



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Geológica

“ANÁLISIS GEOMECÁNICO PARA DETERMINAR  
LOS FACTORES CRÍTICOS QUE GENERAN LA  
INESTABILIDAD DE LOS TALUDES, EN LAS  
PROGRESIVAS KM6+000 – KM8+000 DE LA  
CARRETERA CHILETE – SAN PABLO, 2022”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO GEÓLOGO

**Autor:**

Jose Ghilmer Paredes Vasquez

**Asesor:**

Mg. Ing. Miguel Ricardo Portilla Castañeda

Cajamarca - Perú

2022

## Tabla de contenidos

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>5</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>6</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>9</b>
<b>CAPÍTULO II. MÉTODO.....</b>	<b>16</b>
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS .....</b>	<b>35</b>
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....</b>	<b>70</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>75</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>79</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Cálculo del RQD .....	19
<b>Tabla 2:</b> Espaciado de las familias discontinuidades.....	20
<b>Tabla 3:</b> Longitud o Persistencia de las discontinuidades .....	20.
<b>Tabla 4:</b> Abertura de las discontinuidades .....	20.
<b>Tabla 5:</b> Rugosidad de las discontinuidades.....	21.
<b>Tabla 6:</b> Relleno de las paredes de las discontinuidades.....	21.
<b>Tabla 7:</b> Meteorización de las discontinuidades.....	21.
<b>Tabla 8 :</b> Parámetro de aguas subterráneas.....	22.
<b>Tabla 9 :</b> Orientación de las discontinuidades .....	22.
<b>Tabla 10 :</b> Coordenadas UT WGS 84 .....	26.
<b>Tabla 11:</b> accesibilidad.....	26
<b>Tabla 12:</b> Unidades Geomorfométricas.....	29.
<b>Tabla 13:</b> ensayo de corte directo en roca .....	35
<b>Tabla 14:</b> Aplicación de carga.....	36
<b>Tabla 15:</b> Parámetros de resistencia al corte .....	38
<b>Tabla 16:</b> Ensayo de Propiedades Físicas en Rocas (ISRM).....	38
<b>Tabla 17:</b> Cartografiado Geomecánico .....	39
<b>Tabla 18:</b> Calidad del macizo rocoso con relación al Índice RMR .....	41
<b>Tabla 19:</b> Mapeo Geomecánico de las discontinuidades.....	45
<b>Tabla 20:</b> Condiciones de Análisis de la rotura planar del Set J02 (Estático y Pseudo-estático).....	56
<b>Tabla 21:</b> Condiciones de Análisis de la rotura en cuña de los Sets J01 y J03 (Estático y Pseudo-estático). 59	
<b>Tabla 22:</b> Condiciones de Análisis de la rotura en cuña de los Sets J02 y J03 (Estático y Pseudo-estático). 62	
<b>Tabla 23:</b> Condiciones de Análisis para el Talud Global (Estático y Pseudoestático).....	64
<b>Tabla 24:</b> Condiciones de Análisis para el Talud Global (Estático y Pseudoestático en propuesta).....	67
<b>Tabla 25:</b> Dimensiones del muo de voladizo al ser utilizado en la zona de estudio.....	69

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1:</i> Gráfico para determinar el GSI que evalúa la calidad del macizo rocoso. ....	23.
<i>Figura 2:</i> Imagen satelital de accesibilidad a la zona de estudio.....	27
<i>Figura 3:</i> Temperaturas máximas y mínimas promedio. ....	28
<i>Figura 4:</i> Plonicies presentes en la zona de valle. ....	29
<i>Figura 5:</i> Laderas en el margen izquierdo de la carretera. ....	30
<i>Figura 6:</i> Escarpess en el margen izquierdo de la carretera. ....	30
<i>Figura 7:</i> Aplicación de esfuerzo cortante y envolvente de resistencia. ....	37
<i>Figura 8:</i> valoración en MPa de la resistencia a la compresión Uniaxial. ....	40
<i>Figura 9:</i> valoración en porcentaje del RQD. ....	40
<i>Figura 10:</i> valoración del espaciamiento entre discontinuidades en mm.....	41
<i>Figura 11:</i> Parámetros de estabilidad según el SMR Romana,.....	43
<i>Figura 12:</i> Recomendaciones de soporte.....	43
<i>Figura 13:</i> Ploteo del Valor de GSI.....	44
<i>Figura 14</i> Análisis cinemático de roturas del talud.....	46
<i>Figura 15</i> Valores de ángulo de fricción, orientación del talud.....	46
<i>Figura 16:</i> Análisis cinemático de rotura falla en cuña .....	47
<i>Figura 17:</i> Valores de ángulo de fricción de segundo talud.....	47
<i>Figura 18:</i> Análisis cinemático falla en vuelco. ....	48
<i>Figura 19:</i> Valores de ángulo de fricción talud .....	48
<i>Figura 20:</i> Zonas sísmicas del Perú. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016).....	50
<i>Figura 21:</i> Ubicación de las coordenadas para la obtención del coeficiente de sismicidad.....	51
<i>Figura 22:</i> Gráfico de espectro de peligro uniforme con un periodo de retorno de 475 años .....	52
<i>Figura 23:</i> Vista en Perspectiva del posible deslizamiento del Bloque de roca formado por J01.....	53
<i>Figura 24:</i> Análisis del Factor de Seguridad en condiciones estáticas y secas.....	53
<i>Figura 25:</i> Análisis del Factor de Seguridad en condiciones estáticas y saturada. ....	54
<i>Figura 26:</i> Análisis del Factor de Seguridad en la que se aprecia que el talud es inestable .....	54

<b>Figura 27:</b> Análisis del Factor de Seguridad, en la que se aprecia que el talud es inestable .....	55
<b>Figura 28:</b> Análisis de Sensibilidad que muestra que para que el talud sea estable .....	55
<b>Figura 29:</b> Análisis del Factor de Seguridad por el modelo de Mohr coulomb, en la que se aprecia que el talud es estable en condiciones secas y estáticas .....	57
<b>Figura 30</b> Análisis del Factor de Seguridad por el modelo de Mohr coulomb, en la que se aprecia que el talud es estable en condiciones saturadas.....	57
<b>Figura 31:</b> Análisis del Factor de Seguridad por el modelo de Mohr coulomb, en la que se aprecia que el talud es estable en condiciones Pseudoestáticas y secas.....	58
<b>Figura 32:</b> Análisis del Factor de Seguridad por el modelo de Mohr coulomb, en la que se aprecia que el talud es estable en condiciones Pseudoestáticas y saturadas.....	58
<b>Figura 33:</b> Análisis del Factor de Seguridad por el modelo de Mohr coulomb, en la que se aprecia que el talud es estable en condiciones secas y estáticas .....	60
<b>Figura 34</b> Análisis del Factor de Seguridad por el modelo de Mohr coulomb, en la que se aprecia que el talud es estable en condiciones saturadas.....	60
<b>Figura 35:</b> Análisis del Factor de Seguridad por el modelo de Mohr coulomb, en la que se aprecia que el talud es estable en condiciones Pseudoestáticas y secas.....	61
<b>Figura 36:</b> Análisis del Factor de Seguridad por el modelo de Mohr coulomb, en la que se aprecia que el talud es estable en condiciones Pseudoestáticas y saturadas.....	61
<b>Figura 37:</b> Análisis del Factor de Seguridad por el método de Spencer, en condiciones estáticas. ....	62
<b>Figura 38:</b> Análisis del Factor de Seguridad por el método de Morgenstern - Price, condiciones estáticas. ....	63
<b>Figura 39:</b> Análisis del Factor de Seguridad por el método de Spencere en condiciones Pseudoestáticas... ..	63
<b>Figura 40:</b> Análisis del Factor de Seguridad por el método de Morgenstern Price Pseudoestáticas .....	64
<b>Figura 41:</b> Análisis del Factor de Seguridad método de Spencer, en condiciones estáticas corregido .....	65
<b>Figura 42:</b> Análisis del Fs por el método de Morgenstern - Price, condiciones estáticas - corregido .....	65
<b>Figura 43:</b> Análisis del FS por el método de Spencere en condiciones Pseudoestáticas corregido.....	66
<b>Figura 44:</b> Análisis del Fs por el método de Morgenstern Price Pseudoestáticas corregido.....	66
<b>Figura 45:</b> Muro con voladizo que se debe construir en la zona de estudio.....	68

## RESUMEN

La investigación tiene como objetivo Realizar el análisis geomecánico para determinar los factores críticos que generan la inestabilidad de los taludes en las progresivas Km 06+000 - Km 08+000 de la carretera Chilete – San Pablo, 2022, para lo cual se trabajó con una población conformada por todos los macizos rocosos de los taludes presentes en las progresivas Km 06+000 -Km 08+000 de la carretera Chilete – San Pablo, del cual fue extraída la muestra que se compone por 06estaciones geomecánicas en los macizos rocosos, por otro lado las técnicas de recolección de datos es la observación directa y el análisis documental, se usó tablas geomecánicas del RMR y GSI para determinar la calidad del macizo rocoso, así mismo para para el posterior tratamiento y análisis de los datos obtenidos en campo se usaron softwares como ArcGIS, Dips. En la primera etapa de este informe se describe los resultados que se realizó una evaluación geomecánica con el fin de conocer la calidad del macizo rocoso y se tomó datos de los puntos topográficos para obtener el perfil del talud. Posteriormente se realizó el análisis con el software slide, rocplane, swedge para calcular los valores del factor de seguridad. Tanto de suelos como de rocas. Concluyendo que el análisis geomecánico permitió determinar que los factores críticos que generan la inestabilidad de los taludes en las progresivas Km 06+000 -Km 08+000 de la carretera Chilete – San Pablo. mediante la obtención de los parámetros geo mecánicos, el cálculo del Factor de seguridad y los factos detonantes que afectan al talud.

**Palabras clave:** Caracterización geomecánica, macizo rocoso, estabilidad de taludes.

## **NOTA DE ACCESO**

**No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales**

## REFERENCIAS

- Cerúsico, L. (2019). Caracterización geotécnica y análisis de la estabilidad de los macizos rocosos del camino de acceso al C° San Bernardo, Ciudad de Salta. *Cuadernos de Ingeniería; Núm. 6 (2011); 29-44 ; 2545-7012 ; 2545-692X.*
- Chunga, K., Stay, D., Quiñónez Macias, M., Salinas, I., Cahuana, N., & Villacreses, C. (2020). Caracterización geomecánica de taludes de roca basáltica en la costa sur de Ecuador: implicaciones en su estabilidad. *Revista Técnica de La Facultad de Ingeniería. Universidad Del Zulia; Núm. 2 (2020): Volumen Especial; 62-68.*
- Córdova, D. & Laos, A. (1976). Estudio de estabilidad de taludes en minas a cielo abierto. *CITEM Revista del Instituto Científico y Tecnológico Minero, 2: 87-103.*
- Diana TTITO ORTIZ. (2019). Análisis de estabilidad de taludes de la zona ‘Los Baluartes’ en el Parque Arqueológico de Saqsayhuamán. *Yachay, 7(01), 322–333.*
- Díaz Salazar, M. K., & Zelada Alaya, A. (2021). *Estabilidad física para la explotación de agregados en la Empresa Minera no Metálica El Milagro - Cajamarca 2021*
- Eerik A. Rennat Shepherd Miller, Inc. Guía Ambiental Para La Estabilidad De Taludes De Depositos De Desechos Solidos De Mina Ministerio de Energía y Minas 1997

- Fernández, W., Villalobos, S., & King, R. (2018). Evaluación probabilística de la estabilidad de taludes en suelos residuales de granito completamente descompuesto / Probabilistic Analysis of Slope Stability in Completely Decomposed Granite Residual Soils. *Revista Ingeniería de Construcción*, 33(1), 5–14.
- Gallarday Bocanegra, T. E. (2017). Estabilidad de las obras civiles en la corona del Malecon Costanera, Distrito San Miguel--Lima. *Revista Del Instituto de Investigacion de La Facultad de Minas, Metalurgia y Ciencias Geograficas*, 20(40), 102.
- Gallardo Amaya, R. J. (2020). Análisis De Falla De Un Talud en Un Sector Urbano Del Municipio De Ocaña, Colombia. *REVISTA COLOMBIANA DE TECNOLOGIAS DE AVANZADA (RCTA); Vol. 1, Núm. 35 (2020); 1-8 ; COLOMBIAN JOURNAL OF ADVANCED TECHNOLOGIES; Vol. 1, Núm. 35 (2020).*
- Herrera Carranza, E., & Solorzano Poma, L. W. (2020). Estabilidad de Taludes del Tajo Abierto Jesica considerando el Macizo Rocosó Isotropico y Anisotropico. *Revista Del Instituto de Investigacion de La Facultad de Minas, Metalurgia y Ciencias Geograficas*, 23(46), 37.
- Huascupe Callata, M. (2021). *Estabilidad de taludes naturales empleando métodos convencionales, sector Llavini, Puno 2021.*

Marques, G. S., & Lukiantchuki, J. A. (2017). Evaluation of the stability of a highway slope through numerical modeling. *DYNA (Colombia)*, 84(200), 121–128.

Matias Juarez, S. V. A. (2018). Evaluation de estabilidad y permeabilidad de talud con sistema Vetiver mediante diferentes ensayos de laboratorio y campo. (Spanish). *Revista de La Universidad Del Valle de Guatemala*, 36, 111–119.

Ministerio de vivienda saneamiento y construcción Reglamento nacional de edificaciones 2006 Decreto supremo N°011- 2006

Mira, A., Alcántara, A., & Gutiérrez, F. (2013). *Caracterización geomecánica y análisis de la estabilidad del talud sur del macizo rocoso de Monteagudo (Murcia, España) ; Geomechanical characterization and analysis of rock mass stability of the south talus of Monteagudo (Murcia, Spain)*.

Mucuta-Lito, H. V., Cartaya-Pires, M., & Watson-Quesada, R. L. (2020). Evaluación de estabilidad en taludes del yacimiento Castellano mediante el calculo del factor de seguridad/Slopes stability evaluation of Castellano deposit by calculating the safety factor. *Mineria y Geologia*, 36(4), 441

R. Tomás, A. Riquelme, M. Cano, J. L. Pastor, J. I. Pagán, J. L. Asensio, & M. Ruffo. (2020). Evaluación de la estabilidad de taludes rocosos a partir de nubes de puntos 3D obtenidas con un vehículo aéreo no tripulado. *Revista de Teledetección*, 55, 1–15.

- Roberto J Marín, & Ricardo Jaramillo-González. (2021). Análisis de susceptibilidad a deslizamientos con el modelo físico Scoops3D en un terreno montañoso tropical. *Ingeniería y Ciencia*, 17(33).
- Sanhueza, C. ( 1 ), & Villavicencio, G. ( 2 ). (2012). Effect of aparent cohesion from tree roots on the stability of natural slopes of Reñaca dunes. *Revista de La Construccion*, 11(1), 16–31.
- Torres Pachón, C. D., & Marciales Leon, F. C. (2018). Análisis de probabilidad de falla en taludes en el tramo alto medio de la cuenca del Río Únete, municipio de Aguazul, vereda La Vegana. *Ingeniería Civil*.
- Torres-Hoyer, , Roberto J., Torres-Hoyer, , Jesús Alberto, & Monsalve, , María Laura. (2014). Análisis de estabilidad cuasi-tridimensional de un talud de suelo empleando el método de elementos finitos: Autopista San Cristóbal – La Fría, Venezuela. *Ciencia e Ingeniería; Vol. 34, Núm. 2 (2013): Ciencia e Ingeniería; 63-72*.