



Artículo de Investigación

Análisis del posible deslizamiento ante el evento “ENOS” en el cerro Centinela, parroquia Charapotó, Manabí

Analysis of the possible landslide in the event of “ENOS” on Centinela Hill, Charapoto parish, Manabí

John Kefren Saltos Saltos¹  , Cristhian Ariel Cedeño Franco¹  ,
Kervin Arturo Chunga Moran¹  

¹ Universidad Técnica de Manabí (UTM), Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Av. José María Urbina, Portoviejo 130111, Ecuador

Recibido: 2025-05-01 / Aceptado: 2025-06-02 / Publicado: 2025-07-01

RESUMEN

Este análisis técnico analiza la eventualidad de deslizamientos en el Cerro Centinela, situado en la parroquia Charapotó, en la provincia de Manabí (Ecuador), debido a los impactos del fenómeno El Niño-Oscilación del Sur (ENOS), particularmente bajo las condiciones del evento "Niña Modoki". A través del estudio geológico, geofísico e hidroclimático, se detecta una elevada propensión a deslizamientos traslacionales y de caída, a causa de la existencia de suelos coluviales con altas temperaturas, saturación del agua y pendientes que superan el 70%. Los hallazgos de tomografías eléctricas y refracción sísmica muestran planos activos con una profundidad de hasta 40 metros. La región no cuenta con acciones de mitigación como sistemas de drenaje, estabilización de pendientes y reforestación, lo que aumenta la vulnerabilidad de las viviendas e infraestructuras en el área de impacto. Igualmente, se establece un alto riesgo geodinámico debido a la ausencia de planificación territorial y sistemas de alerta anticipada. Se recomienda declarar una emergencia sectorial, junto con la reubicación gradual de las familias afectadas, la implementación de infraestructura para el control hidráulico y la capacitación comunitaria en gestión de riesgos. Esta investigación proporciona una base técnica esencial para diseñar acciones de mitigación y adaptación frente a las amenazas hidrometeorológicas intensificadas por el fenómeno ENSO.

Palabras clave: niña modoki; hidroclimático; tomografía eléctrica; deslizamientos

ABSTRACT

This technical analysis examines the likelihood of landslides on Cerro Centinela, located in the Charapotó parish of Manabí province, Ecuador, due to the impacts of the El Niño-Southern Oscillation (ENSO) phenomenon, particularly under the conditions of the "Niña Modoki" event. Geological, geophysical, and hydroclimatic studies have revealed a high propensity for translational and landslides, due to the presence of colluvial soils with high temperatures, water saturation, and slopes exceeding 70%. Electrical tomography and seismic refraction findings show active planes with a depth of up to 40 meters. The region lacks mitigation measures such as drainage systems, slope stabilization, and reforestation, which increases the vulnerability of homes and infrastructure in the impacted area. Likewise, a high geodynamic risk was established due to the lack of territorial planning and early warning systems. It is recommended that a sectoral emergency be declared, along with the gradual relocation of affected families, the implementation of infrastructure for hydraulic control, and community training in risk management. This research provides an essential technical basis for designing mitigation and adaptation actions to face hydrometeorological threats intensified by ENSO.

keywords: Modoki La Niña; Hydroclimatic; Electrical tomography; Landslides

RESUMO

Esta análise técnica examina a possibilidade de deslizamentos no Cerro Centinela, localizado na paróquia de Charapotó, na província de Manabí (Equador), devido aos impactos do fenômeno El Niño-Oscilação Sul (ENOS), particularmente sob as condições do evento "La Niña Modoki". Por meio de estudos geológicos, geofísicos e hidroclimáticos, foi detectada uma alta propensão a deslizamentos traslacionais e quedas, causada pela presença de solos coluviais com altas

temperaturas, saturación hídrica e inclinaciones superiores a 70%. Os resultados das tomografías eléctricas e da refracción sísmica revelan planos ativos com profundidade de até 40 metros. A região não dispõe de medidas de mitigação como sistemas de drenagem, estabilização de encostas e reflorestamento, o que aumenta a vulnerabilidade das moradias e infraestruturas na área de impacto. Também se identifica um alto risco geodinâmico devido à ausência de planejamento territorial e sistemas de alerta precoce. Recomenda-se declarar uma emergência setorial, juntamente com a realocação gradual das famílias afetadas, a implementação de infraestrutura para controle hidráulico e o treinamento comunitário em gestão de riscos. Esta pesquisa fornece uma base técnica essencial para o desenvolvimento de ações de mitigação e adaptação frente às ameaças hidrometeorológicas intensificadas pelo fenômeno ENSO.

palavras-chave: La Niña Modoki; Hidroclimático; Tomografia elétrica; Deslizamentos

Forma sugerida de citar (APA):

Salto Salto, J. K., Cedeño Franco, C. A., & Chunga Moran, K. A. (2025). Análisis del posible deslizamiento ante el evento “ENOS” en el cerro Centinela, parroquia Charapotó, Manabí. *Revista Científica Multidisciplinar SAGA*, 2(3), 496-512. <https://doi.org/10.63415/saga.v2i3.209>



Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons de Atribución No Comercial 4.0

INTRODUCCIÓN

Los deslizamientos de tierra son movimientos masivos de rocas, suelos, escombros o lodo por una pendiente, causados principalmente por la inestabilidad de las laderas, pueden ser rápidos y mortales, o lentos y menos destructivos, sin embargo, aún pueden causar daños a la infraestructura y la pérdida de vidas humanas (Portillo, 2023). “Estas variables incluyen, entre otros aspectos, la topografía del terreno, el caudal, las tasas de precipitación, la capacidad de retención del suelo y la geografía específica del área de estudio” (Sequeira, 2021). La prevención y mitigación de los deslizamientos de tierra necesita de la coordinación y colaboración entre gobiernos, científicos, comunidades y otros actores relevantes, además, de la implementación de medidas efectivas y sostenibles para disminuir el riesgo y minimizar los impactos adversos de estos eventos geológicos (Guerrero y Morales, 2022).

En concordancia con Maldonado (2020), las causas de los deslizamientos de tierra son:

- Topografía: La geomorfología del área, caracterizada por laderas escarpadas y pendientes pronunciadas, crea condiciones favorables para la ocurrencia de deslizamientos.
- Suelos: La composición geológica de la zona, con presencia de materiales arcillosos y arenosos susceptibles a la

erosión y la saturación por agua, aumenta el riesgo de deslizamientos.

- Precipitaciones: Las fuertes lluvias durante la temporada invernal, especialmente en los meses de febrero y marzo, actúan como un agente causal principal para la activación de deslizamientos.
- Deforestación: La tala de árboles y la falta de vegetación en las laderas reduce la capacidad del suelo para absorber agua y prevenir la erosión, intensificando el riesgo de deslizamientos.
- Actividad humana: La construcción de infraestructuras sin la apropiada planificación y el uso inadecuado del suelo, como la agricultura en pendientes pronunciadas, pueden contribuir a la ocurrencia de deslizamientos.

“Las fuertes lluvias tienen la potencialidad para provocar desbordamiento de cauces e inundaciones capaces de afectar la agricultura, la producción de alimentos y la seguridad de la población” (Aguilar et al., 2020). Para Molleda & Velázquez Serra (2024) “Los eventos Niño/Niña son partes del ciclo climático a nivel global, donde el Niño se produce por el calentamiento del agua del pacifico ecuatorial, mientras que la Niña ocurre en la fase de enfriamiento”. Es un proceso global natural, que sucede de manera periódica en el planeta tierra (Molina, Sarukhán y Carabias, 2017, 20-5).

El Niño - La Niña en el territorio han sido los causantes de varios eventos que han desencadenado en un conjunto de desastres y

perdidas para la población de la zona en temas tanto económicos como también en los referentes a los temas de salud pública. No obstante, este fenómeno no es puntual, es decir las mismas características no se presentan en los países andinos como: Colombia y Perú, según lo mencionan Montealegre y Pabón (2000) y González y colaboradores (2014).

Para que El Niño o La Niña se desarrolle en su totalidad, se deben mantener las anomalías de temperatura durante 5 periodos consecutivos durante tres meses (NOAA 2024). Los eventos de variabilidad climática recurrentes como El ENOS ejercen una influencia significativa en la climatología global, a pesar de que se produce en el océano Pacífico, los efectos de este fenómeno no necesariamente ocurren únicamente en el Pacífico; sino que se extiende a escala planetaria. “La variabilidad climática se refiere a variaciones en las condiciones climáticas medias, y otras estadísticas del clima en todas las escalas temporales y espaciales que se extienden más allá de la escala de un fenómeno meteorológico en particular” (Blackmore et al., 2021; Mills-Novoa et al., 2020).

Ecuador es un país altamente vulnerable a factores externos de diversa índole debida a su posición en el mapa, que van desde eventos de origen natural o a actuaciones androgénicas (Oñate-Valdivieso et al., 2021; Villacís et al., 2020).” Las consecuencias del cambio climático o la intensificación de fenómenos de alteración natural, como el Niño-Oscilación del Sur (ENOS), inciden de forma adversa en el desarrollo del país” (Serrano-Castro et al., 2019). En la costa del Ecuador a causa de su geografía presenta una mayor probabilidad de inundaciones por eventos climáticos que están relacionados con el fenómeno de El Niño misma que provoca mayores niveles de precipitaciones. “Una estrategia viable y eficaz para la reducción del riesgo de desastres provocados por inundaciones sería integrar un análisis sistemático de las zonas de riesgos más susceptibles a los desastres para integrarlos en los procedimientos de gestión y planificación del desarrollo local y nacional” (Román, 2021).

“El Niño Oscilación del Sur (ENOS) es un fenómeno climático que modula la variabilidad

del clima a nivel global y nacional a escala de tiempo interanual” (Molleda & Velásquez Serra, 2024). Se ha determinado que este fenómeno tiene efecto en un 6,3 % de la variabilidad de precipitación a escala global (Vicente Serrano, López, et al 2011, 1). Según Tárrago et al. (2020), “La vulnerabilidad de un sistema frente al cambio climático es el grado en que dicho sistema es susceptible, o incapaz de hacer frente, a los efectos adversos del cambio climático, incluyendo la variabilidad climática y los extremos” (p. 661). “La región de sur américa es altamente vulnerable, en el aspecto socioeconómico y ambiental, ante los retos que significa el cambio climático” (Núñez et al. 2023, 1).

La Nacional Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA, 2021), desarrolla un registro desde 1950 en los cuales se ha identificado el Fenómeno El Niño a nivel del Pacífico y ha determinado criterios generales para catalogar la intensidad del fenómeno que puede ser: débil, moderado o fuerte, en cuanto a la amenaza, lo que depende del grado de calentamiento promedio (anomalía de cinco meses seguidos) en una zona determinada en el océano Pacífico Centro–Oriental llamada Zona Niño 3.4, lo que se define por el índice ONI, el más reconocido actualmente y que se usa para su seguimiento y estudio.

De acuerdo con lo que señala el IPCC en su informe de 2021 sobre las variaciones en las precipitaciones vinculadas con el fenómeno de El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) se podrían intensificar en la segunda mitad del siglo XXI. “Para estudiar y monitorear el comportamiento del clima en el país se dispone de una red de estaciones meteorológicas, unas son convencionales, mientras que otras son automatizadas” (Palacios et al., 2022) Lamentablemente, los estudios relacionados a problemas de erosión hídrica o gestión de las cuencas del país son muy escasos, principalmente por la carencia de una correcta base de datos de precipitaciones (Delgado et al., 2022). En resumen, es significativo que el país esté capacitado para adaptarse y hacer frente a estos eventos climáticos y tomar medidas precautorias para reducir su impacto en la población y la economía (Torres et al., 2022).

Este estudio se realiza con el propósito de obtener información precisa sobre las condiciones del suelo, además, analizar de manera exhaustiva la situación actual generada por el fenómeno invernal (niña modoki) en el sitio del Cerro Centinela de la parroquia Charapotó del cantón Sucre de la provincia de Manabí lo que resulta indispensable para analizar la composición, estabilidad y características geotécnicas del área, la misma que ha sido reconocida como una de las áreas más susceptibles a fenómenos típicos del clima, en particular a los deslizamientos de tierra, a causa de sus propiedades geomorfológicas, la ubicación geográfica y las condiciones de sus terrenos.

METODOLOGÍA

Con el fin de profundizar en el análisis de los posible deslizamiento ante el evento “ENOS”, esta investigación se llevó a cabo bajo una metodología cualitativa-descriptiva y cuantitativa-exploratoria, impulsado por la intención de examinar las condiciones geológicas, geomorfológicas e hidrometeorológicas del Cerro Centinela en la parroquia Charapotó, cantón Sucre, provincia de Manabí (Ecuador), en medio de situaciones de alto riesgo de deslizamientos asociadas al fenómeno El Niño-Oscilación del Sur (ENOS).

Obtención de Datos Secundarios se dio inicio a una revisión minuciosa de informes técnicos y análisis publicados por la Secretaría de Gestión de Riesgos (SGR), además de registros climáticos e hidrológicos suministrados por la NASA y otras fuentes oficiales (2010–2025). Esta información contribuyó a la descripción de los antecedentes climáticos, geodinámicos y estructurales del área de investigación.

Actividades de campo y monitoreo directo durante el periodo de enero a abril de 2025, se realizaron varias visitas al Cerro Centinela con el objetivo de examinar las condiciones geológicas, topográficas y los impactos visibles de eventos hidrometeorológicos que se presentan actualmente. Se detectaron escarpes en funcionamiento, corrientes de lodo, hogares impactados y lugares críticos de acumulación de escorrentía.

En los estudios geofísicos, fueron utilizados métodos de tomografía eléctrica y refracción sísmica (MASW) para poder caracterizar el subsuelo, detectar las áreas de deslizamiento activas y establecer las características geomecánicas de los materiales. Las pruebas posibilitaron la obtención de parámetros como las velocidades de las ondas P y S, la resistividad del terreno y la litología dominante hasta una profundidad de 40 metros.

Análisis Hidroclimático: Se sometieron a un promedio los datos de lluvias mensuales y se determinaron que los índices topográficos tales como el Índice de Humedad Topográfica (TWI) y el LS-Factor, los cuales son aquellos que señalan el potencial de escorrentía y desgaste. Estos indicadores tuvieron una correlación con las áreas que anteriormente fueron impactadas por los deslizamientos. El contenido adquirido se unió a una matriz de evaluación de riesgo que tomó en cuenta tres factores clave: amenaza, vulnerabilidad y exposición. Se emplearon estándares técnicos dictados por las normas nacionales (NEC-SE-DS) y pautas internacionales para la administración de riesgos. Se localizaron zonas de elevado y muy elevado riesgo geodinámico, sugiriendo acciones de mitigación inmediatas.

Desde un punto de vista de administración de riesgos y planificación territorial, el área necesita una intervención inmediata, que incluya investigaciones de infiltración, obras para regular la escorrentía, seguimiento geotécnico y reubicación de estructuras susceptibles, con el propósito de reducir la vulnerabilidad de la población a sucesos hidrometeorológicos severos como los asociados al fenómeno El Niño.

RESULTADOS

En esta sección se presenta la tabulación de datos obtenidos y se analizan acorde a el estudio geotécnico y geofísico llevado a cabo en el Cerro Centinela, ubicado en la parroquia Charapotó (Manabí, Ecuador), en el cual se evidenció una alta propensión a deslizamientos de tierra vinculados al evento El Niño-Oscilación del Sur (ENOS). Se detectó un deslizamiento traslacional, caracterizado por ser pasivo y múltiple, en un área formada por

rocas sedimentarias (areniscas y limolitas), junto con suelos coluviales extremadamente meteorizados y que pueden llegar a saturarse hasta profundidades de 40 metros.

Las pruebas de tomografía eléctrica y de refracción sísmica posibilitaron la clasificación de los suelos desde blandos hasta semirrígidos, con velocidades de onda de corte que oscilan entre 180 y 360 m/s, presentando una baja resistencia al corte. Los índices topográficos, como el Índice de Humedad Topográfica (TWI) y el Factor LS, respaldaron la idea de que las condiciones geomorfológicas

son propicias para la acumulación de escorrentía y la aceleración de la erosión en los taludes.

Se determinó la existencia de un alto riesgo geodinámico, motivado por la combinación de pendientes elevadas (más del 70%), la falta de sistemas de drenaje o estabilización, y la ubicación de viviendas en áreas críticas. Las lluvias anómalas observadas durante los recientes eventos ENOS (2020-2024) actúan como factores desencadenantes directos de estos fenómenos de deslizamiento de tierra.

Tabla 1. Valores de precipitaciones mensuales registrados en el sitio Charapotó del cantón Sucre - provincia de Manabí entre 2009 - 2017 Coordinadas: Latitud -0,8352462; Longitud -80,4846959.

VALORES DE PRECIPITACIÓN								
Charapotó - Sucre - Manabí - Ecuador								
Período: Diciembre - Enero								
Fuente: https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/								
AÑO	2009 - 2010	2010 - 2011	2011 - 2012	2012 - 2013	2013 - 2014	2014 - 2015	2015 - 2016	2016 - 2017
DICIEMBRE	6,32	94,86	4,74	5,33	7,86	9,99	28,96	2,01
ENERO	65,57	61,69	270,77	177,8	115,8	62,6	165,12	175,02
FEBRERO	153,64	135,63	432,71	171,16	71,2	85,55	137,38	232,31
MARZO	171,94	35,83	312,21	285,28	30,21	108,13	123,24	275,55
ABRIL	127,34	154,30	102,4	121,46	10,64	116,94	112,38	211,79
TOTAL	524,81	482,31	1122,83	761,03	235,71	383,21	567,08	896,68
*VALORES EN MILÍMETROS								

Fuente: NASA 2025. Elaborado: Autores (2025).

Tabla 2. Valores de precipitaciones mensuales registrados en el sitio Charapotó del cantón Sucre - provincia de Manabí entre 2017 - 2025 Coordinadas: Latitud -0,8352462; Longitud -80,4846959.

VALORES DE PRECIPITACIÓN									
Charapotó - Sucre -Manabí - Ecuador									
Período: Diciembre - Enero									
Fuente: https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/									
AÑO	2017 - 2018	2018 - 2019	2019 - 2020	2020 - 2021	2021 - 2022	2022 - 2023	PROMEDIO (2019-2023)	2023 - 2024	2024 - 2025
DICIEMBRE	20,17	48,77	23,33	32,59	42,74	5,15	25,9525	51,58	24,47
ENERO	29,33	108,25	82,94	394,29	115,23	47,69	160,0375	102,07	45,05
FEBRERO	258,17	149,03	129,76	114,98	72,84	161,68	119,815	248,97	334,35
MARZO	70,79	160,62	105,03	223,23	212,14	302,55	210,7375	45,25	345,17
ABRIL	50,70	80,37	47,84	76,7	74,44	212,72	102,925	35,74	195,42
TOTAL	429,16	547,04	388,90	841,79	517,39	729,79	619,47	483,61	944,46
*VALORES EN MILÍMETROS									

Fuente: NASA 2025. Elaborado: Autores (2025).

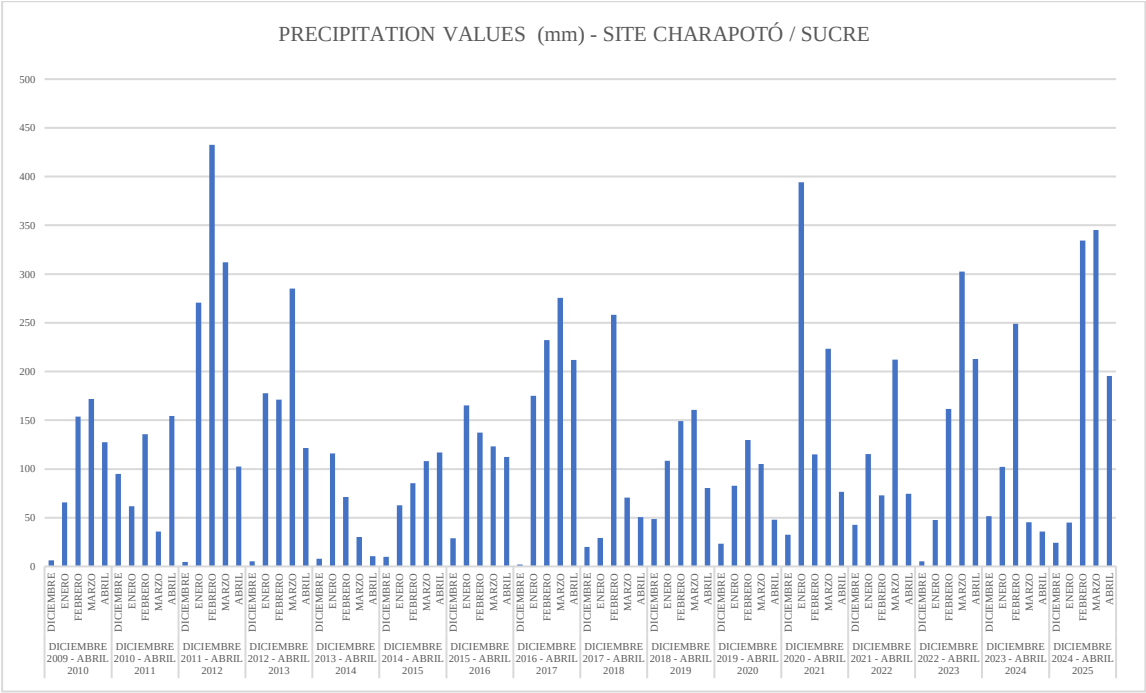


Figura 1. Valores de precipitaciones mensuales registrados en el sitio Charapotó del cantón Sucre - provincia de Manabí entre 2009-2025 Coordenadas: Latitud -0,8352462; Longitud -80,4846959. Fuente: NASA 2025. Elaborado: Autores (2025).

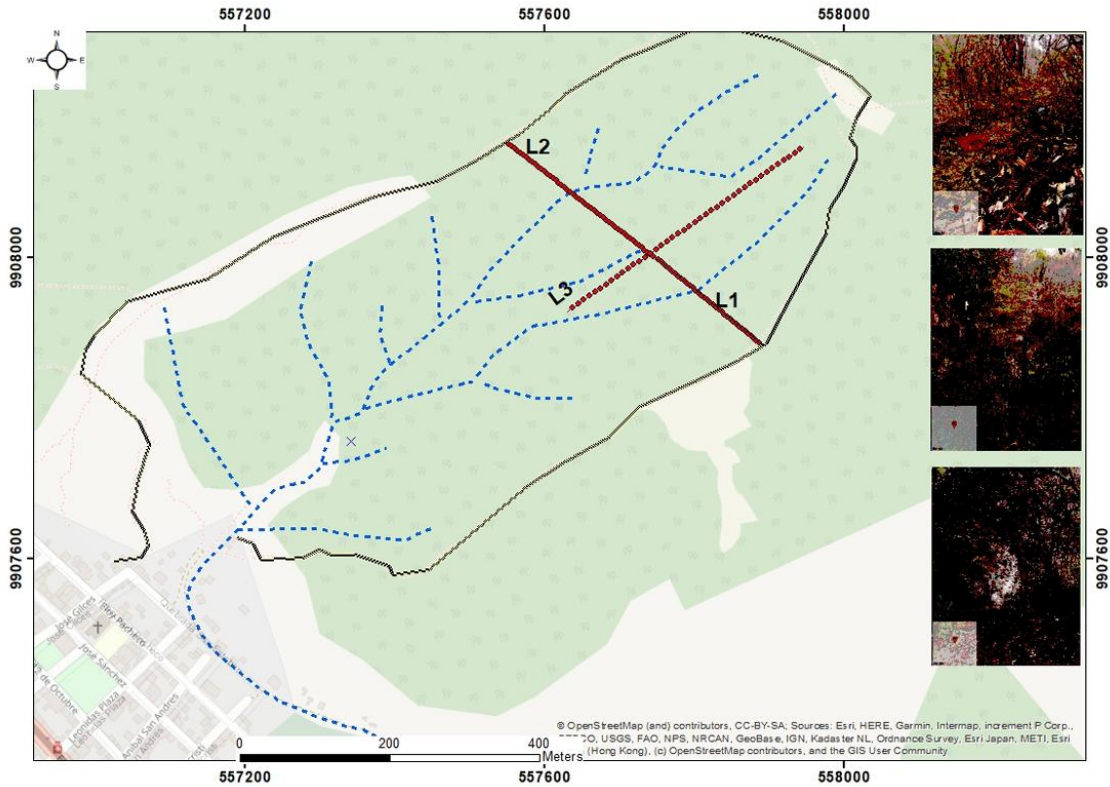


Figura 2. Mapa de distribución de líneas de Tomografía Eléctrica, de la microcuenca del cerro centinela de Carapato - Charapotó, Sucre. Fuente: SGRE 2023.

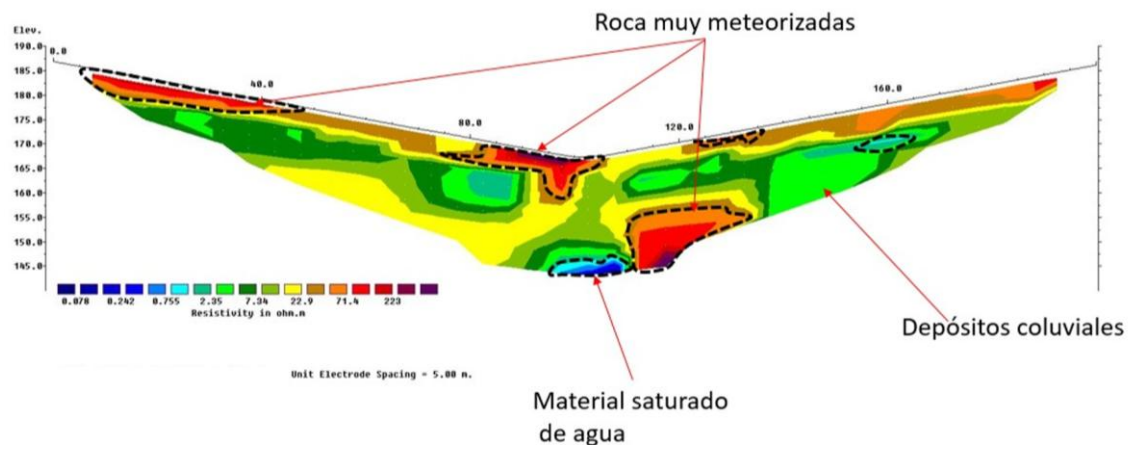


Figura 3. Línea #1 Ensayo de Tomografía Eléctrica, ubicada en la zona 3 de la microcuenca del cerro centinela de Carapato- Charapotó, Sucre. Fuente: SGRE 2023.

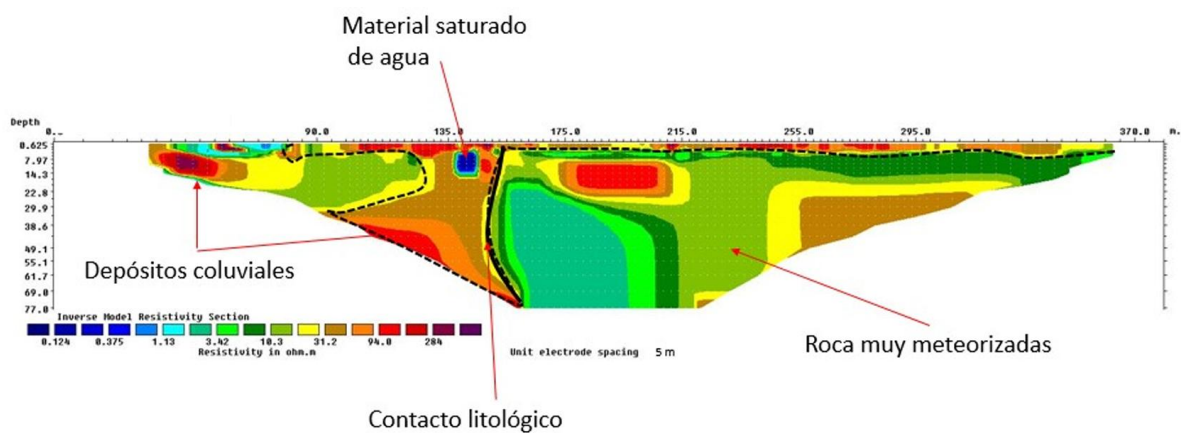


Figura 4. Interpretación del Perfil de resistividad eléctrica Línea #2 aplicado el método de Werner, la fotografía corresponde a la zona 2. Fuente: SGR 2023.

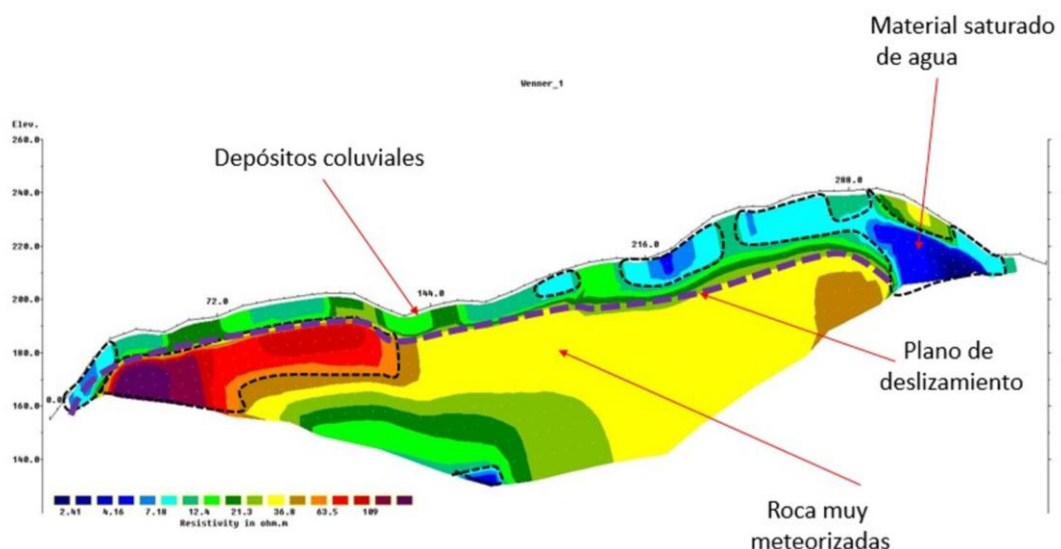


Figura 5. Interpretación del Perfil de resistividad eléctrica Línea #3 aplicado el método de Gradiente, la fotografía corresponde a la zona 2. Fuente: SGR 2023.

Tabla 3. Ensayo de corte directo de la muestra 1 suelo pasivo

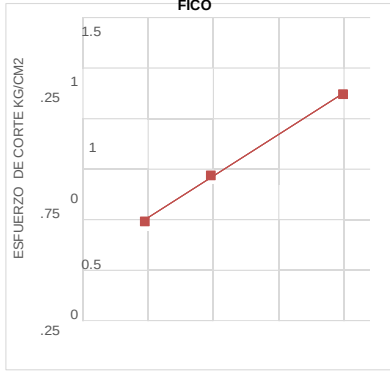
		RESULTADO DE ENSAYOS LABORATORIO "ING.DR.ARNALDO RUFILLI"						CORTE PASIVA				FECHA:			
PROYECTO: ESTUDIOS GEOTECNICOS DESLIZAMIENTOS MANABI						PERFORACIÓN: SITIO CHARAPOTO		MUESTRA: 1		PROFUNDIDAD:					
ÁREA: 31.669						ESTADO DE MUESTRA:									
Desplazamiento		CARGA V= 8				CARGA V= 16				CARGA V= 32				GRA FICO	
Horizontal		Carga T				Carga T				Ca					
		C - 2				LC - 2				LC - 2					
		L				g				g				Esfuerzo vertical	
		k				k				k				Esfuerzo de corte	
		T				T				T					
		Kg				Kg				Kg					
0.0		0.				0.				0.00				0	
0.0		0.				0.				0.00				0	
0.0		0.				0.				0.01				0	
0.0		0.				0.				0.01				0	
0.0		0.				0.				0.02				1	
0.0		0.				0.				0.02				1	
0.0		0.				0.				0.02				1	
0.0		0.				0.				0.02				1	
0.0		0.				0.				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1		0.0				0.0				0.02				1	
0.1															

Tabla 7. *Ensayo de limite plástico de la muestra 1 suelo pasivo*

LIMITE PLASTICO				
PASO No.		1	2	3
Recipiente No.		42	20	60
Peso en gr	Recipiente + Peso húmedo	13.5	14.1	13.7
	Recipiente + Peso seco	12.2	12.3	11.9
	Agua Ww	1.3	1.8	1.8
	Recipiente	8.0	6.6	6.2
	Peso Seco Ws	4.2	5.7	5.7
Contenido de Humedad W		31.0	31.6	31.6

Fuente: UG – Laboratorio “Ing. Dr. Arnaldo Rufilli” 2025. Elaborado: Autores (2025).

Los resultados de la muestra 1, que es un suelo pasivo se realizó un promedio del límite líquido y límite plástico cuales los resultados son los siguientes respectivamente W_L : 59,2 % y W_P : 31,4 %; con el cual se calcula el índice de plasticidad que es la resta del límite líquido y límite plástico donde se obtuvo el valor de I_p : 27,8 % donde su símbolo de la carta de

plasticidad de MH lo que representa un limo inorgánico de alta compresibilidad, estos suelos se caracterizan por tener un índice de plasticidad elevado y se encuentran por encima de la línea A en la carta de plasticidad. Como observaciones del ensayo tenemos que el porcentaje que pasa el tamiz 200 es del $T_{200} = 51,8 \%$.

Tabla 8. *Ensayo de limite liquido de la muestra 2 suelo activo*

LIMITE LIQUIDO					
PASO No.		1	2	3	4
Recipiente No.		79	40	93	27
Peso en gr	Recipiente + Peso húmedo	22.5	22.8	22.4	22.6
	Recipiente + Peso seco	17.2	18.1	18.0	18.4
	Agua Ww	5.3	4.7	4.4	4.2
	Recipiente	11.1	11.8	11.5	11.2
	Peso Seco Ws	6.1	6.3	6.5	7.2
Contenido de Humedad (% W)		86.9	74.6	67.7	58.3
Número de Golpes		12	21	29	38

Fuente: UG – Laboratorio “Ing. Dr. Arnaldo Rufilli” 2025. Elaborado: Autores (2025).

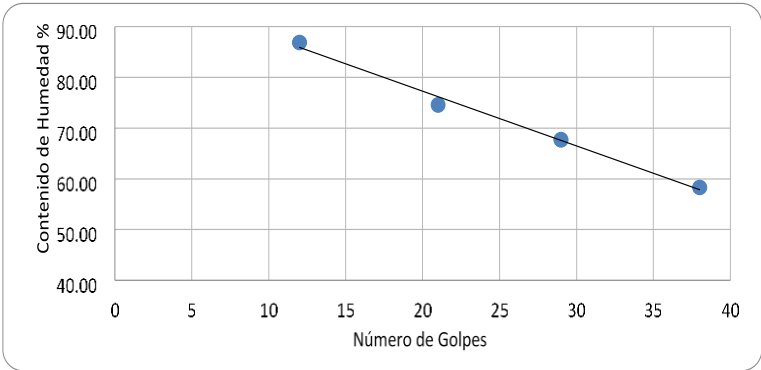


Figura 7. *Gráfico contenido de humedad vs número de golpes, muestra 2 suelo activo. Fuente: UG 2024.*

Tabla 9. *Ensayo de limite plástico de la muestra 2 suelo activo*

LIMITE PLASTICO				
PASO No.		1	2	3
Recipiente No.		5	37	29
Peso en gr	Recipiente + Peso húmedo	13.2	13.3	13.4
	Recipiente + Peso seco	11.6	11.7	11.8
	Agua Ww	1.6	1.6	1.6
	Recipiente	6.6	6.6	6.6
	Peso Seco Ws	5.0	5.1	5.2
Contenido de Humedad W		32.0	31.4	30.8

Fuente: UG – Laboratorio “Ing. Dr. Arnaldo Rufilli” 2025. Elaborado: Autores (2025).

Los resultados de la muestra 2, que es un suelo pasivo se realizó un promedio del límite líquido y limite plástico cuales los resultados son los siguientes respectivamente W_L : 71.9 % y W_P : 31,4 %; con el cual se calcula el índice de plasticidad que es la resta del límite líquido y limite plástico donde se obtuvo el valor de I_p : 40,5 % donde su símbolo de la carta de plasticidad de CH lo que representa una arcilla

de alta compresibilidad, estos son suelos finos (arcillas) que tienen un índice de plasticidad y un límite líquido altos, lo que indica una gran capacidad de deformación y cambio de volumen con cambios en el contenido de humedad. Como observaciones del ensayo tenemos que el porcentaje que pasa el tamiz 200 es del $T_{200} = 94,0 \%$.

Tabla 10. *Ensayo de limite liquido de la muestra 3 de suelo pasivo.*

LIMITE LIQUIDO					
PASO No.		1	2	3	4
Recipiente No.		111	52	33	12
Peso en g	Recipiente + Peso húmedo	22.9	22.6	23.8	23.3
	Recipiente + Peso seco	18.8	18.9	20.1	20.2
	Agua Ww	4.1	3.7	3.7	3.1
	Recipiente	11.9	11.6	11.6	11.6
	Peso Seco Ws	6.9	7.3	8.5	8.6
Contenido de Humedad (% W)		59.4	50.7	43.5	36.0
Número de Golpes		14	22	28	35

Fuente: UG – Laboratorio “Ing. Dr. Arnaldo Rufilli” 2025. Elaborado: Autores (2025).

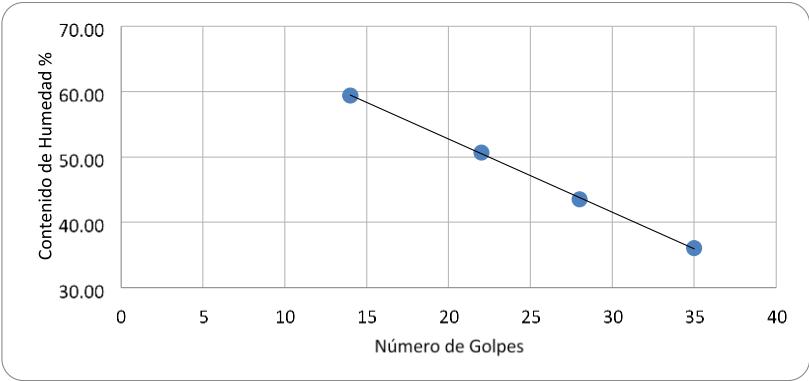


Figura 8. *Gráfico contenido de humedad vs número de golpes, muestra 3. Fuente: UG 2024.*

Tabla 11: Ensayo de limite plástico de la muestra 3 de suelo pasivo

LIMITE PLASTICO					
PASO No.		1	2	3	
Recipiente No.		48	12	75	
Peso en gr	Recipiente + Peso húmedo	13.8	13.7	13.6	
	Recipiente + Peso seco	12.5	12.4	12.3	
	Agua Ww	1.3	1.3	1.3	
	Recipiente	6.8	6.5	6.6	
	Peso Seco Ws	5.7	5.9	5.7	
Contenido de Humedad W		22.8	22.0	22.8	

Fuente: UG – Laboratorio “Ing. Dr. Arnaldo Rufilli” 2025. Elaborado: Autores (2025).

Los resultados de la muestra 2, que es un suelo pasivo se realizó un promedio del límite líquido y limite plástico cuales los resultados son los siguientes respectivamente W_L : 47,1 % y W_P : 22,5 %; con el cual se calcula el índice de plasticidad que es la resta del límite líquido y limite plástico donde se obtuvo el valor de I_p : 24,6 % donde su símbolo de la carta de plasticidad de CL representa suelos inorgánicos de baja a mediana plasticidad, son suelos arenosos, arcillas gravosas, limosas y arcillas magras. También hacen referencias a arcillas de baja plasticidad lo cual hace que se encuentre en la zona inferior de la línea donde los predominantes son suelos arcillosos y con una plasticidad moderada. Como observaciones del ensayo tenemos que el porcentaje que pasa el tamiz 200 es del $T_{200} = 94,0 \%$.

DISCUSIÓN

El estudio geológico, geotécnico e hidrometeorológico llevado a cabo en el Cerro Centinela, que se encuentra en la parroquia Charapotó, ha indicado una considerable propensión a deslizamientos tipo traslacional. Estos deslizamientos ocurren en áreas con pendientes que superan el 70%, compuestas por materiales coluviales muy erosionados que pueden saturarse hasta profundidades de 40 metros las evaluaciones de tomografía eléctrica y refracción sísmica ayudaron a detectar suelos con características que varían de blandas a semirrígidas, con velocidades de onda de corte que oscilan entre 180 y 360 m/s, lo que sugiere una resistencia al corte bastante baja. La unión de pendientes pronunciadas,

estructuras no estabilizadas y suelos inestables crea un escenario propicio para los deslizamientos. los indicadores hidroclimáticos utilizados, tales como el Índice de Humedad Topográfica (TWI) y el Factor LS, confirmaron la identificación de áreas con alta acumulación de escorrentías y erosión acelerada. Encontrar estos resultados se alinea con datos históricos sobre eventos hidrometeorológicos en la región, lo que refuerza el vínculo entre lluvias intensas y la activación de procesos de remoción de masas de tierra.

Entre 2010 y 2025, se registraron precipitaciones notablemente elevadas de enero a marzo, alcanzando así un total de 944,46 mm en el ciclo 2024-2025. Este aumento en las lluvias actúa como un disparador directo de deslizamientos, especialmente en aquellas zonas donde se han construido viviendas sin las debidas pautas de planificación territorial y sin las adecuadas medidas de drenaje. Los resultados demuestran una relación significativa entre aspectos geomorfológicos, litológicos e hidrometeorológicos en la generación de deslizamientos en el Cerro Centinela. La existencia de suelos coluviales altamente meteorizados, junto a lluvias intensas en cortos períodos, promueve una rápida saturación del suelo, disminuyendo la cohesión y aumentando así el riesgo de colapso.

La falta de infraestructura para el drenaje y la estabilización, junto con el asentamiento de viviendas e infraestructuras en áreas de alto riesgo, amplifica la vulnerabilidad de la población local ante estos peligros. A pesar de

contar con datos técnicos acerca de la región, no se han implementado medidas preventivas o correctivas a nivel institucional, lo que aumenta tanto la vulnerabilidad estructural como social. El análisis de los datos de precipitaciones subraya un patrón anómalo de lluvias durante fenómenos asociados al ENOS, en particular bajo la variante "Niña Modoki", que tiende a concentrar las lluvias en áreas específicas. Esta situación enfatiza la importancia de incorporar variables climáticas regionales en la evaluación del riesgo geodinámico, se sugiere una intervención inmediata que contemple la reubicación de viviendas en zonas críticas, la implementación de sistemas de control hidráulico, la reforestación de manera planificada, el monitoreo geotécnico constante y el fortalecimiento de la gobernanza del riesgo a través de una adecuada planificación territorial y educación de la comunidad.

Asimismo, el monitoreo geotécnico debe formalizarse mediante la instalación de instrumentación permanente, como inclinómetros, piezómetros, extensómetros y estaciones meteorológicas automáticas. Estos instrumentos permitirán realizar evaluaciones periódicas del comportamiento del terreno, identificar desplazamientos incipientes y activar protocolos de evacuación antes de que se presenten fallas mayores. El análisis del caso Cerro Centinela también puede servir como modelo de referencia para otras zonas montañosas de Manabí que comparten características geológicas y climáticas similares. Establecer una red de observación regional permitiría detectar patrones recurrentes, comparar niveles de vulnerabilidad y diseñar estrategias de respuesta más eficaces a escala cantonal o provincial.

Finalmente, es imprescindible que las instituciones gubernamentales, como el GAD Municipal de Sucre, la Secretaría de Gestión de Riesgos y el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, asuman un rol más proactivo en la coordinación de esfuerzos técnicos, financieros y sociales. Solo a través de una gobernanza efectiva del territorio se podrá reducir significativamente el riesgo de desastres en zonas como el Cerro Centinela.

CONCLUSIONES

Debido a la considerable susceptibilidad geodinámica del Cerro Centinela asociada a su composición geológica, pendiente y dinámica hidrometeorológica se determinó mediante el análisis detallado una marcada propensión a deslizamientos de tipo traslacional y de caída, causada por la combinación crítica de factores geológicos, geomorfológicos e hidrometeorológicos. Se identificaron suelos coluviales altamente meteorizados y saturables, ubicados en laderas que superan el 70% de pendiente. Estas condiciones morfológicas actúan como detonantes de inestabilidad del terreno, especialmente ante eventos pluviométricos intensos como los registrados durante episodios del fenómeno ENOS, particularmente bajo la modalidad "Niña Modoki". La caracterización litológica mostró la presencia dominante de rocas sedimentarias (areniscas y limolitas), con niveles avanzados de meteorización y baja cohesión estructural. Tales materiales, combinados con la topografía empinada y una cobertura vegetal reducida, constituyen un medio propicio para procesos de remoción en masa. En efecto, estos deslizamientos son acelerados por precipitaciones concentradas que promueven la saturación rápida de los suelos hasta profundidades que alcanzan los 40 metros, según los perfiles geofísicos obtenidos mediante tomografía eléctrica y refracción sísmica. Asimismo, los resultados de índices morfométricos como el Índice de Humedad Topográfica (TWI) y el LS-Factor ratifican la predisposición del área al almacenamiento de escorrentías y a la pérdida progresiva de masa superficial, lo que refuerza la afirmación de que la región presenta un nivel elevado de riesgo geodinámico que amerita intervención inmediata bajo principios de ingeniería geotécnica preventiva.

La falta de infraestructura de mitigación incrementa la vulnerabilidad estructural y social del área de influencia, por lo cual con el análisis integral se evidencia una grave ausencia de obras de mitigación en el área de estudio. No se identificaron sistemas de drenaje superficial ni subsuperficial, obras de estabilización de taludes, revegetación planificada ni estructuras de contención que

permitan una respuesta estructural frente a la amenaza de deslizamientos. Esta carencia se ve agravada por el desarrollo espontáneo de asentamientos humanos y estructuras civiles en zonas de alta exposición geodinámica. La ocupación del territorio en áreas de riesgo sin planificación urbanística, sin normativas de diseño sísmico-ambiental (como las que establece la NEC-SE-DS), ni estudios geotécnicos preliminares, ha resultado en viviendas construidas sobre suelos inestables, donde los factores de seguridad están claramente por debajo de los valores mínimos admisibles. Además, muchas de estas estructuras no poseen cimentaciones profundas o sistemas de disipación de energía, lo que aumenta el riesgo de colapso estructural ante movimientos del terreno. La vulnerabilidad social se refleja también en la carencia de planes de evacuación, educación comunitaria en gestión del riesgo y mecanismos de respuesta temprana. En este contexto, se recomienda la ejecución de un plan integral de ordenamiento territorial y obras de mitigación, priorizando la reubicación planificada de viviendas y la implementación de sistemas de drenaje, revegetación estabilizadora con especies autóctonas de raíces profundas, y barreras físicas de contención tipo “soil-nail”, “muros Krainer” o geotextiles de refuerzo.

La evidencia geofísica confirma la existencia de planos de ruptura activos hasta profundidades críticas, con los estudios geofísicos realizados a través de tomografía eléctrica y refracción sísmica permitieron identificar zonas con variaciones significativas en la resistividad eléctrica del subsuelo, así como velocidades de propagación de ondas sísmicas P y S que oscilan entre 180 m/s y 360 m/s. Estos valores corresponden a suelos blandos a semirrígidos, con una resistencia al corte baja, que favorecen la aparición de deslizamientos tipo traslacional. Los perfiles sísmicos MASW indican la existencia de planos de ruptura activos a profundidades que alcanzan los 40 metros. Dichos planos, ubicados en zonas de acumulación de agua subterránea, constituyen a las superficies de deslizamiento potenciales que podrían activarse con lluvias intensas o variaciones hidrogeológicas abruptas. Esto es coherente con la presencia de escarpes en actividad, flujo

de lodos y zonas de subsidencia observadas durante las campañas de monitoreo in situ.

Este hallazgo técnico subraya la necesidad de continuar con estudios más específicos de infiltración, ensayos triaxiales y pruebas de permeabilidad, a fin de caracterizar con mayor precisión los parámetros de resistencia no drenada, módulo de elasticidad y el coeficiente de consolidación de los materiales presentes. La planificación de soluciones de ingeniería debe incorporar estos parámetros geomecánicos para asegurar diseños estructurales con factores de seguridad aceptables. Los eventos ENOS y la modalidad “Niña Modoki” intensifican el riesgo hidrometeorológico en la zona, durante el período de estudio (2010–2025), se observaron precipitaciones acumuladas superiores a los promedios históricos, alcanzando un total de 944,46 mm en los meses de enero a marzo de 2025, lo cual confirma una anomalía pluviométrica significativa. Esta anomalía corresponde a la variante “Niña Modoki” del fenómeno El Niño-Oscilación del Sur (ENOS), caracterizada por la concentración de lluvias en zonas específicas del litoral ecuatoriano. La correlación estadística entre los índices hidroclimáticos y los eventos de remoción de masa identificados históricamente (2010–2024) sugiere que los picos de precipitación intensiva actúan como detonantes directos de deslizamientos en áreas con escasa capacidad de infiltración, suelos coluviales saturables y pendientes extremas. En términos de ingeniería hidráulica, esta situación representa una condición de flujo no permanente sobre un terreno de alta porosidad con baja conductividad hidráulica, lo que origina presiones intersticiales elevadas y pérdida de estabilidad global del talud. Este comportamiento refuerza la necesidad de incorporar variables climáticas regionales en los modelos de riesgo geodinámico, utilizando técnicas de simulación hidrológica (como HEC-HMS o SWAT) para anticipar flujos de escorrentía, acumulación hídrica en zonas críticas y sus efectos sobre la estabilidad del terreno.

La evaluación de riesgo indica que se presentan niveles de amenaza “muy alta” que exigen intervención institucional inmediata,

con la aplicación de matrices de evaluación de riesgo bajo criterios estandarizados nacionales (NEC-SE-DS) e internacionales (Sendai Framework y USGS guidelines) se permitió clasificar el área de estudio en zonas de riesgo alto y muy alto. La combinación de amenaza geodinámica (factores físicos), la vulnerabilidad estructural (condiciones de infraestructura y población) y exposición (presencia de elementos en riesgo), generan un índice compuesto de riesgo que justifica la ejecución de medidas correctivas de corto, mediano y largo plazo. En términos de administración del riesgo, el enfoque propuesto contempla no solo la intervención física del territorio mediante obras de ingeniería civil, sino también el fortalecimiento institucional para la gobernanza del riesgo. Esto implica establecer sistemas de monitoreo geotécnico continuo (con inclinómetros, piezómetros y sensores de humedad), crear mapas de susceptibilidad actualizados periódicamente, y elaborar planes de contingencia articulados con los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD) y la Secretaría de Gestión de Riesgos (SGR). La inexistencia de un sistema de alerta temprana eficiente, la baja preparación comunitaria y la informalidad de los asentamientos humanos en zonas críticas, representan un riesgo latente que puede convertirse en catástrofe ante un evento pluviométrico extremo. Por tanto, la evaluación técnica no solo sirve de diagnóstico sino de fundamento para la formulación de políticas públicas basadas en evidencia científica.

Se requiere un enfoque integral y multidisciplinario para la gestión del riesgo a través de la problemática del Cerro Centinela, como se ha evidenciado, no puede abordarse únicamente desde la ingeniería geotécnica o geofísica, sino que exige una visión sistémica que incorpore aspectos ambientales, sociales, jurídicos y territoriales. La falta de planificación territorial, la expansión urbana descontrolada y la ausencia de normas técnicas vinculantes han contribuido a la configuración de un entorno de alto riesgo. Por consiguiente, se sugiere la implementación de un Plan Integral de Intervención Multinivel (PIIM), que combine:

- Ingeniería estructural y geotécnica para obras de estabilización de taludes y drenaje pluvial.
- Reubicación planificada de viviendas en zonas de amenaza alta.
- Educación comunitaria para la gestión del riesgo y la resiliencia ante desastres.
- Monitoreo hidrometeorológico con estaciones automáticas y sensores in situ.
- Reforestación con especies nativas que refuercen la estabilidad superficial.
- Aplicación de normativas constructivas adaptadas a terrenos inestables.
- Coordinación institucional entre entidades locales, regionales y nacionales.
- La sostenibilidad de estas acciones dependerá de la capacidad del Estado y la comunidad para trabajar de manera conjunta en la implementación de soluciones basadas en ciencia, con enfoque preventivo y adaptativo al cambio climático.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, S. A. V., Ceferino, C. C. M., & Copo, H. F. B. (2020). Evidencias del cambio climático en Ecuador. *Revista Científica Agroecosistemas*, 8(1), 72–76.
Recuperado de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/388>
- Blackmore, I., Rivera, C., Waters, W. F., Iannotti, L., & Lesorogol, C. (2021). The impact of seasonality and climate variability on livelihood security in the Ecuadorian Andes. *Climate Risk Management*, 32, 100279.
<https://doi.org/10.1016/j.crm.2021.100279>
- Delgado, D., Sadaoui, M., Ludwig, W., & Méndez, W. (2022). Spatio-temporal assessment of rainfall erosivity in Ecuador based on RUSLE using satellite-based high frequency GPM-IMERG precipitation data. *CATENA*, 219, 106597.
<https://doi.org/10.1016/j.catena.2022.106597>
- Guerrero Pérez, K. A., & Morales Acuña, G. A. R. (2022). *Impacto psicológico de la violencia política en Latinoamérica: Una revisión sistemática* [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional UCV.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/101691>

- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2021). Resumen para responsables de políticas. En *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 1–42). Cambridge University Press.
- Maldonado, Y. (2020). Deslizamientos de tierra y sus tipos. *Geología Web*. <https://geologiaweb.com/riesgos-naturales/deslizamientos/>
- Molina, M., Sarukhán, J., & Carabias, J. (2017). *El cambio climático*. Fondo de Cultura Económica.
- Molleda, P., & Velásquez Serra, G. (2024). El Fenómeno del Niño y la prevalencia de enfermedades infecciosas: Revisión. *La Granja*, 40(2), 9–36. <https://doi.org/10.17163/lgr.n40.2024.01>
- Montealegre, J., & Pabón, J. (2000). La variabilidad climática interanual asociada al ciclo El Niño–La Niña–Oscilación del Sur y su efecto en el patrón pluviométrico de Colombia. *Meteorología Colombia*, 2, 7–21. <https://n9.cl/b6h89y>
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). (2021). Centro de predicción climática – ONI. NOAA.
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). (2024). ENSO indices. *National Weather Service*. <https://www.weather.gov/fwd/indices#>
- Núñez, S., Mendoza, S., Tabari, H., & Willems, P. (2023). Climate change on hydrometeorological and river hydrological extremes in Quito, Ecuador. *Journal of Hydrology*, 45(2), 123–135.
- Oñate-Valdivieso, F., Oñate-Paladines, A., Armijos, J., & Puchaicela, D. (2021). Regional relationships for bank full hydraulic geometry and discharge in the southern Andes of Ecuador: An application in the estimation of geomorphological runoff thresholds. *Geomorphology*, 392, 107914. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2021.107914>
- Palacios, M. M., Palaguachi, R., Villa, C. Y., Velastegui, A. H., & Rojas, C. B. (2022). Mantenimiento y monitoreo de estaciones meteorológicas automáticas ubicadas en la provincia de Chimborazo-Ecuador. *Revista Científica Ciencia y Tecnología*, 22(36). Recuperado de <http://cienciaytecnologia.uteg.edu.ec/revista/index.php/cienciaytecnologia/article/view/556>
- Portillo, G. (2023). Deslizamientos de tierra: Causas, consecuencias y cómo prevenirlos. *Ecología Verde*. <https://www.ecologiaverde.com/deslizamientos-de-tierra-causas-consecuencias-y-como-prevenirlos-4622.html>
- Román, A. Q. (2021). Landslides and floods zonation using geomorphological analyses in a dynamic basin of Costa Rica. *Revista Cartográfica*, 102, Article 102. <https://doi.org/10.35424/rcarto.i102.901>
- Sequeira-Arguedas, J. M. (2021). Geología, geomorfología y ocurrencia de deslizamientos en la cuenca alta del río Virilla, Costa Rica. *Revista Geográfica de América Central*, 66, 313–339. <https://doi.org/10.15359/rgac.66-1.12>
- Serrano-Castro, A. K., Muyulema-Allaica, J. C., Usca-Veloz, R. B., & González-Rivera, M. M. (2019). Aplicación de la metodología STAR para el análisis del riesgo sísmico de la provincia Bolívar – Ecuador. *Ciencia Digital*, 3(4), 227–249. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i4.968>
- Tárrago Garay, N., Royo Abancéns, F. J., & Torreira de la Hera, I. (2020). Vulnerabilidad de las infraestructuras frente a eventos climáticos: Inundación de carreteras. *Dyna*, 95(6), 661–667. <https://www.revistadyna.com/search/vulnerability-of-infrastructures-to-climate-events-road-flooding>
- Torres, A. D. C. J., Castillo-Acaro, E., Jiménez-Jiménez, L., & Pucha-Cofrep, D. (2022). Adaptación de sistemas naturales y sociales al cambio climático en el Ecuador: Una revisión. *Bosques Latitud Cero*, 12(1), 54–71. Recuperado de <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/1300>
- Vicente-Serrano, S., Beguería, S., López-Moreno, J., Gimeno, L., Nieto, R., Morán-Tejeda, E., Lorenzo-Lacruz, J., & Azorín-Molina, C. (2011). A multiscalar global evaluation of the impact of ENSO on droughts. *Journal of Geophysical Research*, 116(D20109), 1–15. <https://doi.org/10.1029/2010JD015351>

DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.



DERECHOS DE AUTOR

Saltos Saltos, J. K., Cedeño Franco, C. A., & Chunga Moran, K. A. (2025)



Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo la licencia Creative Commons de Atribución No Comercial 4.0, que permite su uso sin restricciones, su distribución y reproducción por cualquier medio, siempre que no se haga con fines comerciales y el trabajo original sea fielmente citado.



El texto final, datos, expresiones, opiniones y apreciaciones contenidas en esta publicación es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la revista.