



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

MODELACIÓN DE LA RUTA DE UN DESLIZAMIENTO ACTIVO MEDIANTE GPS Y
ANÁLISIS DE RIESGO GEOTÉCNICO, EN EL SECTOR ROSAS DEL CANTÓN NABÓN

Trabajo de titulación previo a la obtención del
título de Ingeniero Civil

AUTORES: FREDDY LEONARDO AGUILAR MONTESDEOCA
FERNANDO JAVIER BUSTAMANTE ROBLES
TUTOR: ING. CRISTIAN DANILO BUSTOS CABRERA, MSc.

Cuenca - Ecuador
2025

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Freddy Leonardo Aguilar Montesdeoca con documento de identificación N° 0104791058 y Fernando Javier Bustamante Robles con documento de identificación N° 1105498933; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 4 de agosto del 2025

Atentamente,



Freddy Leonardo Aguilar Montesdeoca

0104791058



Fernando Javier Bustamante Robles

1105498933

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Nosotros, Freddy Leonardo Aguilar Montesdeoca con documento de identificación N° 0104791058 y Fernando Javier Bustamante Robles con documento de identificación N° 1105498933, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto de investigación: “Modelación de la ruta de un deslizamiento activo mediante GPS y análisis de riesgo geotécnico, en el sector Rosas del Cantón Nabón”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Civil, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 4 de agosto del 2025

Atentamente,

Freddy Leonardo Aguilar Montesdeoca

0104791058

Fernando Javier Bustamante Robles

1105498933

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Cristian Danilo Bustos Cabrera con documento de identificación N° 0301288262, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el proyecto de investigación: MODELACIÓN DE LA RUTA DE UN DESLIZAMIENTO ACTIVO MEDIANTE GPS Y ANÁLISIS DE RIESGO GEOTÉCNICO, EN EL SECTOR ROSAS DEL CANTÓN NABÓN, realizado por Freddy Leonardo Aguilar Montesdeoca con documento de identificación N° 0104791058 y por Fernando Javier Bustamante Robles con documento de identificación N° 1105498933, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto de investigación que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 4 de agosto del 2025

Atentamente,



Ing. Cristian Danilo Bustos Cabrera

0301288262

Dedicatorias

Dedico este trabajo a mis padres, por su amor incondicional, su ejemplo de integridad y su incansable dedicación, pilares fundamentales en cada etapa de mi vida. A toda mi familia, hermanos, abuelitas y tías, por su apoyo constante, sus palabras de aliento y su presencia silenciosa pero siempre firme en este camino. A Belén, por ser mi compañera incondicional, por su paciencia, comprensión y por creer en mí incluso en los momentos más inciertos. Y a mí mismo, por no rendirme, por aprender de cada obstáculo y por avanzar con la convicción de que todo esfuerzo tiene su recompensa.

Fernando Javier Bustamante Robles

Dedico este trabajo y todo mi trayecto universitario a mis padres Delia Teresa y Nicolas Alipio. A mi padre espiritual el Papa Francisco (+) y también a todo quien ha sido motivación y fuente de inspiración permanente, a todo quien estuvo en las buenas y en las malas, gracias.

Freddy Leonardo Aguilar Montesdeoca

Agradecimientos

Agradezco a Dios por darme la fortaleza y la sabiduría necesarias para continuar, incluso cuando el camino se tornó difícil. A mis padres, por su amor incondicional, su apoyo constante y por ser el motor que me impulsó a no rendirme. A mi familia, en especial a mis hermanos, abuelitas y tías, por su cariño, sus palabras de aliento y su presencia en cada paso de este proceso. A Belén, por estar a mi lado en los momentos de mayor incertidumbre, por su fe en mí, su compañía inquebrantable y su amor que me sostuvo cuando más lo necesitaba. A mis amigos, por las risas, el apoyo y la compañía que hicieron de este camino algo más llevadero. A todos, gracias por formar parte de este logro.

Fernando Javier Bustamante Robles

Agradezco a Dios como el pilar principal de todo, a mis padres, a toda mi familia y amigos por su amor, comprensión y motivación.

Freddy Leonardo Aguilar Montesdeoca

Resumen

El sector “Rosas” ubicado en Nabón, en el sur de la provincia del Azuay constituye uno de los sitios más vulnerables frente a procesos de deslizamientos de masas dentro de la zona sur del Ecuador. Los aspectos y características topográficas, climatológicas, geológicas y sumado a la geomorfología característica de la zona, dan en conjunto un escenario bastante desfavorable en materia de estabilidad de suelos. Si bien es cierto las mayores catástrofes de inestabilidad se las ha evidenciado en un punto culmen a partir del año 2021, esto no es un periodo de tiempo en el que las adversas características del terreno en el sector Rosas ha contraído los suelos estables, más bien se puede hablar de que es un problema que se viene acarreado desde hace varios años atrás y con planificaciones carentes de apoyo institucional y gubernamental no se lo ha podido frenar. Ante este panorama existe la necesidad de estudiar, actualizar y complementar estudios previos que se han hecho en dicha zona para enfocar a la mitigación del problema en el área específica del sector Rosas en el cual nos enmarcamos en catorce puntos específicos estudiados, y con la ayuda de instrumentación topográfica de alta precisión y softwares de vanguardia, se lo pueda esclarecer, actualizar e interpretar de forma certera el comportamiento y especialmente la velocidad a la cual se está desplazando cada uno de estos puntos. Todo esto en periodo singularmente representativo para poder llegar a resultados que puedan servir para estudios posteriores o incluso una integración de actores que busquen una respuesta actual que dada las características del sector y sumado a los fenómenos naturales actuales, se pueda tener una idea clara del comportamiento del terreno para propender una correcta estrategia de mitigación e impulsar la planificación de cara al mejoramiento de las condiciones territoriales que dados de una forma correcta y oportuna pueden ayudar a recuperar una comunidad devastada y que vive en completa zozobra con respecto a la situación actual pues los daños a nivel infraestructural, territorial e inclusive psicológico de los habitantes son de evidente deterioro.

Abstract

The Rosas sector, located in Nabón, in the south of Azuay province, is one of the most vulnerable sites in southern Ecuador to landslides. The topographic, climatological, and geological characteristics, combined with the area's characteristic geomorphology, create a highly unfavorable scenario in terms of soil stability. While it is true that the greatest instability catastrophes have peaked in 2021, this is not a period in which the adverse terrain characteristics in the Rosas sector have weakened stable soils. Rather, it is a problem that has been ongoing for several years, and with planning lacking institutional and governmental support, it has not been able to stop it. Given this situation, there is a need to study, update, and complement previous studies conducted in the area to focus on mitigating the problem in the specific Rosas sector, where we are located. Fourteen specific points have been studied. With the help of high-precision topographic instrumentation and cutting-edge software, we can accurately clarify, update, and interpret the behavior, especially the speed at which each of these points is moving. All of this takes place during a particularly representative period in order to arrive at results that can be used for subsequent studies or even the integration of stakeholders seeking a current response. Given the characteristics of the sector and the current natural phenomena, we can gain a clear idea of the terrain's behavior in order to promote a proper mitigation strategy and drive planning to improve territorial conditions. If implemented correctly and in a timely manner, this can help recover a devastated community that is living in complete anxiety regarding the current situation, as the infrastructural, territorial, and even psychological damage to its inhabitants is clearly deteriorating.

Contenido

Dedicatorias	5
Resumen	7
I. Título del trabajo de titulación	18
II. Justificación y relevancia	19
III. Antecedentes	20
IV. Objetivos	23
Objetivo general	23
Objetivos específicos	23
V. Marco teórico	9
1. Susceptibilidad	9
2. Deslizamientos Activos	9
3. Estados de actividad de los deslizamientos	11
4. Estructura de los deslizamientos	12
5. Factores que afectan a la estabilidad del terreno	13
6. Causas de los deslizamientos	14
7. Consecuencias de los deslizamientos	15
8. Tipos de Deslizamientos	16
9. Monitoreo GPS para el control de deslizamientos	16
10. Modelamiento Geotécnico	16
11. Riesgos Geotécnicos existentes en un deslizamiento	17
12. Riesgos geotécnicos asociados a deslizamientos	17
13. Relevancia de los análisis geotécnicos en la gestión del riesgo	18
14. Evaluación del riesgo geotécnico	18
15. Teoría de la velocidad de deslizamientos	19
Formula Básica de la velocidad aplica al campo de los desplazamientos	19
16. Clasificación según velocidad de desplazamiento (Cruden, Varnes, 1993)	19
17. Importancia de conocer la velocidad del deslizamiento	20
18. Definición de zonas de evacuación	21
19. Planeación de obras de mitigación	21
20. Alerta temprana ante movimientos activos	22

21.	Monitoreo GPS y su instrumentación y uso en el campo de los deslizamientos	22
VI.	Variables o dimensiones	23
VII.	Hipótesis o supuestos	24
VIII.	Marco metodológico	25
1.	Reconocimiento de campo y diagnostico preliminar del área de estudio.....	25
2.	Compendio de información geológica, hidrológica y climática del Cantón Nabón	30
3.	Trabajo de campo y recolección de información por un periodo representativo de 95 días en 6 fechas diferentes.....	36
4.	Procesamiento de datos, elaboración de las hojas de cálculo con gráficas y modelación del comportamiento con softwares tipo CAD y GIS	38
IX.	Población y muestra	41
1.	Población y viviendas	41
2.	Elementos expuestos en Sector Rosas.....	42
3.	Resumen cuantitativo infraestructural y habitacional del sector Rosas	42
4.	Descripción de los datos producidos.....	43
X.	Presentación de los resultados descriptivos.....	44
XI.	Análisis de los resultados	89
XII.	Interpretación de los resultados.....	94
XIII.	Conclusiones.....	95
XIV.	Referencias bibliográficas	98
XV.	Anexos.....	100

<i>Tabla 1 inversión realizada en la emergencia del barrio Rosas</i>	<i>23</i>
<i>Tabla 2 Estado de estabilidad de los deslizamientos.....</i>	<i>11</i>
<i>Tabla 3 Escala de velocidades en movimientos de ladera</i>	<i>20</i>
<i>Tabla 4 Variables.....</i>	<i>23</i>
<i>Tabla 5 (Cruden, Varnes, 1993) con todas las unidades transformadas a mm/día</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 6 Censo 2001 Nabón</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 7 Resumen cuantitativo infraestructural.....</i>	<i>43</i>
<i>Tabla 8 Resumen de monitoreo clasificado por fecha, coordenadas y desplazamientos totales del punto Ref. 1</i>	<i>44</i>
<i>Tabla 9 Velocidad del desplazamiento horizontal (N, E) y sus componentes del punto Ref. 1</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 10 Velocidad del desplazamiento horizontal (N, E,z) y sus componentes del punto Ref. 1</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 11 Velocidad del desplazamiento vertical(cotas) y sus componentes del punto Ref. 1.....</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 12 Interpretación según la tabla de velocidad de desplazamientos en N,E,z según (Cruden, Varnes, 1993).....</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 13 Resumen de monitoreo clasificado por fecha, coordenadas y desplazamientos totales del punto Ref. 2</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 14 Velocidad del desplazamiento horizontal (N, E) y sus componentes del punto Ref. 2 ...</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 15 Velocidad del desplazamiento horizontal (N, E,z) y sus componentes del punto Ref. 2</i>	<i>48</i>
<i>Tabla 16 Velocidad del desplazamiento vertical(cotas) y sus componentes del punto Ref. 1</i>	<i>49</i>
<i>Tabla 17 Interpretación según la tabla de velocidad de desplazamientos en N,E,z según (Cruden, Varnes, 1993).....</i>	<i>49</i>
<i>Tabla 18 Resumen de monitoreo clasificado por fecha, coordenadas y desplazamientos totales del punto Ref. 3</i>	<i>50</i>
<i>Tabla 19 Velocidad del desplazamiento horizontal (N, E) y sus componentes del punto Ref. 3 ...</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 20 Velocidad del desplazamiento horizontal (N, E,z) y sus componentes del punto Ref. 3</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 21 Velocidad del desplazamiento vertical(cotas) y sus componentes del punto Ref. 3</i>	<i>52</i>
<i>Tabla 22 Interpretación según la tabla de velocidad de desplazamientos en N,E,z según (Cruden, Varnes, 1993).....</i>	<i>52</i>
<i>Tabla 23 Resumen de monitoreo clasificado por fecha, coordenadas y desplazamientos totales del punto Ref. 4</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 24 Velocidad del desplazamiento horizontal (N, E) y sus componentes del punto Ref. 4 ...</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 25 Velocidad del desplazamiento horizontal (N, E,z) y sus componentes del punto Ref. 4</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 26 Velocidad del desplazamiento vertical(cotas) y sus componentes del punto Ref. 4</i>	<i>55</i>
<i>Tabla 27 Interpretación según la tabla de velocidad de desplazamientos en N,E,z según (Cruden, Varnes, 1993).....</i>	<i>55</i>
<i>Tabla 28 Resumen de monitoreo clasificado por fecha, coordenadas y desplazamientos totales del punto Ref. 5</i>	<i>56</i>
<i>Tabla 29 Velocidad del desplazamiento horizontal (N, E) y sus componentes del punto Ref. 5 ...</i>	<i>57</i>
<i>Tabla 30 Velocidad del desplazamiento horizontal (N, E,z) y sus componentes del punto Ref. 5</i>	<i>57</i>
<i>Tabla 31 Velocidad del desplazamiento vertical(cotas) y sus componentes del punto Ref. 5</i>	<i>58</i>
<i>Tabla 32 Interpretación según la tabla de velocidad de desplazamientos en N,E,z según (Cruden, Varnes, 1993).....</i>	<i>58</i>

Tabla 33 Resumen de monitoreo clasificado por fecha, coordenadas y desplazamientos totales del punto Ref. 6	59
Tabla 34 Velocidad del desplazamiento horizontal (N, E) y sus componentes del punto Ref. 6 ...	60
Tabla 35 Velocidad del desplazamiento horizontal (N, E,z) y sus componentes del punto Ref. 6	60
Tabla 36 Velocidad del desplazamiento vertical(cotas) y sus componentes del punto Ref. 5	61
Tabla 37 Interpretación según la tabla de velocidad de desplazamientos en N,E,z según (Cruden, Varnes, 1993).....	61
Tabla 38 Resumen de monitoreo clasificado por fecha, coordenadas y desplazamientos totales del punto Ref. 7	62
Tabla 39 Velocidad del desplazamiento horizontal (N, E) y sus componentes del punto Ref. 7 ...	63
Tabla 40 Velocidad del desplazamiento horizontal (N, E,z) y sus componentes del punto Ref. 7	63
Tabla 41 Velocidad del desplazamiento vertical(cotas) y sus componentes del punto Ref. 7	64
Tabla 42 Interpretación según la tabla de velocidad de desplazamientos en N,E,z según (Cruden, Varnes, 1993).....	64
Tabla 43 Resumen de monitoreo clasificado por fecha, coordenadas y desplazamientos totales del punto Ref. 8	65
Tabla 44 Velocidad del desplazamiento horizontal (N, E) y sus componentes del punto Ref. 8 ...	66
Tabla 45 Velocidad del desplazamiento horizontal (N, E,z) y sus componentes del punto Ref. 8	66
Tabla 46 Velocidad del desplazamiento vertical(cotas) y sus componentes del punto Ref. 8	67
Tabla 47 Interpretación según la tabla de velocidad de desplazamientos en N,E,z según (Cruden, Varnes, 1993).....	67
Tabla 48 Resumen de monitoreo clasificado por fecha, coordenadas y desplazamientos totales del punto Ref. 9	68
Tabla 49 Velocidad del desplazamiento horizontal (N, E) y sus componentes del punto Ref. 9 ...	69
Tabla 50 Velocidad del desplazamiento horizontal (N, E,z) y sus componentes del punto Ref. 9	69
Tabla 51 Velocidad del desplazamiento vertical(cotas) y sus componentes del punto Ref. 9	70
Tabla 52 Interpretación según la tabla de velocidad de desplazamientos en N,E,z según (Cruden, Varnes, 1993).....	70
Tabla 53 Resumen de monitoreo clasificado por fecha, coordenadas y desplazamientos totales del punto Ref. 10	71
Tabla 54 Velocidad del desplazamiento horizontal (N, E) y sus componentes del punto Ref. 10.	72
Tabla 55 Velocidad del desplazamiento horizontal (N, E,z) y sus componentes del punto Ref. 10	72
Tabla 56 Velocidad del desplazamiento vertical(cotas) y sus componentes del punto Ref. 10	73
Tabla 57 Interpretación según la tabla de velocidad de desplazamientos en N,E,z según (Cruden, Varnes, 1993).....	73
Tabla 58 Resumen de monitoreo clasificado por fecha, coordenadas y desplazamientos totales del punto Ref. 11	74
Tabla 59 Velocidad del desplazamiento horizontal (N, E) y sus componentes del punto Ref. 11 .	75
Tabla 60 Velocidad del desplazamiento horizontal (N, E,z) y sus componentes del punto Ref. 11	75
Tabla 61 Velocidad del desplazamiento vertical(cotas) y sus componentes del punto Ref. 11	76

Tabla 62 Interpretación según la tabla de velocidad de desplazamientos en N, E,z según (Cruden, Varnes, 1993).....	76
Tabla 63 Resumen de monitoreo clasificado por fecha, coordenadas y desplazamientos totales del punto Ref. 12	77
Tabla 64 Velocidad del desplazamiento horizontal (N, E) y sus componentes del punto Ref. 12 .	78
Tabla 65 Velocidad del desplazamiento horizontal (N, E,z) y sus componentes del punto Ref. 12	78
Tabla 66 Velocidad del desplazamiento vertical(cotas) y sus componentes del punto Ref. 12	79
Tabla 67 Interpretación según la tabla de velocidad de desplazamientos en N,E,z según (Cruden, Varnes, 1993).....	79
Tabla 68 Resumen de monitoreo clasificado por fecha, coordenadas y desplazamientos totales del punto Ref. 13	80
Tabla 69 Velocidad del desplazamiento horizontal (N, E) y sus componentes del punto Ref. 13 .	81
Tabla 70 Velocidad del desplazamiento horizontal (N, E,z) y sus componentes del punto Ref. 13	81
Tabla 71 Velocidad del desplazamiento vertical(cotas) y sus componentes del punto Ref. 13	82
Tabla 72 Interpretación según la tabla de velocidad de desplazamientos en N,E,z según (Cruden, Varnes, 1993).....	82
Tabla 73 Resumen de monitoreo clasificado por fecha, coordenadas y desplazamientos totales del punto Ref. 14	83
Tabla 74 Velocidad del desplazamiento horizontal (N, E) y sus componentes del punto Ref. 14 .	84
Tabla 75 Velocidad del desplazamiento horizontal (N, E,z) y sus componentes del punto Ref. 14	84
Tabla 76 Velocidad del desplazamiento vertical(cotas) y sus componentes del punto Ref. 14	85
Tabla 77 Interpretación según la tabla de velocidad de desplazamientos en N,E,z según (Cruden, Varnes, 1993).....	85
Tabla 78 Desplazamientos máximos dados	91
Tabla 79 Velocidades máximas.....	93

Gráfico 1 Desplazamiento horizontal (N,E) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo .	44
Gráfico 2 Desplazamiento horizontal (N, E,z) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo	45
Gráfico 3 Desplazamiento horizontal (cotas) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo	46
Gráfico 4 Desplazamiento horizontal (N,E) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo .	47
Gráfico 5 Desplazamiento horizontal (N, E,z) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo	48
Gráfico 6 Desplazamiento horizontal (cotas) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo	49
Gráfico 7 Desplazamiento horizontal (N,E) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo .	50
Gráfico 8 Desplazamiento horizontal (N, E,z) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo	51
Gráfico 9 Desplazamiento horizontal (cotas) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo	52
Gráfico 10 Desplazamiento horizontal (N,E) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo	53
Gráfico 11 Desplazamiento horizontal (N, E,z) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo	54
Gráfico 12 Desplazamiento horizontal (cotas) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo	55
Gráfico 13 Desplazamiento horizontal (N,E) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo	56
Gráfico 14 Desplazamiento horizontal (N, E,z) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo	57
Gráfico 15 Desplazamiento horizontal (cotas) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo	58
Gráfico 16 Desplazamiento horizontal (N,E) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo	59
Gráfico 17 Desplazamiento horizontal (N, E,z) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo	60
Gráfico 18 Desplazamiento horizontal (cotas) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo	61
Gráfico 19 Desplazamiento horizontal (N,E) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo	62
Gráfico 20 Desplazamiento horizontal (N, E,z) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo	63
Gráfico 21 Desplazamiento horizontal (cotas) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo	64
Gráfico 22 Desplazamiento horizontal (N,E) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo	65
Gráfico 23 Desplazamiento horizontal (N, E,z) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo	66
Gráfico 24 Desplazamiento horizontal (cotas) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo	67
Gráfico 25 Desplazamiento horizontal (N,E) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo	68
Gráfico 26 Desplazamiento horizontal (N, E,z) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo	69
Gráfico 27 Desplazamiento horizontal (cotas) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo	70

Gráfico 28 Desplazamiento horizontal (N,E) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo	71
Gráfico 29 Desplazamiento horizontal (N, E,z) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo	72
Gráfico 30 Desplazamiento horizontal (cotas) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo	73
Gráfico 31 Desplazamiento horizontal (N,E) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo	74
Gráfico 32 Desplazamiento horizontal (N, E,z) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo	75
Gráfico 33 Desplazamiento horizontal (cotas) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo	76
Gráfico 34 Desplazamiento horizontal (N,E) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo	77
Gráfico 35 Desplazamiento horizontal (N, E,z) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo	78
Gráfico 36 Desplazamiento horizontal (cotas) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo	79
Gráfico 37 Desplazamiento horizontal (N,E) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo	80
Gráfico 38 Desplazamiento horizontal (N, E,z) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo	81
Gráfico 39 Desplazamiento horizontal (cotas) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo	82
Gráfico 40 Desplazamiento horizontal (N,E) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo	83
Gráfico 41 Desplazamiento horizontal (N, E,z) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo	84
Gráfico 42 Desplazamiento horizontal (cotas) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo	85

<i>Imagen 1 Estado funcional de los deslizamientos</i>	<i>11</i>
<i>Imagen 2 Nomenclatura de los deslizamientos</i>	<i>13</i>
<i>Imagen 3 Factores que afectan la estabilidad del terreno.....</i>	<i>14</i>
<i>Imagen 4 Causas de los deslizamientos.....</i>	<i>14</i>
<i>Imagen 5 Deslizamientos de masas de consecuencias críticas en Antioquia, Colombia.</i>	<i>15</i>
<i>Imagen 6 Fotografía de un deslizamiento con alto seccionamiento a la montaña</i>	<i>16</i>
<i>Imagen 7 Geología de Nabón en el Sector Rosas</i>	<i>31</i>
<i>Imagen 8 Formaciones y depósitos coluviales que nacen en las partes altas del sector Rosas....</i>	<i>31</i>
<i>Imagen 9 Escarpe principal y secundarios antiguos y recientes.....</i>	<i>32</i>
<i>Imagen 10 Mapa del Azuay por cantones, Nabón al Sur</i>	<i>34</i>
<i>Imagen 11 Mapa del cantón Nabón</i>	<i>34</i>
<i>Imagen 12 Gráfica del Área de intervención (sector Rosas).....</i>	<i>35</i>
<i>Imagen 13 Demarcación de los 14 puntos con denominación “Ref” + número de punto.....</i>	<i>35</i>
<i>Imagen 14 Distancias máximas recorridas con distinción por colores</i>	<i>86</i>
<i>Imagen 15 Desniveles principales de cotas.....</i>	<i>87</i>
<i>Imagen 16 Puntos estudiados y su representatividad e interacción en la zona</i>	<i>88</i>
 <i>Ilustración 1 Esquema de un deslizamiento</i>	 <i>10</i>

<i>Fotografía 1 Inmueble deteriorado producto del deslizamiento</i>	<i>27</i>
<i>Fotografía 2 Mantenimiento de vías transversales ladera abajo, cerca la cabecera cantonal</i>	<i>27</i>
<i>Fotografía 3 Bien inmueble que ha perdido su funcionalidad</i>	<i>28</i>
<i>Fotografía 4 Montañas en las partes altas del sector mostrando estratos seccionados</i>	<i>28</i>
<i>Fotografía 5 Terminal terrestre al costado de la vía principal</i>	<i>29</i>
<i>Fotografía 6 Seccionamiento de montañas con alto contenido de arcilla en las partes altas del sector Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025).....</i>	<i>29</i>
<i>Fotografía 7 Muro de contención al costado de la vía principal</i>	<i>30</i>
<i>Fotografía 8 Instalación de la base para la recolección de información (GPS) en el parque central de Nabón.</i>	<i>36</i>
<i>Fotografía 9 Placa base Nro. 4 ubicada en el parque central de Nabón.....</i>	<i>37</i>
<i>Fotografía 10 Monitoreo de punto ubicado en el muro de contención</i>	<i>37</i>

I. Título del trabajo de titulación

Modelación de la ruta de un deslizamiento activo mediante GPS y análisis de riesgo geotécnico,
en el sector Rosas del Cantón Nabón

II. Justificación y relevancia

El sector Rosas, situado en el cantón Nabón, provincia del Azuay (Ecuador), representa una zona de evidente fragilidad geológica producto de las características de su estratificación, donde la caracterización del suelo derivada de rasgos topográficos y geomorfológicos de dicha zona dan como resultado una franja en franca inestabilidad donde los saldos negativos han sido de cuantiosas pérdidas materiales especialmente en el tema infraestructural que es donde se ha evidenciado mayor inquietud y molestia por parte de los habitantes así como de sus autoridades, pues es asunto que desemboca en problemas sociales, ambientales y económicos además de que se pone en riesgo vidas y el bienestar de sus residentes es una duda constante.

Dada la topografía abrupta de la zona, los terrenos arcillosos con alta actividad meteorológica y las fuertes lluvias estacionales, el sector Rosas se constituye como un terreno altamente sensible en materia de estabilidad teniendo mínimas opciones de por sí misma poder frenar un deslizamiento. Dentro de los estudios de las características históricas del movimiento del terreno en unidades de tiempo específicas, se han determinado velocidades de altos rangos en especial a partir del año 2021 que es cuando se han acelerado los avances del terreno. Sin embargo, dichos estudios no tienen un proceso de actualización, por ende el presente estudio resulta especialmente útil para verificar cómo se comporta el terreno en la actualidad en un periodo de 95 días en una época donde ha prevalecido el clima invernal, y cuyos últimos registros se dieron entrado el verano; pudiendo así determinar el avance con un contraste climatológico para que la representatividad de los datos sea mejor y concordante con las necesidades de la comunidad respecto a los dos temporales que predominan en el sector. Si bien es cierto ante la falta de asignación de recursos no se han podido concluir con las obras de retroceso de los deslizamientos,

estudios como el que se presenta a continuación puede tener una particular relevancia para analizar cuál será el comportamiento a corto y mediano plazo del fenómeno que afecta a varios niveles del área en mención, de tal modo que se pueda hacer un aporte tanto a nivel comunitario, así como institucional del sector Rosas, donde las competencias de análisis de riesgos y ejecución de obras están bajo la jurisdicción del Cantón Nabón.

III. Antecedentes

El sector Rosas ubicado en el cantón Nabón, ubicado al sur de la provincia del Azuay, pertenece a una zona con topografía irregular, con suelos altamente meteorizados y fuertes precipitaciones estacionales, se constituye como un sector altamente vulnerable en procesos de estabilidad geológica donde los deslizamientos de masas son el insumo principal de los estudios geotécnicos realizados en especial desde que el quebranto de la estabilidad de los terrenos han alcanzado estados verdaderamente críticos los cuales han causado grandes deterioros a nivel infraestructural en el sector cuyo efecto domino son cuantiosas pérdidas económicas en todos los campos pues la industria de la construcción, comercios, microemprendimientos actividades productivas que tienen que ver con ganadería y cultivos, entre otras, y donde todas usan como locación el sector Rosas, se frenan de manera inminente como consecuencia del deterioro de los estratos.

(Gordillo Bacuilima & Segarra Flores, 2023) emplearon imágenes satelitales de radar, adquiridas entre 2018 y 2022, para determinar valores de velocidad de deslizamiento utilizando los métodos DInSAR y PSI/STAMPS; los cuales indicaron deformaciones con desplazamientos de hasta 25,06 cm de orbita descendente y 21,81 cm de orbita ascendentes anuales, con una dirección de formación hacia el noroeste del barrio Rosas. (Ordoñez, Antonia, 2024) señala el

informe emitido por la municipalidad de Nabón a finales de la década de 1990, se han reportado en el sector Rosas episodios periódicos de deslizamientos superficiales y profundos, asociados principalmente a la temporada de lluvias. Estos movimientos se han intensificado en las últimas dos décadas, producto de un aumento en la intensidad y frecuencia de precipitaciones, así como por la expansión urbana sin la debida planificación técnica y ambiental. Los registros locales, recopilados a partir de informes municipales, estudios técnicos y testimonios comunitarios, evidencian que la mayoría de los deslizamientos han ocurrido en áreas con pendientes pronunciadas, donde la cobertura vegetal ha sido reducida por actividades agrícolas y construcciones informales. Las grietas y fisuras en el terreno han sido indicadores previos de reactivación, permitiendo una identificación temprana de zonas críticas. Dentro de los casos más relevantes se puede destacar el deslizamiento en el año 2015 que fue uno de los sucesos más relevantes en el invierno de dicho año cuando fuertes precipitaciones causaron un deslizamiento en masa que impactó numerosas viviendas y la red de carreteras principales de la zona. (Ordoñez, 2024).

El desencadenante de la fragilidad de la topografía y sumado a las condiciones climáticas y ambientales dieron paso a recurrentes eventos de deslizamientos que se agudizaron a partir del año 2021 donde se han dado movimientos graduales y progresivos en diversas áreas del sector, con velocidades crecientes, llegando a varios milímetros por día, se ha dado paso a una declaratoria de emergencia cantonal en el 2021 y a partir de ese periodo se realizaron múltiples acciones técnicas y administrativas. Como menciona (Ordoñez, Antonia, 2024) a través de informes sobre los movimientos de masa, contratos para la adquisición de material pétreo, maquinaria pesada, y convenios interinstitucionales para evaluar y mitigar el impacto de los deslizamientos dándose la contratación de estudios geológicos y geotécnicos, la planificación y ejecución de obras de

mitigación como drenes, canales revestidos, pozos someros y muros de suelo reforzado, así como la ampliación del estado de emergencia para garantizar la continuidad de los trabajos, son algunas de las acciones que se han dado secuencialmente para contrarrestar el periodo más crítico de la inestabilidad del terreno.

Una de las acciones que se realizaron también incluyen la gestión de fondos y formalización de convenios con entidades provinciales y nacionales para coordinar esfuerzos frente a un fenómeno considerado activo y totalmente agresivo. Finalmente, las obras de mitigación avanzaron en distintas etapas, con actas de recepción provisional y definitiva que consolidaron la intervención técnica en la zona, mientras las autoridades locales continuaron con el seguimiento y evaluación de las acciones ejecutadas hasta el año 2024. En el año 2023 por ejemplo tal como indica un informe financiero de (Ordoñez, 2024), cuyo periodo se considera uno de los más relevantes para la toma de información y posterior a ello planificación de la mitigación de fenómenos del sector Rosas, evidenciando que un suceso de tal magnitud carente de planificación e intervención, puede tener efectos negativos en la economía del sector pues ciertamente fondos que se deberían destinar para otras actividades de impulsión de la zona, evidentemente se los tiene que priorizar para frenar el avance del fenómeno dado. De ahí la importancia de realizar estudios periódicos en los cuales el detalle el avance de la anomalía, así como una planificación que pueda contrarrestar el impacto devastador que puede tener un suceso de esta magnitud.

INVERSIÓN REALIZADA EN LA EMERGENCIA DEL BARRIO ROSAS HASTA MAYO DE 2023 POR PARTE DEL DEPARTAMENTO DE AGUA POTABLE		
1	INVERSIÓN EN DREN DE PTAP JULLY (MO + MATERIALES + MANO DE OBRA)	\$ 10,276.22
2	ALQUILER DE RETROEXCAVADORA	\$ 71,628.77
3	MANO DE OBRA	\$ 86,582.93
4	MATERIALES	\$ 202,391.50
TOTAL		\$370.879,42

Tabla 1 Inversión realizada en la emergencia del barrio Rosas
Fuente: Informe de (Ordoñez, 2024)

IV. Objetivos

Objetivo general

Examinar el comportamiento de las rutas de deslizamiento activo en el sector Rosas del Cantón Nabón, posibilitando la lectura cuantitativa de las velocidades de desplazamiento a través de la tecnología GPS, que en un periodo determinado de tiempo, permite cuantificar el grado de riesgo vinculado entre los desplazamientos intermedios dentro de cada punto en las diferentes fechas de monitoreos, desplazamiento total de cada punto en todo el periodo de estudio, así como la interacción de todos los puntos en conjunto que son establecidos dentro de una misma área específicamente en el Sector Rosas del cantón Nabón en la provincia del Azuay.

Objetivos específicos

- Analizar los datos recabados para establecer la magnitud, orientación y rapidez del movimiento del terreno.
- Establecer una red de estaciones GPS en lugares clave del área impactada para documentar información exacta acerca de los movimientos y deformaciones del suelo.

- Desarrollar un análisis geodinámico de la pendiente del perfil de deslizamiento calculado que facilite la representación de su conducta.
- Sugerir técnicas para la administración del riesgo, teniendo en cuenta los datos recabados del modelo y del análisis GPS.
- Elaborar hojas de cálculo en las cuales se detalle los monitoreos realizados y se pueda también calcular las variables requeridas para determinar la velocidad deslizamiento.
- Elaborar las gráficas de los desplazamientos dados tanto en un eje horizontal que involucren las coordenadas en (N,E,z) así como la de su desplazamiento vertical para visualizar el impacto a nivel de cotas.
- Presentar una memoria técnica por cada punto estudiado en donde se indique su fotografía, ubicación, deslizamiento total y graficas de desplazamientos horizontal y vertical.
- Realizar una representación cuantitativa y gráfica a través de softwares Excel, Gis y CAD que permitan visualizar los cálculos realizados, así como un mapeo a nivel grafico con demarcación y colores que dinamicen el proceso de entendimiento de los deslizamientos como tal.

V. Marco teórico

La estabilidad de un talud se determina por factores geométricos (altura y pendiente), factores geológicos (presencia de agua) y factores geotécnicos relacionados con el comportamiento mecánico del terreno (resistencia y deformabilidad). La combinación de los elementos citados puede determinar el estado de corte de los estratos a lo largo de una o varias superficies.

1. Susceptibilidad

El autor (Molina, Chaverri, 2016) menciona que susceptibilidad “Se define como predisposición natural o potencial que tiene un área donde se puede ocurrir fenómenos de remoción en masa, por factores que contribuyen directamente como es la geología, geomorfología, precipitación, uso del suelo, cortes naturales, y/o artificiales”. Esto ocasiona se produzcan posibles deslizamientos en un área determinada, fundamentada en elementos como la inclinación, el tipo de terreno, el uso del terreno y las condiciones meteorológicas. Es esencial la valoración de la susceptibilidad para la planificación del territorio y la administración del riesgo.

2. Deslizamientos Activos

Los deslizamientos se forman a partir de grietas transversales, localizándose en los escarpes principales y en las superficies de rotura (López Cordones, 2011); (Alcántara Ayala I. , 2000), es decir se refiere a movimientos de masa que actualmente se encuentran en marcha o han demostrado recientemente su actividad, estos deslizamientos pueden ser constantes o esporádicos, y su seguimiento es vital para establecer patrones de progreso en el corto y mediano plazo. Factores meteorológicos especialmente la temporada invernal, modificaciones en la utilización del suelo, actividad sísmica son algunos de los que pueden incidir en la modificación del comportamiento de la geología de un área determinada.

(Agudelo, Ortíz, 2019); (Olarte, Montero, 2017) cita que, los movimientos de rocas, detritos o escombros desplazados laderas abajo por acción de la gravedad son movimientos causados por las intensas lluvias, actividades agrícolas y cambios de uso de suelo, los cuales a su vez se pueden clasificar en hundimientos, deslizamientos, caídas y movimientos complejos

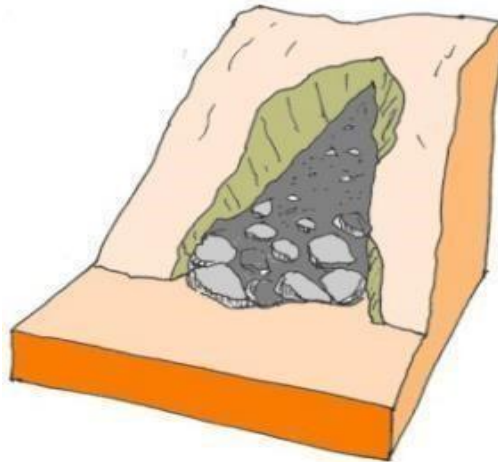


Ilustración 1 Esquema de un deslizamiento
Fuente: (Aizpiri et al., 2014)

Los deslizamientos son un proceso de degradación natural, un movimiento perceptible ladera abajo de una masa de tierra, piedra o mezcla de estas que sucede en una superficie en riesgo o fallo. La aparición de fisuras transversales es la principal indicación de que puede haber algún tipo de movimiento, y la fractura de la superficie es la que determina qué tipo de deslizamiento puede suceder y puede ser de naturaleza catastrófica (Alcántara Ayala, 2000) (Cordonez, López, 2011)

Cabe destacar que los deslizamientos pueden suceder de forma natural o artificial, usualmente son provocados por la fuerza de gravedad, que facilita la movilización de la roca, en terrenos inclinados, este fenómeno es resultado de la erosión y el deterioro de masas, sin embargo, la gravedad es una de las fuerzas que tiene un impacto constante en una pendiente y los deslizamientos solo suceden cuando la gravedad supera la resistencia del material.

3. Estados de actividad de los deslizamientos

Cuando se deterioran las áreas de altura, los terrenos tienen mayor tendencia a deslizarse, ya que provocan movimientos discontinuos y tangenciales. Así pues, los estados funcionales son esenciales para la predicción de los deslizamientos (Rincón, Beltrán, 2019). A continuación, se muestran los estados de operación de los deslizamientos.

Actividad	Descripción
Activo	Deslizamientos que se dan en el momento de la observación.
Reactivado	Deslizamientos que superan la fase de inactivación.
Inactivo	Deslizamientos constituidos por varios ciclos estacionales.

Tabla 2 Estado de estabilidad de los deslizamientos
Fuente: (Suárez Díaz, J, 1998)

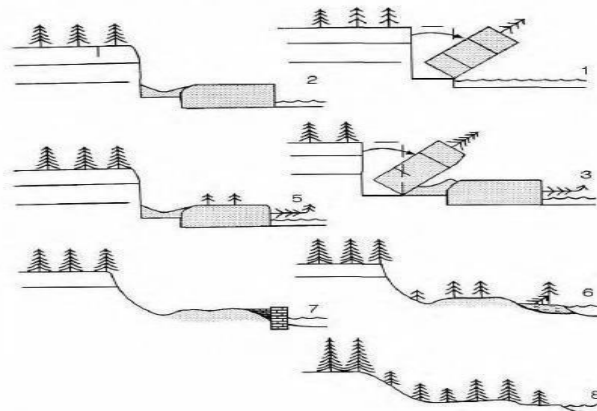


Imagen 1 Estado funcional de los deslizamientos
Fuente: (Suárez Díaz, J, 1998)

4. Estructura de los deslizamientos

Los movimientos de masas están constituidos por:

- **Cabeza:** Ubicado en la parte superior del material alterado (Suárez Díaz, J, 1998).
- **Cima:** (Burgos, Alemán, 2015) considera que es el nivel más alto de la cabeza uniendo la masa desplazada con la superficie.
- **Corona:** Se localiza en el área contigua de la superficie terrestre según el autor (Samaniego, Manuel Raul Pelaez, 2018).
- **Escarpe principal:** (Alberti, J., Canales, R., & Elizabeth, B, 2006) menciona que, es la zona que se desplaza a lo largo de la superficie del escarpe.
- **Escarpe secundario:** Superficie que está en la parte central de la corona (Prado González, A. A., Aguilar Guevara, J. R., & Cruz Talavera, R. J., 2020).
- **Superficie de falla:** Suelo que está por debajo de la superficie terrestre (Carrión Aguilar, 2019).
- **Pie de la superficie de falla:** Es la línea de intersección entre el área de rotura y la zona única menciona (Mostajo Carbonel, J., 2013).
- **Base:** (Vivanco Quizhpe, C. M, 2011) menciona que se localiza en el pie de la superficie terrestre.
- **Punta o uña:** Zona de la base que está muy cerca de la superficie longitudinal (Paccini Sánchez, 2018).
- **Cuerpo principal:** (Torres García, J. A, 2017) está ubicada en la zona superior de la superficie de falla.

- **Superficie del terreno:** Es la zona que se encuentra en la activación de un deslizamiento (Mesa Ramos, M. G., 2012)
- **Costado o Flanco:** (Anyelo, R., 2011) es la zona que está a un lado del movimiento.

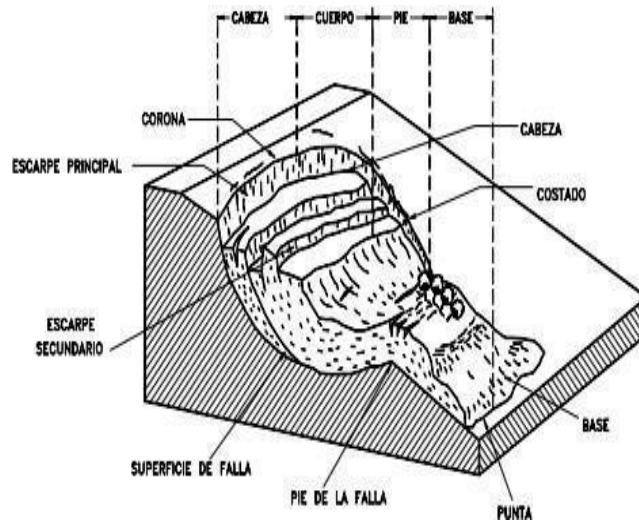


Imagen 2 Nomenclatura de los deslizamientos
Fuente: (Suarez Díaz, 1998)

5. Factores que afectan a la estabilidad del terreno

Los deslizamientos están sujetos a factores geológicos, geomorfológicos, climáticos, topográficos y antrópicos, los cuales surgen debido a las fuertes lluvias, procesos de deforestación, actividades agrícolas y elevados grados de radiación. Por lo tanto, estos elementos producen diversas repercusiones, tales como la inestabilidad de los terrenos, la pérdida de cuerpos de agua, la infertilidad de los suelos y el incremento de los índices de erosión (Suárez Díaz, J, 1998)



Imagen 3 Factores que afectan la estabilidad del terreno
Fuente: (Pérez Fajardo, J. S., 2018)

6. Causas de los deslizamientos

Según los autores (Bonachea Pico, J., 2006) y (Chacón Montero, J, 2003) se originan debido a diversas actividades sísmicas, la edificación de construcciones sin respaldo técnico en montañas con pendientes pronunciadas, sobresaturación del suelo, falta de drenaje de aguas negras, deforestación, erosión del suelo, fisuras en los terrenos y condiciones geométricas de ladera, provocadas por las elevadas precipitaciones, procesos de erosión, y actividades naturales y humanas.



Imagen 4 Causas de los deslizamientos
Fuente: (CREPAD - BOYACÁ, 2012)

7. Consecuencias de los deslizamientos

Los deslizamientos han provocado diversos efectos en los ecosistemas, tales como la disminución de los recursos terrestres, inundaciones y desplazamientos de ladera, los cuales están principalmente vinculados con la emergencia de derrumbes (García Lopez, J. C., 2005). Estos impactos afectan las actividades de producción y los niveles económicos, por lo que, han motivado cada vez más la búsqueda de nuevas estrategias de prevención y mitigación. Asimismo, numerosas investigaciones destacan la relevancia de llevar a cabo inventarios de deslizamientos, que posean un elevado nivel de fiabilidad, seguridad y exactitud, aportando de esta manera a la optimización de planes de contingencia y emergencia.



*Imagen 5 Deslizamientos de masas de consecuencias críticas en Antioquia, Colombia.
Fuente: (istockphoto, 2022)*



Imagen 6 Fotografía de un deslizamiento con alto seccionamiento a la montaña
Fuente: (istockphoto, 2022)

8. Tipos de Deslizamientos:

Se clasifican según el tipo de movimiento y el material involucrado

- a) Deslizamientos Rotacionales:** Movilizaciones en las que la masa del terreno se desplaza a través de una superficie curvada, habitual en materiales adheridos.
- b) Deslizamientos Traslacionales:** Sucede cuando la masa se mueve sobre una superficie lisa o levemente inclinada, generalmente en terrenos granulares o rocas fracturadas.

9. Monitoreo GPS para el control de deslizamientos.

A través de la utilización de sistemas de posicionamiento mundial para registrar con gran exactitud los movimientos y deformaciones del suelo en tiempo real.

10. Modelamiento Geotécnico

Proceso de digitalización del comportamiento del suelo y las estructuras geológicas con la finalidad de prever reacciones ante diversas situaciones, especialmente útil pues se puede representar cuantitativamente el comportamiento a nivel superficial de una pendiente que abarca una masa de tierra susceptible a deslizamientos, a través de programas especializados, los mismos

que fusionan datos geotécnicos, topográficos y climáticos para recrear condiciones verdaderas o simuladas del deslizamiento.

11. Riesgos Geotécnicos existentes en un deslizamiento

Los deslizamientos de tierra son procesos de erradicación a gran escala que representan una de las amenazas geodinámicas más comunes en zonas de topografía abrupta, clima húmedo y territorios con alto nivel de meteorización, como ocurre en amplias zonas de la región andina de Ecuador. Estos sucesos, que involucran el desplazamiento acelerado o progresivo de materiales superficiales ladera abajo bajo la influencia de la gravedad, constituyen un riesgo geotécnico de gran relevancia debido a su capacidad para alterar significativamente el entorno natural y humano.

12. Riesgos geotécnicos asociados a deslizamientos

Los riesgos geotécnicos se derivan de condiciones físicas y mecánicas del terreno que se ven comprometidas por diversos factores interrelacionados:

- a. Saturación hídrica del suelo:** Las fuertes precipitaciones propias de la región potencian la infiltración, incrementan la presión en los poros y disminuyen la resistencia de los materiales al ser cortados. Este fenómeno en terrenos arcillosos puede llevar a una disminución casi total de la capacidad de soporte, propiciando el comienzo de averías superficiales y profundas.
- b. Presencia de planos de debilidad geológica:** Los estratos inclinados, fallas y diaclasas funcionan como superficies preferentes para el deslizamiento.
- c. Intervención humana:** La desordenada expansión urbana y la falta de investigaciones geotécnicas en proyectos civiles (camino, viviendas) han saturado áreas críticas. Las excavaciones sin apoyo técnico, junto con una gestión incorrecta de las aguas pluviales, han agudizado la inestabilidad natural del suelo.

13. Relevancia de los análisis geotécnicos en la gestión del riesgo

Para una adecuada gestión del riesgo geotécnico en el sector Rosas es indispensable la caracterización detallada del terreno mediante:

- a) Investigaciones geológicas y litológicas que determinen la esencia de los materiales y sus potenciales planes de deterioro.
- b) Estudios topográficos de gran resolución para definir las áreas con mayor inclinación y sus características geomorfológicas.
- c) Análisis hidrogeológicos que establezcan la conducta del nivel freático y su vínculo con la dinámica de infiltración.
- d) Estudios geomecánicas tanto en terreno como en laboratorio para determinar parámetros esenciales como la cohesión, el ángulo de fricción interna, la densidad y el nivel de saturación.

Estos estudios constituyen la base para diseñar e implementar estrategias de mitigación como:

- Sistemas de drenaje superficiales y subterráneos para controlar la infiltración.
- Muros de contención y estructuras de estabilización para laderas críticas.
- Programas de reforestación y bioingeniería orientados a recuperar la cobertura vegetal y reforzar la estabilidad superficial.
- Planes de ordenamiento territorial y reubicación de viviendas en zonas de alto riesgo.

14. Evaluación del riesgo geotécnico

Este procedimiento implica el examen de las propiedades del suelo, que incluyen la geología, hidrología, topografía y el comportamiento general de los terrenos del área de estudio. Su objetivo es detectar puntos específicos a deslizamientos, así como caídas de material en vías o amasamiento de lodo laderas abajo. El estudio del riesgo tectónico permite además prever la

cantidad de posibles imprevistos que se den a nivel de la corteza del terreno y en general estudiar representaciones de fallas que se dan en las zonas superficiales, pero tomando en cuenta que el inicio de dichas fallas empieza en estratos mucho más bajos cuya relevancia se vuelve preponderante al momento de llegar a una caracterización del terreno que es objeto de estudio.

15. Teoría de la velocidad de deslizamientos

Es un indicador crucial en la investigación de movimientos de masas, particularmente en áreas con alta tendencia a deslizamientos como terrenos con altas pendientes, inclinaciones abruptas y áreas montañosas irregulares. Además, se puede describir como la velocidad a la que una masa de terreno, roca o material no consolidado se desplaza hacia abajo debido al factor de la gravedad.

Formula Básica de la velocidad aplica al campo de los desplazamientos

$$V = \frac{\text{Distancia recorrida}}{\text{Tiempo}}, \text{ donde}$$

- **V** = Velocidad del deslizamiento (m/s, cm/año, mm/mes, mm/día, según la escala)
- **D** = Distancia recorrida (metros, centímetros)
- **T** = Tiempo en que ocurre ese desplazamiento (segundos, días, meses, años)

16. Clasificación según velocidad de desplazamiento (Cruden, Varnes, 1993)

Esta tabla representa una escala de rangos, los cuales categorizan los rangos de velocidad para poder clasificar a los puntos monitoreados por niveles de riesgo a razón de la velocidad de deslizamiento desde el más leve hasta el más agresivo.

Velocidad	Clasificación de la velocidad	Límites de velocidad	Descripción de la velocidad	Naturaleza del impacto
3 m/s	7	5 m/s	Extremadamente rápido	Catástrofe de gran violencia, edificios expuestos totalmente destruidos y deceso de la población por el impacto del material desplazado, o por la disgregación del material desplazado.
0.3 m/min	6	3 m/min	Muy rápido	Pérdida de algunas vidas debido a que la velocidad del movimiento es muy rápida para permitir que todas las personas escapen, gran destrucción.
1.5 m/día	5	1.8 m/hora	Rápido	Posible escape y evacuación, estructura, posesiones y equipo destruido por la masa desplazada.
1.5 m/mes	4	13 m/mes	Moderado	Estructuras poco sensibles pueden ser mantenidas si están localizadas a una distancia considerable en relación con el pie de la masa desplazada. Estructuras localizadas en la masa desplazada son dañadas en gran medida.
1.5 m/año	3	1.6 m/año	Lento	Carreteras y estructuras poco sensibles pueden ser mantenidas a través de frecuente trabajo de mantenimiento, si el movimiento no es de mucha duración y los movimientos diferenciales a lo largo de las márgenes del movimiento están distribuidos a lo largo de una zona ancha
0.06 m/año	2	0.016 m/año	Muy lento	Algunas estructuras permanentes no son dañadas y si son agrietadas por el movimiento, pueden ser reparadas
	1		Extremadamente lento	No hay daño a las estructuras construidas con precaución

Tabla 3 Escala de velocidades en movimientos de ladera
Fuente: (Cruden, Varnes, 1993)

17. Importancia de conocer la velocidad del deslizamiento

Es crucial medir la rapidez de un movimiento de tierra para comprender la dinámica del fenómeno y valorar el grado de riesgo que implica. Esta información posibilita determinar si un deslizamiento es gradual y progresivo, o acelerado y potencialmente catastrófico, favoreciendo de esta manera la toma de decisiones adecuadas.

Además, es fundamental tener conocimiento de la velocidad para crear sistemas de alerta anticipada, organizar evacuaciones preventivas y guiar obras de estabilización. Todo esto hace una contribución cuyo fin sea vincular los movimientos con sus respectivas variables causantes como

lluvias fuertes o acciones humanas, contribuyendo a una administración de riesgos más eficaz y sostenible.

18. Definición de zonas de evacuación

Según los hallazgos de la evaluación del riesgo, se establecen zonas seguras a las que la población pueda desplazarse en situaciones de emergencia. Este elemento requiere una colaboración conjunta con las comunidades locales, teniendo en cuenta aspectos como la accesibilidad, la capacidad de alojamiento y los tiempos de respuesta. Es un aporte de acciones tanto de las autoridades, y de los habitantes posibilitar la idea de acceder a zonas de evacuación pues muchas veces y a pesar de que los habitantes saben que es la única salida viable para salvaguardar sus vidas, estos se limitan a dejar sus terrenos por el valor sentimental que representa para ellos, sin embargo se necesita justamente para evitar esto último, hacer campañas de concientización de tal forma que las personas afectadas pueda tomar conciencia de que inminentemente los riesgos son altos en caso de no dejar su zona residencial a causa de fenómenos que son de ocurrencia inminente y mucha veces inevitable.

19. Planeación de obras de mitigación

Basándose en el diagnóstico de vulnerabilidad, se proponen acciones estructurales y no estructurales para disminuir el riesgo. Entre las acciones más habituales están la edificación de muros de contención, sistemas de drenaje para disminuir la infiltración de agua, la reforestación de terrenos inestables y la gestión de escorrentías superficiales.

Dentro de las obras de mitigación cabe destacar la correcta planificación que debe existir para las mismas y definir para que periodo de tiempo se las va a poner en marcha pues este factor también es preponderante al momento de tomar acciones ya que hacer un plan de contingencia sin

una correcta planificación y sin una correcta determinación del plazo de su utilidad, en vez de mitigar los problemas acarreados por el fenómeno, se puede más bien tener problemas acumulados de una mayor envergadura por falta de una correcta definición de plazos y planificación.

20. Alerta temprana ante movimientos activos

La implementación de sistemas de vigilancia constante facilita la identificación de movimientos del suelo en tiempo real. Esta información es esencial para establecer protocolos de advertencia precoz que permitan la evacuación preventiva y la adopción de decisiones adecuadas por parte de las autoridades y la comunidad.

21. Monitoreo GPS y su instrumentación y uso en el campo de los deslizamientos

El GPS es una red de satélites que facilita la identificación exacta de un lugar en la superficie de la Tierra. En el campo de la geotecnia, se utilizan receptores geodésicos de doble frecuencia para registrar cambios milimétricos en estructuras o suelos inestables. Su uso en deslizamientos facilita la determinación de patrones de movimiento y la determinación de velocidades de deformación. El seguimiento por medio de GPS posibilita un monitoreo constante y de gran exactitud de los movimientos en zonas impactadas por la inestabilidad del terreno. Este sistema tiene la capacidad de identificar movimientos milimétricos en la superficie de la Tierra, lo cual es vital para reconocer etapas iniciales de deformación que se encuentran antes de un deslizamiento.

Adicionalmente, la tecnología GPS permite definir patrones de comportamiento en los movimientos del suelo, distinguiendo entre movimientos desde extremadamente lentos y sin efectos nocivos hasta movimientos o desplazamientos de terrenos con altas velocidades, mismos que son causantes de catástrofes muchas veces inadvertidas por falta de monitoreo. Por ello se

considera fundamental elaborar modelos predictivos que contribuyan a determinar áreas de riesgo, definir planes de evacuación y darles prioridad a las acciones de mitigación que son las que toman mayor jerarquía en momentos de emergencia.

La combinación de información GPS con otras herramientas geotécnicas, tales como imágenes de satélite, modelos digitales de terreno (GIS, CAD) posibilita la creación de sistemas de alerta precoz. Estos sistemas brindan a las autoridades locales y a las comunidades la habilidad de responder a tiempo, reduciendo las pérdidas humanas y materiales vinculadas a sucesos de eliminación en masa.

En resumen, el seguimiento GPS no solo proporciona datos técnicos de excelente calidad para el estudio de deslizamientos activos, sino que también representa un elemento estratégico para potenciar la capacidad de resistencia de comunidades en situación de vulnerabilidad ante peligros geodinámicos.

VI. Variables o dimensiones

Variable	Tipo	Indicadores	Forma de medición
Desplazamiento del terreno	Cuantitativa continua	Coordenadas X, Y, Z	GPS de precisión (mm)
Velocidad del deslizamiento	Cuantitativa continua	mm/día	Diferencia de posición entre dos periodos
Tiempo	Cuantitativo standard	Días transcurridos de monitoreo	Días (24 horas)
Riesgo geotécnico	Cualitativa ordinal	Bajo, medio, alto	Análisis de factores condicionantes y detonantes

Tabla 4 Variables

Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

VII. Hipótesis o supuestos

El uso de la instrumentación tecnológica tiene una alta relevancia del presente estudio pues usando herramientas topográficas e informáticas se busca llegar a obtener resultados confiables que afiancen la explicación de los fenómenos que se han determinado como eje central del estudio, mismos que a través de los métodos adecuados se podrán reconocer como resultados confiables pues son el resultado de un trabajo de campo que ayudado con la tecnología GPS y el empleo de los softwares respectivos de cada instrumento, las variables a las cuales se pretende llegar para su cuantificación serán resultado de la correcta sincronización de estas herramientas combinadas entres si para llegar a una representatividad que demuestre el trabajo continuo y secuencial que se da en un periodo de tiempo que demuestre que los datos se pueden considerar simbólicos y guarden relación acorde a los resultados buscados que son el objeto en el proceso y hasta finalizar el estudio de las variables planteadas.

Este planteamiento se apoya de varios supuestos también que se muestran como parámetros de entrada para el correspondiente estudio de cada una de las variables cuantitativas a las cuales se pretende llegar. Dichos supuestos se dan especialmente en el trabajo de campo y el monitoreo en el software pues factores influyentes como los climáticos cuentan, ya que de ello depende mucho para poder hacer el levantamiento de datos de forma pertinente y correcta. También hay otro supuesto que es el factor de socialización del trabajo con una alta relevancia pues se trabaja en conjunto con autoridades del sector, así como personas cuyos terrenos han sido objeto del deslizamiento y por ende ha representado una pérdida para las personas y para la comunidad en general. Por último, un supuesto preponderante es el periodo de tiempo en el que se va a realizar el estudio, pues se espera poder encontrar información altamente representativa y que los puntos que son una especie de muestreo en verdad lleguen a significar una tendencia

convinciente de lo que está ocurriendo específicamente en el sector Rosas, dándole la importancia y una correcta integración de factores que son de gran influencia como el factor climático y geomorfológico.

VIII. Marco metodológico

1. Reconocimiento de campo y diagnostico preliminar del área de estudio.

Parte fundamental del estudio, es un primer reconocimiento del campo de manera presencial para poder evidenciar toda el área afectada, así como cada una de sus características, y poder autentificar la veracidad de la revisión bibliográfica realizada previamente. Con apoyo de un registro fotográfico, instrumentos de medición y la guía de personas involucradas en el sector como autoridades y habitantes del sector, la tarea de recopilación inicial de información tanto del terreno en si como la definición de los puntos a los cuales se va a realizar el estudio de tal manera que sea de una utilidad social y constituya un importante aporte adicional para los estudios realizados por las autoridades locales del sector Rosas que está bajo la jurisdicción del Municipio de Nabón, mismo que dentro de sus competencias tiene los roles de gestionar adecuadamente el fenómeno en curso del área estudiada en el sector Rosas. Los colaboradores municipales gentilmente han ofrecido contribuir con los instrumentos topográficos así como recursos humanos cuando sean requeridos para el presente estudio.

En el primer reconocimiento de campo también se ha podido evidenciar las diversas inquietudes y puntos de vista de los habitantes del sector, mismos que guardan la esperanza de recuperar sus tierras y que sin entender demasiado las causas de dicho fenómeno, aguardan por días mejores. El primer contacto con dichas personas ha sido importante pues muchas de ellas están conscientes de la situación, conocen a detalle lo que ha pasado en varios puntos y contar con su apoyo es importante para llevar a cabo el estudio que implica la colocación de instrumentación muchas veces en áreas privadas.

Efectivamente como primera contribución de la visita de campo realizada se han podido evidenciar estratificaciones con grandes fallas a nivel superficial, casas y complejos totalmente destruidos, así como puntos críticos como el terminal terrestre sin funcionamiento y destruido casi en su totalidad, y así mismo gran cantidad de seccionamientos de montañas que empiezan a mostrar cortes en las partes altas del sector Rosas recorriendo ladera abajo acarreando gran cantidad de material por los estratos interiores hasta generar grandes masas deslizables dejando variedad de saldos negativos a nivel infraestructural.

Un punto importante también es la vía principal que llega hasta la cabecera cantonal de Nabón, misma que tiene problemas constantes por la acumulación de masas deslizantes provenientes de las partes más altas y dicha vía se constituye como punto muy útil de conectividad por lo cual en el año 2023 priorizando actividades de mitigación del deslizamiento, se construye un muro para evitar el avance de la vía principal ladera abajo y así mismo se ha complementado con obras importantes también para atenuar la emergencia como drenes, subdrenes y pozos someros, solo en ese tramo de inversión del muro y sus obras complementarias se realizó una inversión de 760 mil dólares con lo cual estima que los demás contingentes constructivos de mitigación del fenómeno signifiquen costos muy elevados, razón por la cual no se han podido culminar las subsiguientes etapas constructivas para hacerle frente al deslizamiento.

Se ha evidenciado que la infraestructura en este sector está bastante deteriorada e incluso las vías de conexión en mal estado, por lo cual en el orden jerárquico de reducción de efectos del deslizamiento se ha tenido que priorizar en la vía principal con una gran inversión pues sin esta se pierde la conectividad con los demás cantones y al no tener conectividad se pierden opciones

de comercio, movilización y educación y eso se traduce en saldos negativos a nivel económico y social para el sector Rosas y para el cantón Nabón en general.

Registro fotográfico en la primera visita de campo



*Fotografía 1 Inmueble deteriorado producto del deslizamiento
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)*



*Fotografía 2 Mantenimiento de vías transversales ladere abajo, cerca la cabecera cantonal
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)*



*Fotografía 3 Bien inmueble que ha perdido su funcionalidad
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)*



*Fotografía 4 Montañas en las partes altas del sector mostrando estratos seccionados
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)*



*Fotografía 5 Terminal terrestre al costado de la vía principal
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)*



Fotografía 6 Seccionamiento de montañas con alto contenido de arcilla en las partes altas del sector Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)



*Fotografía 7 Muro de contención al costado de la vía principal
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)*

2. Compendio de información geológica, hidrológica y climática del Cantón Nabón

Información geológica

El cantón Nabón está situado en un área con propiedades geológicas complejas que impactan directamente en la estabilidad del suelo y propenden a fenómenos a gran escala como lo son los deslizamientos. La zona forma parte de la cuenca sedimentaria de Nabón, que se compone mayoritariamente de materiales sedimentarios de procedencia mixta.

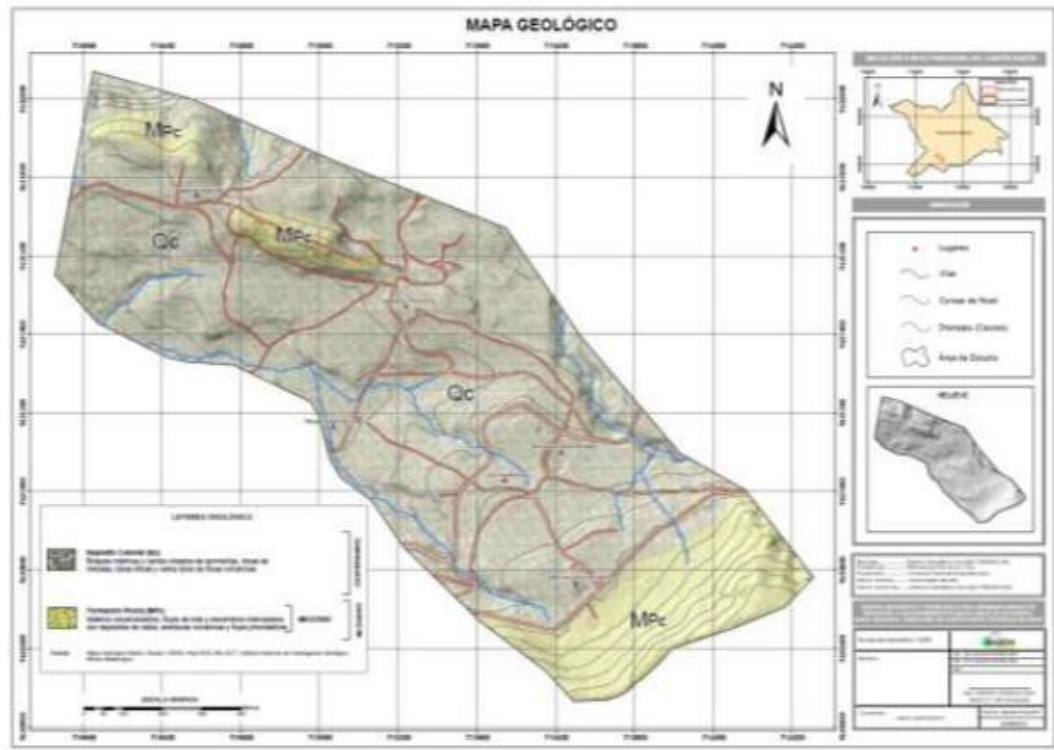


Imagen 7 Geología de Nabón en el Sector Rosas
Fuente: (Ordoñez, 2024)



Imagen 8 Formaciones y depósitos coluviales que nacen en las partes altas del sector Rosas
Fuente: (Vintimilla, 2022)



Imagen 9 Escarpe principal y secundarios antiguos y recientes
Fuente: (Geoproject, 2021)

La pronunciada topografía del área, con inclinaciones que exceden el 30% en diversas áreas, ayuda a incrementar la fuerza gravitacional que impacta estas masas de tierra y roca debilitadas lo cual transforma al cantón Nabón en una zona extremadamente propensa a la aparición de deslizamientos, especialmente áreas el sector Rosas.

Información climática

El clima del cantón Nabón corresponde a un clima andino frío, con temperaturas que oscilan entre 8 °C y 20 °C, y una marcada estacionalidad en las precipitaciones. La temporada lluviosa se presenta generalmente entre los meses de marzo y mayo, durante la cual se registran intensos eventos pluviométricos que superan los promedios anuales.

Esta concentración de precipitaciones en pocos meses genera un efecto directo sobre la estabilidad del terreno, aumentando la saturación y, por ende, la susceptibilidad a deslizamientos.

En contraste, durante la temporada seca, las lluvias son escasas y la infiltración disminuye, pero la reducción de cobertura vegetal puede dejar al suelo expuesto y vulnerable a procesos erosivos.

Ubicación en el mapa de la zona de estudio

Una vez conocida el área a intervenir procedemos a demarcar en el mapa cada uno de los puntos que vamos a hacer el estudio. Se hace una filtración de los mismos para reducirlo a un numero de 14 puntos, este compendio de puntos se lo ha determinado luego de una tarea de recopilación de información con datos importantes como su variabilidad de cotas tanto horizontales como verticales, así como su ubicación y revisado un historial bibliográfico emitido por (Vintimilla, 2022) e informes y hojas de cálculo producto de estudios y monitoreos realizados por el municipio de Nabón, se constituyen como los puntos propicios para dibujar una ruta de trabajo adecuada en un periodo de monitoreo de 95 días buscando una representatividad confiable pues son los que más actividad y por ende mayor distanciamiento respecto a mediciones iniciales han tenido. Es por ello que dichos puntos dentro del sector Rosas se perfilan como ideales para dar con resultados certeros pues a más de ser los más aptos también son accesibles para poder hacer su estudio en el asentamiento que se ubiquen pues es importante asegurarse que la accesibilidad al sitio no se vea afectada por efecto del fenómeno en el periodo de tiempo definido.



*Imagen 10 Mapa del Azuay por cantones, Nabón al Sur.
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)*

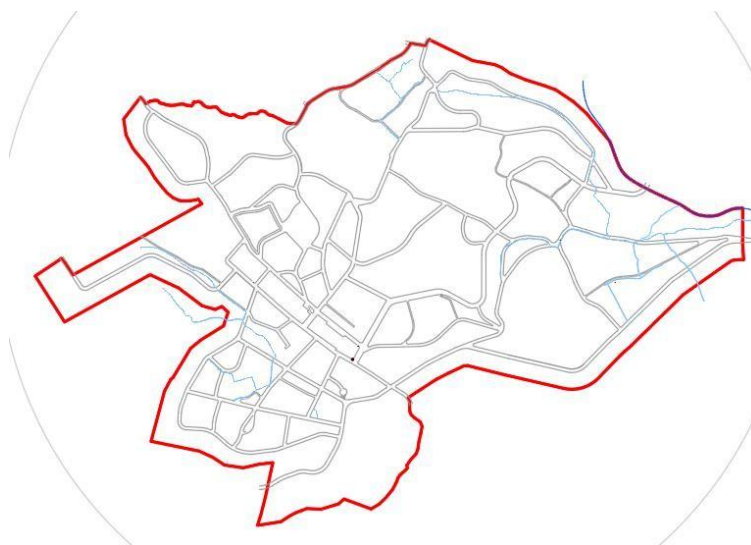


*Imagen 11 Mapa del cantón Nabón
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)*

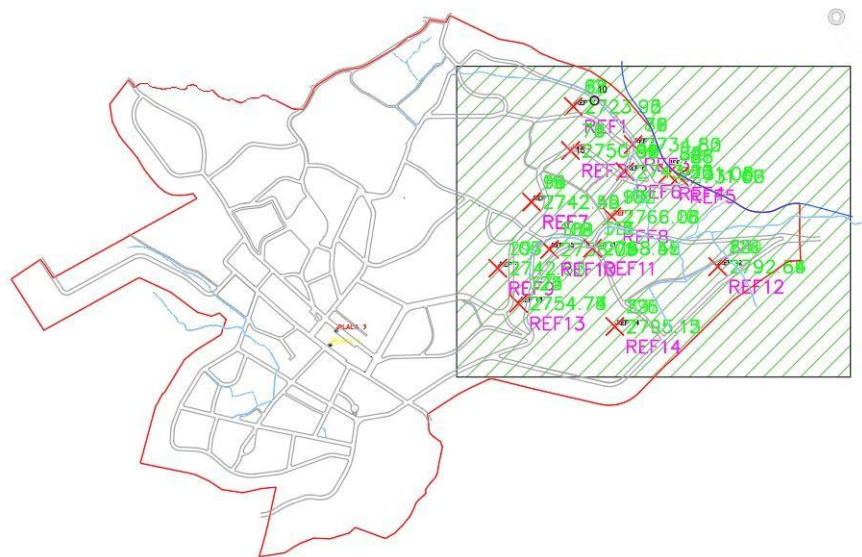


*Imagen 12 Gráfica del Área de intervención (sector Rosas)
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)*

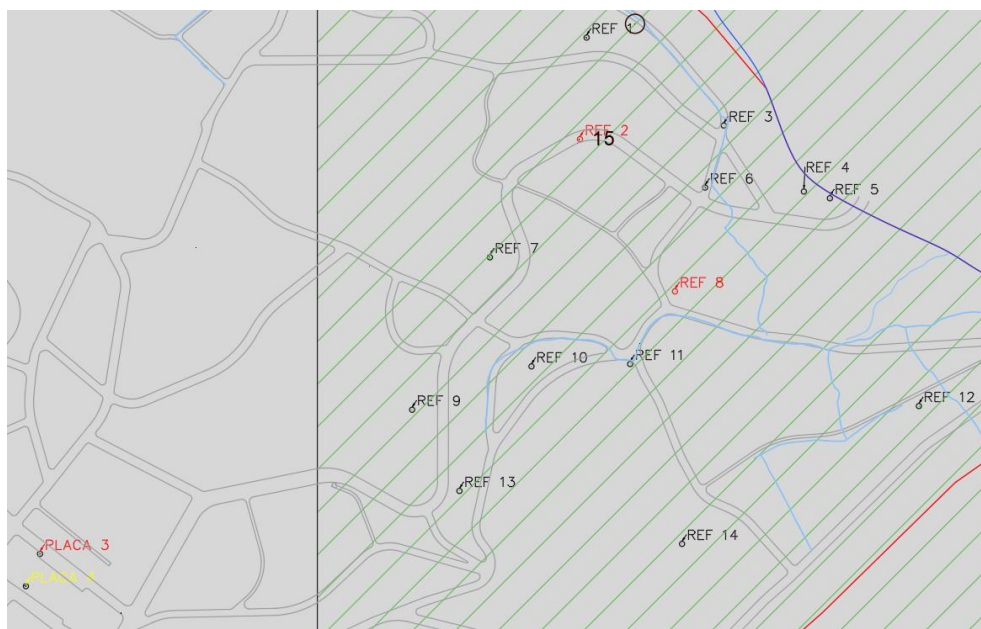


*Imagen 13 Demarcación de los 14 puntos con denominación “Ref” + número de punto
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)*

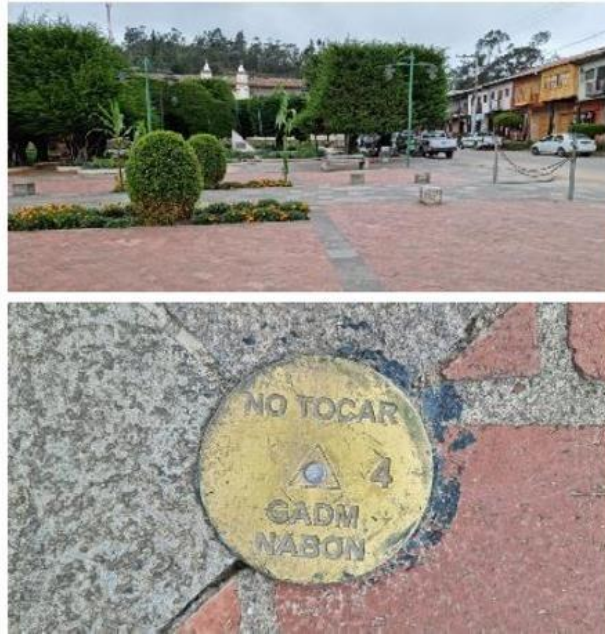
3. Trabajo de campo y recolección de información por un periodo representativo de 95 días en 6 fechas diferentes.

Una vez definidos los puntos a monitorear lo siguiente es acudir al área para hacer los respectivos registros, pero antes de eso se procede a sentar la instrumentación base en el parque central de Nabón mismo que recepta los datos recolectados por lo cual debe ser instalado con la mayor precisión posible. Luego el traslado hacia cada uno de los puntos para monitorear su comportamiento entre las fechas establecidas es obligatorio pues es la única forma de poder tener datos confiables respecto al comportamiento del deslizamiento en cada punto. Es una tarea repetitiva que se la realiza 6 veces desde el 28 de marzo del 2025 hasta el 01 de julio del 2025.



Fotografía 8 Instalación de la base para la recolección de información (GPS) en el parque central de Nabón.

Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)



*Fotografía 9 Placa base Nro. 4 ubicada en el parque central de Nabón.
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)*



*Fotografía 10 Monitoreo de punto ubicado en el muro de contención
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)*

4. Procesamiento de datos, elaboración de las hojas de cálculo con gráficas y modelación del comportamiento con softwares tipo CAD y GIS.

Una vez procesada la información producto de los monitoreos realizados en el trabajo de campo dentro del sector Rosas en Nabón en un rango de 95 días, se procede al trabajo en el ordenador.

En primera instancia en Excel se importan los valores registrados y procesados con la instrumentación topográfica mismos que luego de cada monitoreo en los 14 puntos, proveen las coordenadas de cada punto y se procede a trabajar con un orden secuencial una fecha tras otra, punto por punto para poder hacer una comparativa exacta. Para esta comparativa se hace uso del civil 3d donde importamos en dicho sistema los datos y se procede a trazar la ruta de puntos dentro del croquis de Nabón y con ello poder usar las herramientas que provee el sistema en materia de distanciamiento de puntos, trazo de la superficie a conveniencia del estudio, así como ajustes de escala y colores de tal forma que a nivel visual se puedan comparar con los datos calculados en Excel. Al tener una concordancia en ambos se trabaja nuevamente en el EXCEL donde se procede a trazar las gráficas para saber el comportamiento vertical y horizontal de cada punto seleccionado y de igual manera se trabaja con las altitudes pues al conocer sus coordenadas iniciales y finales a la fecha de la última toma de información en campo. De Igual forma otro software que interviene en el estudio es el QGIS mismo que sirve para la elaboración de un mapeo de los movimientos tanto horizontales como verticales por separado y con una escala de colores tal que se pueda distinguir con datos cuantificables la tendencia que posee cada punto y así poder determinar si hay comportamientos críticos o no.

Adicional se realizaron memorias técnicas de los 14 puntos estudiados donde se muestran sus características principales, fotografía, ubicación en el plano del área intervenido y se incluye las

gráficas realizadas en Civil 3d para conocer a detalle las tendencias de cada punto, espaciamientos intermedios que simbolizan todas las fechas de registros por cada punto, así como sus distancias totales en las fechas de los extremos que refleja su comportamiento en el plano horizontal

Cabe señalar que las hojas de cálculo con sus respectivas graficas del desplazamiento horizontal involucran a la fecha versus el desplazamiento acumulativo en X, Y, Z. Dicho desplazamiento que representa una longitud máxima recorrida por el punto en el rango de 95 días se lo determina con la fórmula de distancia entre dos puntos $d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2}$. La grafica tiene una tendencia incremental, lo cual representa el patrón de aumento que posee el deslizamiento de ese punto. En tanto que las gráficas de la variación de cotas que se dieron dentro del tiempo estudiado se representan de tal forma que la variación de cotas versus las fechas de monitoreo pormenoriza el panorama de variación de altitudes que se va teniendo con el transcurso de los días del estudio.

Todas las acciones previas tienen la finalidad de medir el nivel de riesgo a través del factor velocidad de desplazamientos de cada uno de los puntos de monitoreo seleccionados para el presente estudio. Para poder hacer la medición de este factor se emplea la tabla de (Cruden, Varnes, 1993) donde se utilizan unidades para rangos de tiempo de monitoreo más grandes en comparación al que se está realizando en el presente estudio, pues se analizan datos comparativos entre semanas, meses y años. Por tal motivo se considera conveniente aplicar una transformación de unidades que, con los mismos criterios y categorización de riesgos de dicho autor, acá se los pueda acoplar a unidades más acordes con el rango de tiempo del presente estudio. Es por eso que se utilizaran las unidades de menor margen de tiempo(mm/día) de (Cruden, Varnes, 1993) que son para ver cuántos milímetros se ha desplazada el punto en un día y así se procede a medir todo el comportamiento

de los puntos del estudio solo en esas unidades ya que, de hacerlo en unidades más grandes, se propende a tener números cada vez más pequeños lo cual puede dificultar su interpretación

Velocidad (mm/seg)	Velocidad (mm/día)	Descripción velocidad	Naturaleza del impacto
	fact: 1día= 86400seg		
> 5000	> 432000000,000	extremadamente rápido	CATASTROFE DE GRAN VIOLENCIA
5000	432000000,000	muy rápido	PERDIDA DE ALGUNAS VIDAS POR LA VELOCIDAD DEL MOVIMIENTO
50	4320000,000	rápido	POSIBLE ESCAPE Y EVACUACION
0,5	43200,000	moderado	ESTRUCTURAS POCO SENSIBLES SE PUEDEN MANTENER A DISTANCIAS CONSIDERABLES. SI ESTAN EN LA MASA DESPLAZADA SON DAÑADAS CON CERTEZA
0,005	432,000	lento	CARRETERAS Y ESTRUCTURAS POCO SENSIBLES PUEDEN MANTENERSE CON MANTENIMIENTOS PERIODICOS
0,00005	4,320	muy lento	ALGUNAS ESTRUCTURAS PERMANENTES NO SON DAÑADAS, SI TIENEN GRIETAS SE PUEDEN REPARAR
0,0000005	0,043	extremadamente lento	NO HAY DAÑO SEVERO SE PUEDEN MANTENER INFRAESTRUCTURAS CON LOS DEBIDOS MANTENIMIENTOS

< 0,0000005	< 0,043	casi inexistente	NO HAY DAÑO ALGUNO
-------------	---------	------------------	--------------------

*Tabla 5 (Cruden, Varnes, 1993) con todas las unidades transformadas a mm/día
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)*

IX. Población y muestra

1. Población y viviendas

El sector Rosas está dentro de la zona urbana del cantón Nabón cuya representatividad es el 6,9% de un total de 15,121 personas en todo el cantón, es decir 1045 personas son la población total del sector Rosas, y estos constituyen la población total urbana misma que será sujeta de investigación para el siguiente estudio competente a los deslizamientos activos que afectan a todos los habitantes mencionados. Otra forma de establecer una variable para el muestreo de los fenómenos ocurridos dentro del barrio Rosas es la cantidad de viviendas que se han contabilizado según el (INEC, 2021) son alrededor de 160 viviendas que están incluidas dentro de este estudio. De ahí cabe mencionar que las áreas de terreno tanto privado como público son tan numerosas que no se pueden cuantificar exactamente dentro de los parámetros o variables numéricas dentro de este estudio pues por los mismos deslizamientos existen porciones enteras de terrenos que han cedido y se muestran totalmente inferiores en número de metros cuadrados y con características superficiales diferentes a las que se muestran en las estadísticas de todos los registros con historial de años pasados. Es por ello que el área de estudio que se tome como referencia para el estudio del fenómeno de los deslizamientos tendrá una proporción unitaria pues no es competencia de este estudio más que conocer las distancias totales desplazadas de los puntos seleccionados para su estudio.

CANTÓN NABÓN							
TOTAL, DE VIVIENDAS, OCUPADAS CON PERSONAS PRESENTES, PROMEDIO DE OCUPANTES Y DENSIDAD POBLACIONAL Censo 2001							
ÁREAS	TOTAL DE VIVIENDAS	VIVIENDAS PARTICULARES OCUPADAS CON PERSONAS PRESENTES			POBLACIÓN TOTAL	EXTENSIÓN Km²	DENSIDAD Hab / Km²
		NÚMERO	OCUPANTES	PROMEDIO			
TOTAL, CANTÓN	7.531	3.698	15.114	4,1	15.121	635,7	23,8
ÁREA URBANA	456	283	1.044	3,7	1.047		
ÁREA RURAL	7.075	3.415	14.070	4,1	14.074		

Tabla 6 Censo 2001 Nabón
Fuente: (INEC, 2021)

2. Elementos expuestos en Sector Rosas

Otras áreas y bienes vulnerables incluyen:

- Cultivos y terrenos agrícolas: Los cultivos están amenazados por la inestabilidad, afectando la subsistencia de las familias agrícolas.
- Equipamiento comunitario: Además de la capilla y cancha, se han reportado daños en infraestructura escolar y comunal sin reparaciones definitivas.
- Personas vulnerables: Muchas familias, especialmente adultos mayores, han sido evacuadas o viven con temor. Algunas han sido reubicadas en casas de familiares o arriendan, otras se han quedado en albergues improvisados.

3. Resumen cuantitativo infraestructural y habitacional del sector Rosas

Indicador	Valor estimado
Población sector Rosas y alrededores	1045 habitantes
Viviendas afectadas en Rosas	~160 viviendas
Familias expuestas	90–135 familias (con promedio de 3 personas por unidad familiar)
Viviendas evacuadas	42 viviendas (2021)
Infraestructura crítica afectada	Terminal terrestre, Centro de Salud, redes de servicios, carretera principal, capilla, canchas, muros de piedra.
Cultivos y terrenos expuestos	Áreas agrícolas adyacentes al barrio
Viviendas destruidas o inhabitables	≥15 casas desalojadas inmediatamente

Tabla 7 Resumen cuantitativo infraestructural

Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025) con datos basados en (Ordoñez, 2024)

4. Descripción de los datos producidos

Los datos producidos dentro del presente estudio son producto de las variables estudiadas, así como de sus componentes en cada uno de los periodos de tiempo planificado. Al ser un estudio de tipo cuantitativo se han involucrado las variables pertinentes para llegar a los resultados que se han planteado dentro de los objetivos de esta investigación. Si bien es cierto los resultados al igual que los datos de entrada son de tipo cuantitativo también cabe mencionar la importancia de mencionar y dar un enfoque técnico a las variables complementarias tales como climáticas, topológicas y geológicas pues llegan no solo a ser insumo teórico principal para llegar a la velocidad de desplazamiento sino que pasan a tener un protagonismo particular como un solo cuerpo de estudio en conjunto con el fenómeno cuantificable del desplazamiento de masas medido en Longitudes desplazadas entre dos puntos y secuencialmente la medida se puede hacer entre los 6 puntos monitoreados de tal forma que en conjunto con las variables complementarias cualitativas se tiene una respuesta concluyente que abarca más campos y no solo el del desplazamiento en el tiempo (velocidad).

X. Presentación de los resultados descriptivos

Ref. 1

PUNTO (REF)	FECHA DE MONITOREO	NORTE	ESTE	COTA (msnm)	DISTANCIA HORIZONTAL INTERMEDIA ACUMULADA(X,Y)	DISTANCIA HORIZONTAL INTERMEDIA ACUMULADA (X,Y,Z)
REF 1	28/3/2025	9631321,73	715499,097	2723,961		
	4/4/2025	9631321,77	715499,037	2723,952	0,061	0,061
	16/5/2025	9631321,83	715498,964	2723,951	0,138	0,138
	30/5/2025	9631321,87	715499,007	2723,934	0,184	0,184
	17/6/2025	9631322,01	715499,001	2723,9329	0,211	0,211
	1/7/2025	9631322,12	715499,001	2723,9159	0,223	0,223

Tabla 8 Resumen de monitoreo clasificado por fecha, coordenadas y desplazamientos totales del punto Ref. 1

Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

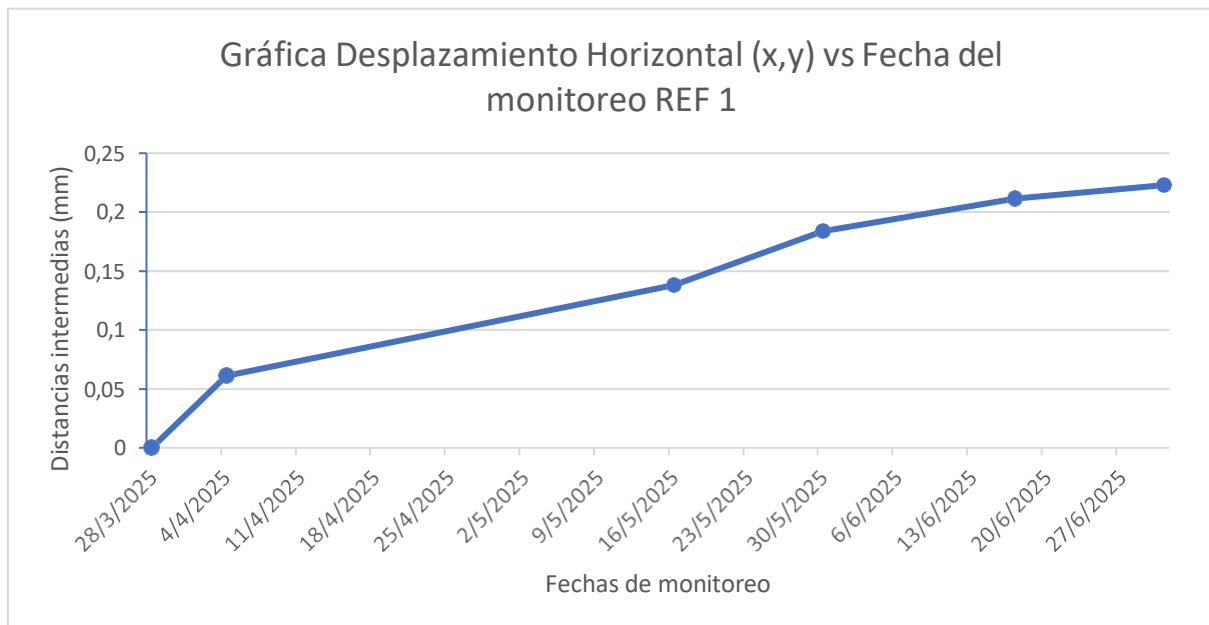


Gráfico 1 Desplazamiento horizontal (N,E) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo

Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO		
ESPACIO	222,972	mm
TIEMPO	95	días
VELOCIDAD	2,35	mm/día

Tabla 9 Velocidad del desplazamiento horizontal (N, E) y sus componentes del punto Ref. 1
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

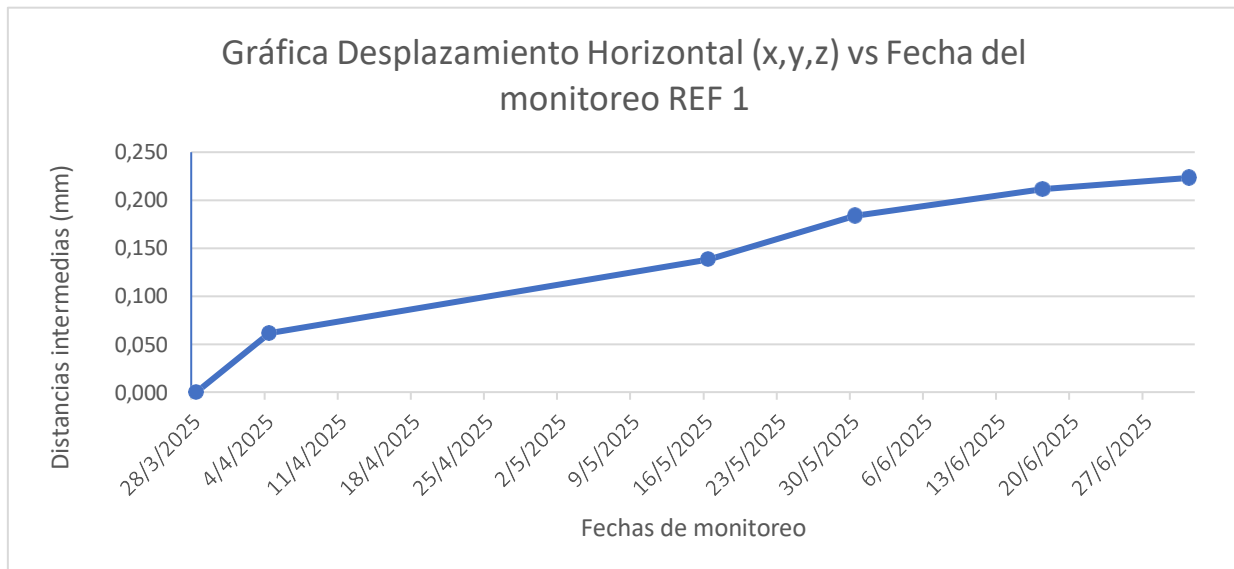


Gráfico 2 Desplazamiento horizontal (N, E,z) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO		
ESPACIO	223,633	mm
TIEMPO	95	días
VELOCIDAD	2,35	mm/día

Tabla 10 Velocidad del desplazamiento horizontal (N, E,z) y sus componentes del punto Ref. 1
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

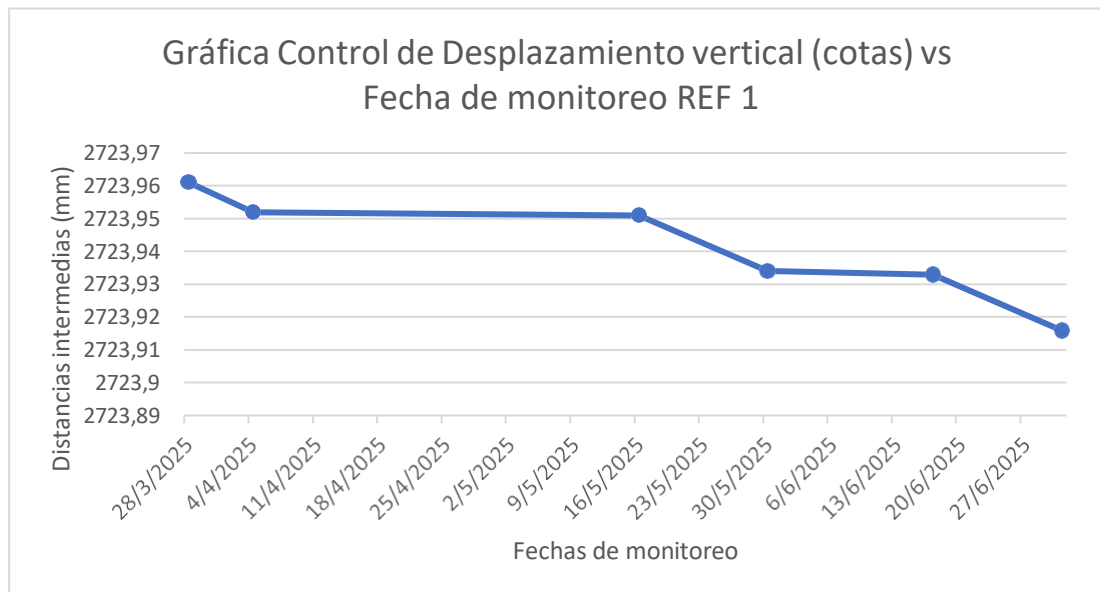


*Gráfico 3 Desplazamiento horizontal (cotas) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)*

VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO		
ESPACIO	45,100	mm
TIEMPO	95	días
VELOCIDAD	0,47	mm/día

*Tabla 11 Velocidad del desplazamiento vertical(cotas) y sus componentes del punto Ref. 1
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)*

DESCRIPCIÓN DE LA VELOCIDAD	NATURALEZA DEL IMPACTO
EXTREMADAMENTE LENTO	NO HAY DAÑO SEVERO SE PUEDEN MANTENER INFRAESTRUCTURAS CON LOS DEBIDOS MANTENIMIENTOS

*Tabla 12 Interpretación según la tabla de velocidad de desplazamientos en N,E,z según
(Cruden, Varnes, 1993)*

Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

Ref. 2

PUNTO (REF)	FECHA DE MONITOREO	NORTE	ESTE	COTA (msnm)	DISTANCIA HORIZONTAL INTERMEDIA ACUMULADA(X,Y)	DISTANCIA HORIZONTAL INTERMEDIA ACUMULADA (X,Y,Z)
REF 2	28/3/2025	9631215,03	715492,185	2750,068		
	4/4/2025	9631215,06	715492,201	2750,045	0,018	0,018
	16/5/2025	9631215,05	715492,162	2750,043	0,057	0,057
	30/5/2025	9631215,12	715492,193	2750,023	0,092	0,092
	17/6/2025	9631215,12	715492,178	2750,011	0,107	0,107
	1/7/2025	9631215,14	715492,221	2750,000	0,150	0,150

Tabla 13 Resumen de monitoreo clasificado por fecha, coordenadas y desplazamientos totales del punto Ref. 2

Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

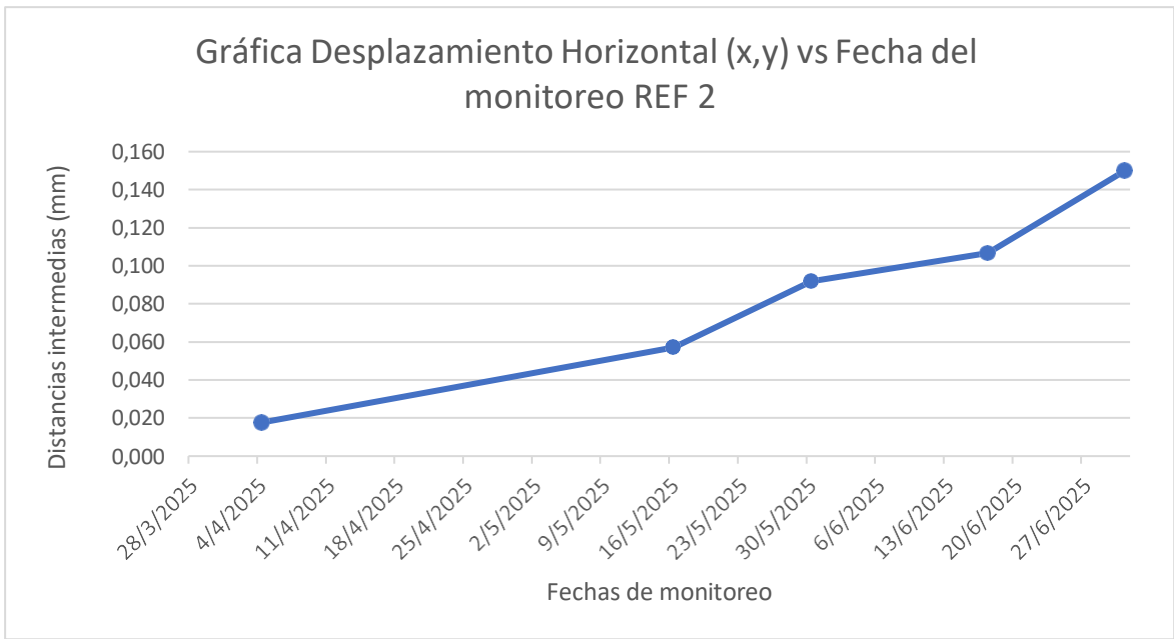


Gráfico 4 Desplazamiento horizontal (N,E) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo

Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO		
ESPACIO	150,042	mm
TIEMPO	95	días
VELOCIDAD	1,58	mm/día

Tabla 14 Velocidad del desplazamiento horizontal (N, E) y sus componentes del punto Ref. 2

Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

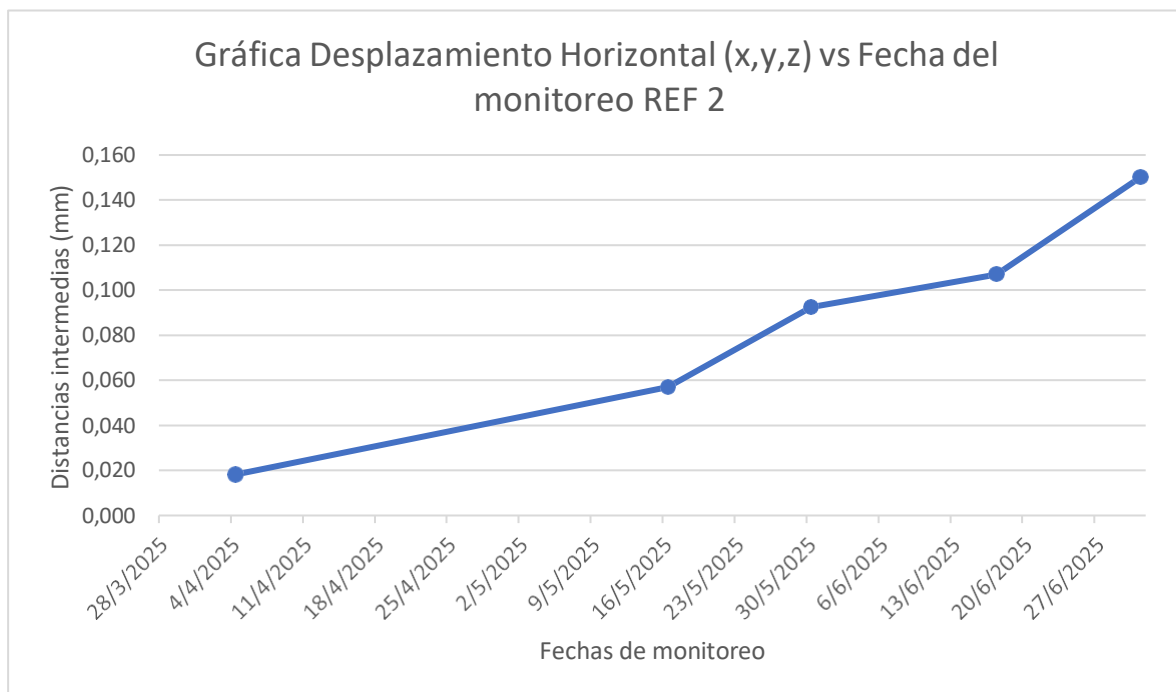


Gráfico 5 Desplazamiento horizontal (N, E,z) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO		
ESPACIO	151,240	mm
TIEMPO	95	días
VELOCIDAD	1,59	mm/día

Tabla 15 Velocidad del desplazamiento horizontal (N, E,z) y sus componentes del punto Ref. 2
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

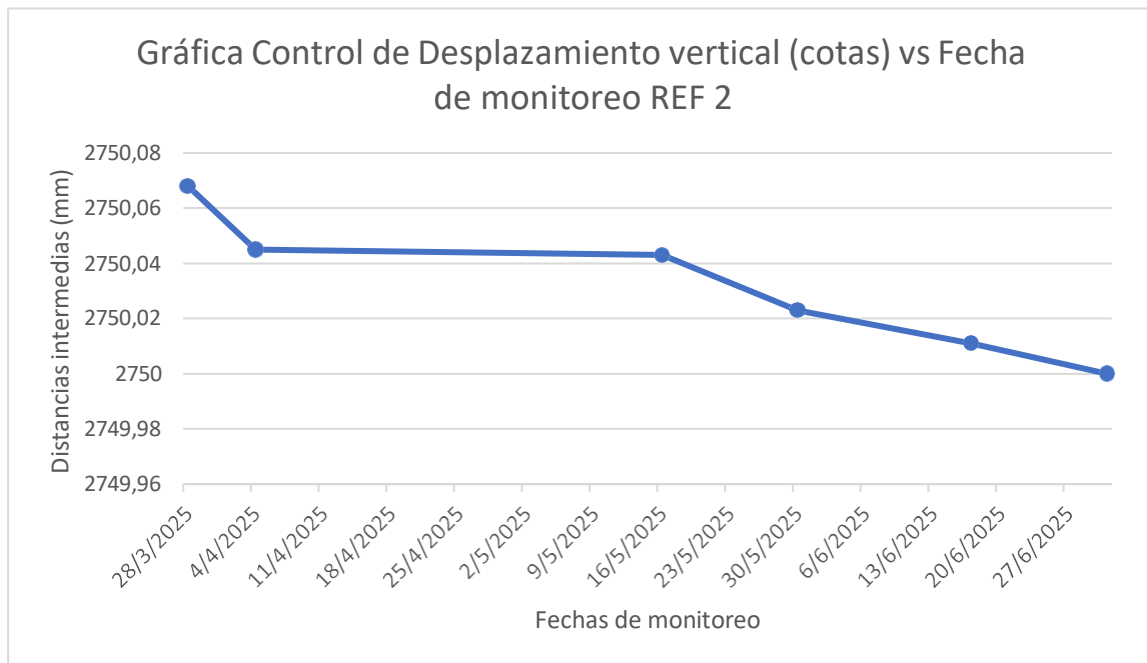


Gráfico 6 Desplazamiento horizontal (cotas) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO		
ESPACIO	68,000	mm
TIEMPO	95	días
VELOCIDAD	0,72	mm/día

Tabla 16 Velocidad del desplazamiento vertical(cotas) y sus componentes del punto Ref. 1
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

DESCRIPCIÓN DE LA VELOCIDAD	NATURALEZA DEL IMPACTO
EXTREMADAMENTE LENTO	NO HAY DAÑO SEVERO SE PUEDEN MANTENER INFRAESTRUCTURAS CON LOS DEBIDOS MANTENIMIENTOS

Tabla 17 Interpretación según la tabla de velocidad de desplazamientos en N,E,z según (Cruden, Varnes, 1993)

Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

Ref 3.

PUNTO (REF)	FECHA DE MONITOREO	NORTE	ESTE	COTA (msnm)	DISTANCIA HORIZONTAL INTERMEDIA ACUMULADA(X,Y)	DISTANCIA HORIZONTAL INTERMEDIA ACUMULADA (X,Y,Z)
REF 3	28/3/2025	9631229,54	715643,623	2734,851		
	4/4/2025	9631229,55	715643,619	2734,831	0,005	0,005
	16/5/2025	9631229,55	715643,627	2734,832	0,013	0,013
	30/5/2025	9631229,56	715643,621	2734,821	0,019	0,019
	17/6/2025	9631229,56	715643,626	2734,800	0,024	0,024
	1/7/2025	9631229,56	715643,628	2734,798	0,026	0,026

Tabla 18 Resumen de monitoreo clasificado por fecha, coordenadas y desplazamientos totales del punto Ref. 3

Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

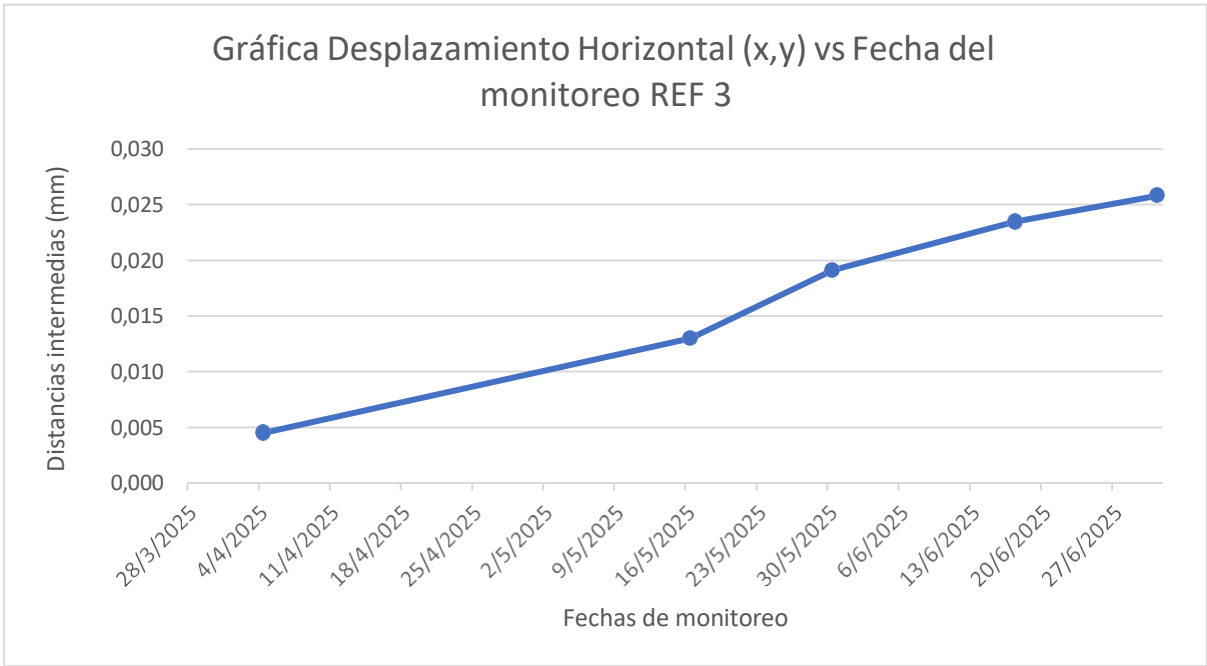


Gráfico 7 Desplazamiento horizontal (N,E) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo

Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO		
ESPACIO	25,809	mm
TIEMPO	95	días
VELOCIDAD	0,27	mm/día

Tabla 19 Velocidad del desplazamiento horizontal (N, E) y sus componentes del punto Ref. 3
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

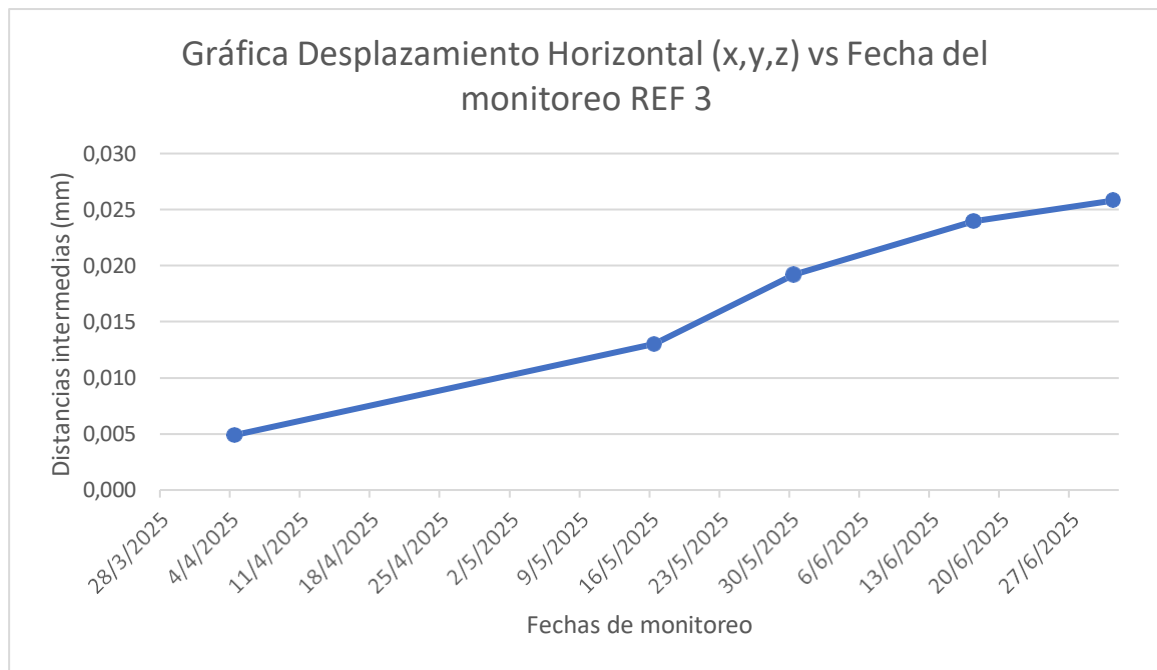


Gráfico 8 Desplazamiento horizontal (N, E,z) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO		
ESPACIO	26,776	mm
TIEMPO	95	días
VELOCIDAD	0,28	mm/día

Tabla 20 Velocidad del desplazamiento horizontal (N, E,z) y sus componentes del punto Ref. 3
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

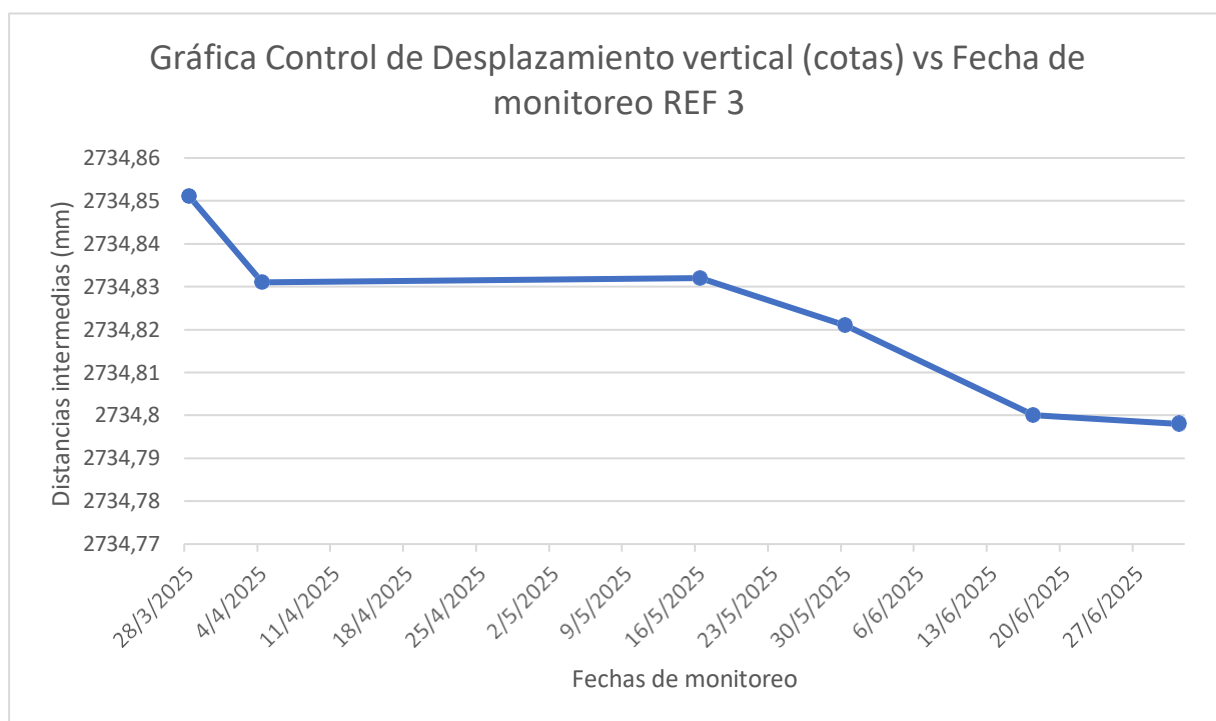


Gráfico 9 Desplazamiento horizontal (cotas) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO		
ESPACIO	53,000	mm
TIEMPO	95	días
VELOCIDAD	0,56	mm/día

Tabla 21 Velocidad del desplazamiento vertical(cotas) y sus componentes del punto Ref. 3
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

DESCRIPCIÓN DE LA VELOCIDAD	NATURALEZA DEL IMPACTO
EXTREMADAMENTE LENTO	NO HAY DAÑO SEVERO SE PUEDEN MANTENER INFRAESTRUCTURAS CON LOS DEBIDOS MANTENIMIENTOS

Tabla 22 Interpretación según la tabla de velocidad de desplazamientos en N,E,z según (Cruden, Varnes, 1993)

Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

Ref 4.

PUNTO (REF)	FECHA DE MONITOREO	NORTE	ESTE	COTA (msnm)	DISTANCIA HORIZONTAL INTERMEDIA ACUMULADA(X,Y)	DISTANCIA HORIZONTAL INTERMEDIA ACUMULADA (X,Y,Z)
REF 4	28/3/2025	9631159,7	715728,281	2731,08		
	4/4/2025	9631159,7	715728,275	2731,051	0,006	0,007
	16/5/2025	9631159,72	715728,279	2731,041	0,010	0,010
	30/5/2025	9631159,72	715728,286	2731,039	0,016	0,016
	17/6/2025	9631159,72	715728,291	2731,075	0,021	0,022
	1/7/2025	9631159,72	715728,294	2731,051	0,024	0,025

Tabla 23 Resumen de monitoreo clasificado por fecha, coordenadas y desplazamientos totales del punto Ref. 4

Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

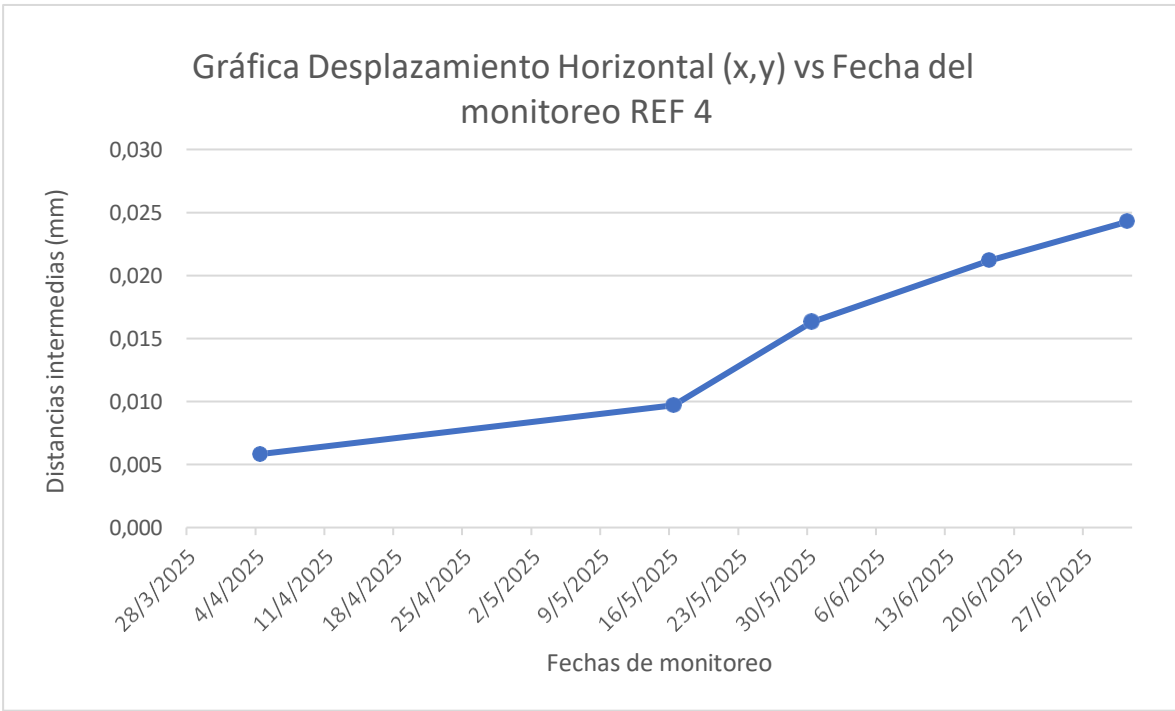


Gráfico 10 Desplazamiento horizontal (N,E) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo

Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO		
ESPACIO	24,259	mm
TIEMPO	95	días
VELOCIDAD	0,26	mm/día

Tabla 24 Velocidad del desplazamiento horizontal (N, E) y sus componentes del punto Ref. 4
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

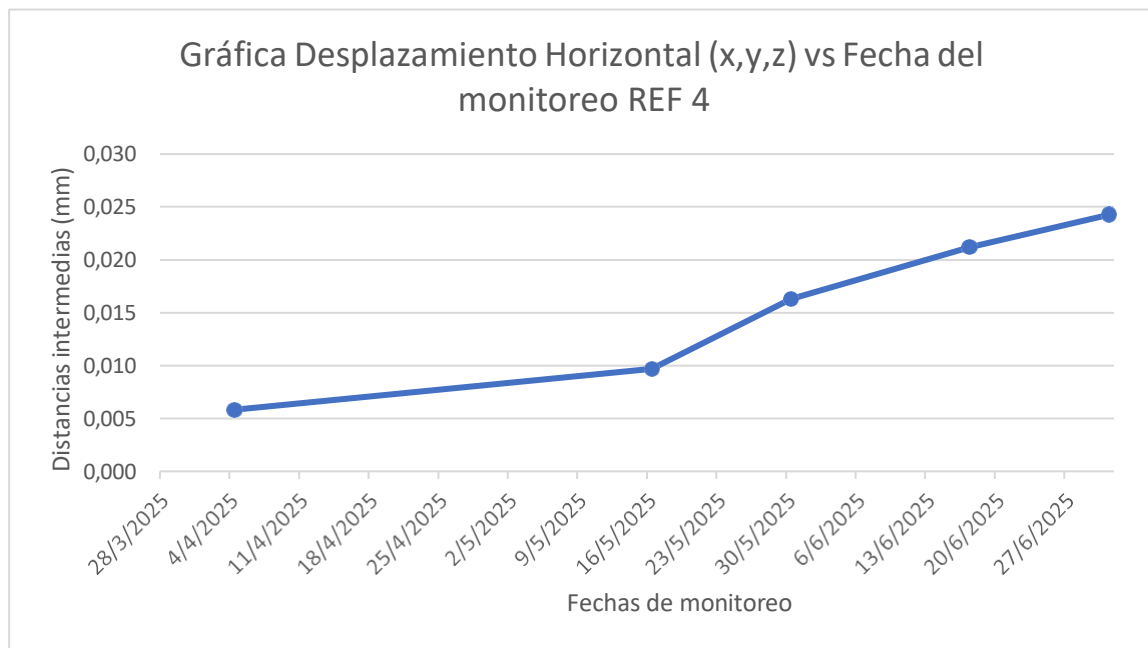


Gráfico 11 Desplazamiento horizontal (N, E,z) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo

Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO		
ESPACIO	27,196	mm
TIEMPO	95	días
VELOCIDAD	0,29	mm/día

Tabla 25 Velocidad del desplazamiento horizontal (N, E,z) y sus componentes del punto Ref. 4
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

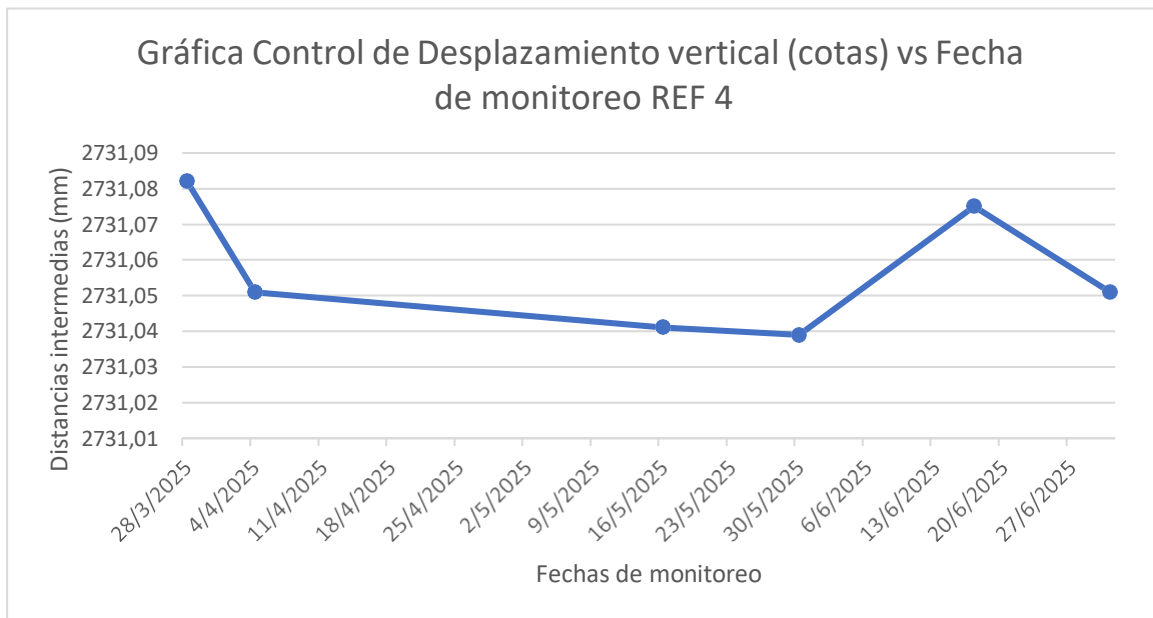


Gráfico 12 Desplazamiento horizontal (cotas) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO		
ESPACIO	31,000	mm
TIEMPO	95	días
VELOCIDAD	0,33	mm/día

Tabla 26 Velocidad del desplazamiento vertical(cotas) y sus componentes del punto Ref. 4
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

DESCRIPCIÓN DE LA VELOCIDAD	NATURALEZA DEL IMPACTO
EXTREMADAMENTE LENTO	NO HAY DAÑO SEVERO SE PUEDEN MANTENER INFRAESTRUCTURAS CON LOS DEBIDOS MANTENIMIENTOS

Tabla 27 Interpretación según la tabla de velocidad de desplazamientos en N,E,z según (Cruden, Varnes, 1993)

Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

Ref. 5

PUNTO (REF)	FECHA DE MONITOREO	NORTE	ESTE	COTA (msnm)	DISTANCIA HORIZONTAL INTERMEDIA ACUMULADA(X,Y)	DISTANCIA HORIZONTAL INTERMEDIA ACUMULADA (X,Y,Z)
REF 5	28/3/2025	9631152,74	715754,86	2731,111		
	4/4/2025	9631152,75	715754,861	2731,11	0,000	0,000
	16/5/2025	9631152,75	715754,869	2731,09	0,009	0,009
	30/5/2025	9631152,75	715754,865	2731,061	0,012	0,013
	17/6/2025	9631152,75	715754,869	2731,0261	0,016	0,017
	1/7/2025	9631152,76	715754,87	2731,000	0,017	0,018

Tabla 28 Resumen de monitoreo clasificado por fecha, coordenadas y desplazamientos totales del punto Ref. 5

Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

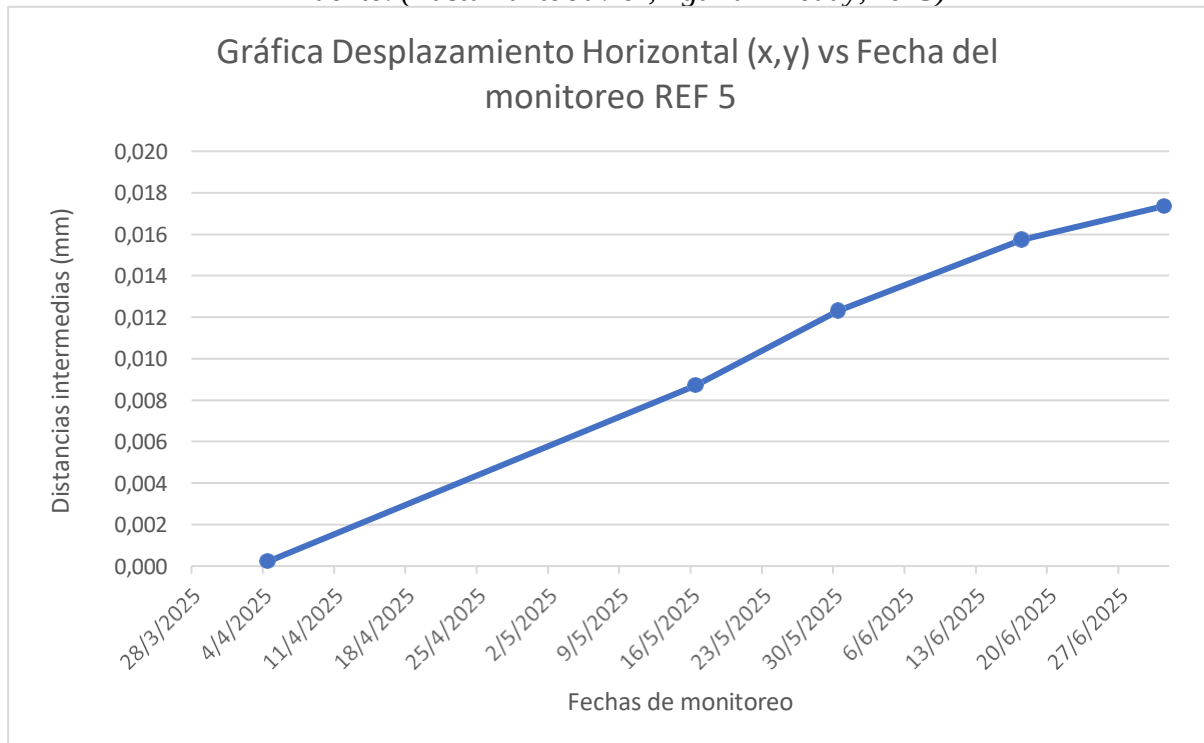


Gráfico 13 Desplazamiento horizontal (N,E) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo

Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO		
ESPACIO	17,357	mm
TIEMPO	95	días
VELOCIDAD	0,18	mm/día

Tabla 29 Velocidad del desplazamiento horizontal (N, E) y sus componentes del punto Ref. 5
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

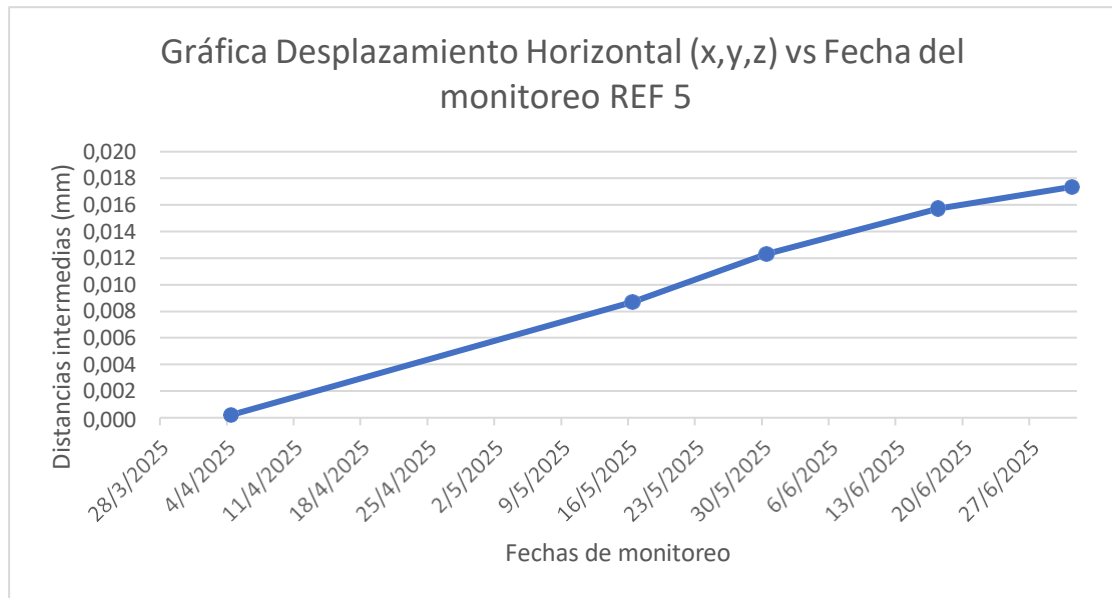


Gráfico 14 Desplazamiento horizontal (N, E,z) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO		
ESPACIO	20,498	mm
TIEMPO	95	días
VELOCIDAD	0,22	mm/día

Tabla 30 Velocidad del desplazamiento horizontal (N, E,z) y sus componentes del punto Ref. 5
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

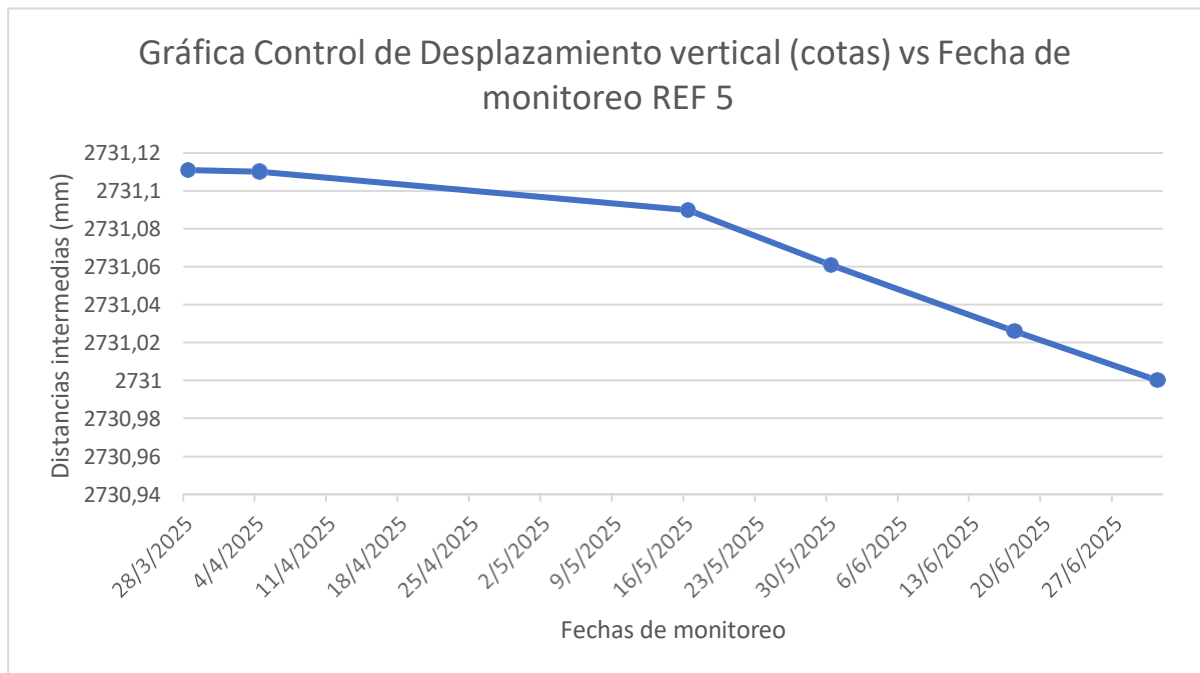


Gráfico 15 Desplazamiento horizontal (cotas) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO		
ESPACIO	111,000	mm
TIEMPO	95	días
VELOCIDAD	1,17	mm/día

Tabla 31 Velocidad del desplazamiento vertical(cotas) y sus componentes del punto Ref. 5
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

DESCRIPCIÓN DE LA VELOCIDAD	NATURALEZA DEL IMPACTO
EXTREMADAMENTE LENTO	NO HAY DAÑO SEVERO SE PUEDEN MANTENER INFRAESTRUCTURAS CON LOS DEBIDOS MANTENIMIENTOS

Tabla 32 Interpretación según la tabla de velocidad de desplazamientos en N,E,z según (Cruden, Varnes, 1993)

Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

Ref. 6

PUNTO (REF)	FECHA DE MONITOREO	NORTE	ESTE	COTA (msnm)	DISTANCIA HORIZONTAL INTERMEDIA ACUMULADA(X,Y)	DISTANCIA HORIZONTAL INTERMEDIA ACUMULADA (X,Y,Z)
REF 6	28/3/2025	9631164,31	715623,955	2743,301		
	4/4/2025	9631164,32	715623,972	2743,281	0,018	0,018
	16/5/2025	9631164,34	715623,965	2743,255	0,025	0,026
	30/5/2025	9631164,34	715623,959	2743,231	0,031	0,032
	17/6/2025	9631164,35	715623,974	2743,223	0,046	0,046
	1/7/2025	9631164,36	715623,979	2743,222	0,052	0,052

Tabla 33 Resumen de monitoreo clasificado por fecha, coordenadas y desplazamientos totales del punto Ref. 6

Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

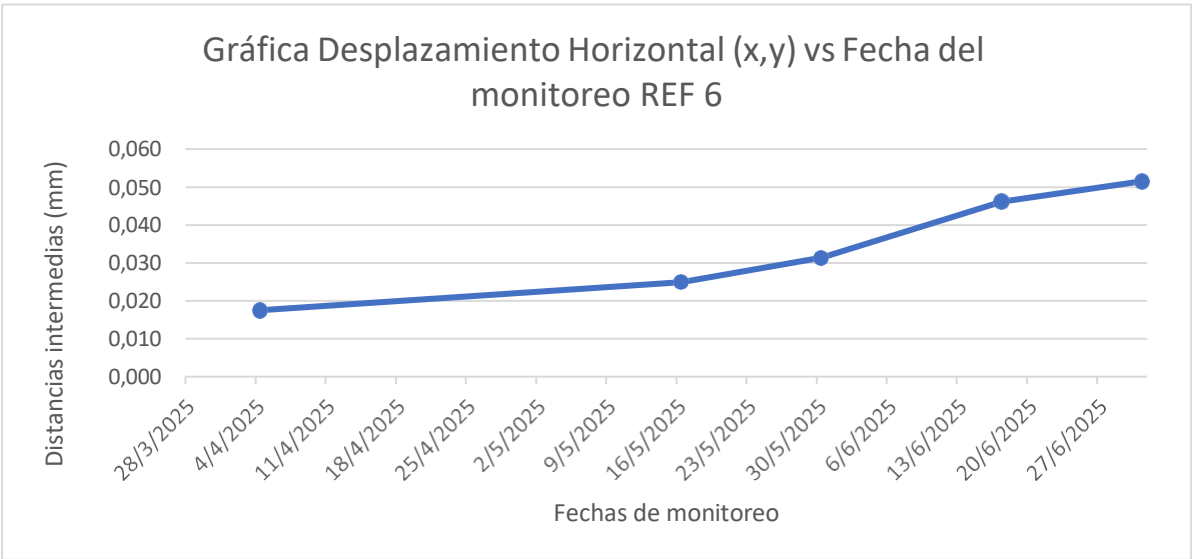


Gráfico 16 Desplazamiento horizontal (N,E) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo

Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO		
ESPACIO	51,515	mm
TIEMPO	95	días
VELOCIDAD	0,54	mm/día

Tabla 34 Velocidad del desplazamiento horizontal (N, E) y sus componentes del punto Ref. 6
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

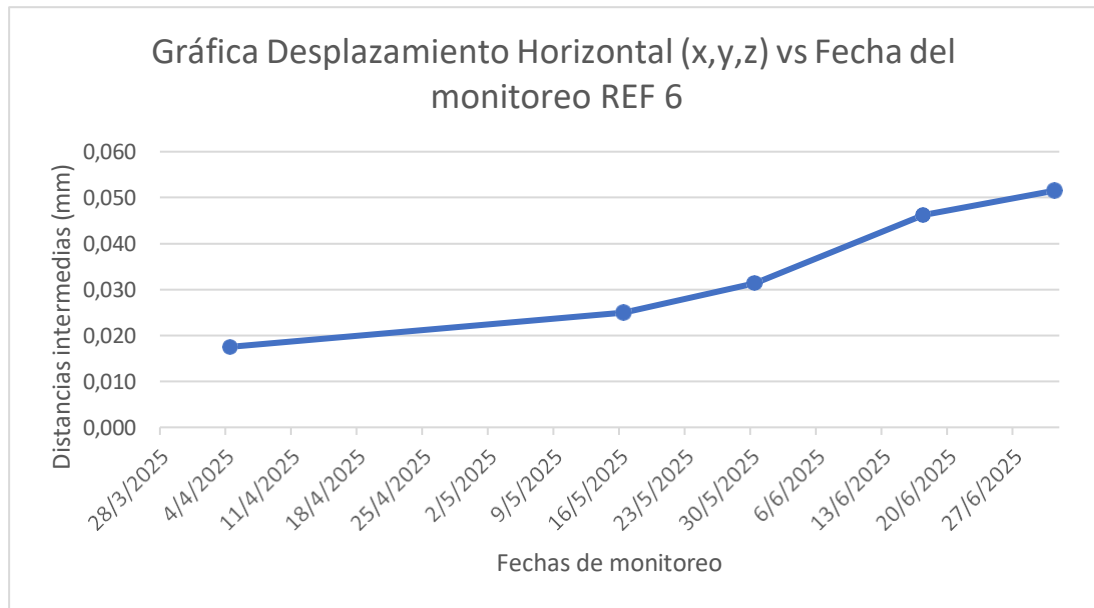


Gráfico 17 Desplazamiento horizontal (N, E,z) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO		
ESPACIO	53,232	mm
TIEMPO	95	días
VELOCIDAD	0,56	mm/día

Tabla 35 Velocidad del desplazamiento horizontal (N, E,z) y sus componentes del punto Ref. 6
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

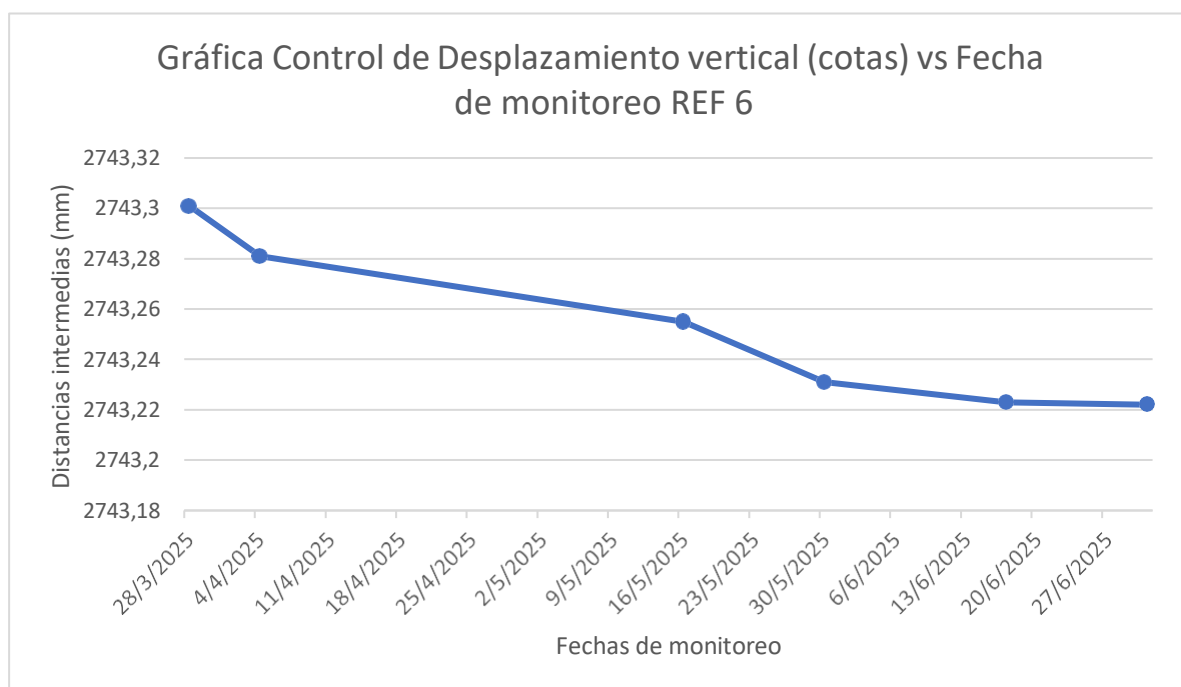


Gráfico 18 Desplazamiento horizontal (cotas) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO		
ESPACIO	79,000	mm
TIEMPO	95	días
VELOCIDAD	0,83	mm/día

Tabla 36 Velocidad del desplazamiento vertical(cotas) y sus componentes del punto Ref. 5
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

DESCRIPCIÓN DE LA VELOCIDAD	NATURALEZA DEL IMPACTO
EXTREMADAMENTE LENTO	NO HAY DAÑO SEVERO SE PUEDEN MANTENER INFRAESTRUCTURAS CON LOS DEBIDOS MANTENIMIENTOS

Tabla 37 Interpretación según la tabla de velocidad de desplazamientos en N,E,z según (Cruden, Varnes, 1993)
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

Ref. 7

PUNTO (REF)	FECHA DE MONITOREO	NORTE	ESTE	COTA (msnm)	DISTANCIA HORIZONTAL INTERMEDIA ACUMULADA(X,Y)	DISTANCIA HORIZONTAL INTERMEDIA ACUMULADA (X,Y,Z)
REF 7	28/3/2025	9631089,9	715397,972	2742,59		
	4/4/2025	9631090,09	715398,135	2742,521	0,200	0,205
	16/5/2025	9631090,31	715397,937	2742,491	0,447	0,448
	30/5/2025	9631090,55	715398,063	2742,451	0,627	0,628
	17/6/2025	9631090,96	715397,77	2742,451	1,092	1,092
	1/7/2025	9631091,28	715397,541	2742,4	1,423	1,426

Tabla 38 Resumen de monitoreo clasificado por fecha, coordenadas y desplazamientos totales del punto Ref. 7

Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

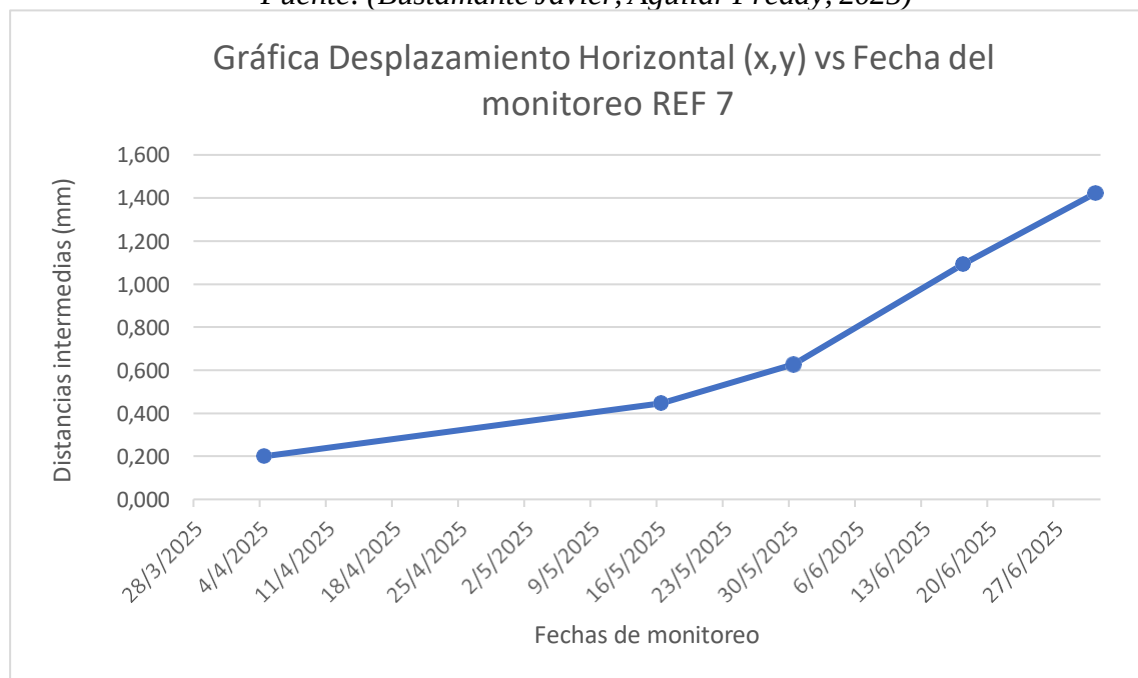


Gráfico 19 Desplazamiento horizontal (N,E) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo

Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO		
ESPACIO	1422,983	mm
TIEMPO	95	días
VELOCIDAD	14,98	mm/día

Tabla 39 Velocidad del desplazamiento horizontal (N, E) y sus componentes del punto Ref. 7
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)



Gráfico 20 Desplazamiento horizontal (N, E,z) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo

Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO		
ESPACIO	1432,845	mm
TIEMPO	95	días
VELOCIDAD	15,08	mm/día

Tabla 40 Velocidad del desplazamiento horizontal (N, E,z) y sus componentes del punto Ref. 7
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

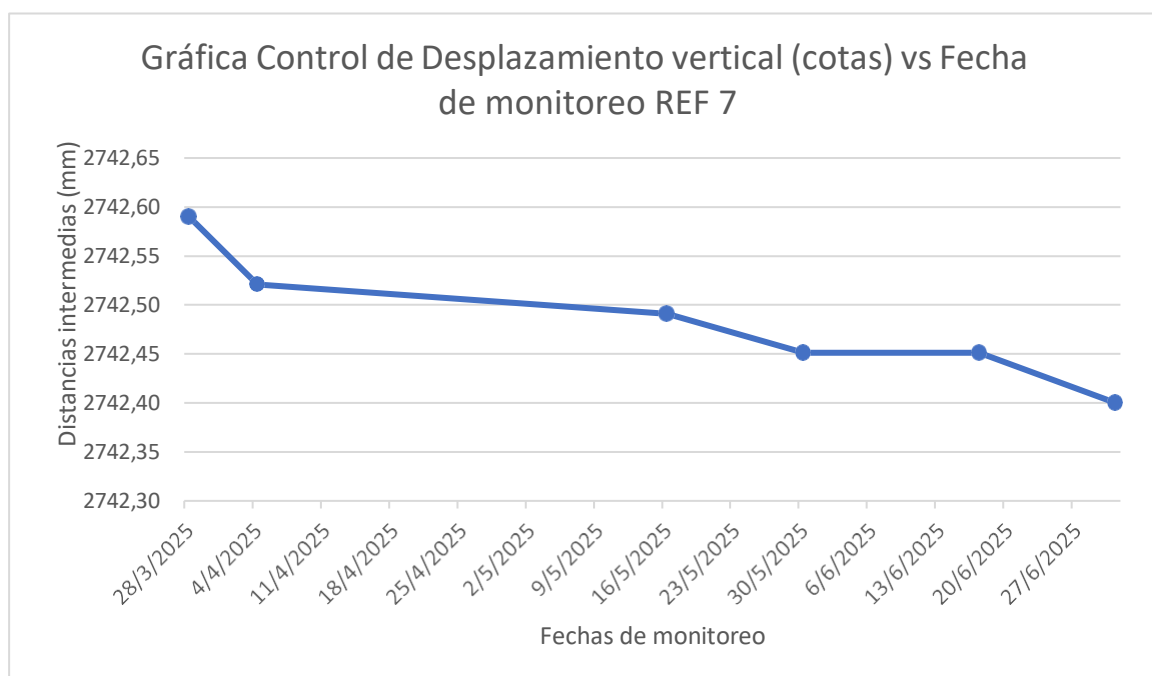


Gráfico 21 Desplazamiento horizontal (cotas) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO		
ESPACIO	190,000	mm
TIEMPO	95	días
VELOCIDAD	2	mm/día

Tabla 41 Velocidad del desplazamiento vertical(cotas) y sus componentes del punto Ref. 7
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

DESCRIPCIÓN DE LA VELOCIDAD	NATURALEZA DEL IMPACTO
MUY LENTO	ALGUNAS ESTRUCTURAS PERMANENTES NO SON DAÑADAS, SI TIENEN GRIETAS SE PUEDEN REPARAR

Tabla 42 Interpretación según la tabla de velocidad de desplazamientos en N,E,z según (Cruden, Varnes, 1993)
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

Ref. 8

PUNTO (REF)	FECHA DE MONITOREO	NORTE	ESTE	COTA (msnm)	DISTANCIA HORIZONTAL INTERMEDIA ACUMULADA(X,Y)	DISTANCIA HORIZONTAL INTERMEDIA ACUMULADA (X,Y,Z)
REF 8	28/3/2025	9631055	715592	2766,128		
	4/4/2025	9631055,03	715592,015	2766,113	0,015	0,016
	16/5/2025	9631055,03	715592,005	2766,101	0,025	0,025
	30/5/2025	9631055,05	715592,007	2766,081	0,028	0,028
	17/6/2025	9631055,06	715592,019	2766,064	0,040	0,040
	1/7/2025	9631055,07	715591,973	2766,061	0,085	0,085

Tabla 43 Resumen de monitoreo clasificado por fecha, coordenadas y desplazamientos totales del punto Ref. 8

Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

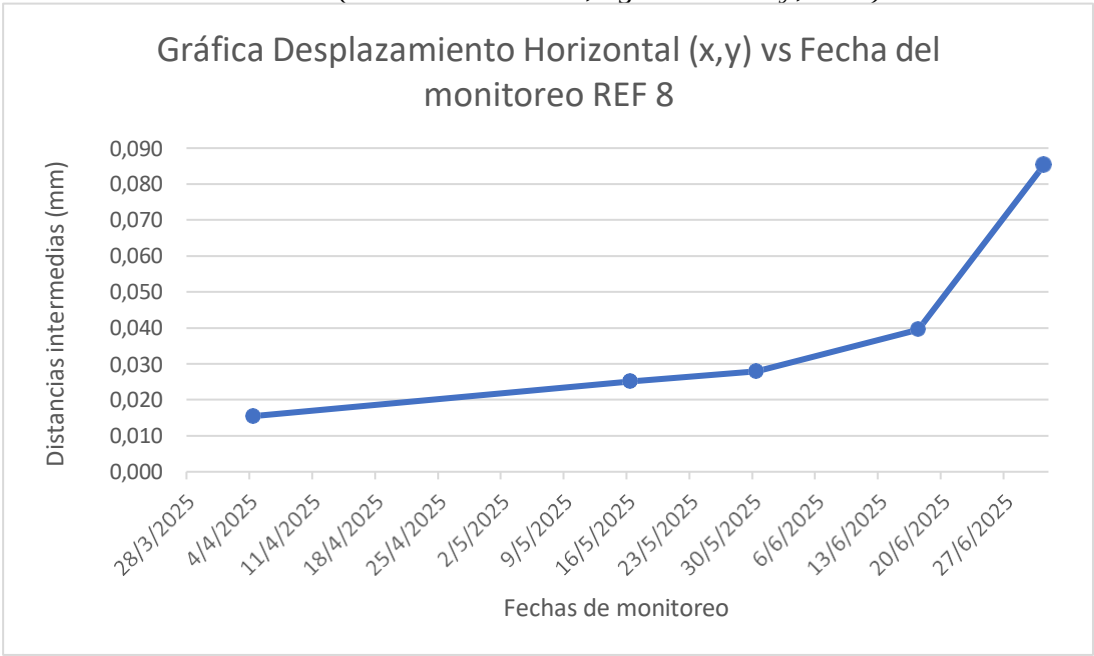


Gráfico 22 Desplazamiento horizontal (N,E) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO		
ESPACIO	85,294	mm
TIEMPO	95	días
VELOCIDAD	0,9	mm/día

*Tabla 44 Velocidad del desplazamiento horizontal (N, E) y sus componentes del punto Ref. 8
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)*

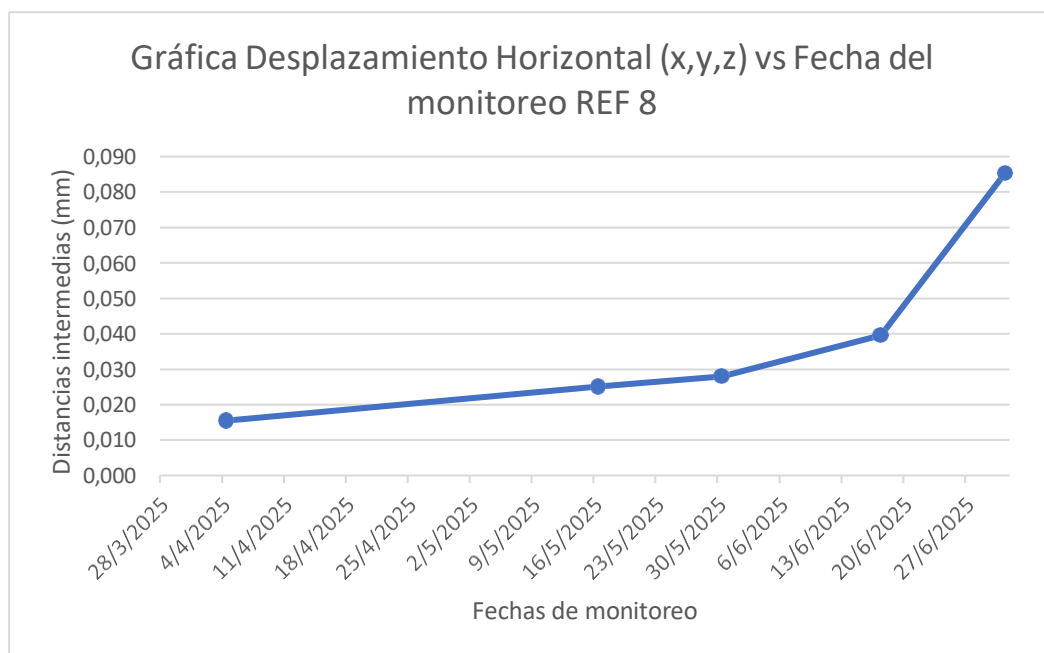


Gráfico 23 Desplazamiento horizontal (N, E,z) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo

Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO		
ESPACIO	86,361	mm
TIEMPO	95	días
VELOCIDAD	0,91	mm/día

*Tabla 45 Velocidad del desplazamiento horizontal (N, E,z) y sus componentes del punto Ref. 8
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)*

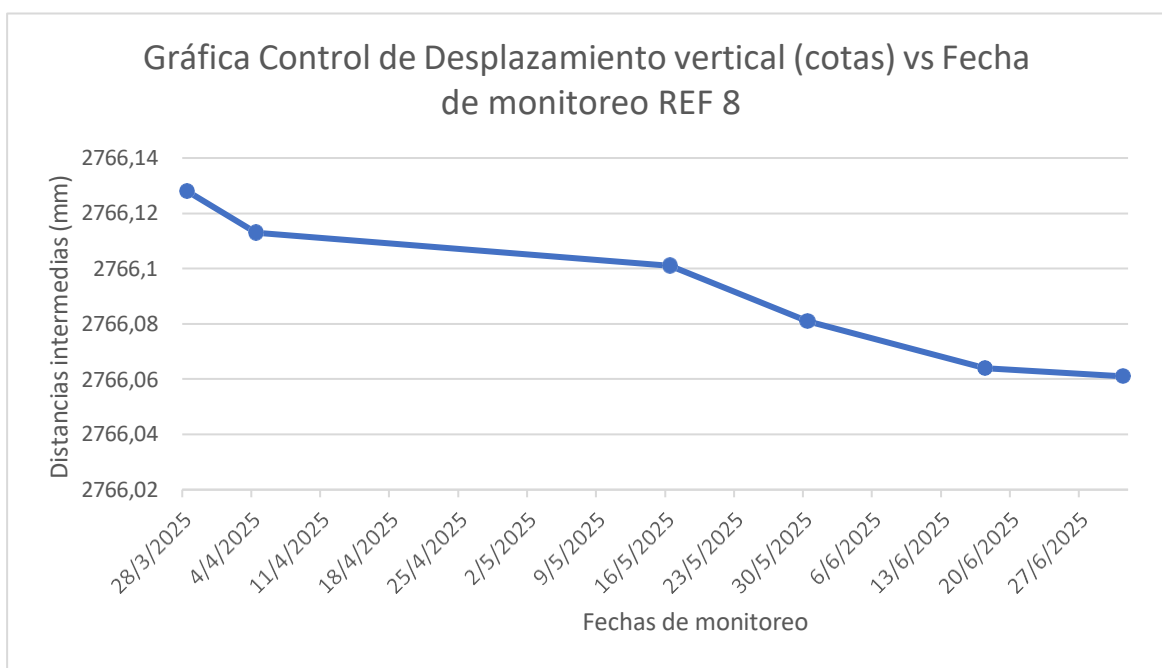


Gráfico 24 Desplazamiento horizontal (cotas) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO		
ESPACIO	67,000	mm
TIEMPO	95	días
VELOCIDAD	0,71	mm/día

Tabla 46 Velocidad del desplazamiento vertical(cotas) y sus componentes del punto Ref. 8
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

DESCRIPCIÓN DE LA VELOCIDAD	NATURALEZA DEL IMPACTO
EXTREMADAMENTE LENTO	NO HAY DAÑO SEVERO SE PUEDEN MANTENER INFRAESTRUCTURAS CON LOS DEBIDOS MANTENIMIENTOS

Tabla 47 Interpretación según la tabla de velocidad de desplazamientos en N,E,z según (Cruden, Varnes, 1993)

Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

Ref. 9

PUNTO (REF)	FECHA DE MONITOREO	NORTE	ESTE	COTA (msnm)	DISTANCIA HORIZONTAL INTERMEDIA ACUMULADA(X,Y)	DISTANCIA HORIZONTAL INTERMEDIA ACUMULADA (X,Y,Z)
REF 9	28/3/2025	9630930,28	715315,79	2742,63		
	4/4/2025	9630930,29	715315,805	2742,628	0,015	0,015
	16/5/2025	9630930,31	715315,766	2742,621	0,055	0,055
	30/5/2025	9630930,32	715315,77	2742,611	0,059	0,059
	17/6/2025	9630930,35	715315,783	2742,609	0,072	0,072
	1/7/2025	9630930,38	715315,79	2742,607	0,080	0,080

Tabla 48 Resumen de monitoreo clasificado por fecha, coordenadas y desplazamientos totales del punto Ref. 9

Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

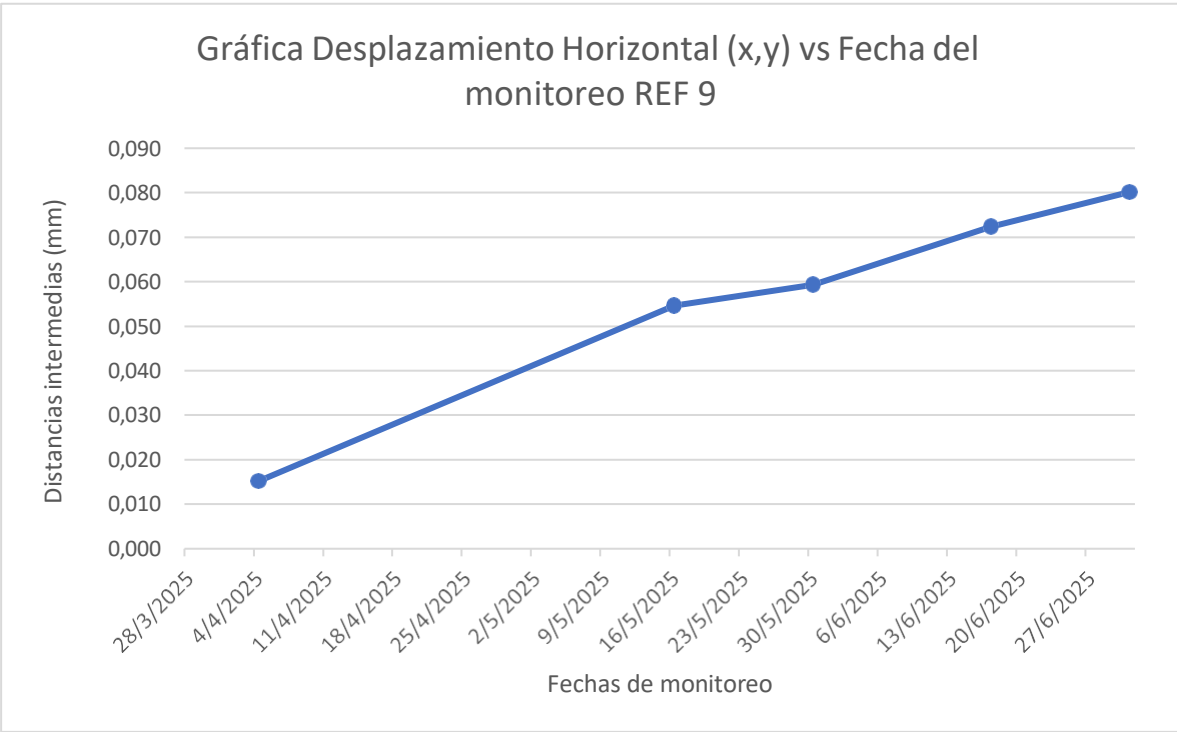


Gráfico 25 Desplazamiento horizontal (N,E) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo

Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO		
ESPACIO	80,182	mm
TIEMPO	95	días
VELOCIDAD	0,84	mm/día

Tabla 49 Velocidad del desplazamiento horizontal (N, E) y sus componentes del punto Ref. 9
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

z

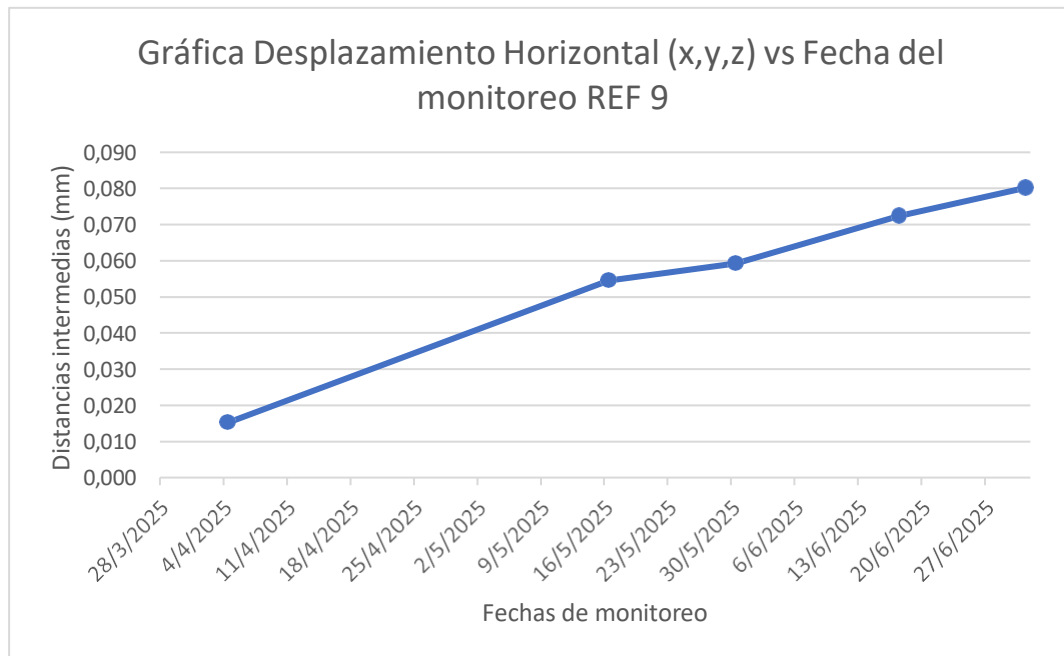


Gráfico 26 Desplazamiento horizontal (N, E,z) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo

Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO		
ESPACIO	80,343	mm
TIEMPO	95	días
VELOCIDAD	0,85	mm/día

Tabla 50 Velocidad del desplazamiento horizontal (N, E,z) y sus componentes del punto Ref. 9
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

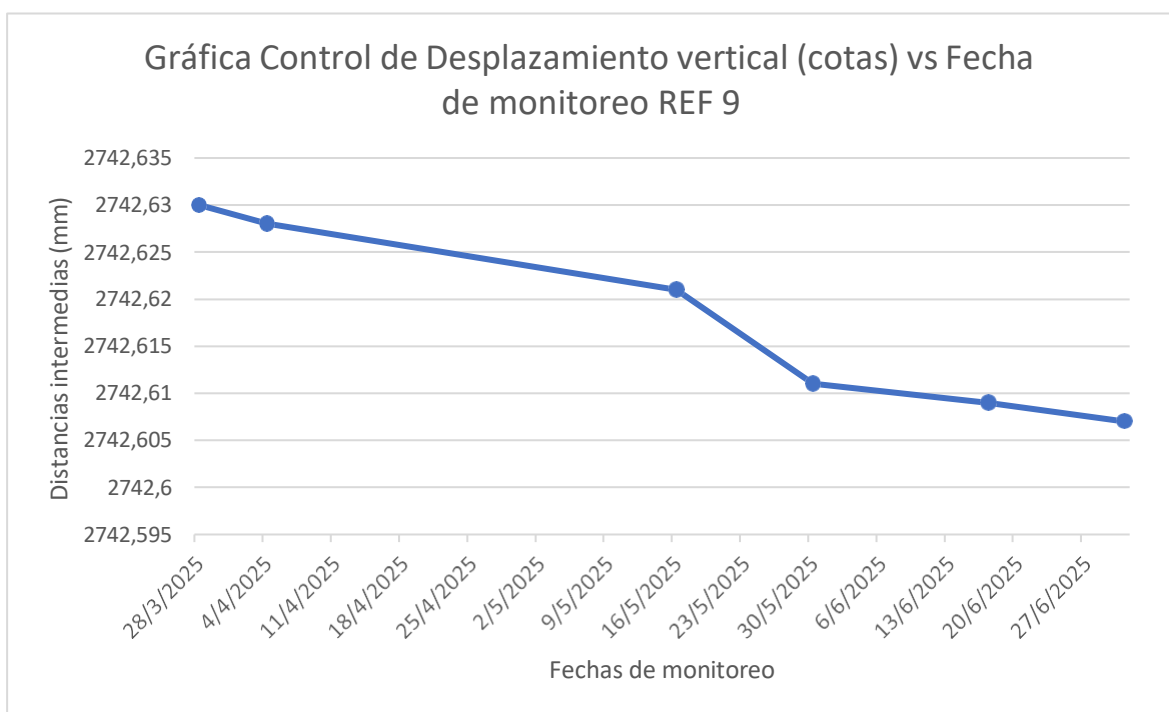


Gráfico 27 Desplazamiento horizontal (cotas) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO		
ESPACIO	23,000	mm
TIEMPO	95	días
VELOCIDAD	0,24	mm/día

Tabla 51 Velocidad del desplazamiento vertical(cotas) y sus componentes del punto Ref. 9
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

DESCRIPCIÓN DE LA VELOCIDAD	NATURALEZA DEL IMPACTO
EXTREMADAMENTE LENTO	NO HAY DAÑO SEVERO SE PUEDEN MANTENER INFRAESTRUCTURAS CON LOS DEBIDOS MANTENIMIENTOS

Tabla 52 Interpretación según la tabla de velocidad de desplazamientos en N,E,z según (Cruden, Varnes, 1993)

Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

Ref. 10

PUNTO (REF)	FECHA DE MONITOREO	NORTE	ESTE	COTA (msnm)	DISTANCIA HORIZONTAL INTERMEDIA ACUMULADA(X,Y)	DISTANCIA HORIZONTAL INTERMEDIA ACUMULADA (X,Y,Z)
REF 10	28/3/2025	9630976,02	715441,436	2758,1		
	4/4/2025	9630976,03	715441,436	2758,091	0,001	0,001
	16/5/2025	9630976,04	715441,448	2758,089	0,014	0,013
	30/5/2025	9630976,04	715441,444	2758,081	0,018	0,005
	17/6/2025	9630976,07	715441,433	2758,069	0,030	0,012
	1/7/2025	9630976,07	715441,436	2758,06	0,033	0,003

Tabla 53 Resumen de monitoreo clasificado por fecha, coordenadas y desplazamientos totales del punto Ref. 10

Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

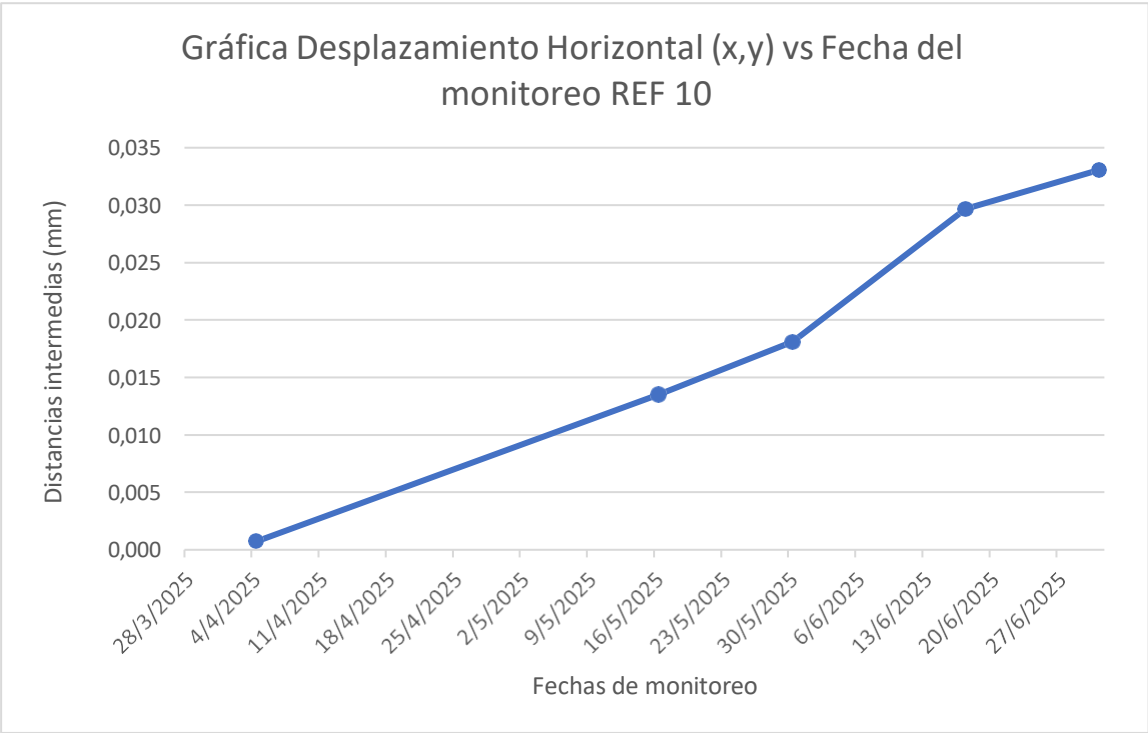


Gráfico 28 Desplazamiento horizontal (N,E) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo

Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO		
ESPACIO	33,076	mm
TIEMPO	95	días
VELOCIDAD	0,35	mm/día

Tabla 54 Velocidad del desplazamiento horizontal (N, E) y sus componentes del punto Ref. 10
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

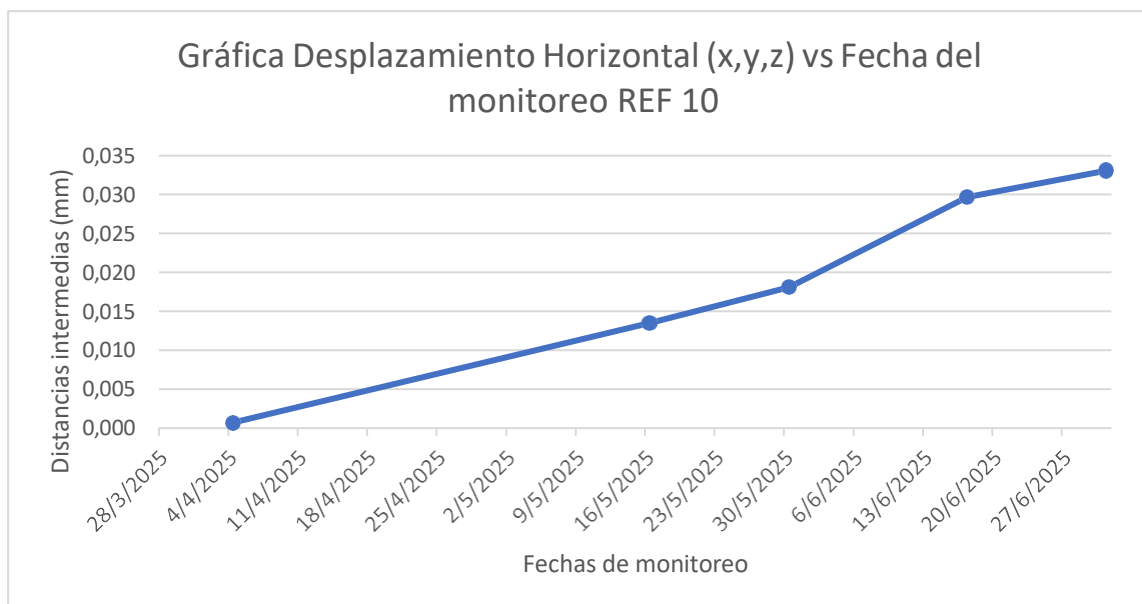


Gráfico 29 Desplazamiento horizontal (N, E,z) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo

Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO		
ESPACIO	33,450	mm
TIEMPO	95	días
VELOCIDAD	0,35	mm/día

Tabla 55 Velocidad del desplazamiento horizontal (N, E,z) y sus componentes del punto Ref. 10
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

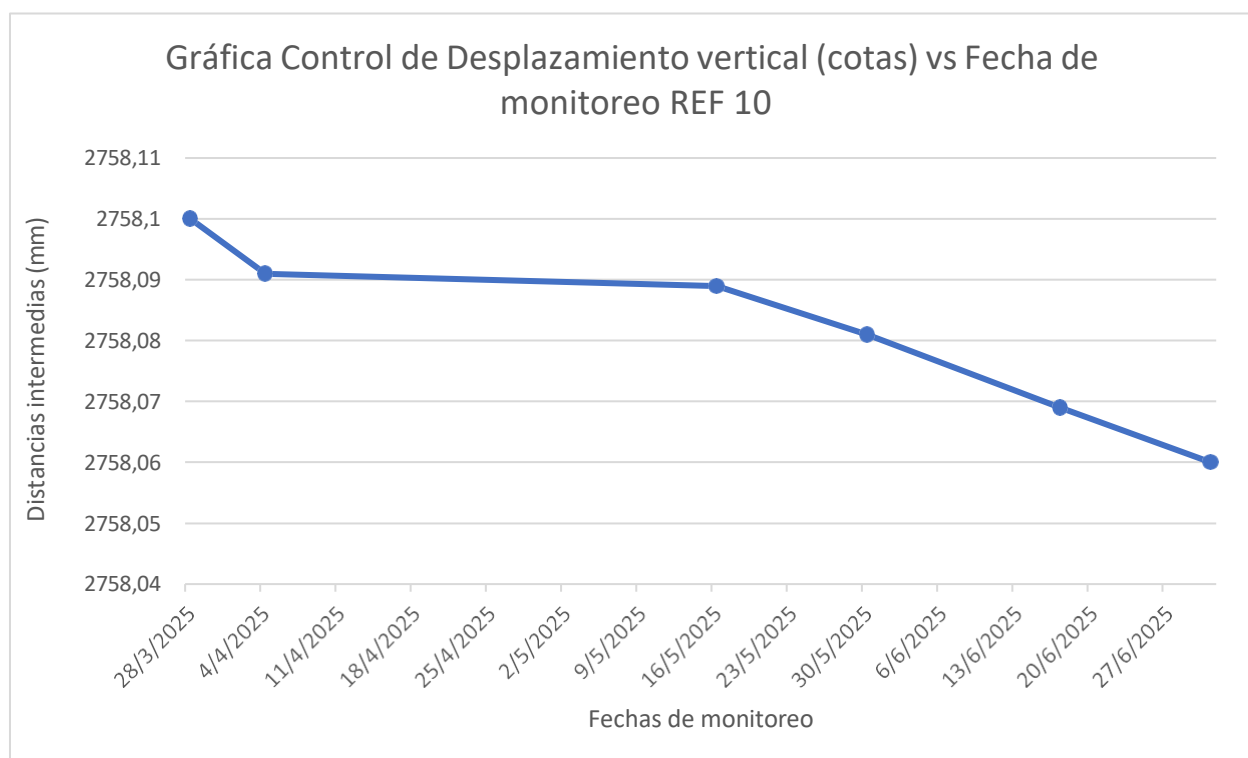


Gráfico 30 Desplazamiento horizontal (cotas) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO		
ESPACIO	40,000	mm
TIEMPO	95	días
VELOCIDAD	0,42	mm/día

Tabla 56 Velocidad del desplazamiento vertical(cotas) y sus componentes del punto Ref. 10
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

DESCRIPCIÓN DE LA VELOCIDAD	NATURALEZA DEL IMPACTO
EXTREMADAMENTE LENTO	NO HAY DAÑO SEVERO SE PUEDEN MANTENER INFRAESTRUCTURAS CON LOS DEBIDOS MANTENIMIENTOS

Tabla 57 Interpretación según la tabla de velocidad de desplazamientos en N,E,z según (Cruden, Varnes, 1993)

Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

Ref 11.

PUNTO (REF)	FECHA DE MONITOREO	NORTE	ESTE	COTA (msnm)	DISTANCIA HORIZONTAL INTERMEDIA ACUMULADA(X,Y)	DISTANCIA HORIZONTAL INTERMEDIA ACUMULADA (X,Y,Z)
REF 11	28/3/2025	9630978,81	715545,079	2758,551		
	4/4/2025	9630978,81	715545,107	2758,532	0,028	0,028
	16/5/2025	9630978,83	715545,108	2758,519	0,030	0,030
	30/5/2025	9630978,84	715545,126	2758,491	0,047	0,048
	17/6/2025	9630978,84	715545,157	2758,481	0,079	0,079
	1/7/2025	9630978,84	715545,163	2758,4732	0,085	0,085

Tabla 58 Resumen de monitoreo clasificado por fecha, coordenadas y desplazamientos totales del punto Ref. 11

Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

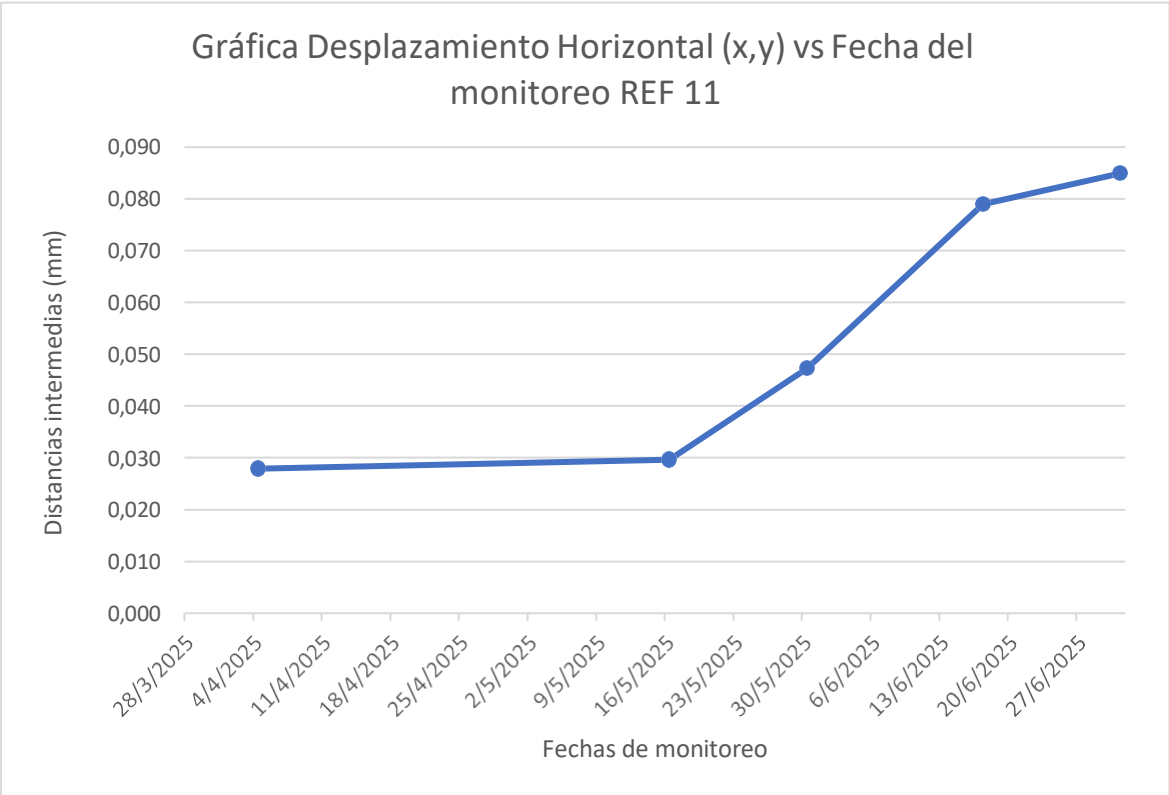


Gráfico 31 Desplazamiento horizontal (N,E) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO		
ESPACIO	84,931	mm
TIEMPO	95	días
VELOCIDAD	0,89	mm/día

Tabla 59 Velocidad del desplazamiento horizontal (N, E) y sus componentes del punto Ref. 11
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

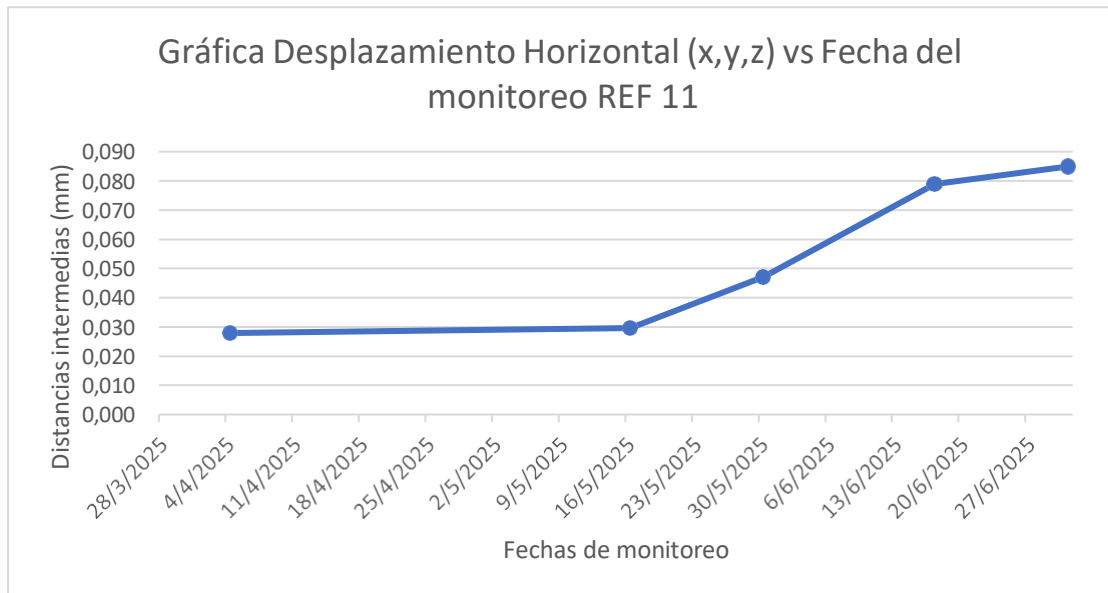


Gráfico 32 Desplazamiento horizontal (N, E,z) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo

Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO		
ESPACIO	86,406	mm
TIEMPO	95	días
VELOCIDAD	0,91	mm/día

Tabla 60 Velocidad del desplazamiento horizontal (N, E,z) y sus componentes del punto Ref. 11
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

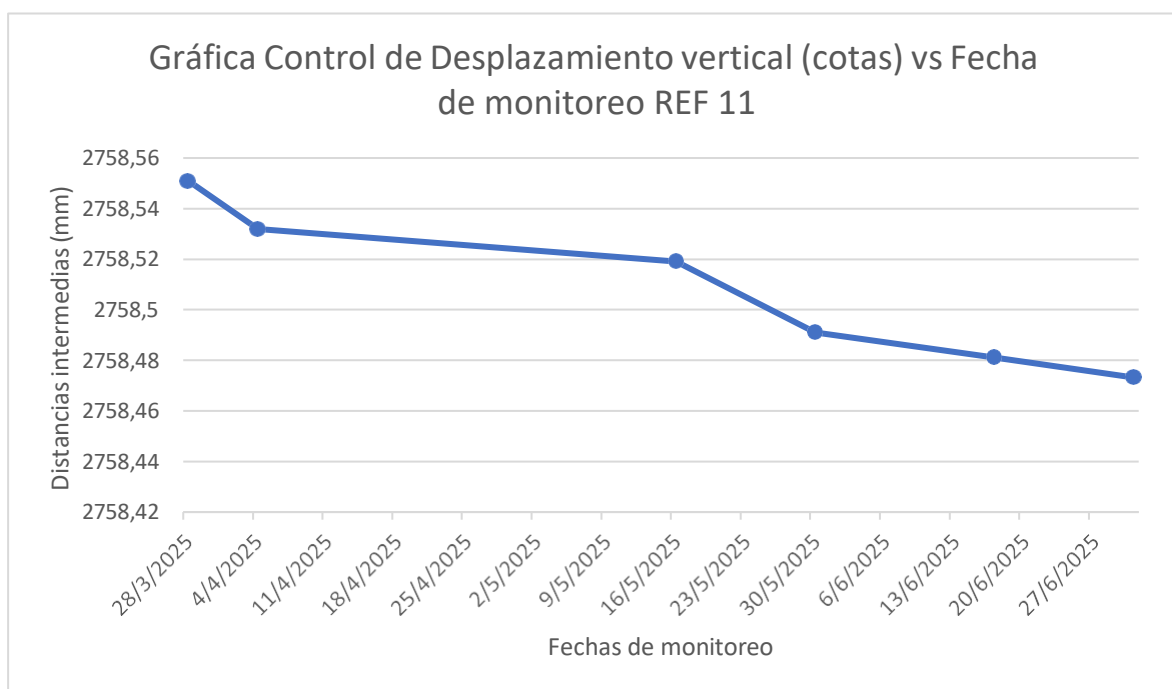


Gráfico 33 Desplazamiento horizontal (cotas) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO		
ESPACIO	77,800	mm
TIEMPO	95	días
VELOCIDAD	0,82	mm/día

Tabla 61 Velocidad del desplazamiento vertical(cotas) y sus componentes del punto Ref. 11
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

DESCRIPCIÓN DE LA VELOCIDAD	NATURALEZA DEL IMPACTO
EXTREMADAMENTE LENTO	NO HAY DAÑO SEVERO SE PUEDEN MANTENER INFRAESTRUCTURAS CON LOS DEBIDOS MANTENIMIENTOS

Tabla 62 Interpretación según la tabla de velocidad de desplazamientos en N, E,z según (Cruden, Varnes, 1993)
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

Ref. 12

PUNTO (REF)	FECHA DE MONITOREO	NORTE	ESTE	COTA (msnm)	DISTANCIA HORIZONTAL INTERMEDIA ACUMULADA(X,Y)	DISTANCIA HORIZONTAL INTERMEDIA ACUMULADA (X,Y,Z)
REF 12	28/3/2025	9630934,19	715849,145	2792,655		
	4/4/2025	9630934,24	715849,105	2792,651	0,042	0,042
	16/5/2025	9630934,24	715849,031	2792,645	0,116	0,116
	30/5/2025	9630934,33	715848,964	2792,61	0,190	0,192
	17/6/2025	9630934,43	715848,876	2792,56	0,289	0,291
	1/7/2025	9630934,49	715848,815	2792,536	0,352	0,353

Tabla 63 Resumen de monitoreo clasificado por fecha, coordenadas y desplazamientos totales del punto Ref. 12

Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)



Gráfico 34 Desplazamiento horizontal (N,E) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo

Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO		
ESPACIO	352,183	mm
TIEMPO	95	días
VELOCIDAD	3,71	mm/día

Tabla 64 Velocidad del desplazamiento horizontal (N, E) y sus componentes del punto Ref. 12
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

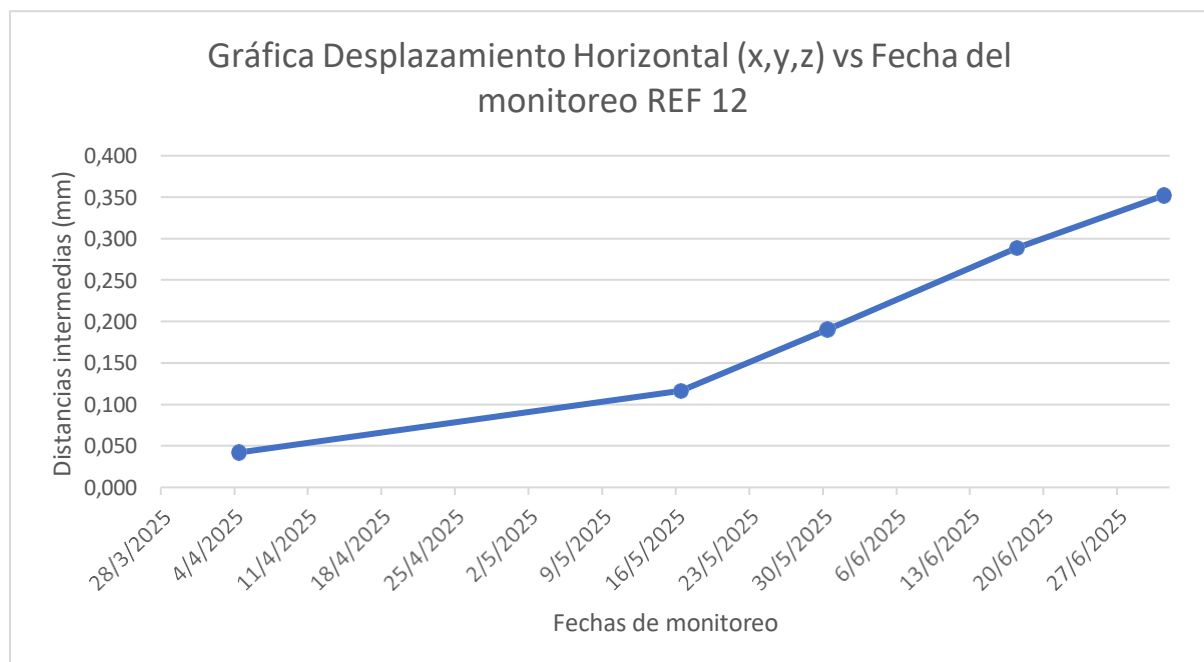


Gráfico 35 Desplazamiento horizontal (N, E,z) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo

Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO		
ESPACIO	356,536	mm
TIEMPO	95	días
VELOCIDAD	3,75	mm/día

Tabla 65 Velocidad del desplazamiento horizontal (N, E,z) y sus componentes del punto Ref. 12
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

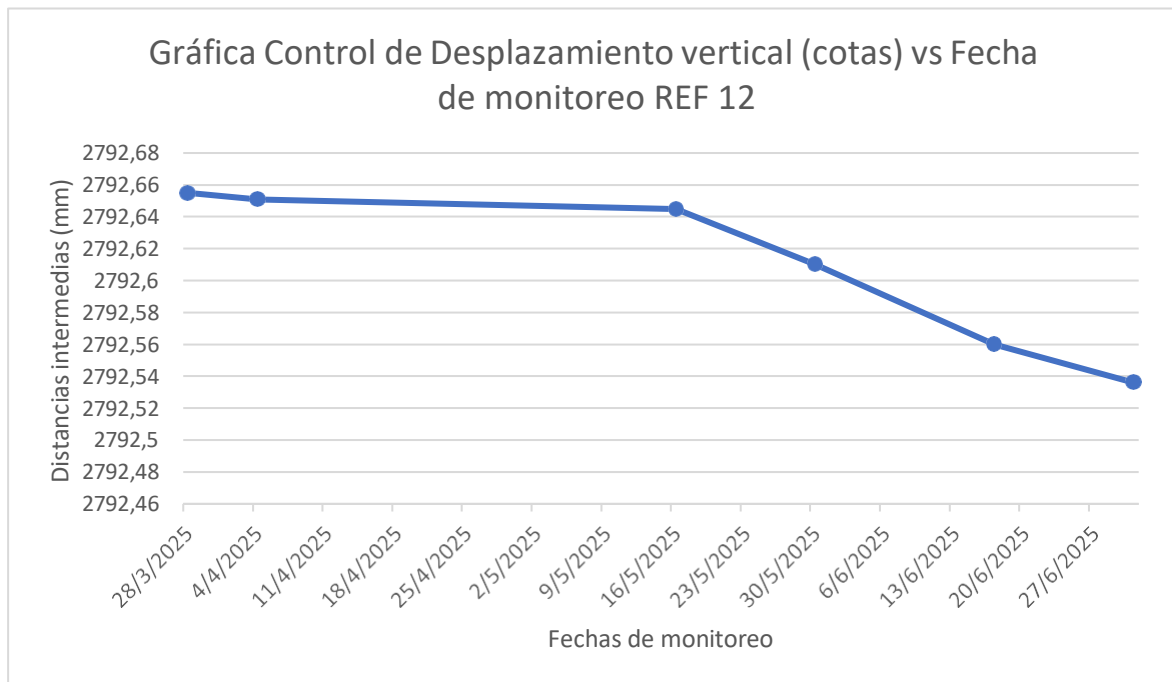


*Gráfico 36 Desplazamiento horizontal (cotas) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)*

VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO		
ESPACIO	119,000	mm
TIEMPO	95	días
VELOCIDAD	1,25	mm/día

*Tabla 66 Velocidad del desplazamiento vertical(cotas) y sus componentes del punto Ref. 12
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)*

DESCRIPCIÓN DE LA VELOCIDAD	NATURALEZA DEL IMPACTO
EXTREMADAMENTE LENTO	NO HAY DAÑO SEVERO SE PUEDEN MANTENER INFRAESTRUCTURAS CON LOS DEBIDOS MANTENIMIENTOS

Tabla 67 Interpretación según la tabla de velocidad de desplazamientos en N,E,z según (Cruden, Varnes, 1993)

Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

Ref. 13

PUNTO (REF)	FECHA DE MONITOREO	NORTE	ESTE	COTA (msnm)	DISTANCIA HORIZONTAL INTERMEDIA ACUMULADA(X,Y)	DISTANCIA HORIZONTAL INTERMEDIA ACUMULADA (X,Y,Z)
REF 13	28/3/2025	9630845,29	715366,025	2754,77		
	4/4/2025	9630845,3	715366,022	2754,765	0,003	0,003
	16/5/2025	9630845,31	715365,989	2754,751	0,036	0,037
	30/5/2025	9630845,33	715365,975	2754,73	0,051	0,051
	17/6/2025	9630845,36	715365,949	2754,741	0,077	0,078
	1/7/2025	9630845,36	715365,948	2754,74	0,079	0,079

Tabla 68 Resumen de monitoreo clasificado por fecha, coordenadas y desplazamientos totales del punto Ref. 13

Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

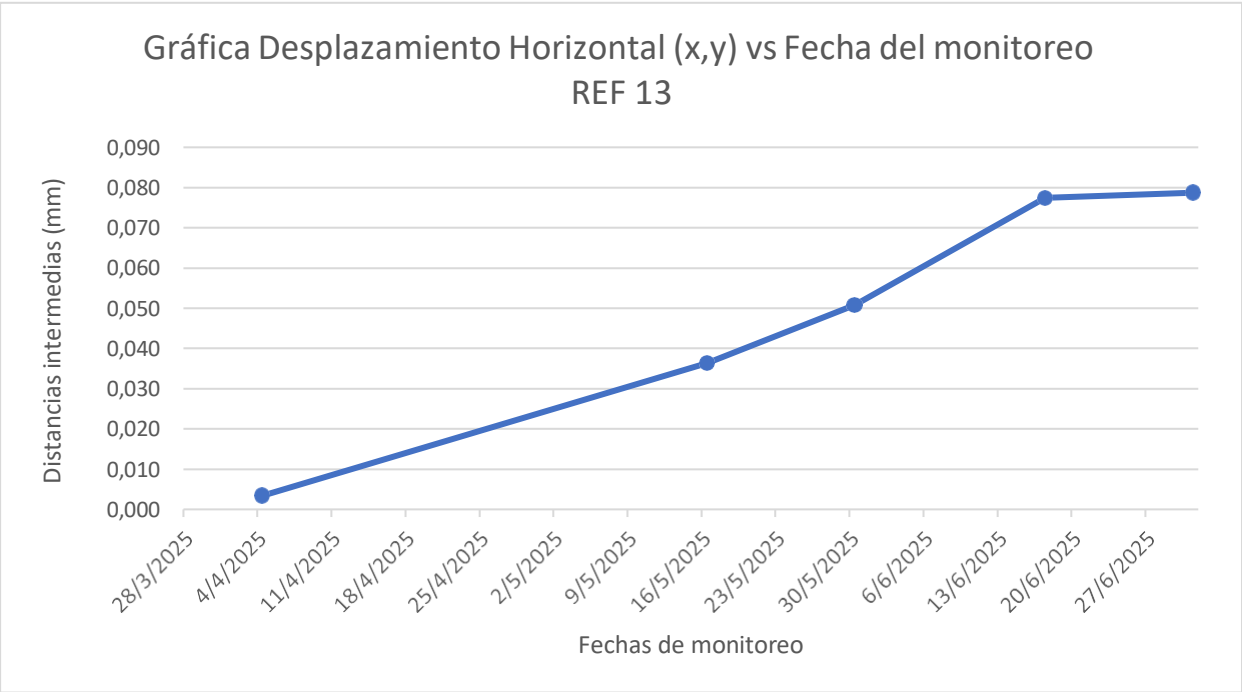


Gráfico 37 Desplazamiento horizontal (N,E) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO		
ESPACIO	78,722	mm
TIEMPO	95	días
VELOCIDAD	0,83	mm/día

Tabla 69 Velocidad del desplazamiento horizontal (N, E) y sus componentes del punto Ref. 13
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

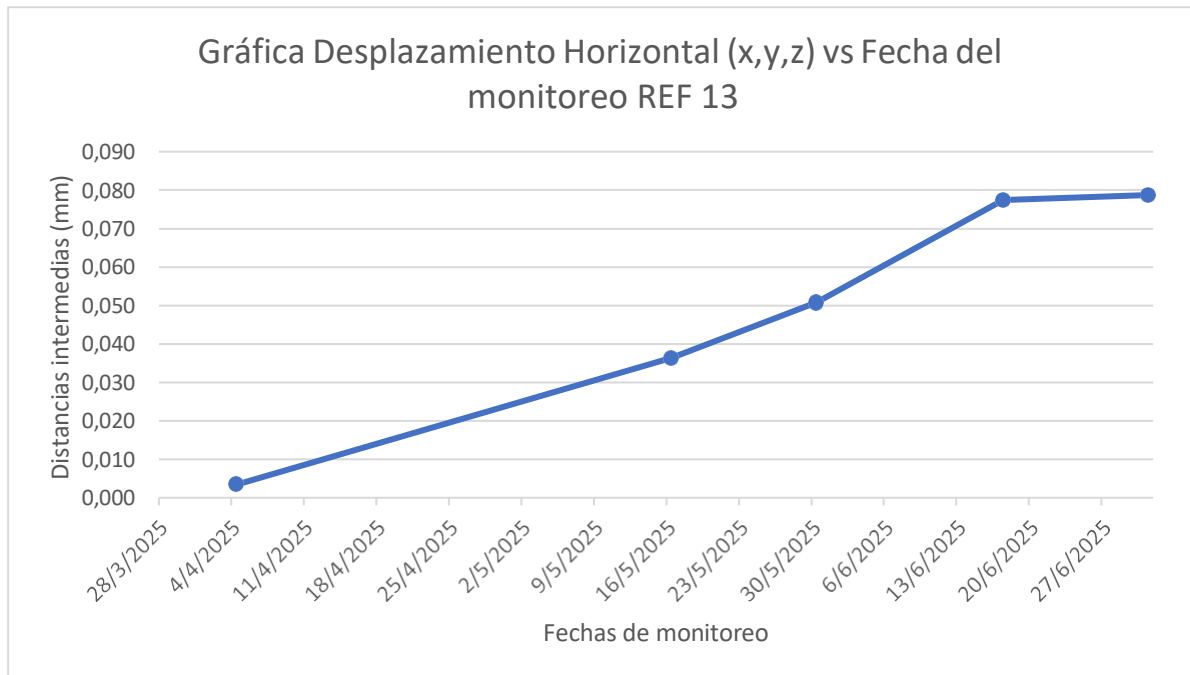


Gráfico 38 Desplazamiento horizontal (N, E,z) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo

Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO		
ESPACIO	79,506	mm
TIEMPO	95	días
VELOCIDAD	0,84	mm/día

Tabla 70 Velocidad del desplazamiento horizontal (N, E,z) y sus componentes del punto Ref. 13
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

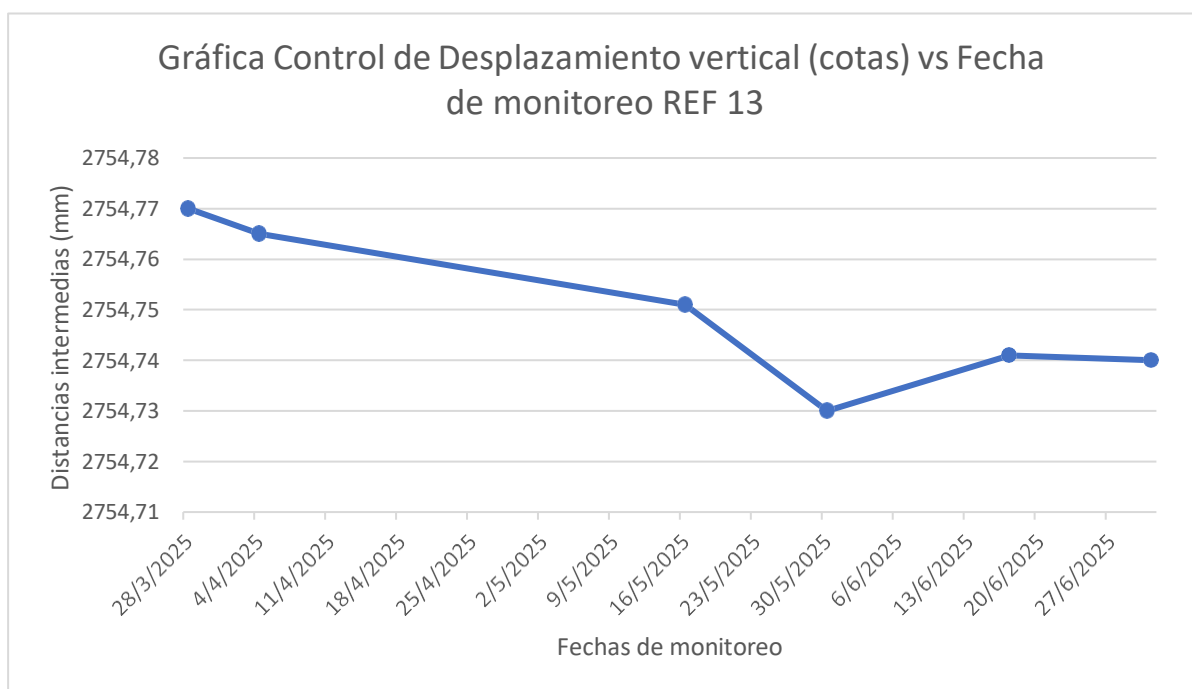


Gráfico 39 Desplazamiento horizontal (cotas) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO		
ESPACIO	30,000	mm
TIEMPO	95	días
VELOCIDAD	0,32	mm/día

Tabla 71 Velocidad del desplazamiento vertical(cotas) y sus componentes del punto Ref. 13
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

DESCRIPCIÓN DE LA VELOCIDAD	NATURALEZA DEL IMPACTO
EXTREMADAMENTE LENTO	NO HAY DAÑO SEVERO SE PUEDEN MANTENER INFRAESTRUCTURAS CON LOS DEBIDOS MANTENIMIENTOS

Tabla 72 Interpretación según la tabla de velocidad de desplazamientos en N,E,z según
(Cruden, Varnes, 1993)
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

Ref. 14

PUNTO (REF)	FECHA DE MONITOREO	NORTE	ESTE	COTA (msnm)	DISTANCIA HORIZONTAL INTERMEDIA ACUMULADA(X,Y)	DISTANCIA HORIZONTAL INTERMEDIA ACUMULADA (X,Y,Z)
REF 14	28/3/2025	9630789,33	715599,494	2795,151		
	4/4/2025	9630789,33	715599,494	2795,147	0,001	0,001
	16/5/2025	9630789,34	715599,492	2795,125	0,002	0,003
	30/5/2025	9630789,34	715599,494	2795,13	0,004	0,004
	17/6/2025	9630789,34	715599,495	2795,134	0,005	0,005
	1/7/2025	9630789,33	715599,494	2795,126	0,007	0,007

Tabla 73 Resumen de monitoreo clasificado por fecha, coordenadas y desplazamientos totales del punto Ref. 14

Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

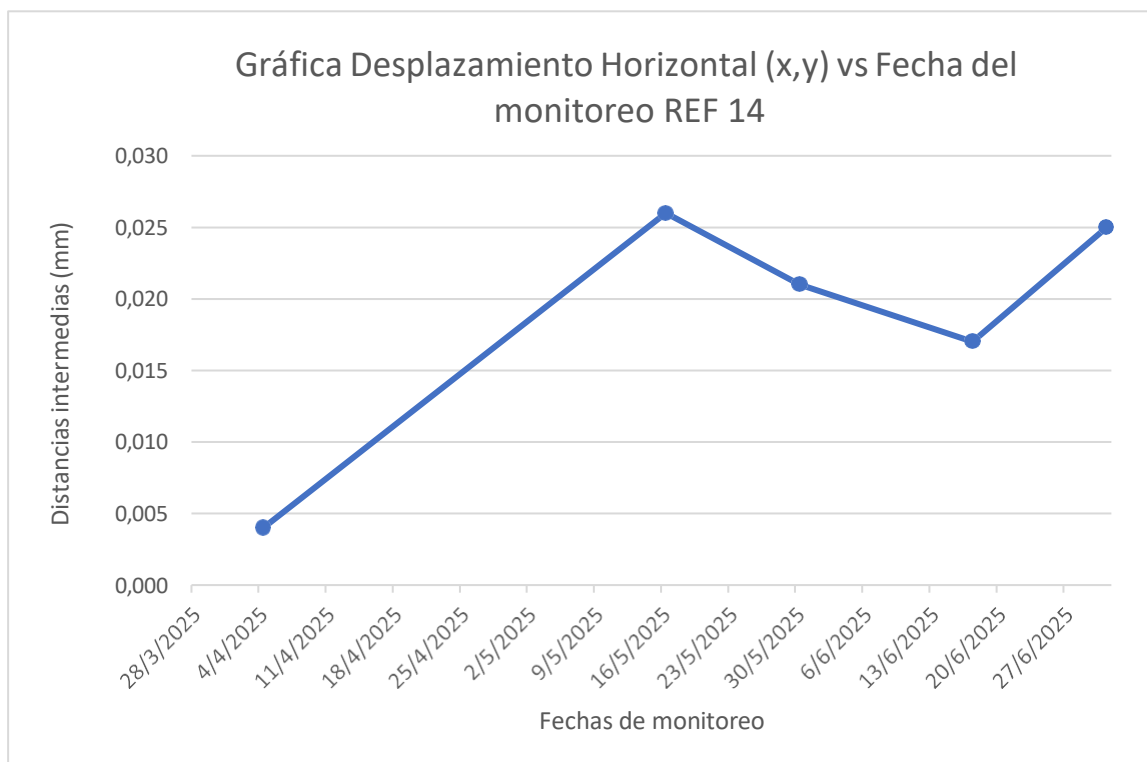


Gráfico 40 Desplazamiento horizontal (N,E) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo

Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO		
ESPACIO	6,765	mm
TIEMPO	95	días
VELOCIDAD	0,07	mm/día

Tabla 74 Velocidad del desplazamiento horizontal (N, E) y sus componentes del punto Ref. 14
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

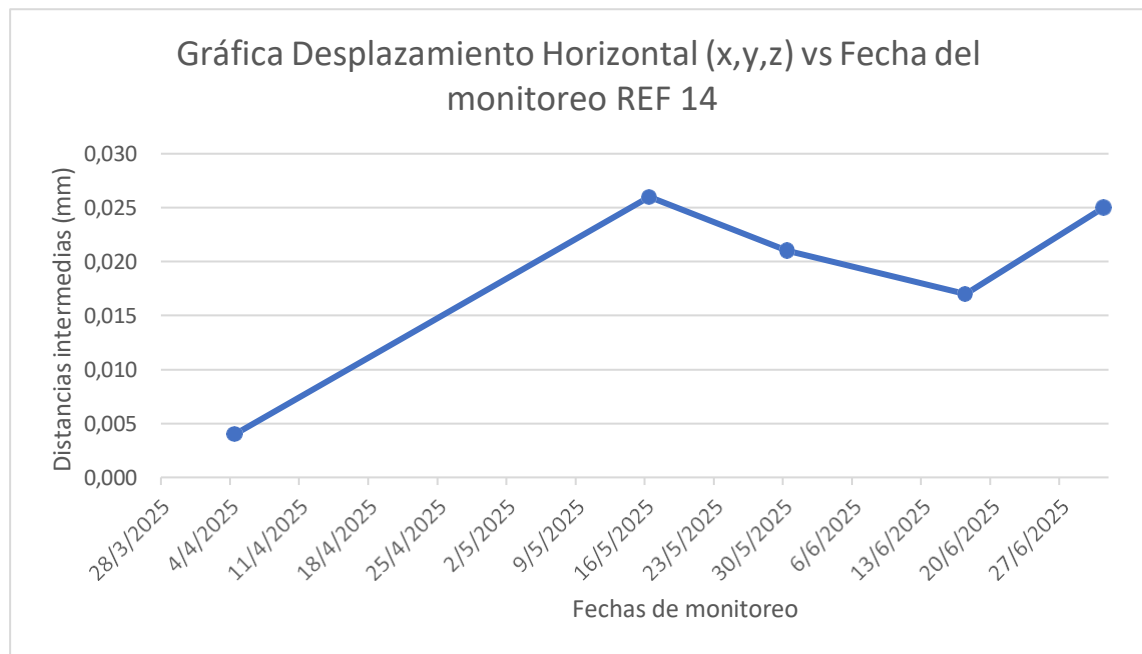


Gráfico 41 Desplazamiento horizontal (N, E,z) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo

Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO		
ESPACIO	7,370	mm
TIEMPO	95	días
VELOCIDAD	0,08	mm/día

Tabla 75 Velocidad del desplazamiento horizontal (N, E,z) y sus componentes del punto Ref. 14
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

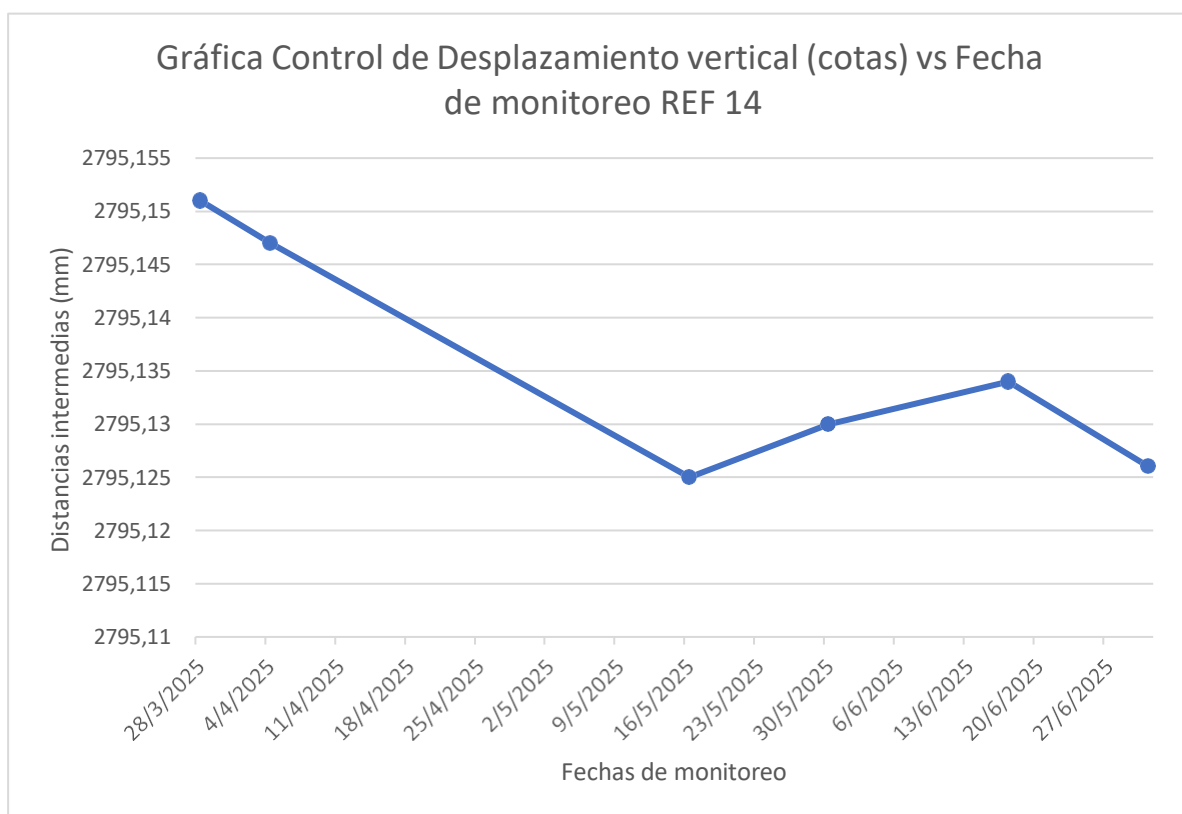


*Gráfico 42 Desplazamiento horizontal (cotas) y progresión respecto a cada fecha de monitoreo
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)*

VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO		
ESPACIO	25,000	mm
TIEMPO	95	días
VELOCIDAD	0,26	mm/día

*Tabla 76 Velocidad del desplazamiento vertical(cotas) y sus componentes del punto Ref. 14
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)*

DESCRIPCIÓN DE LA VELOCIDAD	NATURALEZA DEL IMPACTO
EXTREMADAMENTE LENTO	NO HAY DAÑO SEVERO SE PUEDEN MANTENER INFRAESTRUCTURAS CON LOS DEBIDOS MANTENIMIENTOS

*Tabla 77 Interpretación según la tabla de velocidad de desplazamientos en N,E,z según (Cruden, Varnes, 1993)
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)*

- Mapeos de diferenciación con colores

Mapeo realizado en QGIS de distancias máximas recorridas con distinción por colores en un periodo de 95 días.

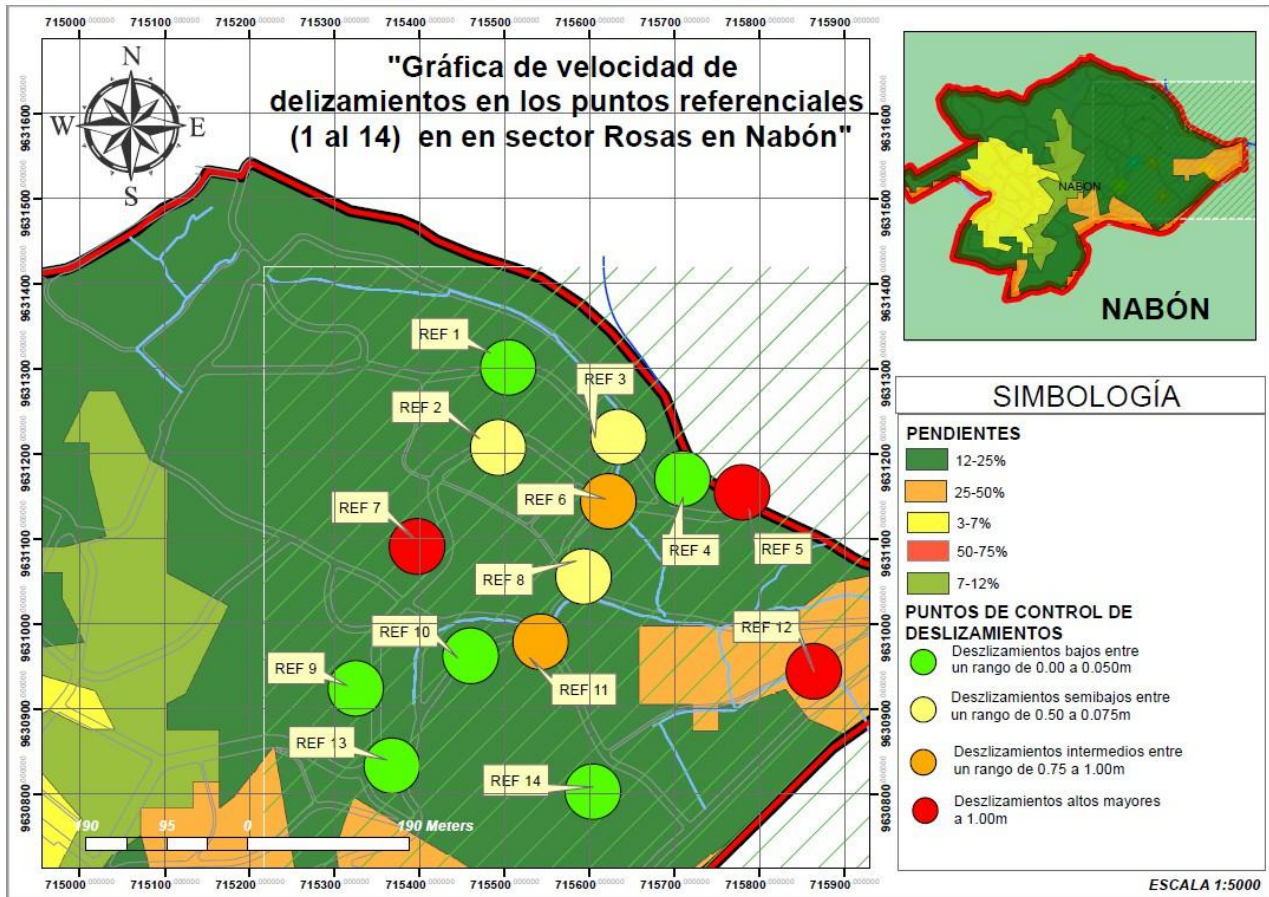


Imagen 14 Distancias máximas recorridas con distinción por colores
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

Mapeo realizado en QGIS de desniveles principales de cotas con especial focalización en los movimientos críticos en los puntos 7 y 12, incluye características geológicas de la zona.

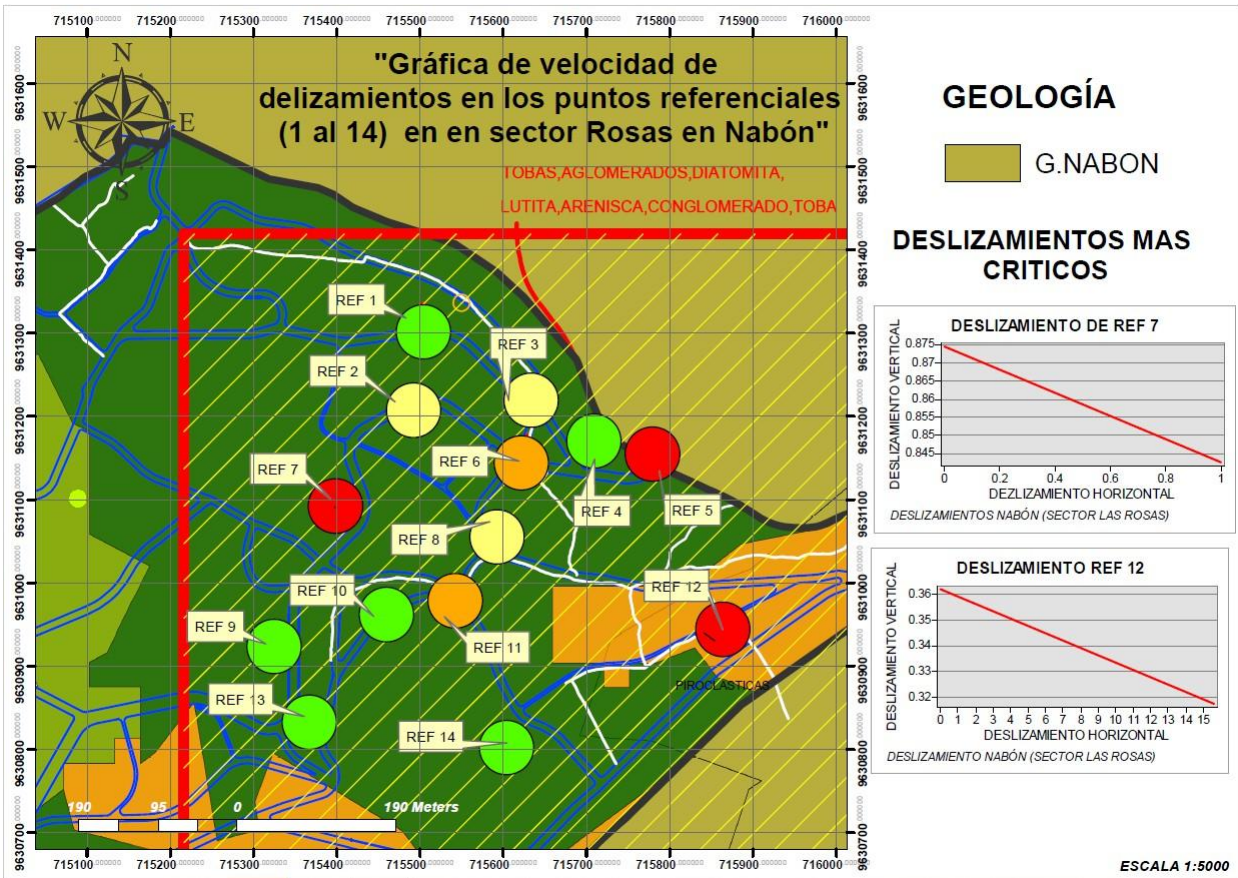


Imagen 15 Desniveles principales de cotas
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

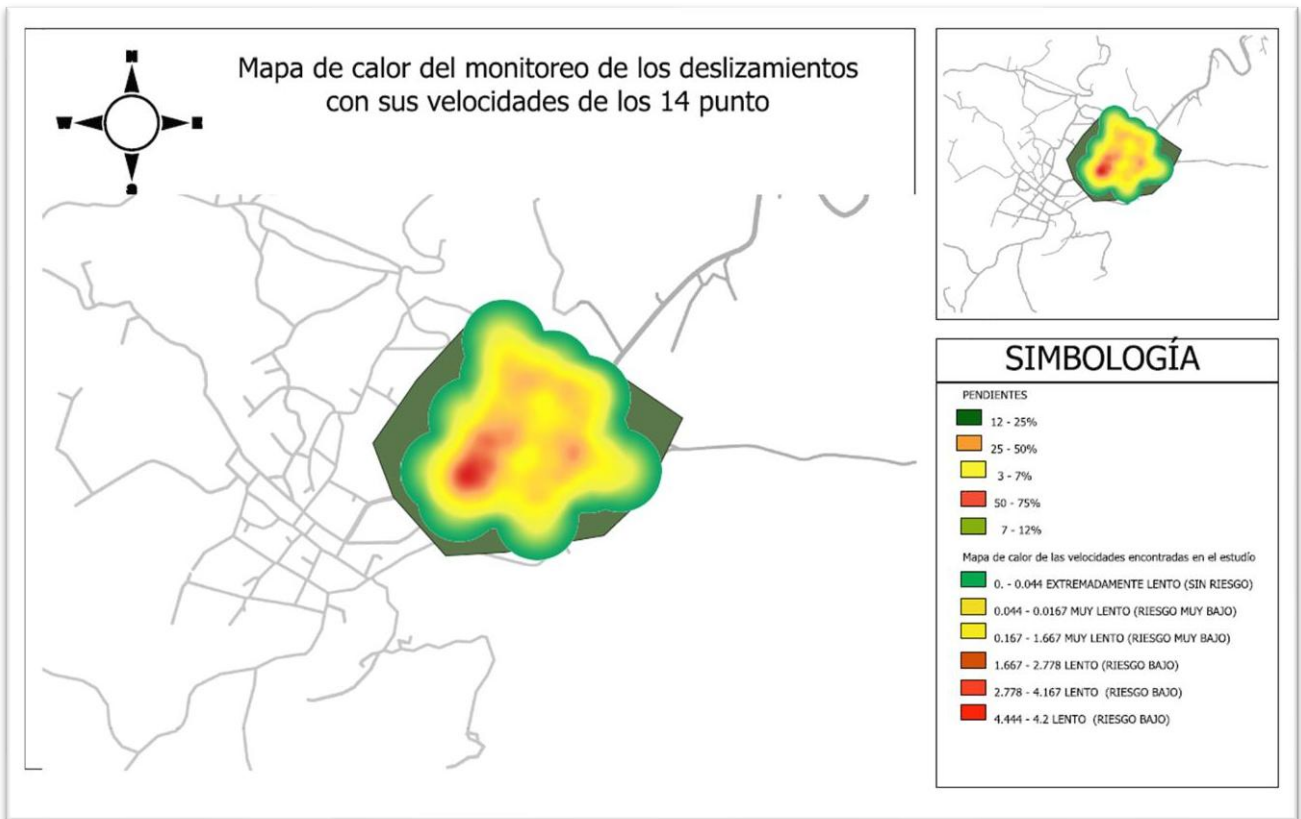


Imagen 16 Mapa de calor de la velocidad de todos los puntos monitoreados, determinada en la investigación y su representatividad en rangos respecto a la tabla de (Cruden, Varnes, 1993)
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

XI. Análisis de los resultados

En base al monitoreo de todos los puntos involucrados dentro del estudio se puede evidenciar una baja tendencia de movimiento de masas en el periodo de estudio, mismo que si bien representa a $\frac{1}{4}$ de año en donde la variabilidad del clima ha sido alta, los resultados para este periodo de tiempo cumplen el requisito principal que es evidenciar un desplazamiento real entre todas las fechas monitoreadas de los 14 puntos estudiados lo cual es importante pues no ha existido ni un solo registro donde la lectura de coordenadas y cota haya sido exactamente igual a la de su monitoreo predecesor, lo cual afianza la teoría de que acorde al historial de desplazamientos recientes de masas, justifica totalmente todo el trabajo realizado, pues en la fase inicial del diagnóstico del problema se preveía el deslizamiento inminente de masas como efectivamente se ha dado.

Dicho esto, como parte del estudio, podemos decir que se da la prioridad al desplazamiento en las tres dimensiones x, y, z pues si bien es cierto en x, y la horizontalidad es representativa, pero al tener datos de distanciamiento en los 3 ejes es se pueden llegar a encontrar resultados con mejor representatividad para el estudio.

La tabla a continuación muestra un resumen de los resultados producto del trabajo de campo, trabajo de procesamiento digital y la interpretación de las variables a través de las diversas herramientas de software para determinar los datos cuantificables planteados en los objetivos del trabajo:

		DESPLAZAMIENTOS MAXIMOS DADOS		
Punto (Ref.)	Tiempo del monitoreo (días)	Desplazamiento total (N,E) en mm	Desplazamiento total (N,E,z) en mm	Desnivel máximo de cotas (mm)
Ref 1	95	223,00	223,63	45,00
Ref 2	95	150,00	151,24	68,00
Ref 3	95	26,00	26,78	53,00
Ref 4	95	24,00	27,20	31,00
Ref 5	95	17,00	20,50	111,00
Ref 6	95	52,00	53,23	79,00
Ref 7	95	1423,00	1432,84	190,00
Ref 8	95	85,00	86,36	67,00
Ref 9	95	80,00	80,34	23,00

Ref 10	95	33,00	33,45	40,00
Ref 11	95	85,00	86,41	78,00
Ref 12	95	352,00	356,54	119,00
Ref 13	95	79,00	79,51	30,00
Ref 14	95	7,00	7,37	25,00
PROMEDIOS TOTALES		188,29	190,39	68,50

*Tabla 78 Desplazamientos máximos dados por cada punto.
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)*

En base a los desplazamientos realizados en un periodo de 95 días tenemos las velocidades para los 14 puntos diferenciados en 3 columnas en N, E, otra columna de N,E,z y otra donde se indica los resultados a nivel de cotas. De esta forma la tabla con el resumen de resultados en materia de velocidades por cada punto es la siguiente:

VELOCIDADES MÁXIMAS (mm/día)					
Punto (Ref.)	Tiempo del monitoreo (días)	Velocidad máxima (N,E) en mm/día	Velocidad máxima (N,E,z) en mm	Velocidad máxima de desplazamientos de cotas	Rango de velocidad para análisis de riesgos
Ref. 1	95	2,35	2,35	0,47	Bajo
Ref 2	95	1,58	1,59	0,72	Bajo
Ref 3	95	0,27	0,28	0,56	Bajo
Ref 4	95	0,25	0,29	0,33	Bajo
Ref 5	95	0,18	0,22	1,17	Bajo
Ref 6	95	0,55	0,56	0,83	Bajo
Ref 7	95	14,98	15,08	2,00	medio bajo
Ref 8	95	0,89	0,91	0,71	Bajo
Ref 9	95	0,84	0,85	0,24	Bajo

Ref 10	95	0,35	0,35	0,42	Bajo
Ref 11	95	0,89	0,91	0,82	Bajo
Ref 12	95	3,71	3,75	1,25	Bajo
Ref 13	95	0,83	0,84	0,32	Bajo
Ref 14	95	0,07	0,08	0,26	Bajo
PROMEDIOS TOTALES		1,98	2,00	0,72	-

*Tabla 79 Velocidades máximas por cada punto
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)*

En la tabla podemos evidenciar que existe una tendencia marcada de movimiento de los puntos estudiados ya que se trasladan desde cotas más altas hacia las cotas más bajas de los monitoreos subsecuentes, lógicamente la medición esta complementada con cambios de coordenadas en las tres dimensiones representativas (x, y, z) lo cual es especialmente útil en la tarea de la obtención de resultados para una mayor representatividad del comportamiento del deslizamiento en la red de puntos preestablecida.

Así mismo en la tabla todas las variables planteadas y siendo la velocidad uno de los hallazgos más representativos del estudio, donde acorde a la tabla de (Cruden, Varnes, 1993) 13 de los 14 puntos monitoreados poseen una velocidad baja para la medición del nivel de riesgos del sector en el periodo de 95 días tomados desde el 28 de marzo del 2025 hasta el 01 de julio del 2025.

En materia de los desplazamientos y considerándose este proporcional a la variación de las velocidades entre un punto y otro, se concluye que, a mayor desplazamiento, hay una mayor velocidad pues si todos los puntos tienen el mismo periodo de medición de 95 días, es lógico que la velocidad (Longitud/tiempo) es directamente proporcional a la longitud total recorrida de cada punto.

En cuanto al desnivel máximo dado de cotas se puede concluir que al igual que en los resultados horizontales, acá también la velocidad es directamente proporcional a la distancia recorrida, pues de igual manera en el punto 7 se da la mayor diferencia de cotas entre la primera y la última fecha de monitoreo, por lo cual la teoría de la proporcionalidad se mantiene también a nivel de cotas.

XII. Interpretación de los resultados

Queda demostrada una proporcionalidad por cuanto mayor son los valores de desplazamiento en horizontalidad y elevación, así mismo las velocidades obtenidas en los tres ejes y especialmente en el eje horizontal donde involucradas las tres dimensiones se da un resultado que justifica claramente el estudio de deslizamientos, son mayores. Por consecuente queda sentado por hecho de que, en el mismo rango de tiempo de medición de los monitoreos, la velocidad es directamente proporcional a la distancia recorrida, a mayor desplazamiento mayor velocidad, a menos desplazamiento, menor velocidad. Y lo mismo pasa a nivel de cotas.

Algo particular que pasa respecto al comportamiento de los resultados dados, es el hecho de que el nivel comparativo entre los puntos y sus respectivas mediciones se puede verificar una variabilidad relativamente pequeña entre los valores más altos y más bajos de desplazamientos de cada uno de los puntos tanto en la distancia horizontal total cuanto en la distancia vertical total, el único punto que no conserva dicha uniformidad es el punto 7 y el 12 pues son los puntos de mayor

longitud desplazada. Sin embargo, a pesar de que el estudio no se estableció en una línea de tiempo crítica de los deslizamientos como seguramente ya se ha hecho por otros autores, a todo el compendio de información se la acepta como información real, oportuna y actual ya que si se toma en cuenta la cantidad de tiempo en la que se hizo el trabajo de campo en un rango de 95 días, los valores muestran una ruta de seguimiento y monitoreo constante con espaciamiento de días articulado con el propósito de los objetivos de la investigación

XIII. Conclusiones

El análisis realizado en el sector Rosas del cantón Nabón permitió comprender de manera integral la dinámica de los deslizamientos activos que afectan a esta comunidad, donde las lluvias intensas, el tipo de geología, estratigrafía y la pendiente natural del terreno se combinan para generar un riesgo de deslizamiento de masas con pocas opciones de sobrellevar un autocontrol por parte de la geología misma de la zona. Es por ello que se justifica totalmente el presente estudio que apoyado con diferentes mecanismos como el medio tecnológico e instrumentación topográfica moderna, ha sido posible medir, de forma precisa y periódica, los desplazamientos en cada punto del monitoreo, identificando zonas críticas con mayor actividad y otras relativamente estables. Esta lectura cuantitativa permitió determinar los desplazamientos acumulados en el periodo de estudio y a partir de ello evaluar el grado de riesgo medido bajo parámetros estándar revisados bibliográficamente de tal forma que se tenga un sustento teórico al momento de determinar los resultados y sus interpretaciones.

La instalación estratégica de una red de estaciones GPS en puntos clave del área afectada brindó datos de gran relevancia sobre las deformaciones del suelo, haciendo posible un seguimiento continuo y confiable de las dinámicas de los estratos inmersos en el estudio. Cabe

destacar que se ha cumplido con celeridad el desarrollo de un análisis digital que facilitó la representación gráfica y numérica del perfil de deslizamiento, permitiendo identificar zonas de mayor inestabilidad y riesgo potencial. Además, la elaboración de hojas de cálculo y gráficas detalladas de los desplazamientos, tanto horizontales como verticales aporta una visión integral de los procesos en curso, haciendo evidente el impacto sobre las cotas y la extensión del área comprometida.

Un objetivo llevado a cabo también y cumplido de forma exitosa, ha sido la elaboración de memorias técnicas generadas para cada punto de monitoreo, con fotografías, ubicaciones precisas y gráficos interpretativos, lo constituye un insumo valioso para la gestión del riesgo en el territorio. Dentro de la parte de digitalización de datos, y como uno de los puntos clave ha sido la utilización de herramientas como Excel, GIS y CAD que han permitido no solo una representación cuantitativa actualizada, sino también un mapeo visual dinámico y comprensible.

Dentro del proceso y cerca de terminar se ha evidenciado también que los puntos de monitoreo no actúan de manera aislada, sino que existe una interacción dinámica que refleja el movimiento conjunto de una masa de terreno activa, lo cual amplía el área potencialmente comprometida y pone en alerta sobre los posibles impactos en la población, las viviendas, la infraestructura y el entorno natural. Todo esto con respecto al sector Rosas, pero también a las comunidades adyacentes las cuales no han sido competencia del presente estudio, pero es un antecedente para que se puedan hacer estudios con los registros respectivos que reafirmen lo que está constando en los resultados dados para el sector Rosas y sirva de ejemplo para evaluaciones previas de cara a cualquier catástrofe geológico.

Este estudio resalta también la importancia de mantener un monitoreo constante y sistemático mediante procesos de digitalización y tecnologías de vanguardia, no solo como una

herramienta técnica, sino como un recurso vital para anticipar aceleraciones en los movimientos del terreno, proteger la vida de las personas y garantizar la sostenibilidad de la comunidad frente a este tipo de eventualidades de gran trascendencia y lamentablemente causante de grandes deterioros en todo tipo de aspectos que causan pérdidas de recursos económicos. En este sentido motivos sobran para promover de forma sistemática y con la adecuada planificación, las acciones y diligencias que puedan llegar a prever sucesos de gran trascendencia como los que se han dado en los últimos años en este sector, y es evidente que, si el grado de anticipación es mayor, más rápido y más oportuna puede llegar a ser la intervención para mitigar un posible riesgo.

El presente estudio se prevé pueda ser utilizado en investigaciones posteriores ya que puede llegar a tener una particular utilidad por el periodo en el cual ha sido realizado y en el que aún quedan secuelas de una comunidad afectada por sucesos pasados y con grandes inquietudes respecto al futuro pues las condiciones geológicas de esta área se conservan y por lo tanto sigue siendo vulnerable.

Por todo lo mencionado, se incentiva a continuar con estudios a diferentes escalas referentes al fenómeno que se viene suscitando en el Sector Rosas ya que tiene un alto grado de sensibilidad no solo porque hay pérdidas materiales sino también están en juego vidas humanas.

XIV. Referencias bibliográficas

- Agudelo, Ortíz. (2019). *Aplicabilidad del NDVI para la elaboración de un inventario de deslizamientos en el municipio de Albán, Cundinamarca*.
- Alberti, J., Canales, R., & Elizabeth, B. (2006). *Técnicas de mitigación para el control de deslizamientos en taludes y su aplicación a un caso específico*.
- Alcántara Ayala. (2000). *deslizamientos o movimientos del terreno? Definición, clasificaciones y terminología*. Investigaciones Geográficas.
- Alcántara Ayala, I. (2000). *Deslizamientos o movimientos del terreno*. Mexico.
- Anyelo, R. (2011). *Protección y estabilización de taludes para evitar deslizamientos*. 122.
- Bonachea Pico, J. (2006). *Desarrollo, aplicación y validación de procedimientos y modelos para la evaluación de amenazas, vulnerabilidad y riesgo debidos a procesos geomorfológicos*. In Tesis Doctorales en Red (TDR).
- Burgos, Alemán. (2015). *Aplicaciones Geotécnicas para la Determinación del Peligro por Deslizamiento*.
- Bustamante Javier, Aguilar Freddy. (2025). *Análisis de deslizamiento de masas en el sector Rosas, Nabon*. Cuenca.
- Carrión Aguilar, C. H. (2019). *Análisis y diseño de la estabilidad de talud en el sector Sausacocha – Pallar km. 8+000 al 9+000 provincia de Sánchez Carrión, departamento de La Libertad, 2017*. Universidad Católica Santo Toribio De Mogrovejo Facultad De Ingeniería Escuela De Ingeniería .
- Chacón Montero, J. (2003). *Riesgos de origen geológico y geomorfológico: deslizamientos de tierras, identificación, análisis y prevención de sus consecuencias*. Areas. Revista Internacional de Ciencias Sociales, 0(23), 33–64.
- Cordonez, López. (2011). *Estudio técnico de deslizamientos en el sector “El Salado” que permita controlar la afectación al balneario Y viviendas cercanas al río Vazcún del cantón 86 Baños de la provincia de Tungurahua*.
- Cruden, Varnes. (1993). *Landslide types and progress*. National Academy of Sciences.
- García Lopez, J. C. (2005). *Análisis de la vulnerabilidad por movimientos de ladera: Desarrollo de las metodologías para evaluación y cartografía de la vulnerabilidad*. 1–220.
- Geoproject. (2021). *Estudio Geológico, Geotécnico de Nabon*. Nabon.
- Gordillo Bacuilima, L. E., & Segarra Flores, J. C. (09 de 03 de 2023). *Aplicación de técnicas de teledetección para el monitoreo de desplazamientos en el barrio las Rosas, cantón Nabón provincia del Azuay*.
- INEC. (2021). <https://www.ecuadorencifras.gob.ec>. Obtenido de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec>: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Bibliotecas/Fasciculos_Censales/Fasc_Cantonales/Azuay/Fasciculo_Nabon.pdf

- istockphoto. (2022). [www.istockphoto.com](https://www.istockphoto.com/es/foto/deslizamiento-de-tierra-debido-a-fuertes-lluvias-gm1453303650-489326273). Obtenido de [www.istockphoto.com](https://www.istockphoto.com/es/foto/deslizamiento-de-tierra-debido-a-fuertes-lluvias-gm1453303650-489326273): <https://www.istockphoto.com/es/foto/deslizamiento-de-tierra-debido-a-fuertes-lluvias-gm1453303650-489326273>
- López Cordones, M. C. (2011). *Estudio técnico de deslizamientos*.
- Mesa Ramos, M. G. (2012). *Estudio de factores de susceptibilidad (topográfico, geológico, hidrológico, geomorfológico, desarrollo social y económico) de la quebrada situada al flanco este del cerro Susanga, ante la posible reactivación del microdeslizamiento, durante el periodo de*.
- Molina, Chaverri. (2016). Zonificación de la susceptibilidad a deslizamiento.
- Mostajo Carbonel, J. (2013). *Estudio de probabilidad de falla e implementación de alternativas de solución al deslizamiento de taludes andinos*.
- Olarte, Montero. (2017). *Clasificación de movimiento en masa y su distribución en terrenos geológicos de Colombia*. In *Clasificación de movimiento en masa y su distribución en terrenos geológicos de Colombia*. Obtenido de <https://libros.sgc.gov.co/index.php/editorial/catalog/book/36>
- Ordoñez, Antonia. (2024). *Informe Rosas, marzo 2024*. Nabon.
- Ordoñez, I. A. (2024). *Movimienot de masas en el sector Rosas*. Nabon.
- Paccini Sánchez, J. C. (2018). *Análisis de alternativas técnico - económicas para estabilizar el talud ubicado en el km 3+310al km 3+490 de la vía Chontayoc*.
- Pérez Fajardo, J. S. (2018). *Confiabilidad de taludes de suelo no saturado expuestos a precipitaciones pluviales (Tesis doctoral)*. 177. http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/95134/TES_DOC_20_JULIO.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Prado González, A. A., Aguilar Guevara, J. R., & Cruz Talavera, R. J. (2020). *Análisis de estabilidad de talud de la carretera nic. 7 en el km 176, municipio de Santo Tomas, del departamento de Chontales*.
- Rincón, Beltrán. (2019). *Elaboración de un inventario de movimientos en masa mediante técnicas geomáticas en el municipio de Villeta Cundinamarca*.
- Samaniego, Manuel Raul Pelaez. (2018). *Caracterización de la tipología y cinemática del deslizamiento de la urbanización Trigales Altos , Cuenca , a partir de fotografías aéreas , estación total , escáner láser terrestre y ensayos geotécnicos del suelo*.
- Suárez Díaz, J. (1998). *Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales. Deslizamientos y Estabilidad de Taludes En Zonas Tropicales*.
- Torres García, J. A. (2017). *Estabilización de taludes para el mantenimiento de la carretera "Huancayo-El Tambo-San Agustín de Cajas-Hualhuas-Saño-Quilcas-San Jerónimo de Tunan-Ingenio, provincia de Huancayo*.
- Vintimilla, I. C. (2022). *Estudio Geológico Geotécnico de Nabon*. Nabon.
- Vivanco Quizhpe, C. M. (2011). *Análisis comparativo de técnicas estadísticas y de aprendizaje para evaluar la susceptibilidad del terreno a los deslizamientos superficiales*.

XV. Anexos (Memorias técnicas completas de los puntos estudiados)

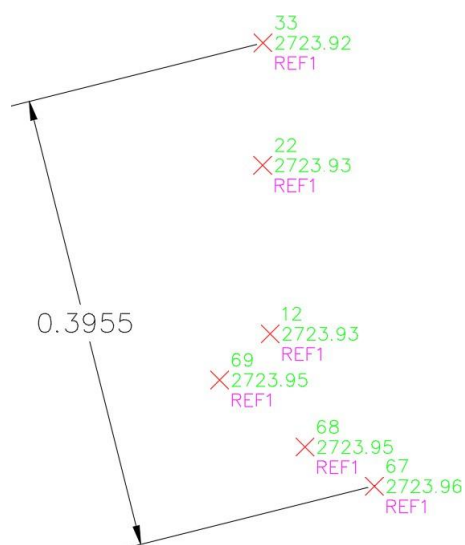
Memoria Técnica de puntos de monitoreo para el trabajo de titulación: “Modelación de la ruta de un deslizamiento activo mediante GPS y análisis de riesgo geotécnico, en el sector Rosas del Cantón Nabón”

DENOMINACION DEL PUNTO: REF 1		SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS-GNSS)
PROVINCIA: AZUAY	CANTÓN: NABÓN	PARROQUIA: NABÓN
COORDENADAS: UTM - WGS84 (World Geodesic System)		ZONA: 17 SUR
NORTE (Y): 9631321,73	ESTE (X): 715499,097	ELEVACION(COTA): 2723,961
EQUIPO GPS GNSS: SOKKIA ATLAS	OPERADORES: -Freddy Aguilar -Fernando Bustamante	FECHA DE MONITOREOS: marzo-abril-mayo-junio 2025

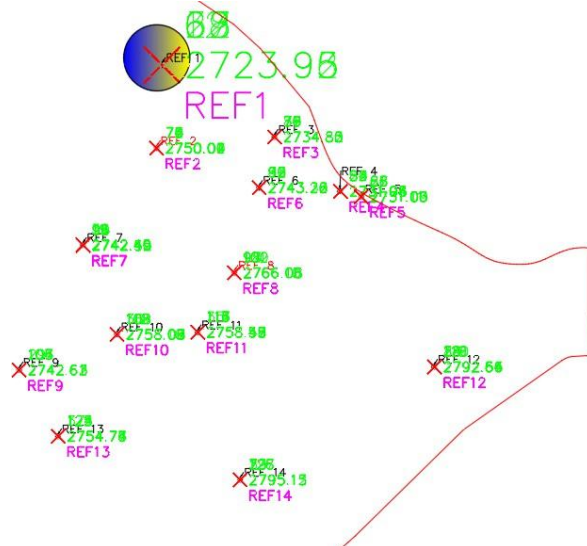
FOTOGRAFIA DEL PUNTO ANALIZADO:



ESPACIAMIENTO ENTRE MONITOREOS Y DISTANCIA MAXIMA DE DESPLAZAMIENTO:



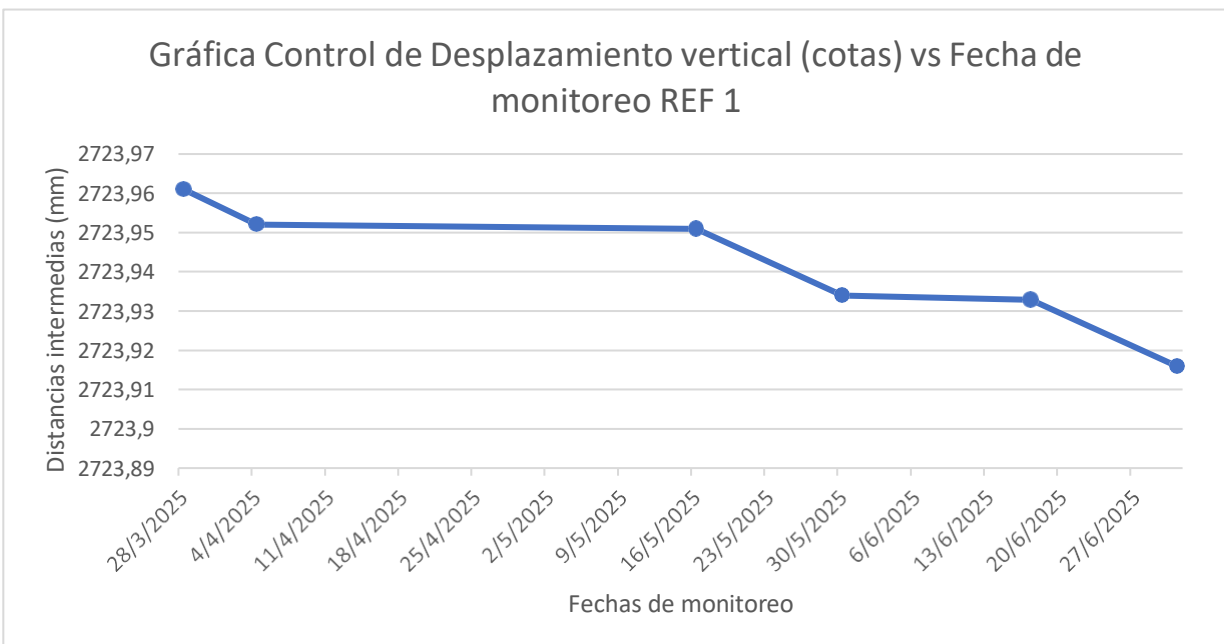
UBICACIÓN: EN EL MAPA MACRO DE DESLIZAMIENTOS



Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)



Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)



Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

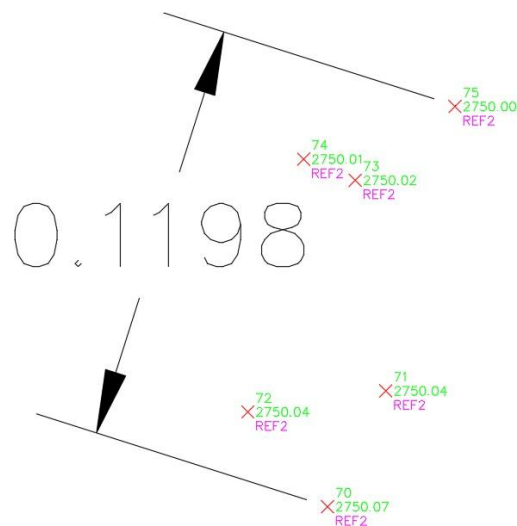
Memoria Técnica de puntos de monitoreo para el trabajo de titulación: “Modelación de la ruta de un deslizamiento activo mediante GPS y análisis de riesgo geotécnico, en el sector Rosas del Cantón Nabón”

DENOMINACION DEL PUNTO: REF 2		SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS-GNSS)
PROVINCIA: AZUAY	CANTÓN: NABÓN	PARROQUIA: NABÓN
COORDENADAS: UTM - WGS84 (World Geodesic System)		ZONA: 17 SUR
NORTE (Y): 9631215,03	ESTE (X): 715492,185	ELEVACION(COTA): 2750,068
EQUIPO GPS GNSS: SOKKIA ATLAS	OPERADORES: -Freddy Aguilar -Fernando Bustamante	FECHA DE MONITOREOS: marzo-abril-mayo-junio 2025

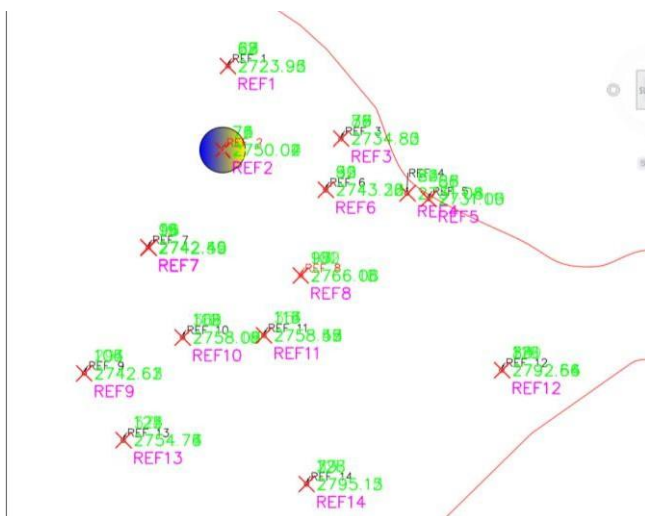
FOTOGRAFIA DEL PUNTO ANALIZADO:



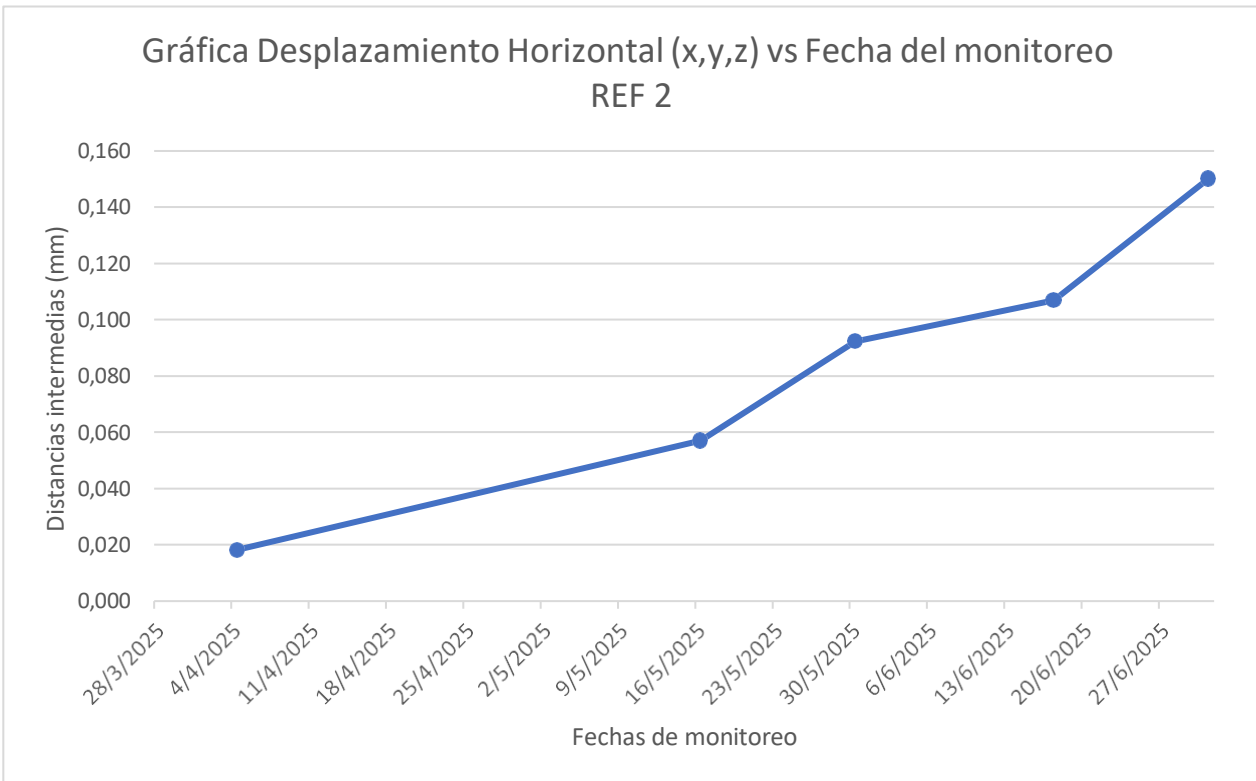
ESPACIAMIENTO ENTRE MONITOREOS Y DISTANCIA MAXIMA DE DESPLAZAMIENTO



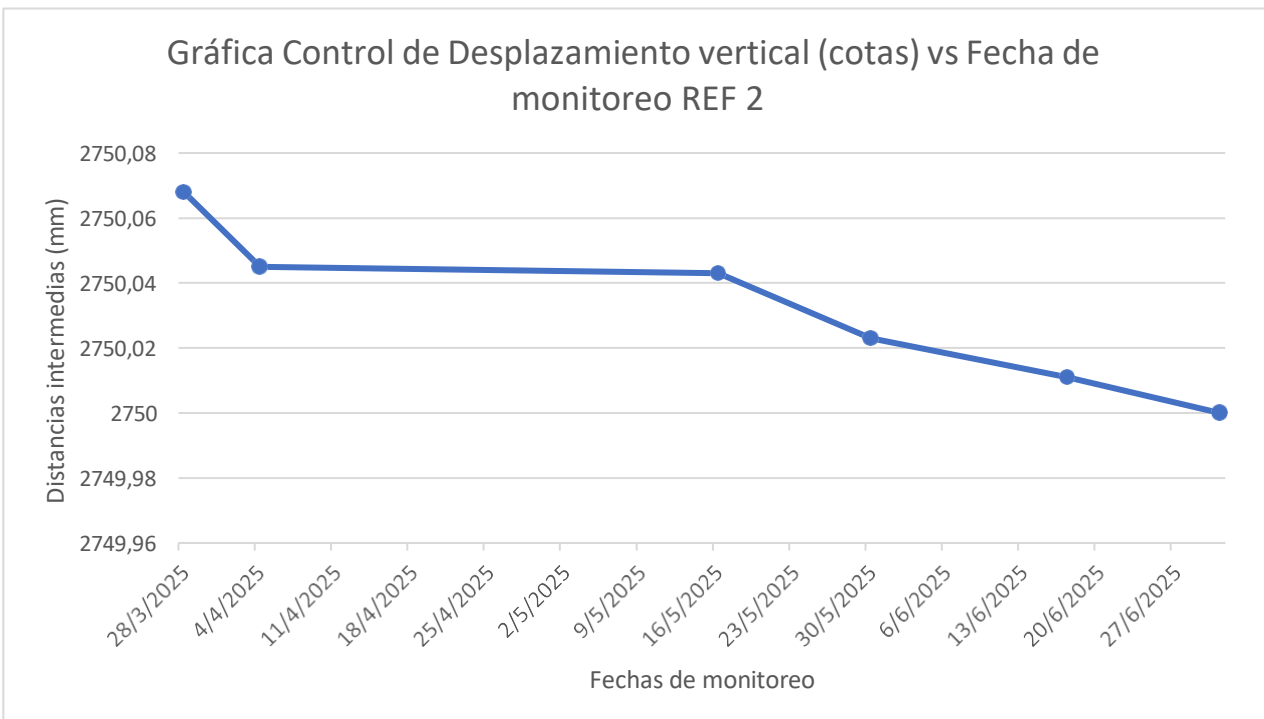
UBICACIÓN: EN EL MAPA MACRO DE DESLIZAMIENTOS



Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)



Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)



Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

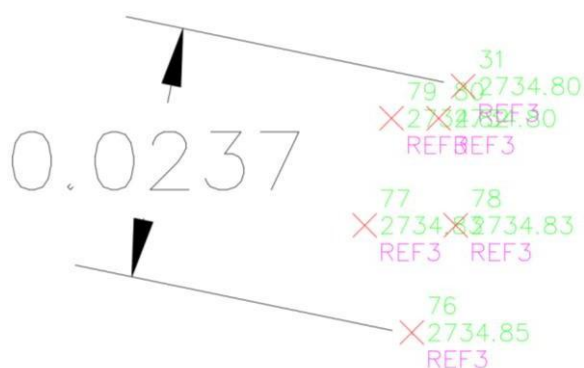
Memoria Técnica de puntos de monitoreo para el trabajo de titulación: ‘Modelación de la ruta de un deslizamiento activo mediante GPS y análisis de riesgo geotécnico, en el sector Rosas del Cantón Nabón’

DENOMINACION DEL PUNTO: REF 3		SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS-GNSS)
PROVINCIA: AZUAY	CANTÓN: NABÓN	PARROQUIA: NABÓN
COORDENANDAS: UTM - WGS84 (World Geodesic System)		ZONA: 17 SUR
NORTE (Y): 9631229,54	ESTE (X): 715643,623	ELEVACION(COTA): 2734,851
EQUIPO GPS GNSS: SOKKIA ATLAS	OPERADORES: -Freddy Aguilar -Fernando Bustamante	FECHA DE MONITOREOS: marzo-abril-mayo-junio 2025

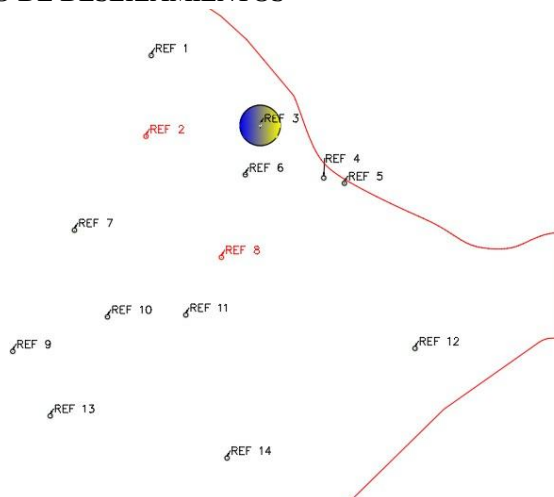
FOTOGRAFIA DEL PUNTO ANALIZADO:



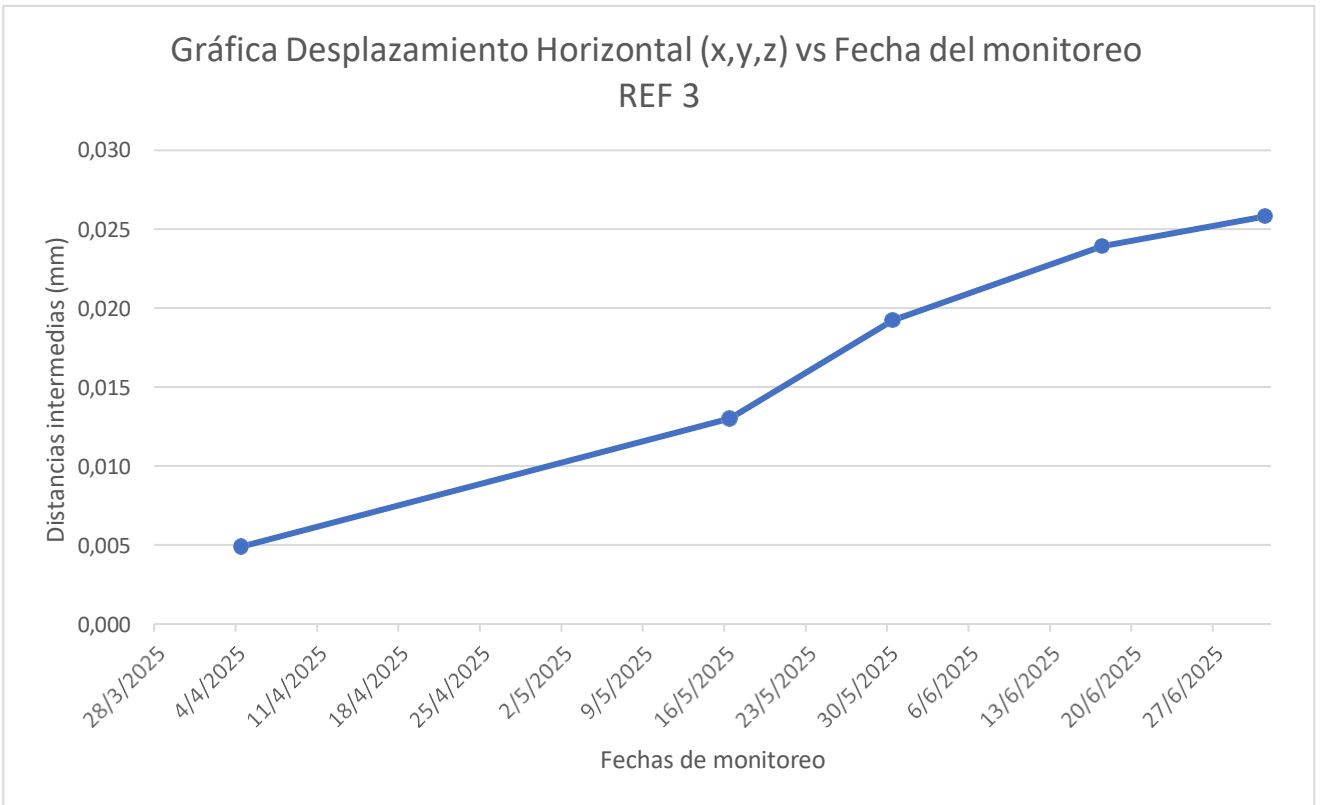
ESPACIAMIENTO ENTRE MONITOREOS Y
DISTANCIA MAXIMA DE DESPLAZAMIENTO



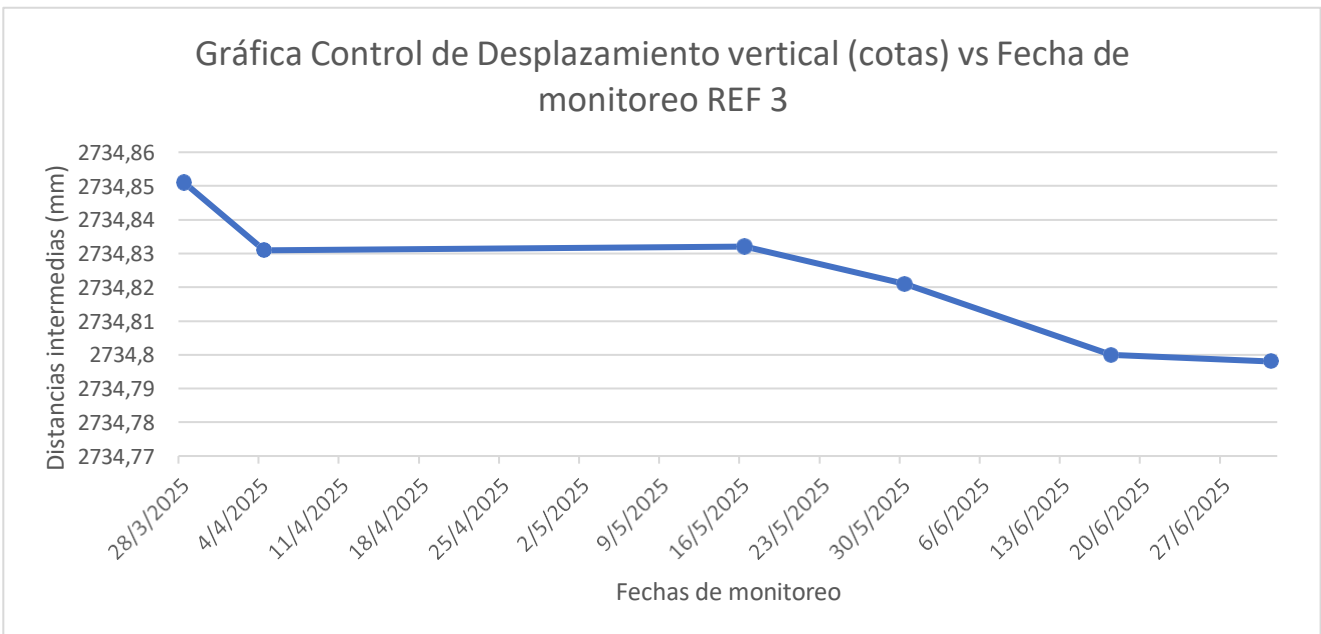
UBICACIÓN: EN EL MAPA MACRO DE DESLIZAMIENTOS



Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)



Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)



Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

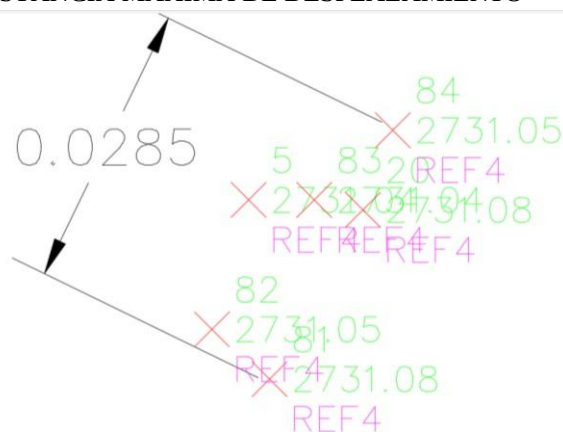
Memoria Técnica de puntos de monitoreo para el trabajo de titulación: “Modelación de la ruta de un deslizamiento activo mediante GPS y análisis de riesgo geotécnico, en el sector Rosas del Cantón Nabón”

DENOMINACION DEL PUNTO: REF 4		SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS-GNSS)
PROVINCIA: AZUAY	CANTÓN: NABÓN	PARROQUIA: NABÓN
COORDENANDAS: UTM - WGS84 (World Geodesic System)		ZONA: 17 SUR
NORTE (Y): 9631159,7	ESTE (X): 715728,281	ELEVACION(COTA): 2731,08
EQUIPO GPS GNSS: SOKKIA ATLAS	OPERADORES: -Freddy Aguilar -Fernando Bustamante	FECHA DE MONITOREOS: marzo-abril-mayo-junio 2025

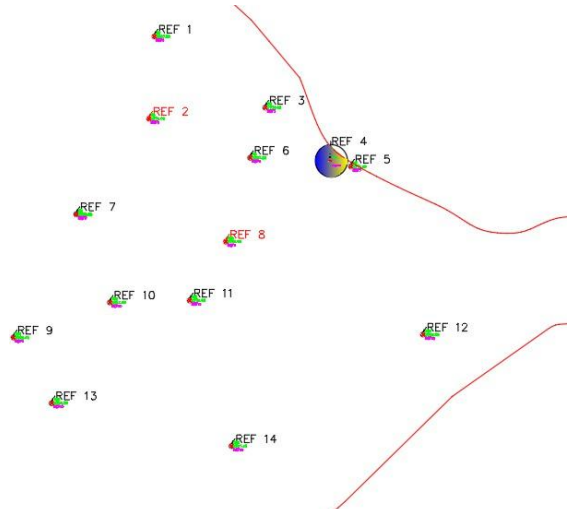
FOTOGRAFIA DEL PUNTO ANALIZADO:



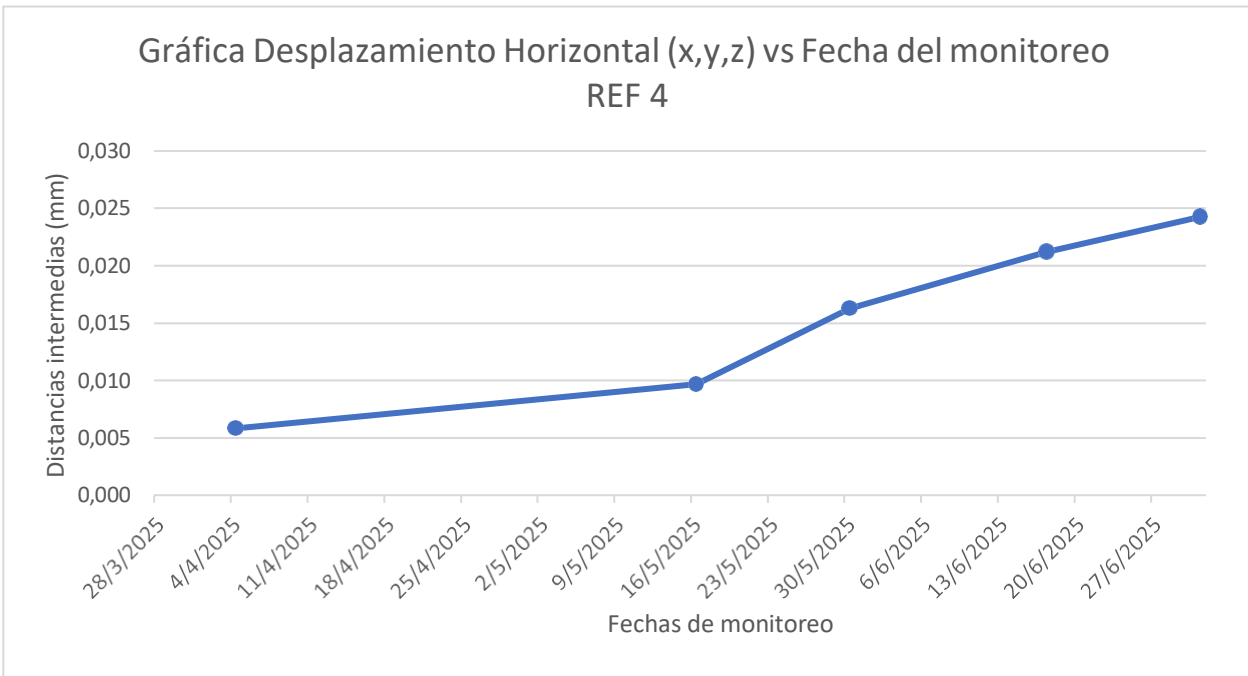
ESPACIAMIENTO ENTRE MONITOREOS Y DISTANCIA MAXIMA DE DESPLAZAMIENTO



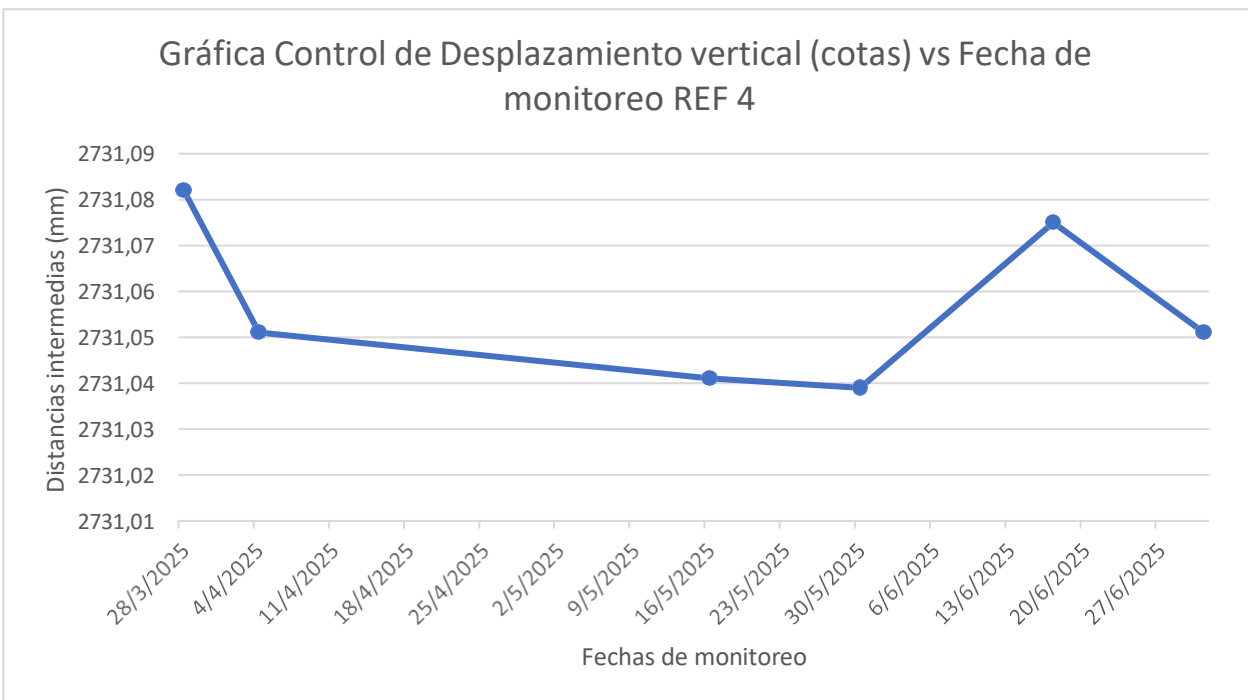
UBICACIÓN: EN EL MAPA MACRO DE DESLIZAMIENTOS



Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)



Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)



Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

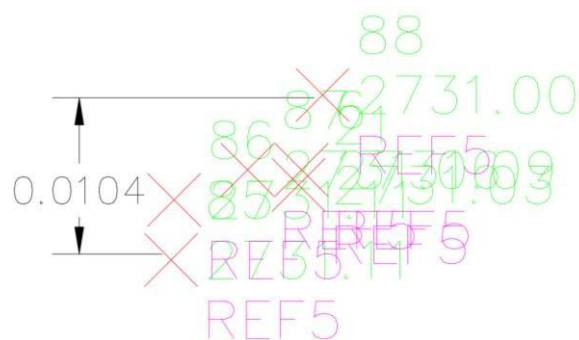
Memoria Técnica de puntos de monitoreo para el trabajo de titulación: “Modelación de la ruta de un deslizamiento activo mediante GPS y análisis de riesgo geotécnico, en el sector Rosas del Cantón Nabón”

DENOMINACION DEL PUNTO: REF 5		SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS-GNSS)
PROVINCIA: AZUAY	CANTÓN: NABÓN	PARROQUIA: NABÓN
COORDENADAS: UTM - WGS84 (World Geodesic System)		ZONA: 17 SUR
NORTE (Y): 9631152,74	ESTE (X): 715754,86	ELEVACION(COTA): 2731,111
EQUIPO GPS GNSS: SOKKIA ATLAS	OPERADORES: -Freddy Aguilar -Fernando Bustamante	FECHA DE MONITOREOS: marzo-abril-mayo-junio 2025

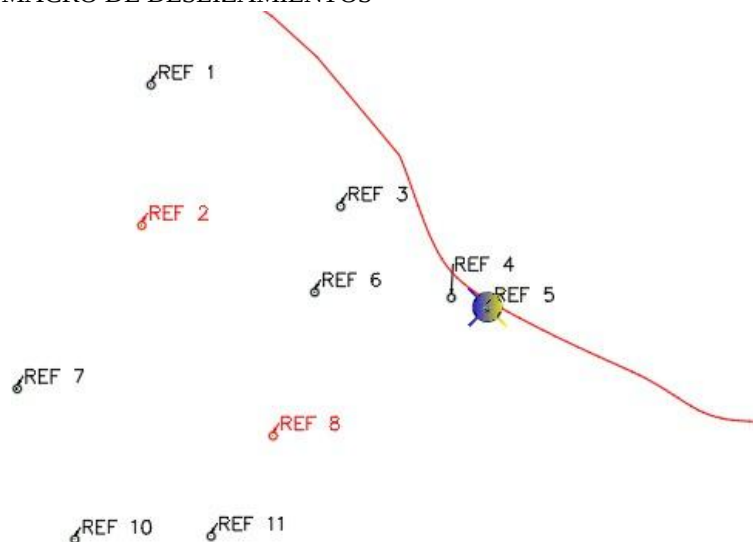
FOTOGRAFIA DEL PUNTO ANALIZADO:



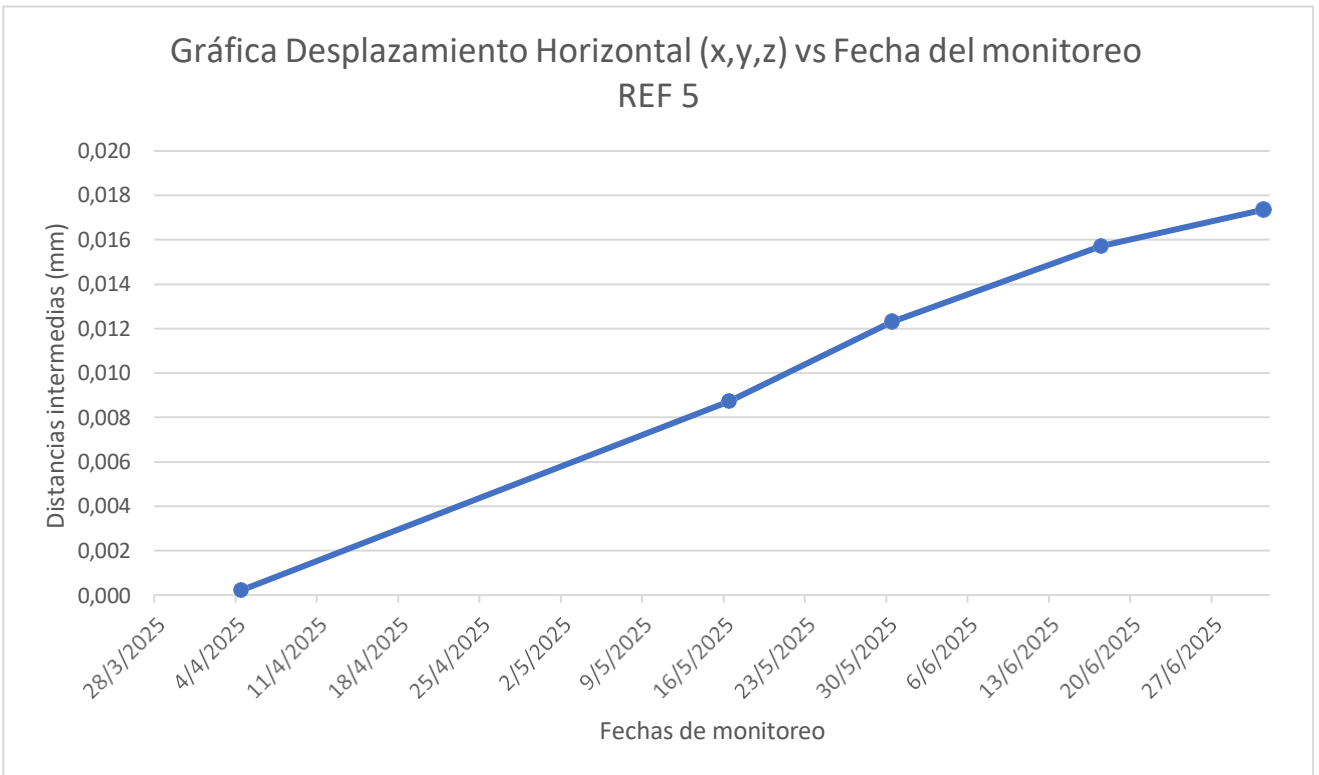
ESPACIAMIENTO ENTRE MONITOREOS Y DISTANCIA MAXIMA DE DESPLAZAMIENTO



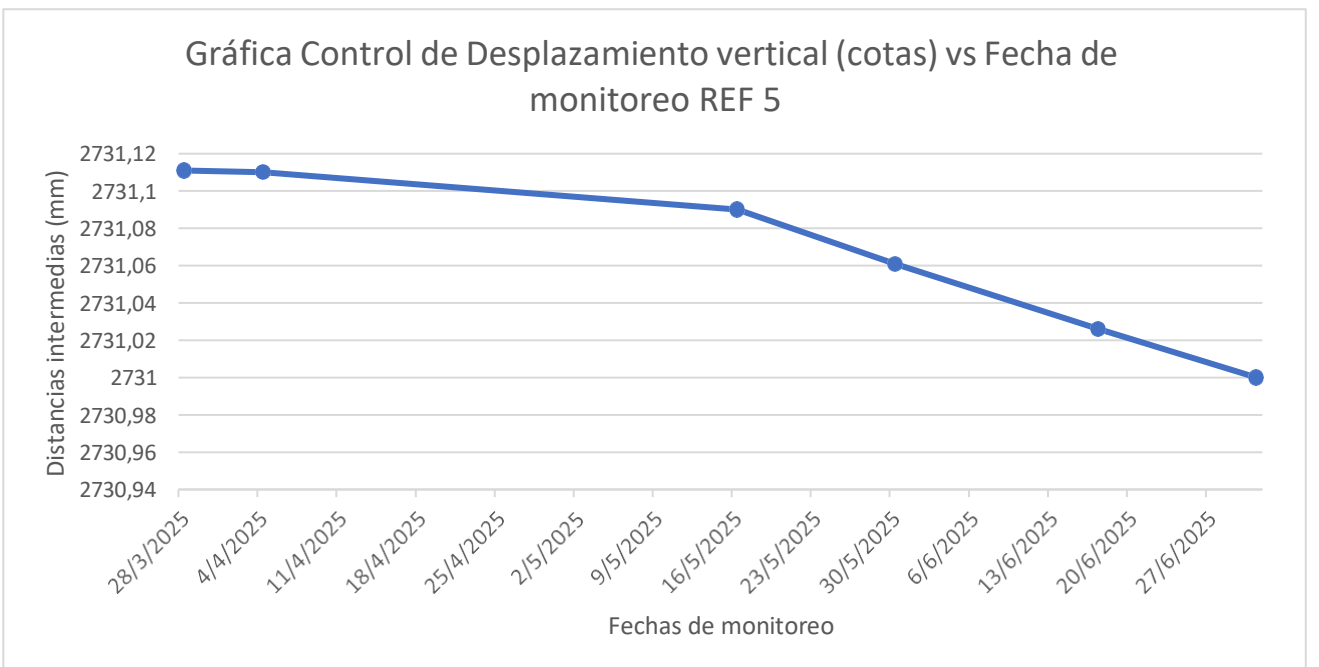
UBICACIÓN: EN EL MAPA MACRO DE DESLIZAMIENTOS



Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)



Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)



Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

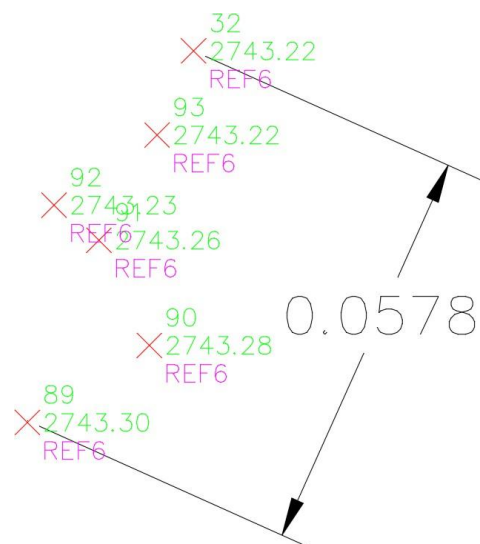
Memoria Técnica de puntos de monitoreo para el trabajo de titulación: “Modelación de la ruta de un deslizamiento activo mediante GPS y análisis de riesgo geotécnico, en el sector Rosas del Cantón Nabón”

DENOMINACION DEL PUNTO: REF 6		SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS-GNSS)
PROVINCIA: AZUAY	CANTÓN: NABÓN	PARROQUIA: NABÓN
COORDENADAS: UTM - WGS84 (World Geodesic System)		ZONA: 17 SUR
NORTE (Y): 9631164,31	ESTE (X): 715623,955	ELEVACION(COTA): 2743,301
EQUIPO GPS GNSS: SOKKIA ATLAS	OPERADORES: -Freddy Aguilar -Fernando Bustamante	FECHA DE MONITOREOS: marzo-abril-mayo-junio 2025

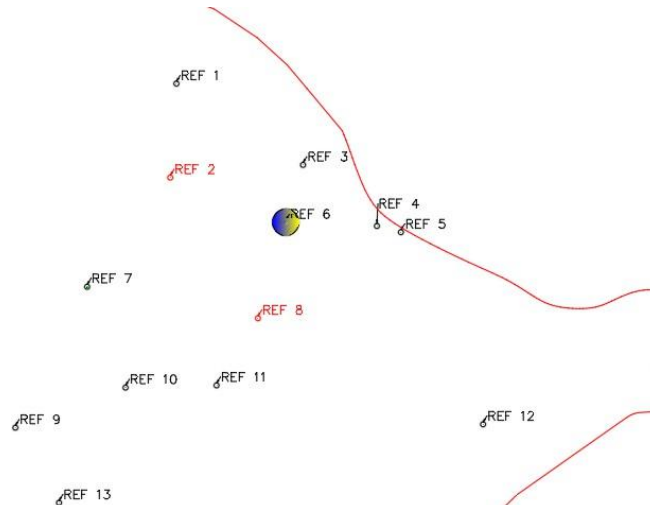
FOTOGRAFIA DEL PUNTO ANALIZADO:



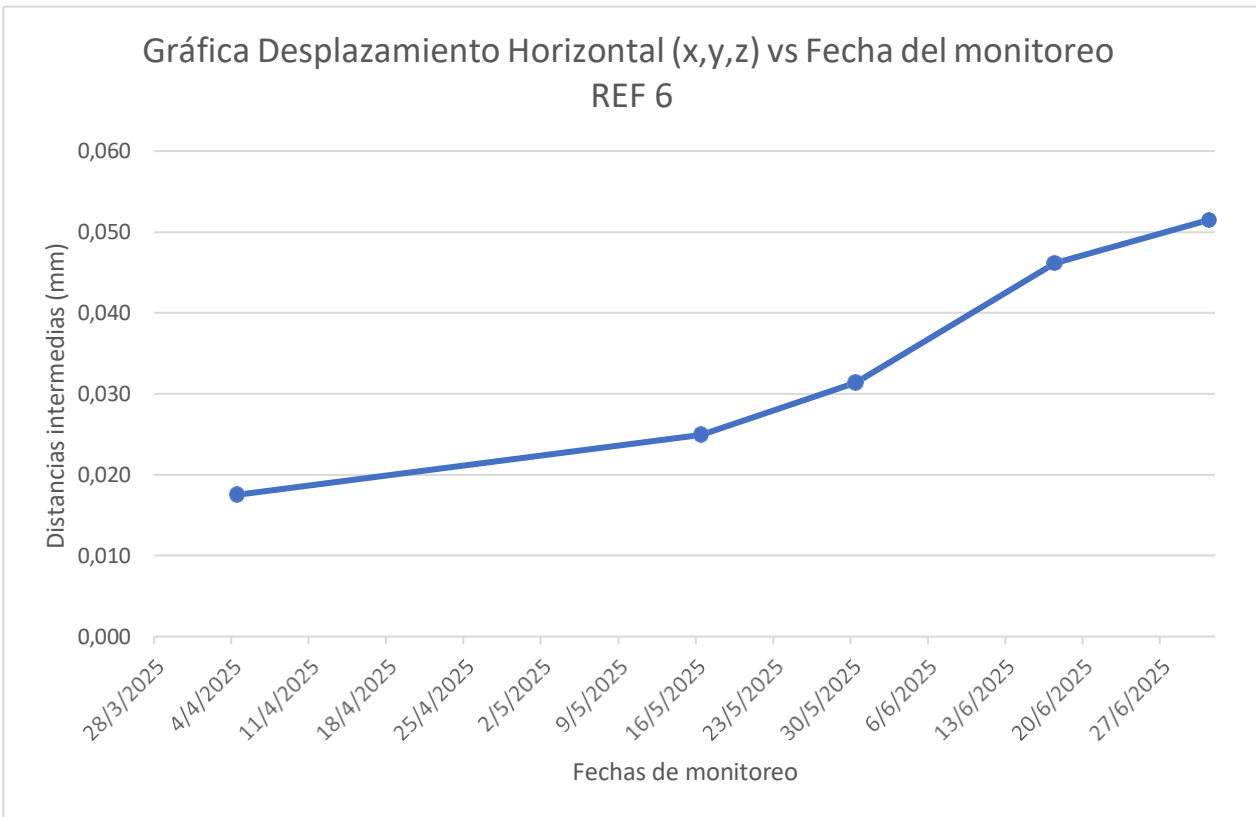
ESPACIAMIENTO ENTRE MONITOREOS Y DISTANCIA MAXIMA DE DESPLAZAMIENTO



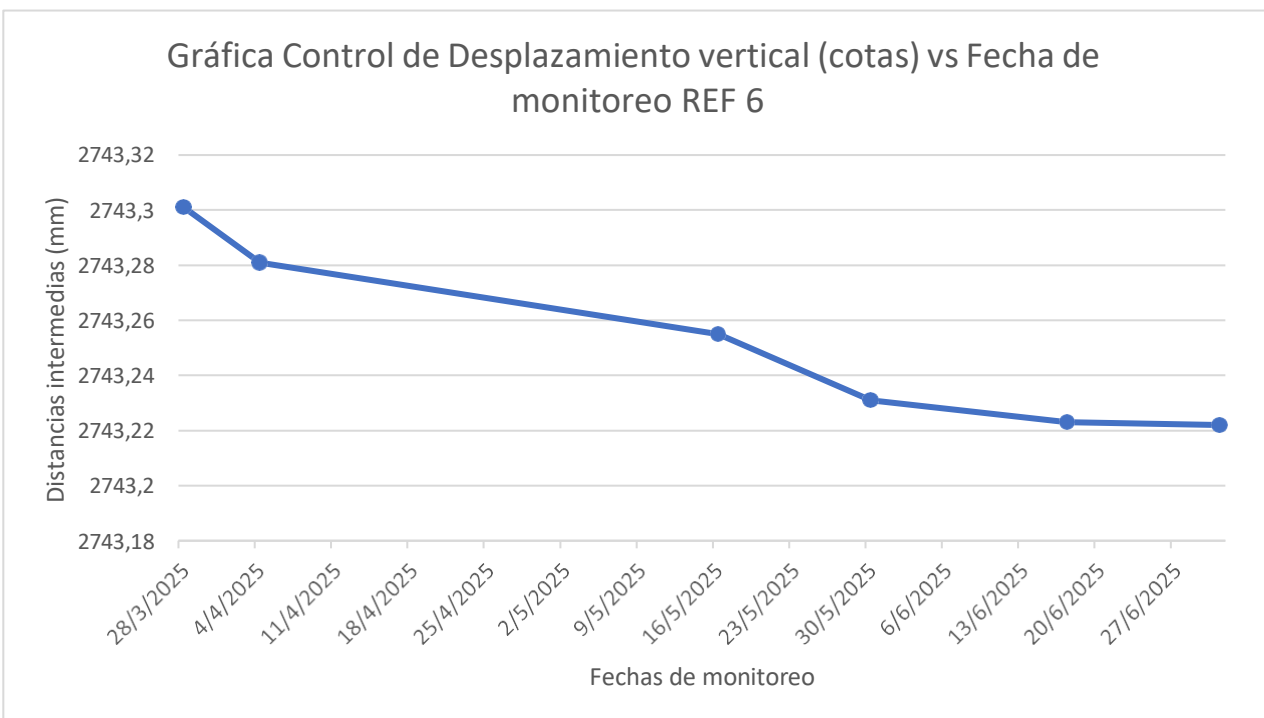
UBICACIÓN: EN EL MAPA MACRO DE DESLIZAMIENTOS



Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)



Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)



Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

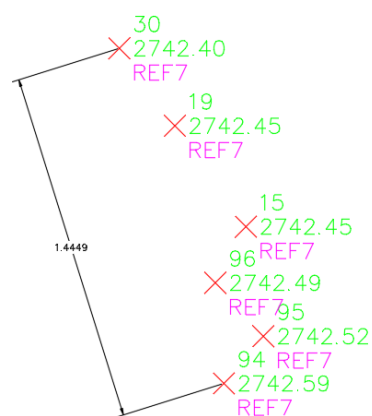
Memoria Técnica de puntos de monitoreo para el trabajo de titulación: “Modelación de la ruta de un deslizamiento activo mediante GPS y análisis de riesgo geotécnico, en el sector Rosas del Cantón Nabón”

DENOMINACION DEL PUNTO: REF 7		SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS-GNSS)
PROVINCIA: AZUAY	CANTÓN: NABÓN	PARROQUIA: NABÓN
COORDENANDAS: UTM - WGS84 (World Geodesic System)		ZONA: 17 SUR
NORTE (Y): 9631089,9	ESTE (X): 715397,972	ELEVACION(COTA): 2742,59
EQUIPO GPS GNSS: SOKKIA ATLAS	OPERADORES: -Freddy Aguilar -Fernando Bustamante	FECHA DE MONITOREOS: marzo-abril-mayo-junio 2025

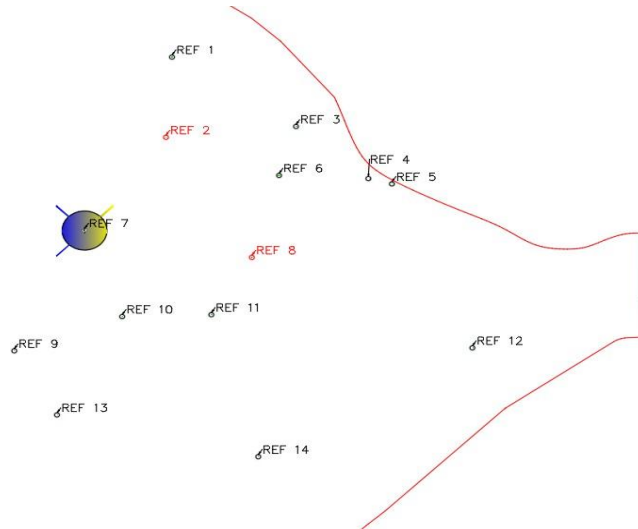
FOTOGRAFIA DEL PUNTO ANALIZADO:



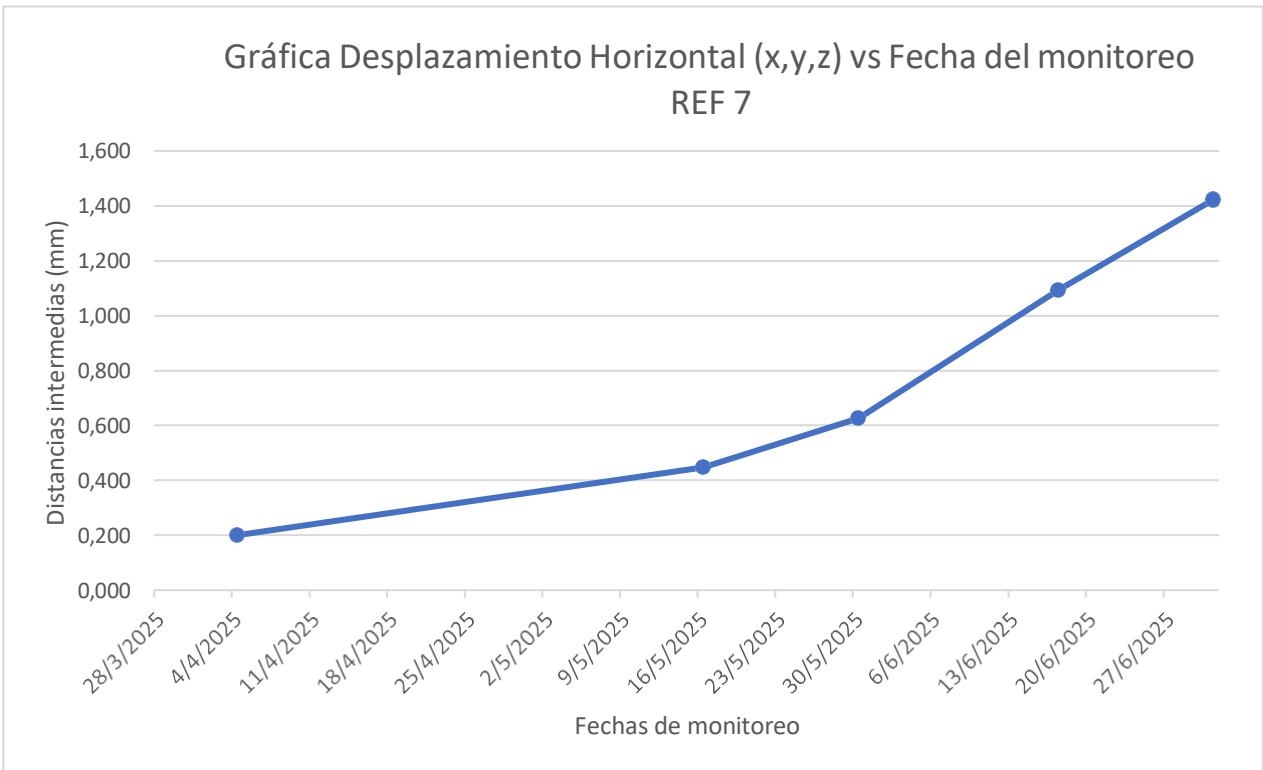
ESPACIAMIENTO ENTRE MONITOREOS Y
DISTANCIA MAXIMA DE DESPLAZAMIENTO



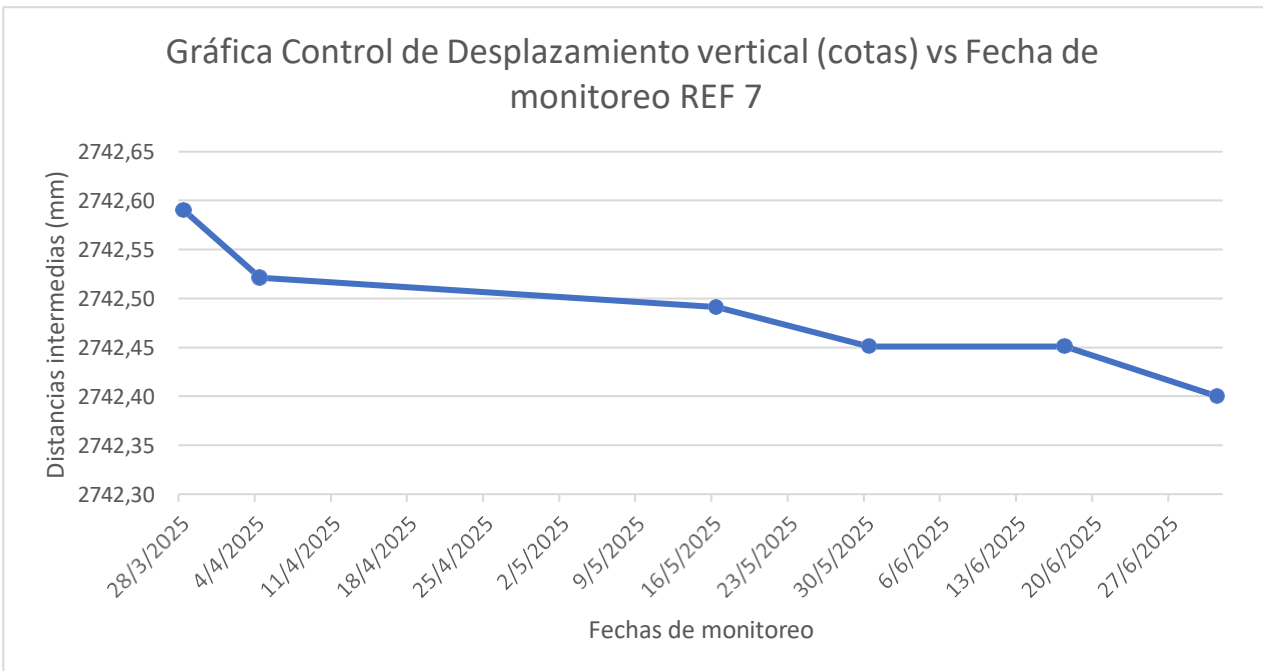
UBICACIÓN: EN EL MAPA MACRO DE DESLIZAMIENTOS



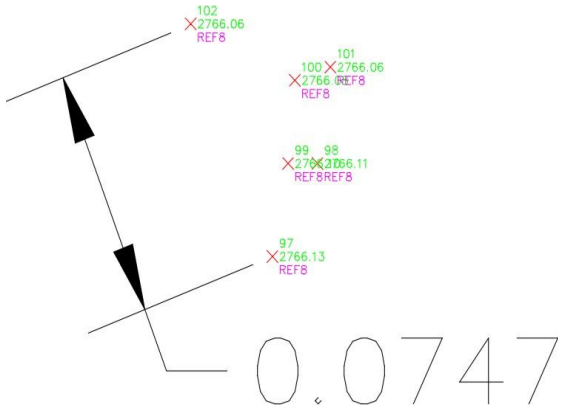
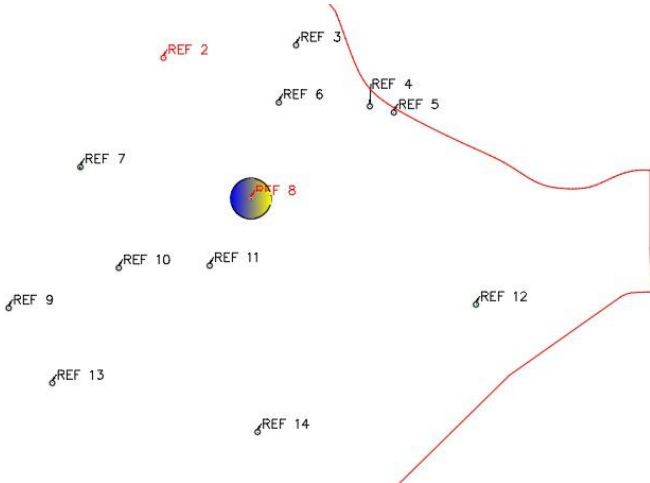
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

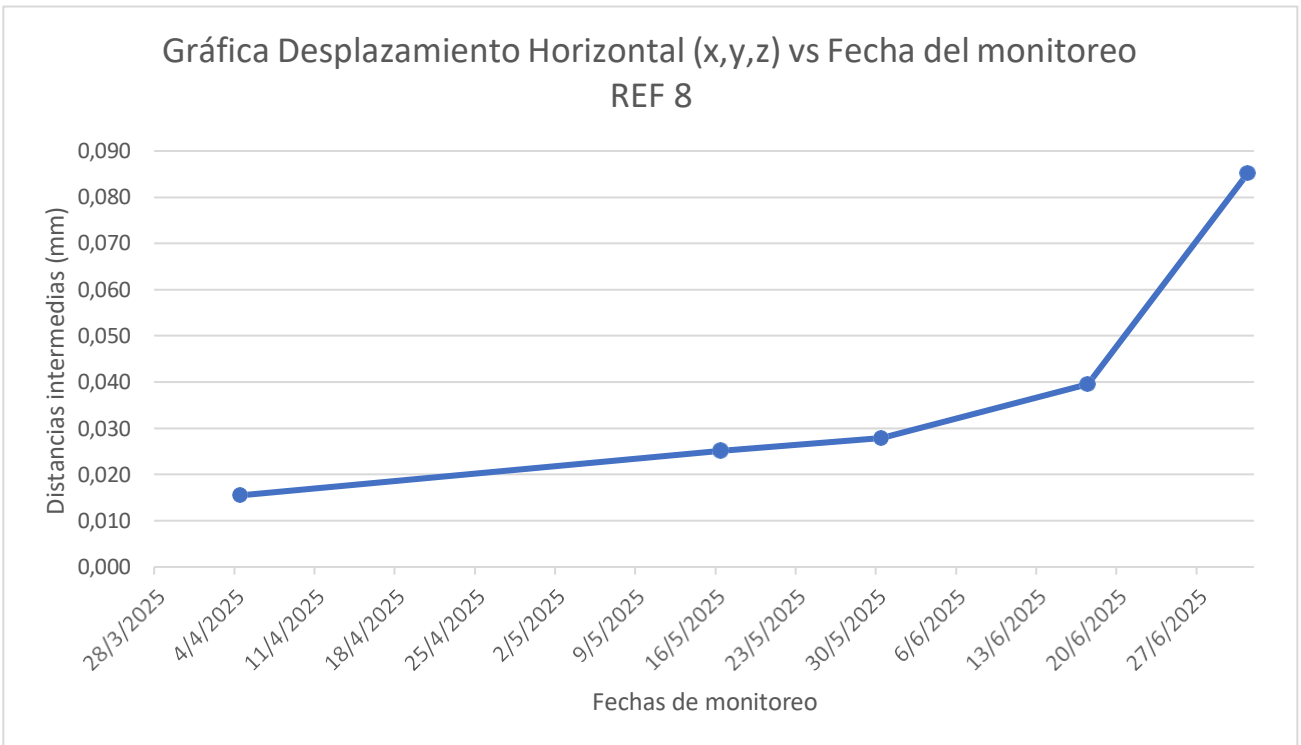


Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

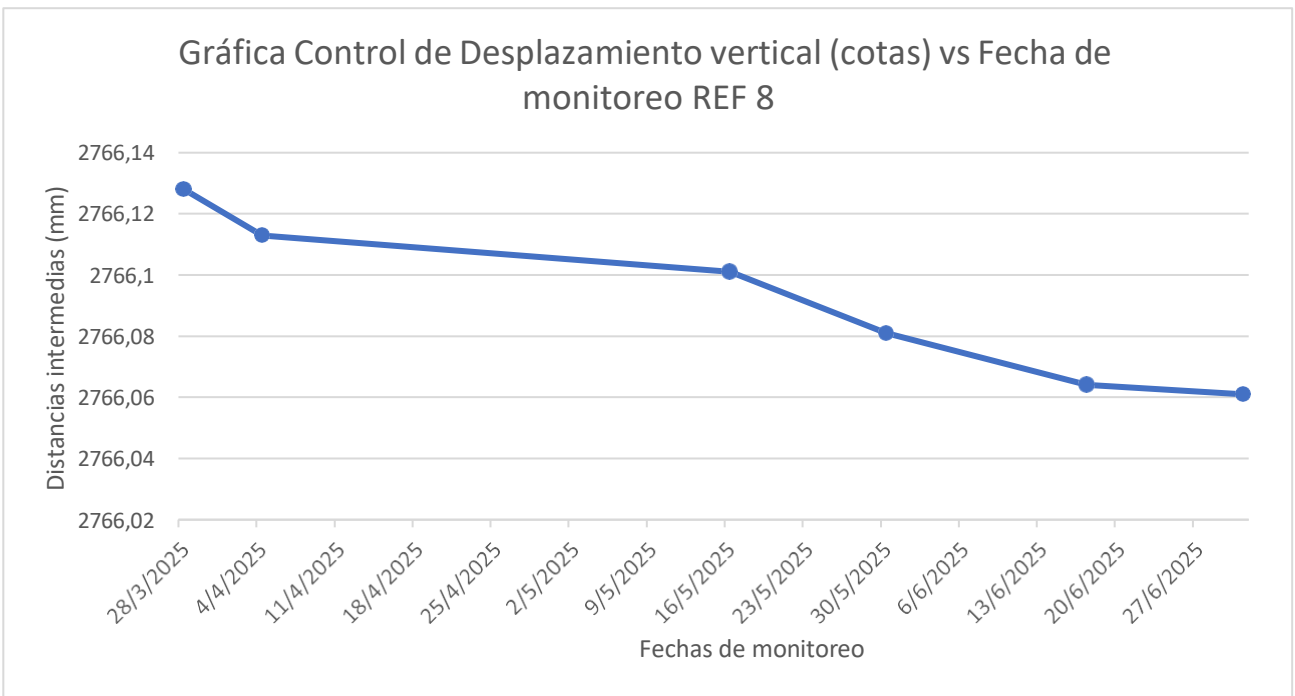


Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

Memoria Técnica de puntos de monitoreo para el trabajo de titulación: “Modelación de la ruta de un deslizamiento activo mediante GPS y análisis de riesgo geotécnico, en el sector Rosas del Cantón Nabón”			
DENOMINACION DEL PUNTO: REF 8		SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS-GNSS)	
PROVINCIA: AZUAY	CANTÓN: NABÓN	PARROQUIA: NABÓN	
COORDENANDAS: UTM - WGS84 (World Geodesic System)		ZONA: 17 SUR	
NORTE (Y): 9631055	ESTE (X): 715592	ELEVACION(COTA): 2766,128	
EQUIPO GPS GNSS: SOKKIA ATLAS	OPERADORES: -Freddy Aguilar -Fernando Bustamante	FECHA DE MONITOREOS: marzo-abril-mayo-junio 2025	
FOTOGRAFIA DEL PUNTO ANALIZADO:		ESPACIAMIENTO ENTRE MONITOREOS Y DISTANCIA MAXIMA DE DESPLAZAMIENTO	
			
UBICACIÓN: EN EL MAPA MACRO DE DESLIZAMIENTOS			
			
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)			



Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)



Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

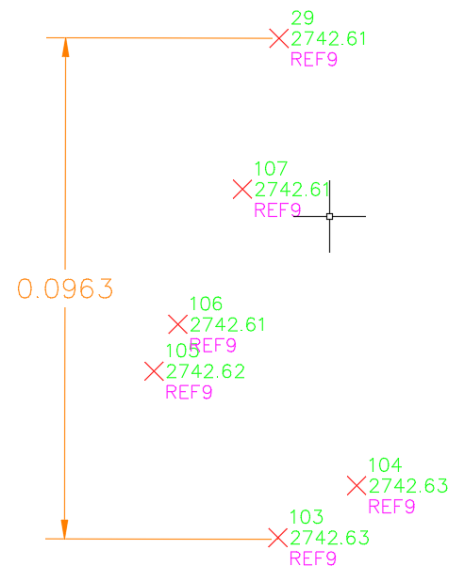
Memoria Técnica de puntos de monitoreo para el trabajo de titulación: “Modelación de la ruta de un deslizamiento activo mediante GPS y análisis de riesgo geotécnico, en el sector Rosas del Cantón Nabón”

DENOMINACION DEL PUNTO: REF 9		SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS-GNSS)
PROVINCIA: AZUAY	CANTÓN: NABÓN	PARROQUIA: NABÓN
COORDENANDAS: UTM - WGS84 (World Geodesic System)		ZONA: 17 SUR
NORTE (Y): 9630930,28	ESTE (X): 715315,79	ELEVACION(COTA): 2742,63
EQUIPO GPS GNSS: SOKKIA ATLAS	OPERADORES: -Freddy Aguilar -Fernando Bustamante	FECHA DE MONITOREOS: marzo-abril-mayo-junio 2025

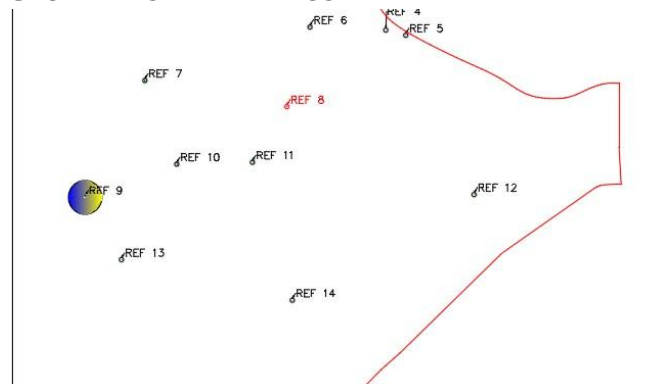
FOTOGRAFIA DEL PUNTO ANALIZADO:



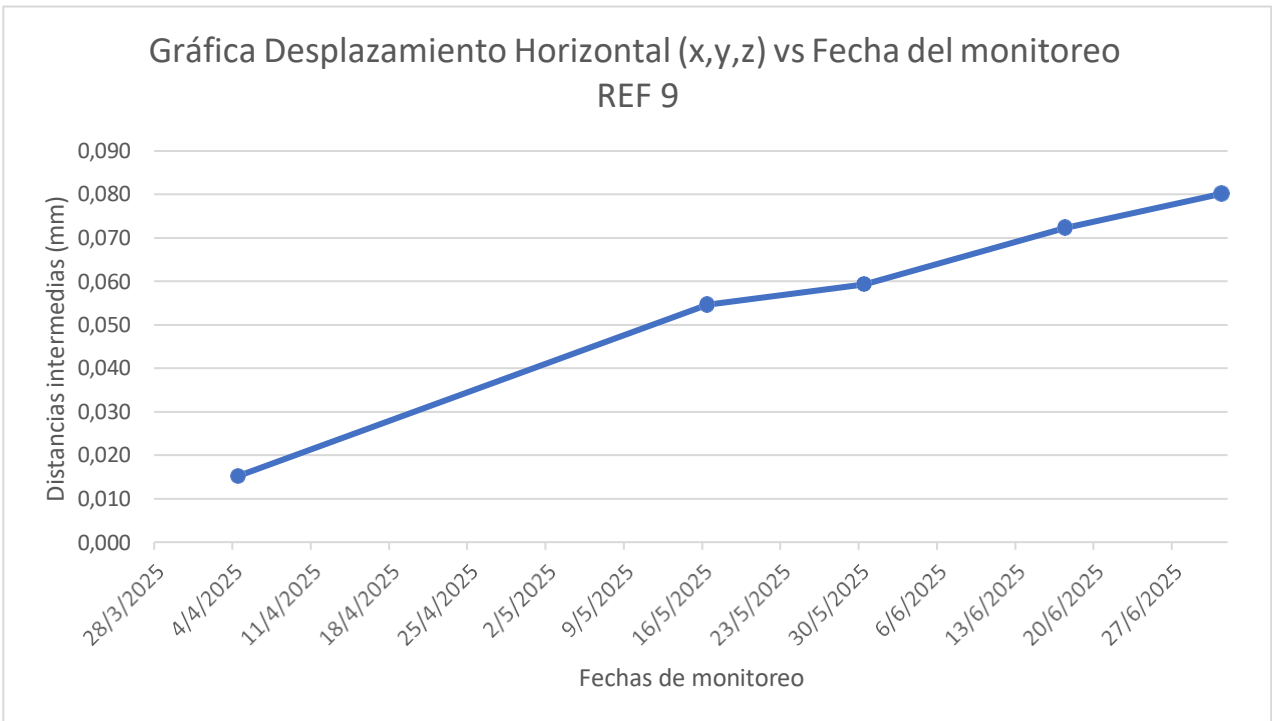
ESPACIAMIENTO ENTRE MONITOREOS Y
DISTANCIA MAXIMA DE DESPLAZAMIENTO



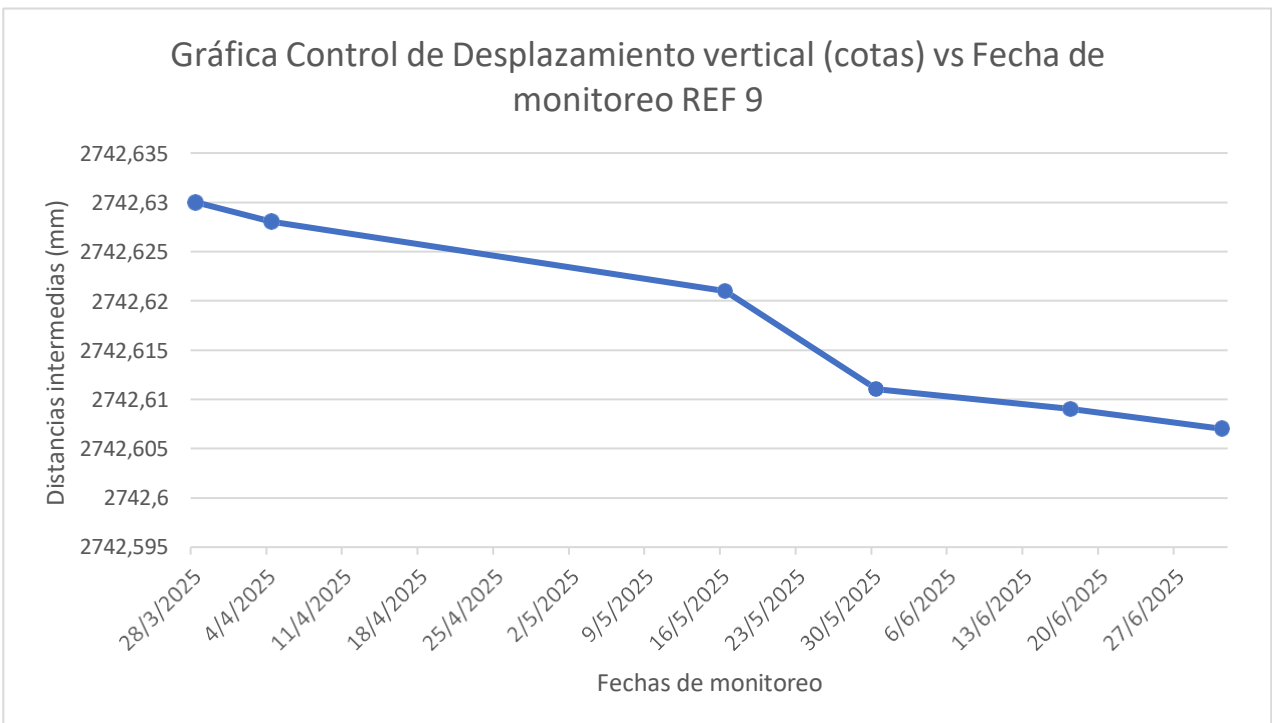
UBICACIÓN: EN EL MAPA MACRO DE DESLIZAMIENTOS



Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)



Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)



Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

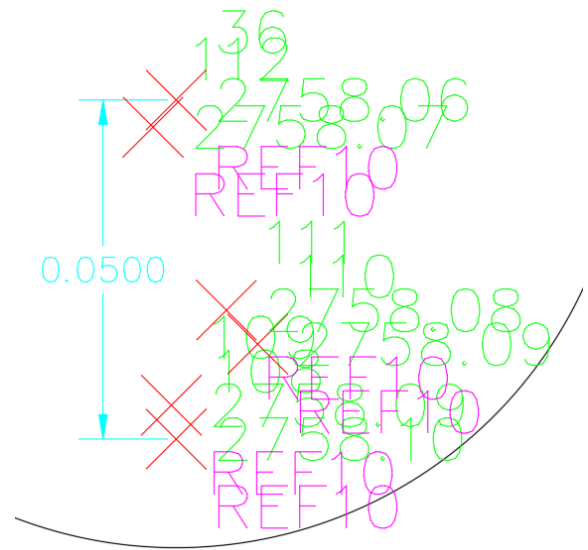
Memoria Técnica de puntos de monitoreo para el trabajo de titulación: “Modelación de la ruta de un deslizamiento activo mediante GPS y análisis de riesgo geotécnico, en el sector Rosas del Cantón Nabón”

DENOMINACION DEL PUNTO: REF 10		SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS-GNSS)
PROVINCIA: AZUAY	CANTÓN: NABÓN	PARROQUIA: NABÓN
COORDENANDAS: UTM - WGS84 (World Geodesic System)		ZONA: 17 SUR
NORTE (Y): 9630976,02	ESTE (X): 715441,436	ELEVACION(COTA): 2758,1
EQUIPO GPS GNSS: SOKKIA ATLAS	OPERADORES: -Freddy Aguilar -Fernando Bustamante	FECHA DE MONITOREOS: marzo-abril-mayo-junio 2025

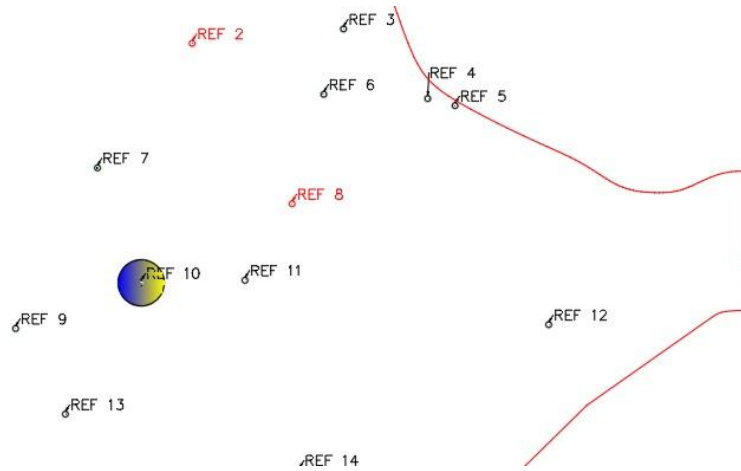
FOTOGRAFIA DEL PUNTO ANALIZADO:



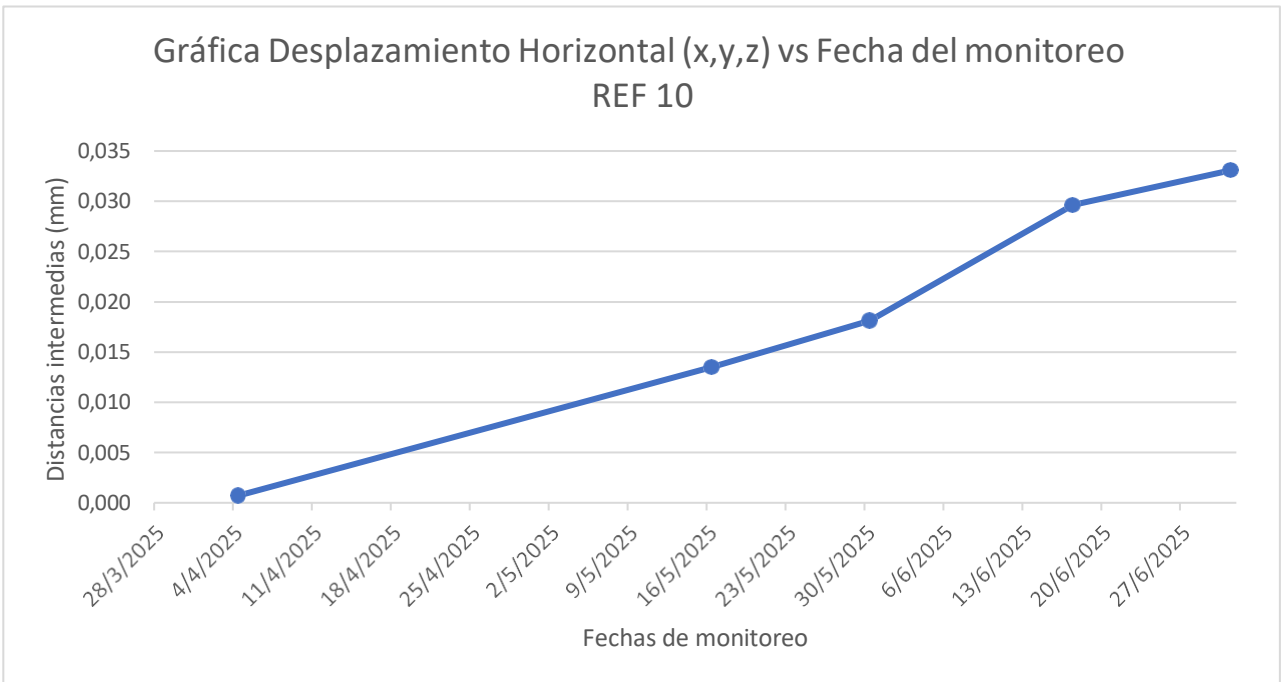
ESPACIAMIENTO ENTRE MONITOREOS Y DISTANCIA MAXIMA DE DESPLAZAMIENTO



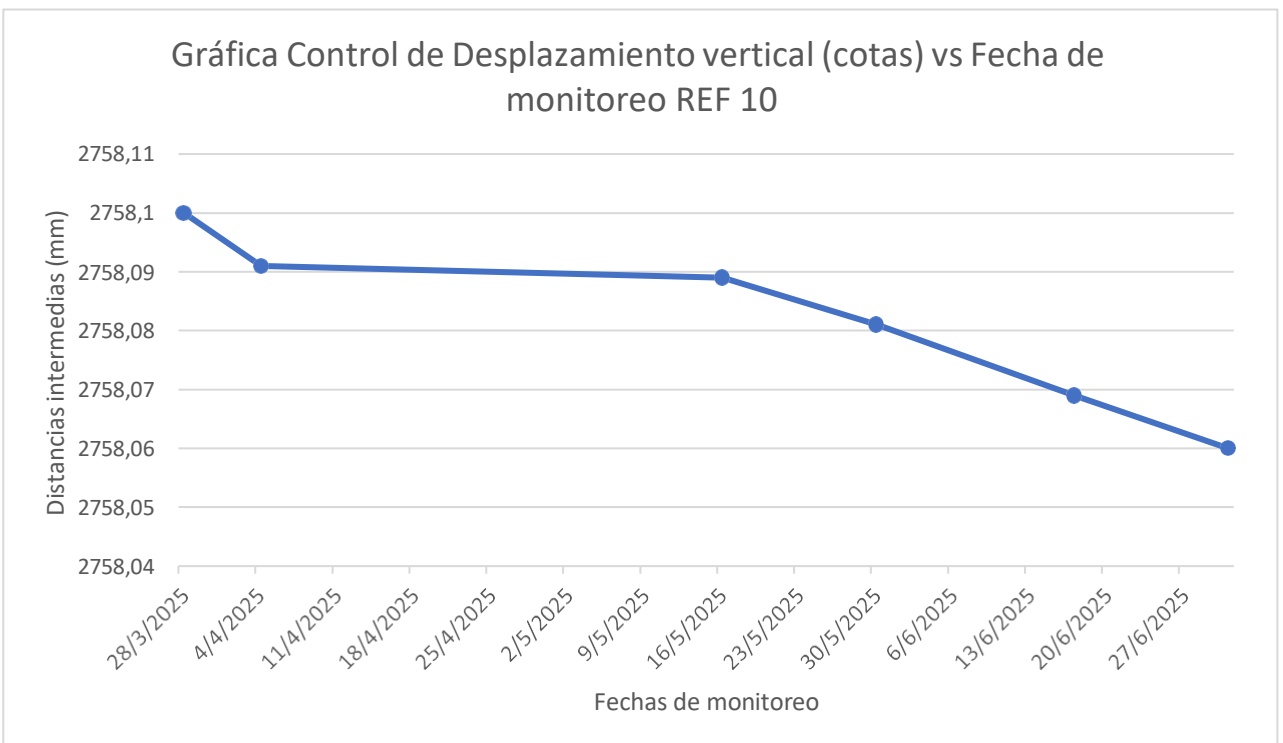
UBICACIÓN: EN EL MAPA MACRO DE DESLIZAMIENTOS



Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)



Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)



Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

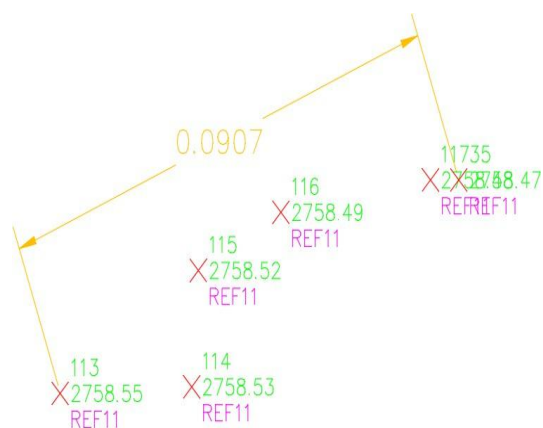
Memoria Técnica de puntos de monitoreo para el trabajo de titulación: “Modelación de la ruta de un deslizamiento activo mediante GPS y análisis de riesgo geotécnico, en el sector Rosas del Cantón Nabón”

DENOMINACION DEL PUNTO: REF 11		SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS-GNSS)
PROVINCIA: AZUAY	CANTÓN: NABÓN	PARROQUIA: NABÓN
COORDENADAS: UTM - WGS84 (World Geodesic System)		ZONA: 17 SUR
NORTE (Y): 9630978,81	ESTE (X): 715545,079	ELEVACION(COTA): 2758,551
EQUIPO GPS GNSS: SOKKIA ATLAS	OPERADORES: -Freddy Aguilar -Fernando Bustamante	FECHA DE MONITOREOS: marzo-abril-mayo-junio 2025

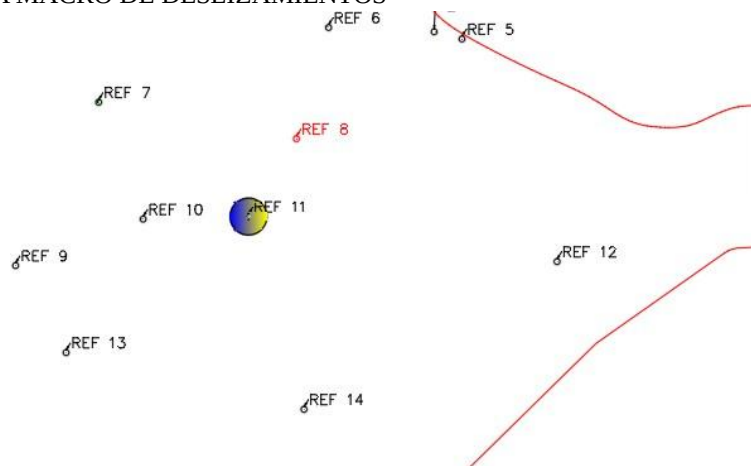
FOTOGRAFIA DEL PUNTO ANALIZADO:



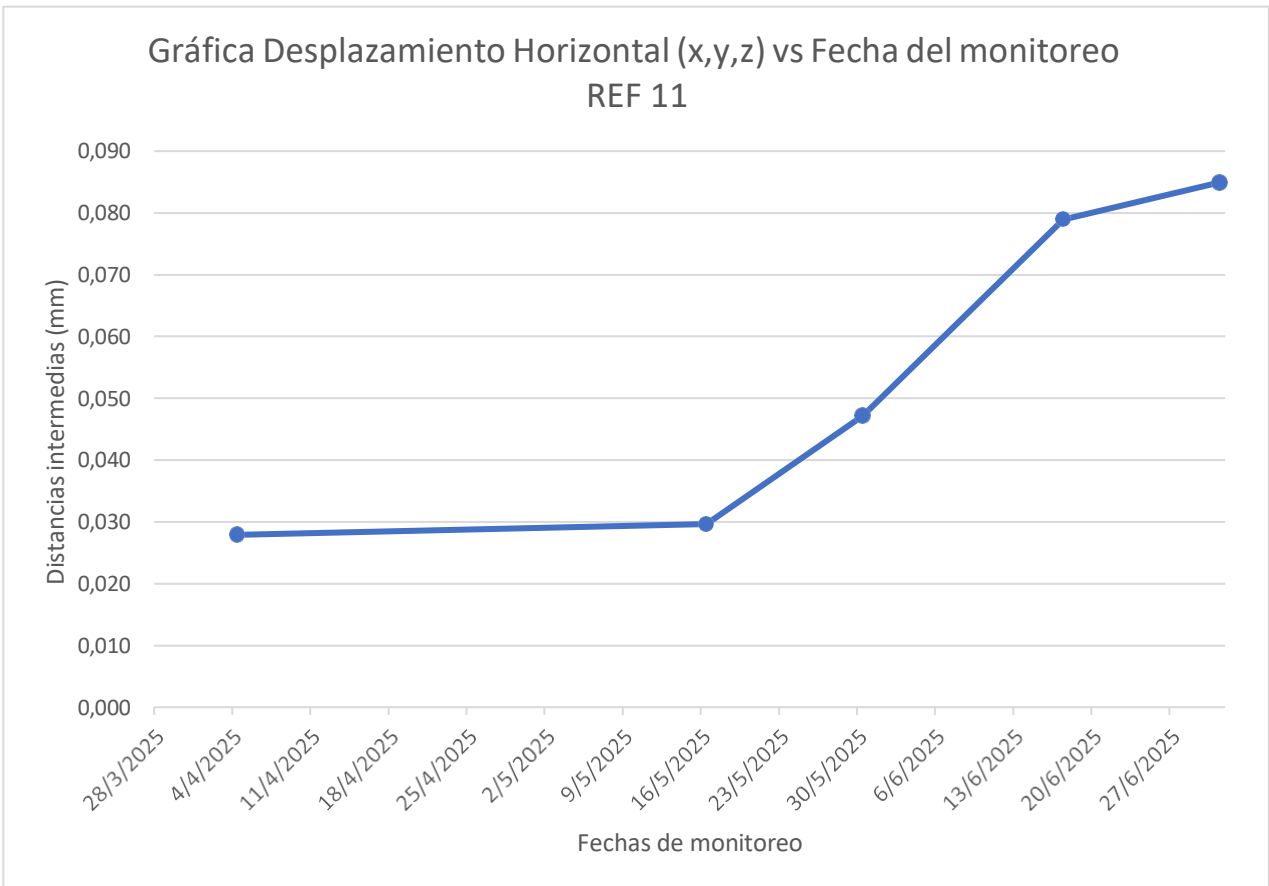
ESPACIAMIENTO ENTRE MONITOREOS Y
DISTANCIA MAXIMA DE DESPLAZAMIENTO



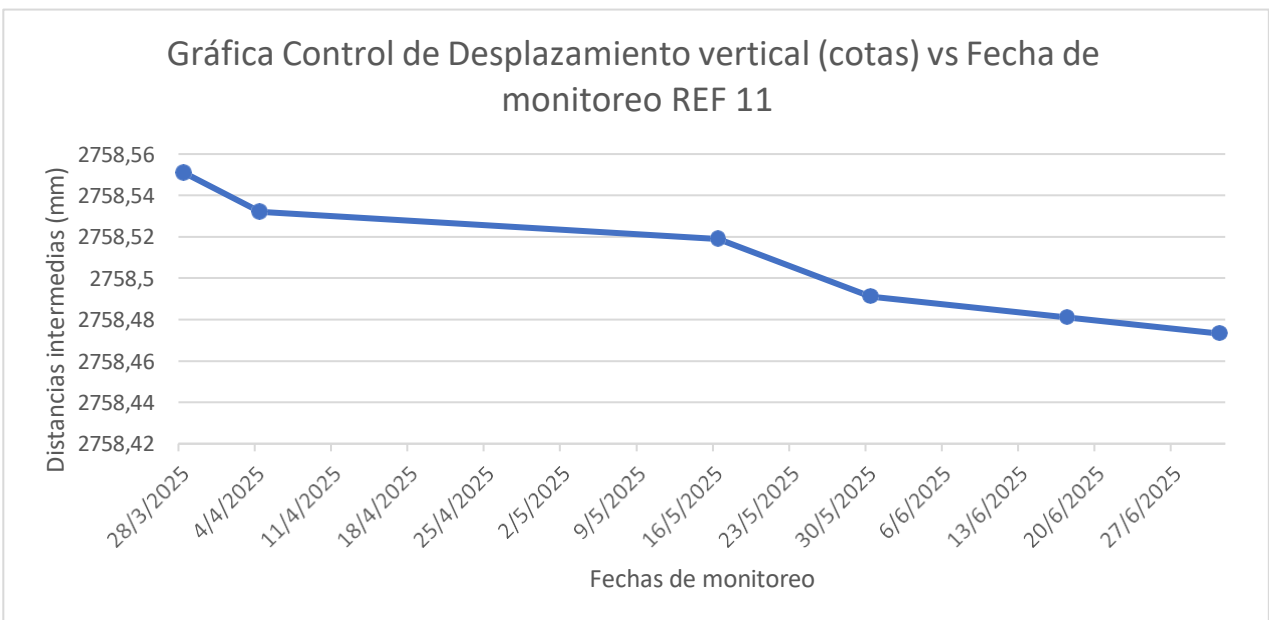
UBICACIÓN: EN EL MAPA MACRO DE DESLIZAMIENTOS



Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)



Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)



Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

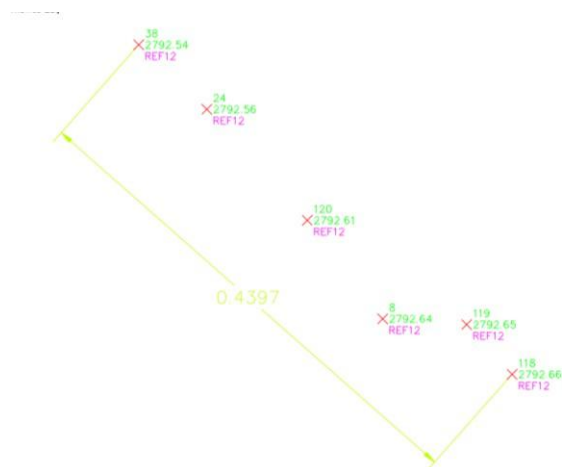
Memoria Técnica de puntos de monitoreo para el trabajo de titulación: “Modelación de la ruta de un deslizamiento activo mediante GPS y análisis de riesgo geotécnico, en el sector Rosas del Cantón Nabón”

DENOMINACION DEL PUNTO: REF 12		SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS-GNSS)	
PROVINCIA: AZUAY	CANTÓN: NABÓN	PARROQUIA: NABÓN	
COORDENADAS: UTM - WGS84 (World Geodesic System)			ZONA: 17 SUR
NORTE (Y): 9630934,19	ESTE (X): 715849,145	ELEVACION(COTA): 2792,655	
EQUIPO GPS GNSS: SOKKIA ATLAS	OPERADORES: -Freddy Aguilar -Fernando Bustamante	FECHA DE MONITOREOS: marzo-abril-mayo-junio 2025	

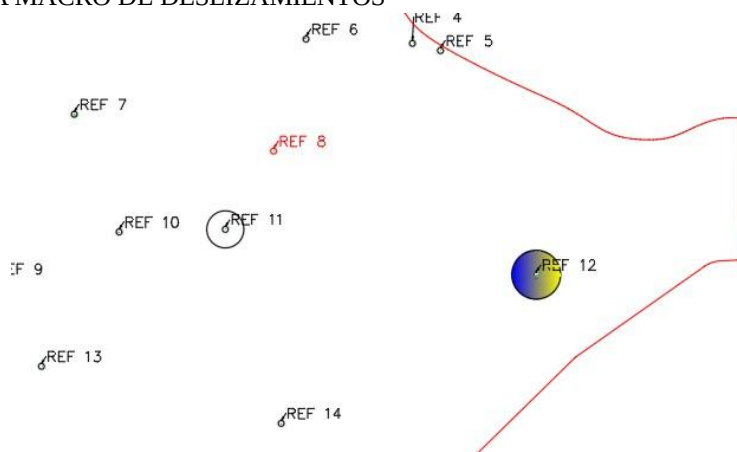
FOTOGRAFIA DEL PUNTO ANALIZADO:



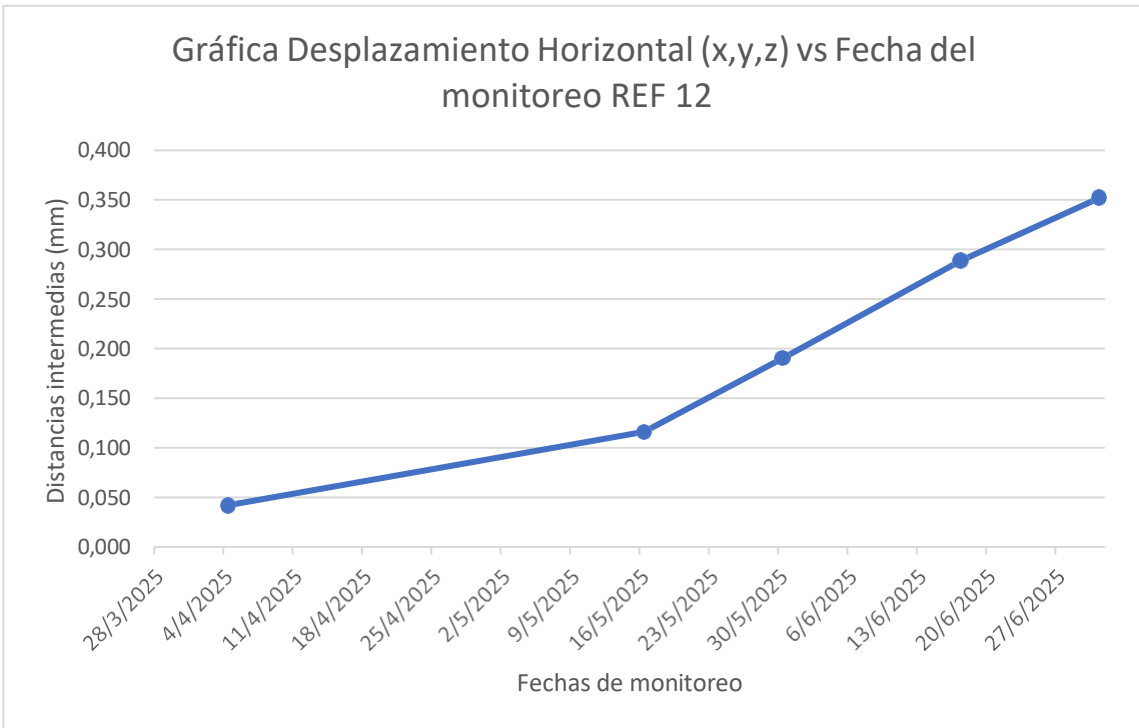
ESPACIAMIENTO ENTRE MONITOREOS Y DISTANCIA MAXIMA DE DESPLAZAMIENTO



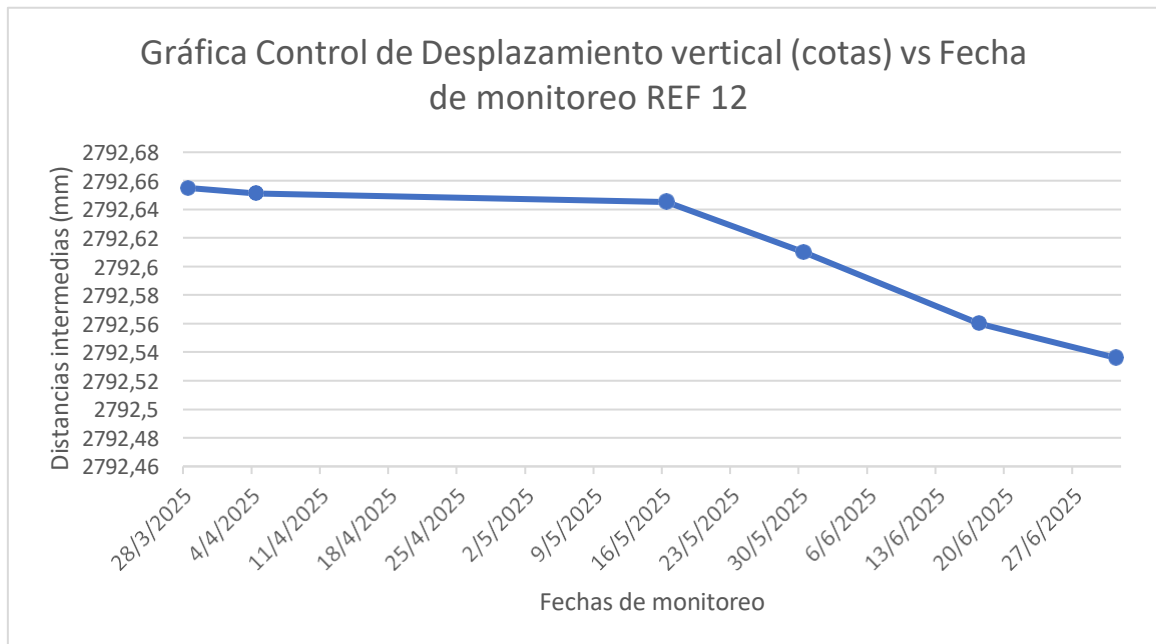
UBICACIÓN: EN EL MAPA MACRO DE DESLIZAMIENTOS



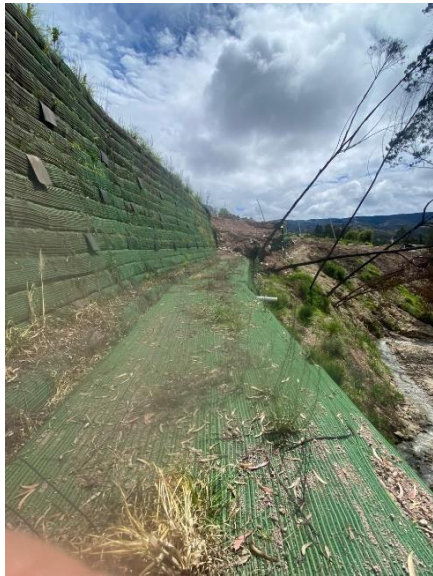
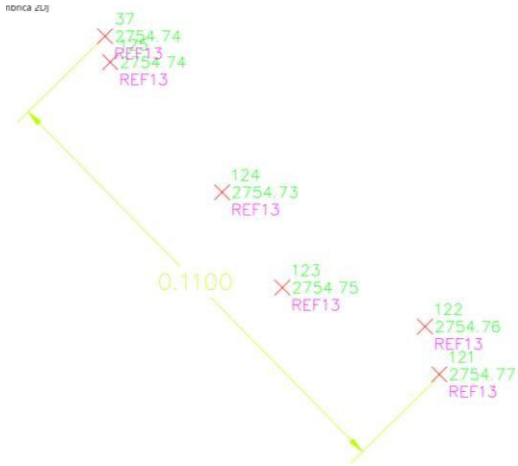
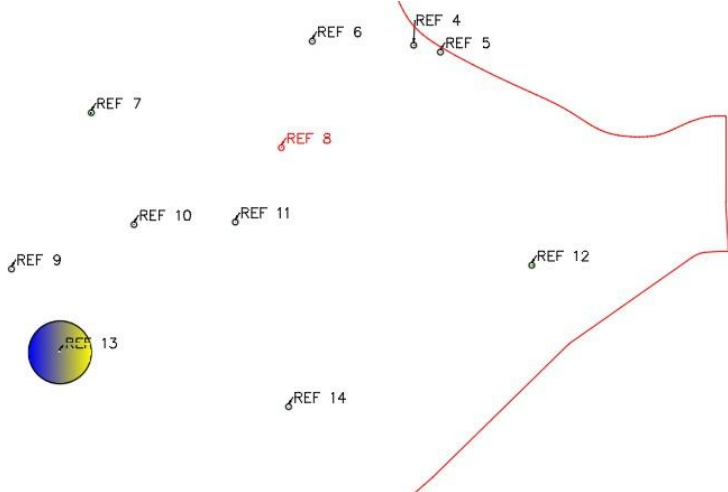
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

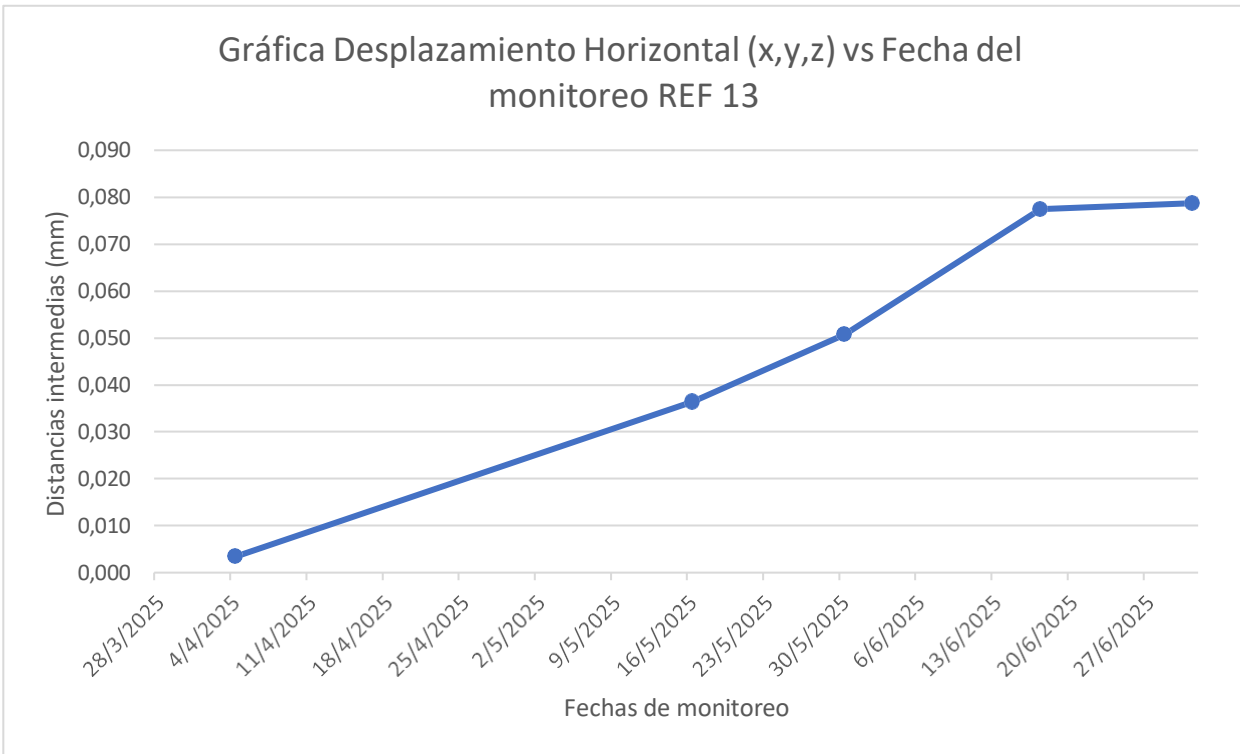


Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

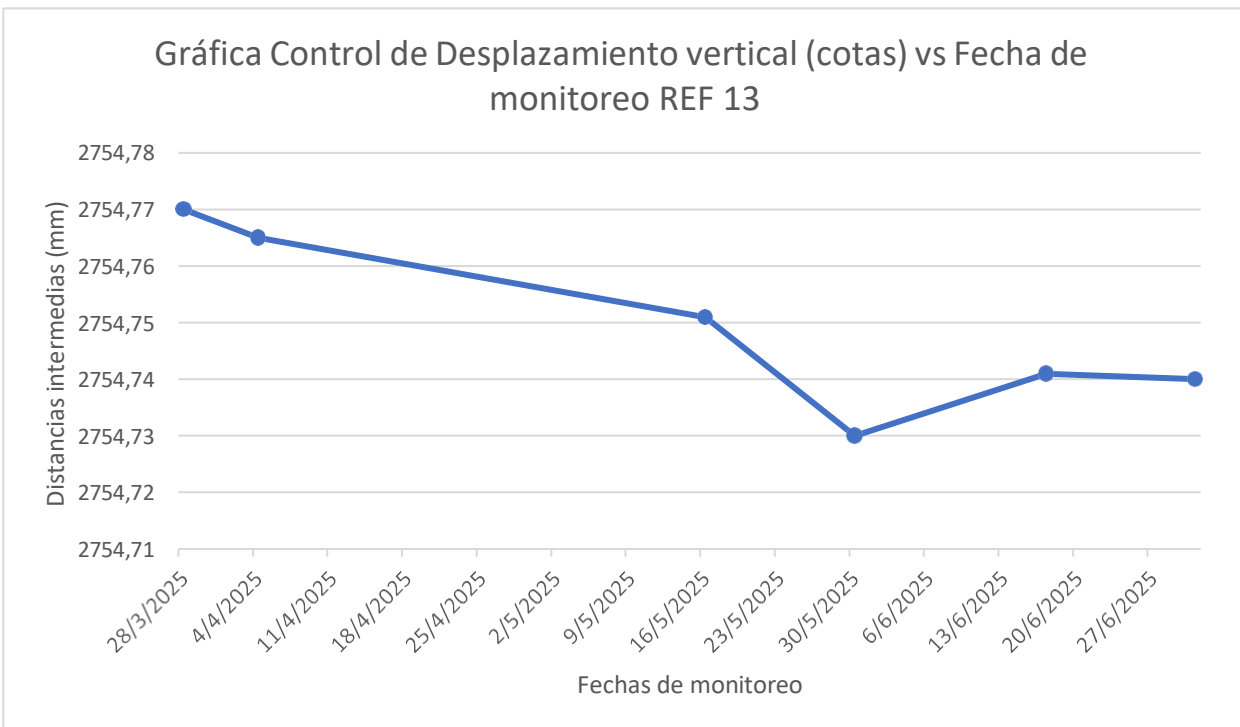


Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

Memoria Técnica de puntos de monitoreo para el trabajo de titulación: “Modelación de la ruta de un deslizamiento activo mediante GPS y análisis de riesgo geotécnico, en el sector Rosas del Cantón Nabón”			
DENOMINACION DEL PUNTO: REF 13		SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS-GNSS)	
PROVINCIA: AZUAY	CANTÓN: NABÓN	PARROQUIA: NABÓN	
COORDENANDAS: UTM - WGS84 (World Geodesic System)		ZONA: 17 SUR	
NORTE (Y): 9630845,29	ESTE (X): 715366,025	ELEVACION(COTA): 2754,77	
EQUIPO GPS GNSS: SOKKIA ATLAS	OPERADORES: -Freddy Aguilar -Fernando Bustamante	FECHA DE MONITOREOS: marzo-abril-mayo-junio 2025	
FOTOGRAFIA DEL PUNTO ANALIZADO:		ESPACIAMIENTO ENTRE MONITOREOS Y DISTANCIA MAXIMA DE DESPLAZAMIENTO	
			
UBICACIÓN: EN EL MAPA MACRO DE DESLIZAMIENTOS			
			
Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)			



Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)



Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)

Memoria Técnica de puntos de monitoreo para el trabajo de titulación: “Modelación de la ruta de un deslizamiento activo mediante GPS y análisis de riesgo geotécnico, en el sector Rosas del Cantón Nabón”

DENOMINACION DEL PUNTO: REF 14		SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS-GNSS)	
PROVINCIA: AZUAY	CANTÓN: NABÓN	PARROQUIA: NABÓN	
COORDENANDAS: UTM - WGS84 (World Geodesic System)		ZONA: 17 SUR	
NORTE (Y): 9630789,33	ESTE (X): 715599,494	ELEVACION(COTA): 2795,151	
EQUIPO GPS GNSS: SOKKIA ATLAS	OPERADORES: -Freddy Aguilar -Fernando Bustamante	FECHA DE MONITOREOS: marzo-abril-mayo-junio 2025	

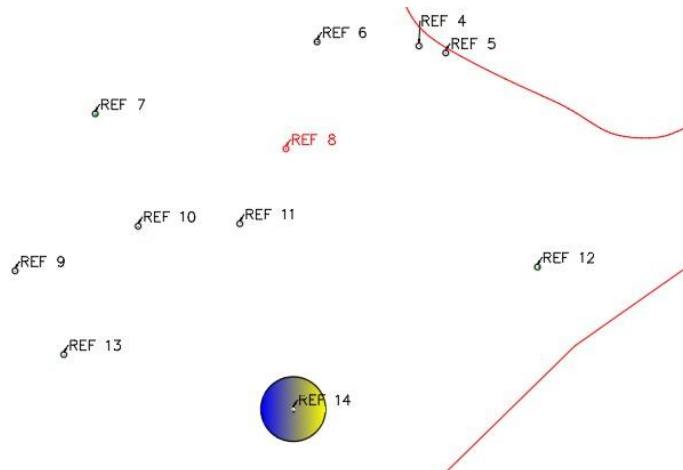
FOTOGRAFIA DEL PUNTO ANALIZADO:



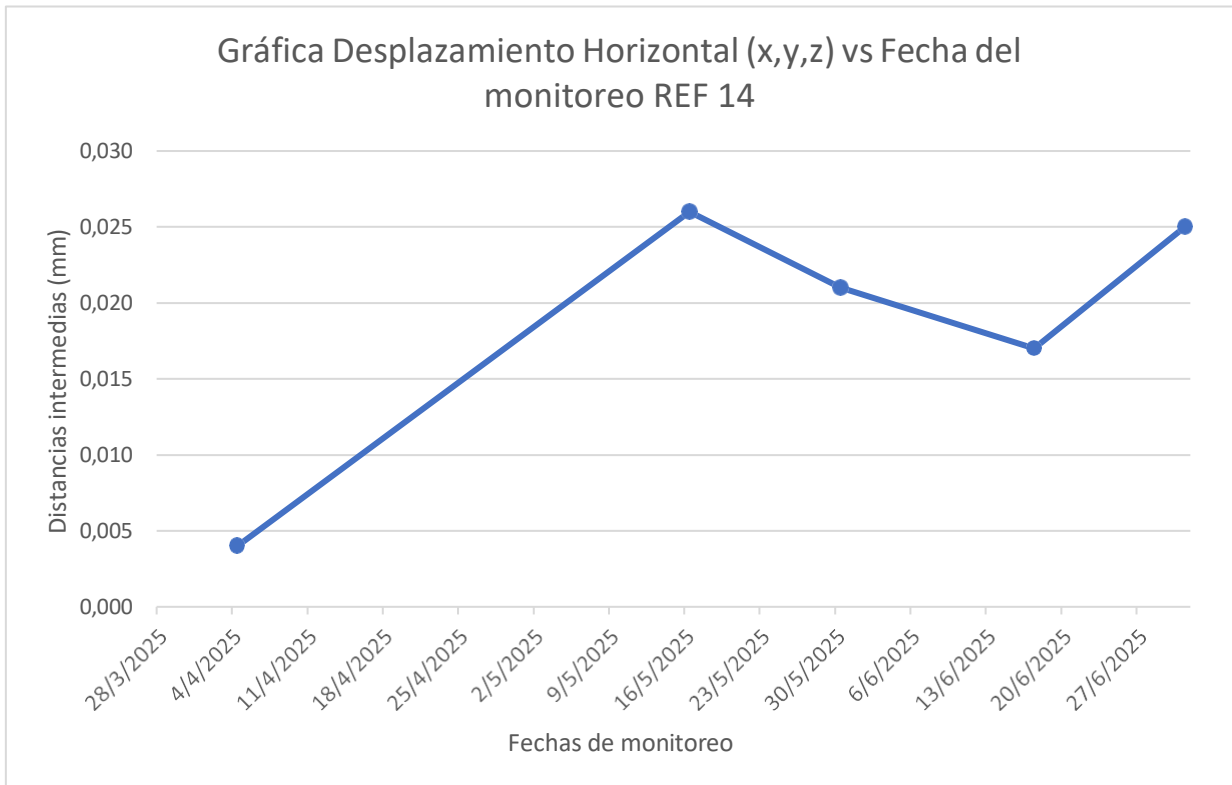
ESPACIAMIENTO ENTRE MONITOREOS Y DISTANCIA MAXIMA DE DESPLAZAMIENTO
--



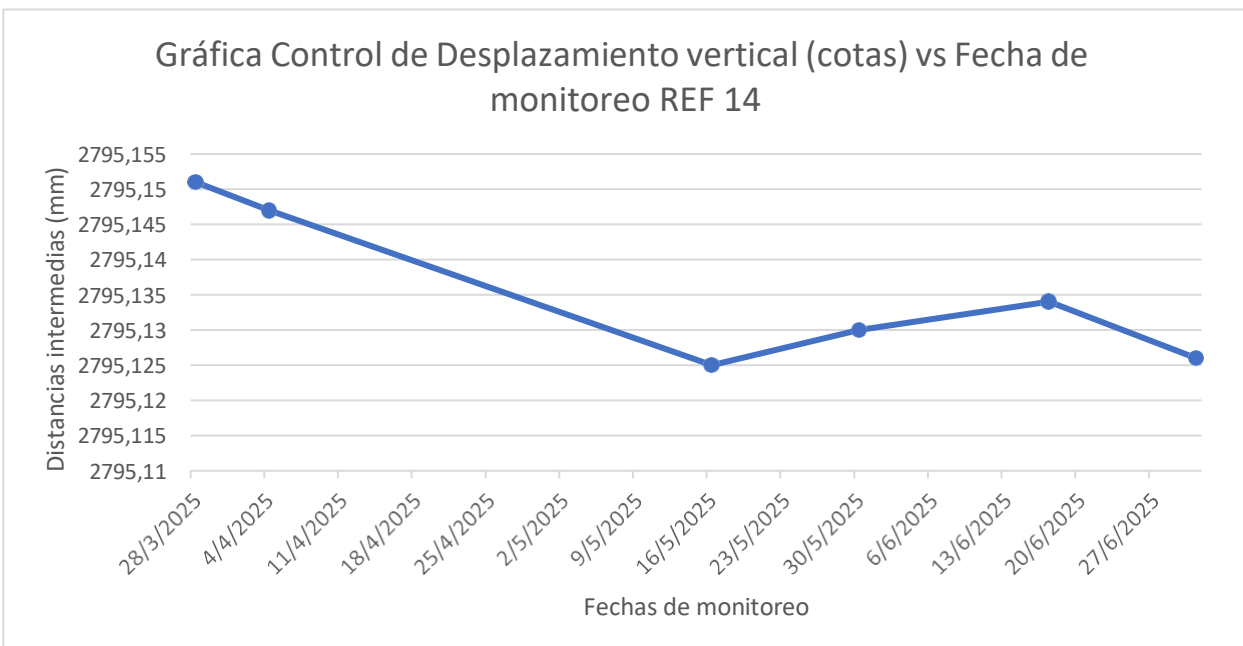
UBICACIÓN: EN EL MAPA MACRO DE DESLIZAMIENTOS



Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)



Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)



Fuente: (Bustamante Javier, Aguilar Freddy, 2025)