San José de Monjas					
Código asignado UEB	INV-034-INV-035 INV-036- INV-037- INV-038- INV-039- INV-040- INV-041- INV-042					
Estado de la muestra	Sólido					
Envase de recepción	Funda ziploc					
Análisis requerido(s)	Determinación densidad real					
Fecha de recepción	30/01/2023					
Fecha de análisis	30-31/ 01/ 2023 – 06-07-08 /02/2023					
Fecha de informe	13/02/2023					
Técnico (s) asignado	MIPV					
RESULTADOS OBTENIDOS						
Código	Identidad de la muestra	Parámetro	Unidad	Método de análisis	Resultado	Promedio
INV 034	Suelo Valparaiso Talud 1- R1	Densidad Real en suelo seco	g/cm <sup>3</sup>	Método del picnómetro	2.4128	2.3180
	Suelo Valparaiso Talud 1- R2				2.2578	
	Suelo Valparaiso Talud 1- R3				2.2835	
INV 035	Suelo del Barrio San Luis de Monjas -Talud 2- R1	Densidad Real en suelo seco	g/cm <sup>3</sup>	Método del picnómetro	2.3554	2.2709
	Suelo del Barrio San Luis de Monjas -Talud 2- R2				2.1419	
	Suelo del Barrio San Luis de Monjas -Talud 2- R3				2.3154	
INV 036	Suelo Barrio Vista Alegre- Talud 3- R1	Densidad Real en suelo seco	g/cm <sup>3</sup>	Método del picnómetro	2.7128	2.7822
	Suelo Barrio Vista Alegre- Talud 3- R2				2.7738	
	Suelo Barrio Vista Alegre- Talud 3- R3				2.8598	
INV 037	Suelo Barrio Alborada de Monjas- Talud 5- R1	Densidad Real en	g/cm <sup>3</sup>	Método del picnómetro	2.7130	2.7193

 <b>DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b> Lagunaco II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.		Código	FPG12-01
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>		Versión	1
			Año	2023
			Página	Página 2 de 3

	Suelo Barrio Alborada de Monjas- Talud 5- R2	suelo seco				2.8988
	Suelo Barrio Alborada de Monjas- Talud 5- R3					2.5460
INV 038	Suelo Ladera San José de Monjas - Rieles del Tren- Talud 6-R1	suelo seco				2.2156
	Suelo Ladera San José de Monjas - Rieles del Tren- Talud 6-R2					2.2898
	Suelo Ladera San José de Monjas - Rieles del Tren- Talud 6-R3					2.3070
INV 039	Ladera San José de Monjas - Alborada Monjas- Talud 7-R1	suelo seco				2.3470
	Ladera San José de Monjas - Alborada Monjas- Talud 7-R2					2.3555
	Ladera San José de Monjas - Alborada Monjas- Talud 7-R3					2.2639
INV 040	Suelo Barrio Carlos Polit Talud 8-R1	Densidad Real en suelo seco	g/cm <sup>3</sup>	Método del picnómetro		1.6352
	Suelo Barrio Carlos Polit Talud 8-R2					1.5981
	Suelo Barrio Carlos Polit Talud 8-R3					1.5552
INV 041	Suelo Comité San José de Monjas - intermedio- Talud 9- R1	Densidad Real en suelo seco	g/cm <sup>3</sup>	Método del picnómetro		1.6968
	Suelo Comité San José de Monjas - intermedio- Talud 9- R2					1.4836

 <b>DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b> <small>Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador</small>	<b>Código</b>	FPG12-01
		<b>Versión</b>	1
<b>INFORME DE RESULTADOS</b>		<b>Año</b>	2023
		<b>Página</b>	Página 3 de 3

	Suelo Comité San José de Monjas - intermedio- Talud 9-R3				1.5055	
INV 042	Suelo Ladera San José de Monjas Bajo - Talud 10-R1				1.6611	1.6220
	Suelo Ladera San José de Monjas Bajo - Talud 10-R2				1.6737	
	Suelo Ladera San José de Monjas Bajo - Talud 10-R3				1.5311	



Ing. Marcelo Vilacundo  
**Director DIVIUEB**





### 7.7. Anexo N°. 7. Informes y Notas de Empresa Utilizadas Para Sustentar el Problema.

MUNICIPIO DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO  
ADMINISTRACIÓN MUNICIPAL ZONAL CENTRO  
Unidad de Seguridad y Convivencia Ciudadana



Informe No. 04 IP-UIICC-AMZ-29.03.2020 Fecha de Inspección: (Día) Martes 29 de Marzo del 2022

**INFORME ATENCIÓN DE EMERGENCIA – SAN JOSE DE MONJAS – PARROQUIA PUENGASI**  
**Informe Preliminar**

#### 1. Datos Generales

Fecha del evento: Martes 29 de Marzo del 2022		Fecha de Inspección: Martes 29 de Marzo del 2022	
Inspección:	Inicial <input checked="" type="checkbox"/> Seguimiento <input type="checkbox"/> Cierre <input checked="" type="checkbox"/>	Hora inicial: 19:00	Hora final: 23:00
Administración Zonal:	Mamuela Sacre	Parroquia:	Puengasi
Barrio / Sector:	San José de Monjas Dirección Calle Diego Montanero y pasaje Juan Perdomo		
Referencia:	San José de Monjas		
Solicitado por:	ECU-911 - Sala Situacional		
Tipo de Evento:	Deslizamiento de Talud		
Coordenadas Geográficas:	Latitud: 07°32' 12" S Longitud: 78°24' 26" O	Coordenadas UTM:	Zona: 17 M Coordenada Este: 778952.2 m E Coordenada Norte: 907468.0 m S

**CRONOLOGIA DE UBICACIÓN**



#### 2. DESCRIPCIÓN DE LA EMERGENCIA

NÚMERO DE DIRECTIVA DEL BARRIO: Abg. Oscar Guzmán

#### 2.1 DIRECTIVA DEL BARRIO:

Nº	NOMBRE DE LA DIRECTIVA DEL BARRIO	SEXO	EDAD	CEDULA	PRESIDENTE DEL BARRIO	TALLAS PRENDAS DE VESTIR	CALLAZO	NÚMERO TELEFÓNICO DE CONTACTO
1	Abg. Oscar Guzmán	M	37	171755864-5	Presidente del barrio	X	X	0984134852

Página 1 de 4 LA AO

MUNICIPIO DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO  
ADMINISTRACIÓN MUNICIPAL ZONAL CENTRO  
Unidad de Seguridad y Convivencia Ciudadana



Informe No. 04 IP-UIICC-AMZ-29.03.2020 Fecha de Inspección: (Día) Martes 29 de Marzo del 2022

#### 2.2 Daños a la vida y a la salud

	Afectados		Albergados		Danificados		Heridos	Fallecido(s)	Requeridos
	M	H	M	H	M	H			
Nº Familias	X		X		X	X			X
Nº Personas	X	X	X	X	X	X	X	X	X

#### 3. DAÑOS MATERIALES

#### 3.1 BIENES INMUEBLES

#### 3.1.1 TIPO DE CONSTRUCCIÓN

Metálica  Hormigón Armado  Adobe  Madera  Mixta  Otros

Dependencia	ESTRUCTURA	COBERTURA	FRONTO	PUERTAS	VENTANAS	OTROS	AFECTACIÓN
Estructuras	MAMPUESTERA						1. POLVOS
	CUBIERTA						2. GRIETAS
	FRONTO						3. DEFORMACION
	ENTREROS						4. DESPLAZAMIENTO
	COLUMNAS						5. CAÍDA A DIFERENTE NIVEL
	VENTANAS						6. INCENDIADO
							7. DEFORMADO
							8. DESTROZADO

#### DAÑOS QUE SE EVIDENCIAN

#### 3.2 BIENES MUEBLES AFECTADOS

Bienes Muebles Perdidos (Anexar Documentos Fotográficos)

#### 4. REQUERIMIENTO DE ASISTENCIA HUMANITARIA

Familia No.1	VESTIMENTA	CALLAZO	FRASADAS	ALIMENTOS PREPARADOS	PERCIBIBLES	KIT DE HIGIENE	REPOSICION DE MENSAJE
	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

#### 5. INSTRUCCIONES DE PARTICIPANTES:

Institución	No. Participantes	Recursos Materiales	Observaciones
COE-M EPMMOPS	6	Una retro Excavadora Una mini cargadora Dos Volquetras Una Cuadrilla	Con maquinaria de las instituciones Municipales, se procedió con el Desalojo de escombros de la Vía, y con las cuadrillas se realizó el desalojo de escombros de las escalinatas.
Policia Nacional AZC - MS	0		Evaluación de las Personas, evaluación estructural de las viviendas, evaluación de las pérdidas de Enseres,

Página 2 de 4 LA AO

MUNICIPIO DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO  
ADMINISTRACIÓN MUNICIPAL ZONAL CENTRO  
Unidad de Seguridad y Convivencia Ciudadana



Informe No. 04 IP-UIICC-AMZ-29.03.2020 Fecha de Inspección: (Día) Martes 29 de Marzo del 2022

coordinación de la activación de los equipos de maquinarias por medio de EP-EMSEGURIDAD

#### 4. Acciones realizadas:

Evaluación del evento, se pudo observar el grado de afectación que inhabilita la calle Diego Montanero y el pasaje Juan Perdomo. Las causas del deslizamiento se deben por la saturación del uso de suelo. Se identificó en la parte alta de la zona, tuberías de desague ciudadanas con asentamiento humano.

#### 7. Recomendaciones:

Se solicita el apoyo de la EPMMOP, con maquinarias y cuadrilla, para el desalojo de escombros y material de desechos de la calle Diego Montanero y Pasaje Juan Perdomo, Barrio San José de Monjas, adicional se recomienda a los moradores del sector estar en alerta en algún evento adicional comunicar al ECU-911.

#### 8. Acciones a Seguir:

Se activan las alarmas del Barrio y dando aviso a la EPMMOP, en la cual acudió los Operativos (anata del COE-M, y la Dirección de Gestión de Riesgo de la Secretaría de Seguridad y Gobernabilidad, conjuntamente con las instituciones correspondiente se realizó una evaluación del área afectada de las viviendas que se encuentran al norte superior de los taludes, dando se tomó contacto con los propietarios de las viviendas y se procedió con las respectivas recomendaciones sobre los trabajos de mitigación a realizar como propiedades privadas, una vez realizados los trabajos con maquinarias de la EPMMOP y COE-M, se hizo la limpieza y habilitación de la vía y escalinata, aproximadamente hacia las 04:00 de la madrugada, donde se logró hacer un desalojo de 90 m<sup>3</sup> de material, para que pueda ser habilitado la vía y escalinata con el fin de que la población pueda ser uso de sus ingresos con normalidad, para el día del presente 30 de marzo, donde se realizaron trabajos para poder hacer la limpieza de la vereda y escalinata con trabajo manual por parte de los trabajadores de las empresas públicas.

#### 9. SOPORTES Y ANEXOS



Página 3 de 4 LA AO

MUNICIPIO DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO  
ADMINISTRACIÓN MUNICIPAL ZONAL CENTRO  
Unidad de Seguridad y Convivencia Ciudadana



Informe No. 04 IP-UIICC-AMZ-29.03.2020 Fecha de Inspección: (Día) Martes 29 de Marzo del 2022



Anexo 1. Respaldo Fotográfico

#### 10. FIRMAS DE RESPONSABILIDAD

NOMBRE	CARGO	RESPONSABILIDAD	FECHA	FIRMA
Leonidas Alava	Técnico de Riesgo Unidad de Seguridad y Convivencia Ciudadana	Atención de emergencia y elaboración del Informe	29-03-22	
Leonidas Alava	Responsable Unidad de Seguridad y Convivencia Ciudadana	Revisión y aprobación:	30-03-22	

Página 4 de 4 LA AO

<b>Comunicados de prensa:</b>	Bravo, D. (2 de Abril de 2021). <i>En el barrio San José de Monjas Bajo aprendieron a vivir con el riesgo [Comunicado de prensa]</i> . <a href="https://www.elcomercio.com/actualidad/quito/barrio-monjas-riesgo-deslizamientos-quito.html">https://www.elcomercio.com/actualidad/quito/barrio-monjas-riesgo-deslizamientos-quito.html</a>
	Mantilla, I. (30 de Marzo de 2022). <i>Las lluvias provocaron deslizamientos de tierra en varios puntos de Quito [Comunicado de prensa]</i> . <a href="https://www.elcomercio.com/actualidad/quito/lluvias-provocaron-deslizamientos-tierra-quito.html">https://www.elcomercio.com/actualidad/quito/lluvias-provocaron-deslizamientos-tierra-quito.html</a>

### 7.8. Anexo N°. 8. Presupuesto Administrativo del Proyecto de Investigación

<b>Presupuesto del proyecto de investigación</b>			
<b>Ítem</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Valor total</b>
Impresiones de fichas técnicas de observación.	15	0,10	1,50
Etiquetas para identificar muestra de suelo.	15	0,10	1,50
Tablero apoya manos.	1	3,00	3,00
Esferográficos marca ( <i>Bic</i> ).	2	0,50	1,00
Libreta de apuntes ( <i>escribe</i> ).	2	0,75	1,50
Fundas herméticas (HOME CLUB BY <i>Tía</i> ) para muestras de suelo.	1 paquete	1,00	1,00
Barrena hueca (metal inoxidable) elaboración artesanal.	1	15,00	15,00
Cinta scotch transparente, marca ( <i>Bic</i> ).	1 rollo	0,60	0,60
Cinta métrica de 50 m, marca ( <i>giant</i> ).	1	14,50	14,50
Paños de limpieza absorbentes reutilizable ( <i>Elite</i> ).	1 rollo	3,30	3,30
Gastos de transporte para observación <i>in situ</i> .	1 persona	7,00	14,00
Viáticos por observación <i>in situ</i> .	1 persona	35,00	35,00
Gastos por análisis de suelo.	2 análisis	0,00	0,00
Gastos transporte para análisis de suelo. (5 días)	1 persona	0,60	3,00
Computadora.	1	750,00	750,00
Memoria USB.	1	20,00	20,00
<b>Total</b>		<b>\$ 851,45</b>	<b>\$ 864,90</b>

7.9. Anexo N°. 9. Cronograma de Actividades del Proyecto de Investigación

