

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería de Minas

“ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUD EN ROCA Y  
CARACTERIZACIÓN ESTRUCTURAL DEL KILOMETRO  
1360 AL KILOMETRO 1360+500 DE LA CARRETERA 3N  
HUALGAYOC - BAMBAMARCA”

Tesis para optar el bachiller de:  
Ingeniería de Minas

Autor:  
JULIO CÉSAR GOICOCHEA REGALADO

Asesor:  
Ing. YULING INDIRA QUISPE ARONES

Cajamarca - Perú

2018



## Tabla de contenidos

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE ECUACIONES .....</b>	<b>7</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>8</b>
1.1. Realidad problemática .....	8
1.2. Formulación del problema.....	8
1.3. Objetivos.....	9
1.3.1. <i>Objetivo general</i> .....	9
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	9
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEORICO .....</b>	<b>9</b>
2.1. Revisión Sistemática.....	9
2.2. Antecedentes.....	11
2.3. Bases Teóricas .....	14
2.3.1. <i>Criterio de Rotura de Barton Bandis</i> .....	14
2.3.2. <i>Calculo de la estabilidad</i> .....	16
2.3.3. <i>Metodología de los estudios de estabilidad de taludes</i> .....	17
2.3.4. <i>Cinemática de roturas</i> .....	19
2.3.4.1 <i>Rotura plana</i> .....	19
2.3.4.2 <i>Rotura cuña</i> .....	21
2.3.4.3. <i>Rotura por vuelco</i> .....	23
2.3.5. <i>Clasificación de Bieniawski</i> .....	24
2.3.5.1 <i>Índice RMR</i> .....	24
2.3.6 <i>La clasificación GSI (Geological Strength Index)</i> .....	27
2.3.7. <i>Frecuencia lineal de discontinuidades</i> .....	29
2.4. Definiciones de términos básicos .....	32
2.4.1. <i>Geomecánica</i> .....	32
2.4.2. <i>Estructuras Geológicas</i> .....	32
2.4.3. <i>Estratificación</i> .....	32
2.4.4. <i>Grietas Primarias</i> .....	33
2.4.5. <i>Fracturas</i> .....	33
2.4.6. <i>Fisuras</i> .....	33
2.4.7. <i>Juntas</i> .....	33
2.4.8. <i>Fallas</i> .....	34
2.4.9. <i>Diaclasas</i> .....	34

2.4.10. Ondulamiento.....	34
2.4.11. Resistencia.....	34
2.4.12. Espaciado.....	34
2.4.13. Persistencia.....	35
2.4.14. Rugosidad.....	35
2.4.15. Abertura.....	36
2.4.16. Relleno.....	37
2.4.17. Factor de Seguridad.....	37
2.4.18. Mapeo geomecánico por línea de detalle.....	39
2.4.19. Ensayo uniaxial o de compresión simple.....	39
2.4.20. Ensayo de Carga Puntual.....	40
<b>2.5. Hipótesis.....</b>	<b>41</b>
<b>CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....</b>	<b>42</b>
3.1. Operacionalización de variables.....	42
3.2. Tipo de investigación.....	42
3.3 Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos).....	42
3.3.1. Población.....	42
3.3.2. Muestra.....	42
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.....	43
3.4.1. Parametros de clasificación para el RMR según BIENIAWSKI.....	43
3.4.2. RQD.....	43
3.4.3. GSI.....	43
3.4.4. Resistencia a la compresión uniaxial.....	43
3.4.5. Toma de muestra para el ensayo de carga puntual.....	43
3.4.6. Filtraciones.....	43
3.5. Procedimiento.....	44
3.5.1. Diseño de toma de datos.....	44
3.5.2. Parámetros de clasificación para el RMR según BIENIAWSKI.....	45
3.5.3. RQD.....	45
3.5.4. GSI.....	45
3.5.5. Toma de muestra para el ensayo de carga puntual.....	45
3.5.6. Toma de datos en campo.....	46
<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS.....</b>	<b>47</b>
4.1. ESTACIONES.....	48
<b>CAPÍTULO V. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....</b>	<b>52</b>
<b>5.2 Recomendaciones.....</b>	<b>52</b>
<b>5.3 Conclusiones.....</b>	<b>53</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>54</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>54</b>

<b>ANEXOS .....</b>	<b>56</b>
---------------------	-----------

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 1 - clasificación de Deere (1967) del espaciado de las juntas .....	29
FUENTE: FUENTE: (Pedro Ramírez Oyanguren y Leandro Alejano Monge) – Mecánica de rocas .....	29
TABLA N° 2 - parámetros de clasificación y sus valores .....	30
FUENTE: FUENTE: (Pedro Ramírez Oyanguren y Leandro Alejano Monge) – Mecánica de rocas .....	30
TABLA N° 3 - ajuste de valores por las orientaciones de las juntas .....	30
FUENTE: FUENTE: (Pedro Ramírez Oyanguren y Leandro Alejano Monge) – Mecánica de rocas .....	30
TABLA N° 4 - índice de resistencia geológica (GSI) para macizos rocosos fracturados ...	32
FUENTE: (Pedro Ramírez Oyanguren y Leandro Alejano Monge) – Mecánica de rocas .	32
TABLA N° 5 - relación entre RQD y frecuencia lineal ( Villaescusa 1992) .....	33
FUENTE: Guía de criterios geomecánicos para diseño, construcción, supervisión y cierre de labores subterráneas (OSINERGMIN, 2017) .....	33
TABLA N° 6 - Terminología para el espaciado de discontinuidades (ISRM, 1981) .....	38
FUENTE: Hernan Gavilanes J. (2004) .....	38
TABLA N° 7 - Descripción de persistencia (ISRM, 1981). .....	38
FUENTE: Hernan Gavilanes J. (2004) .....	38
TABLA N° 8 - Tipo de rugosidad (ISRM, 1981). .....	39
FUENTE: Hernan Gavilanes J. (2004) .....	39
TABLA N° 9 - Descripción de abertura (Salcedo, 1988). .....	40
FUENTE: Hernan Gavilanes J. (2004) .....	40
TABLA N° 10 - Escala de Wentworth .....	40
FUENTE: Hernan Gavilanes J. (2004) .....	40
TABLA N° 11 - Se considera: CP<3 meses, 3 meses <MP<1 año y LP>1 año. ....	41
FUENTE: Osinergmin, 2017 .....	41
TABLA N° 12 - operacionalización de variables .....	45
FUENTE: ELABORACION PROPIA .....	45
TABLA N° 13 - estaciones del área de interés .....	48
FUENTE: Elaboración propia .....	48

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 1 - Etapas para realizar un estudio de estabilidad de taludes .....	22
FIGURA N° 2 - rotura de plana de un talud .....	23
FIGURA N° 3 - Condición de rotura plana .....	23
FIGURA N° 4 - ejemplo de dos cuñas reales en una carretera. La cuña situada a la izquierda cayó al mismo tiempo de la realización de la obra por lo que el material deslizado fue retirado, mientras que la derecha cayó más tarde, probablemente debido a un incremento de los niveles de agua, y el material deslizado no fue retirado, tal y como se	

observa. ....	25
FIGURA N° 5 - Ejemplo de una gran cuña en equilibrio metaestable en un gran corta minera y que afecta prácticamente a todos los bancos de la explotación. ....	25
FIGURA N° 6 - Vista cuña directa .....	26
FIGURA N° 7 - Vista de una cuña inversa en perspectiva .....	26
FIGURA N° 8 - vuelco por fricción .....	27
FIGURA N° 9 - vuelco de bloques .....	27
FIGURA N° 10 - vuelco de bloques por flexión .....	27
FIGURA N° 11 - clasificación del macizo rocoso .....	29
FIGURA N° 12 - relación entre espaciamiento de discontinuidad y RQD, Bieniawski (1989) .....	34

### ÍNDICE DE ECUACIONES

ECUACION N° 1 - RQD según Priest y Hudson .....	33
ECUACION N° 2 – landa .....	34
ECUACION N° 3 - factor de seguridad .....	41
ECUACION N° 4 - relación entre esfuerzos .....	42

## **NOTA DE ACCESO**

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

## REFERENCIAS

### Bibliografía

- Adeoluwa Olajesu, Noa Monjes , & Quevedo Sotolongo . (2017). *Caracterización estructural del macizo rocoso de la mina subterránea Oro* .
- Aristizábal, E. , Vélez, I., & Martínez , H. (2016). *INFLUENCIA DE LA LLUVIA ANTECEDENTE Y LA CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA EN LA OCURRENCIA DE DESLIZAMIENTOS DETONADOS POR LAS LLUVIAS UTILIZANDO EL MODELO SHIA\_LANDSLIDE*. Revista EIA .
- Carlini, A. &. (2006). *Estudios de los riesgos geológico-ambientales del sector La Joya- San Jacinto en el estado Mérida*. Revista Ciencia e Ingeniería.
- Cartaya, P. M. (2006). *Caracterización geomecánica de macizos rocosos en obras subterráneas de la región oriental del país*. Universitaria, 2008.
- Ferrer, G. M. (2002). *Ingeniería Geológica* . Pearson Educación.
- Franklin, M. T. (2014). *EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE LOS TALUDES DE LA CARRETERA CURZ BLANCA - EL GAVILAN*. Cajamarca.
- Fredy, V. N. (2015). *Caracterización geotécnica y modos de falla estructural en el talud en roca del cerro espinal Juliaca*. Juliaca: Escuela Profesional de Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional del Altiplano .
- Gavilanes. J., H. (2004). *Mecánica de Rocas* .
- Jimeno, L. (1998). *Mecánica de Rocas*.
- Luis González, V. (2002). *Ingeniería Geológica* .
- Manolo, G. C. (2015). *Mecánica de rocas: correlación entre la resistencia a carga puntual y la resistencia a compresión simple*.
- Mercedes de Vallejo, F., & Gonzalez, L. (2007). *Manual de campo para la descripción y caracterización de macizos rocosos en afloramientos, Instituto Geológico y Minero de España*.
- Mildor, E. C. (2017). *ANÁLISIS DE INESTABILIDAD DE TALUDES MEDIANTE EQUILIBRIO LIMITE Y ELEMENTOS FINITOS, TRAMO SANTA ROSA-TUCO BAJO CARRETERA BAMBAMARCA-CENTRO POBLADO TUCO*. Cajamarca.
- Norly, B. (2011). *Determinación de expresiones matemáticas para el cálculo de los esfuerzos aplicados a la estabilidad de taludes* . Revista Ciencia e Ingeniería .
- Ortiz , & Portilla. (2014). *ESTUDIO DE ESTABILIDAD DE LOS TALUDES DE LAS PRESAS DEL PROYECTO PACALORI, TENIENDO EN CUENTA LA ACCION SISMICA*.
- Osinergmin. (2017). *Guía Criterios Geomecánicos* .
- Palmstrom. (1998). *Mecánica de Rocas* .
- Rodríguez, S. M. (2006). *Caracterización Geomecánica de materiales pizarrosos del Sinclinal de Truchas (León-Orense)*. Ediuno- Universidad de Oviedo.
- Salcedo. (1988). *Mecánica de Rocas* .
- Zavala , & Rosado. (2011). *RIESGO GEOLOGICO EN LA REGION CAJAMARCA*. PERU: INGEMET.