



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# FACULTAD DE INGENIERÍA

---

CARRERA DE INGENIERÍA DE MINAS

“CARACTERIZACIÓN GEOMECÁNICA DEL MACIZO ROCOSO EN LA AMPLIACIÓN DEL TÚNEL EXPLORATORIO KAREN MILAGROS, REGIÓN AMAZONAS, 2016”

Tesis para optar el título profesional de:

**Ingeniero de Minas**

**Autores:**

Bach. José Luis Rodríguez Díaz

Bach. Juan Carlos Villanueva Sánchez

**Asesor:**

Ing. Roberto Gonzales Yana.

Cajamarca – Perú

2016

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
<b>APROBACIÓN DE LA TESIS.....</b>	<b>ii</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>iv</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS .....</b>	<b>v</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>x</b>
<b>ÍNDICE DE GRÁFICAS .....</b>	<b>xi</b>
<b>ÍNDICE DE FOTOS.....</b>	<b>xii</b>
<b>ÍNDICE DE IMÁGENES .....</b>	<b>xiii</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>xiv</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xv</b>
<b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>16</b>
1.1. Realidad problemática .....	16
1.2. Formulación del problema.....	16
1.3. Justificación.....	16
1.3.1. <i>Justificación teórica</i> .....	16
1.3.2. <i>Justificación Aplicativa o Práctica</i> .....	16
1.3.3. <i>Justificación Valorativa</i> .....	17
1.3.4. <i>Justificación Académica</i> .....	17
1.4. Limitaciones .....	17
1.5. Objetivos .....	17
1.5.1. <i>Objetivo General</i> .....	17
1.5.2. <i>Objetivos Específicos</i> .....	17
<b>CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>18</b>
2.1. Antecedentes .....	18
2.1.1. <i>Antecedentes Nacionales</i> .....	18
2.1.2. <i>Antecedentes locales</i> .....	18
2.2. Bases Teóricas .....	20
2.2.1. <i>Geomecánica en Tunelería:</i> .....	20
2.2.1.1. <i>Aspectos Geotécnicos</i> .....	21
2.2.1.2. <i>Condiciones Geotécnicas básicas para diseño</i> .....	22
2.2.2. <i>Propiedades y Parámetros de la Roca Intacta</i> .....	24
2.2.2.1. <i>Propiedades Geológicas- Litología</i> .....	24

2.2.2.2.	<i>Propiedades Físicas</i> .....	27
2.2.2.3.	<i>Parámetros Geomecánicos de la Roca Intacta</i> .....	27
2.2.2.4.	<i>Sistemas de Clasificación de los Macizos Rocosos</i> .....	36
2.2.2.5.	<i>Criterios de Rotura</i> .....	38
2.2.2.6.	<i>Resistencia Del Macizo Rocososo</i> .....	40
2.3.	Definición de términos básicos .....	40
2.3.1.	<i>Barrenación:</i> .....	40
2.3.2.	<i>Caracterización Geomecánica:</i> .....	41
2.3.3.	<i>Carga de explosivo y voladura:</i> .....	41
2.3.4.	<i>Clasificación Geomecánica:</i> .....	42
2.3.5.	<i>Dominio Geomecánico:</i> .....	42
2.3.6.	<i>Discontinuidades:</i> .....	42
2.3.7.	<i>Emportalamientos:</i> .....	42
2.3.8.	<i>Excavación:</i> .....	42
2.3.9.	<i>Logueo geomecánico de testigos:</i> .....	43
2.3.10.	<i>Macizo rocoso (MR):</i> .....	43
2.3.11.	<i>Matriz rocosa:</i> .....	43
2.3.12.	<i>Obras de Acceso:</i> .....	43
2.3.13.	<i>Rezaga:</i> .....	43
2.3.14.	<i>Roca:</i> .....	44
2.3.15.	<i>Roca Intacta:</i> .....	44
2.3.16.	<i>Suelo:</i> .....	44
2.3.17.	<i>Trazo:</i> .....	44
<b>CAPÍTULO 3. HIPÓTESIS.....</b>		<b>45</b>
3.1.	Formulación de la hipótesis .....	45
3.2.	Variables .....	45
3.3.	Operacionalización de variables .....	45
<b>CAPÍTULO 4. MATERIAL Y MÉTODOS .....</b>		<b>46</b>
4.1.	Tipo de diseño de investigación.....	46
4.2.	Material. ....	46
4.2.1.	<i>Unidad de estudio.</i> .....	46
4.2.2.	<i>Población.</i> .....	46
4.2.3.	<i>Muestra.</i> .....	46
4.3.	Métodos .....	46
4.3.1.	<i>Metodología para la Evaluación Geomecánica</i> .....	46
4.3.2.	<i>Cálculo de Gravedad Específica/Peso Específico de Testigos</i> .....	51
4.3.3.	<i>Procedimiento para los Ensayos de Carga Puntual</i> .....	52
4.3.4.	<i>Criterios para la Evaluación y Zonificación Geomecánica</i> .....	56
4.3.5.	<i>Interpretación de Secciones y planos geomecánicos por niveles</i> .....	56
4.4.	Tratamiento y análisis de datos y presentación de resultados .....	56
4.4.1.	<i>Búsqueda de Información</i> .....	57
4.4.2.	<i>Integración de Información</i> .....	57
4.4.3.	<i>Trabajo de Campo</i> .....	57
4.4.4.	<i>Trabajo de Gabinete</i> .....	58
4.4.5.	<i>Realización y entrega de informe.</i> .....	58

<b>CAPÍTULO 5. DESARROLLO.....</b>	<b>59</b>
5.1. Ubicación .....	59
5.2. Accesibilidad .....	59
5.3. Geología Local .....	60
5.3.1. <i>Unidad Chambará 3 (CH3)</i> .....	60
5.3.2. <i>Unidad Chambará 2 (CH2)</i> .....	61
5.3.2.1. <i>Marcadores Esponja – Coral Superior (USM)</i> .....	63
5.3.2.2. <i>Marcador Bivalvo Intacto (IBM)</i> .....	64
5.3.2.3. <i>Coquina Marcador (COQ)</i> .....	65
5.3.2.4. <i>Marcador Wackstone - Rudstone (WRM)</i> .....	66
5.3.3. <i>Unidad Chambará 1 (CH1):</i> .....	66
5.4. Geología Estructural .....	69
5.4.1. <i>Sistema de Falla Sam</i> .....	69
5.4.1.1. <i>Falla F1</i> .....	69
5.4.1.2. <i>Falla F2</i> .....	69
5.4.1.3. <i>Falla F3</i> .....	69
5.4.1.4. <i>Falla F4</i> .....	69
5.4.1.5. <i>Falla F5</i> .....	69
5.5. Geomecánica – Unidad CH3 .....	70
5.5.1. <i>Litología-CH3</i> .....	70
5.5.2. <i>Peso Específico-CH3</i> .....	70
5.5.3. <i>Parámetros Geomecánicos de la Roca Intacta-CH3</i> .....	72
5.5.3.1. <i>Ensayos de Carga Puntual (UCS)-CH3</i> .....	72
5.5.3.2. <i>Grado de Alteración-CH3</i> .....	74
5.5.3.3. <i>Parámetros deformacionales de la Roca Intacta-CH3</i> .....	76
5.5.3.4. <i>Ángulo de fricción y Cohesión de la Roca Intacta-CH3</i> .....	76
5.5.3.5. <i>Parámetros de las Discontinuidades-CH3</i> .....	76
5.5.4. <i>Caracterización Global del Macizo Rocoso –CH3</i> .....	79
5.5.4.1. <i>Tamaño de Bloque-CH3</i> .....	79
5.5.4.2. <i>Fracturación del Macizo rocoso y RQD-CH3</i> .....	80
5.5.4.3. <i>Hidrogeología-CH3</i> .....	81
5.5.4.4. <i>RMR-CH3</i> .....	81
5.6. Geomecánica - Unidad CH2 - Calizas .....	82
5.6.1. <i>Litología-Calizas-CH2</i> .....	82
5.6.2. <i>Peso Específico-Calizas CH2</i> .....	83
5.6.3. <i>Parámetros Geomecánicos de la Roca Intacta-Calizas CH2</i> .....	85
5.6.3.1. <i>Ensayos de Carga Puntual (UCS)-Calizas-CH2</i> .....	85
5.6.3.2. <i>Grado de Alteración-Calizas-CH2</i> .....	87
5.6.3.3. <i>Parámetros deformacionales de la Roca Intacta-Calizas CH2</i> .....	89
5.6.3.4. <i>Ángulo de fricción y Cohesión de la Roca Intacta-Calizas CH2</i> .....	90
5.6.3.5. <i>Parámetros de las Discontinuidades-Calizas CH2</i> .....	90
5.6.4. <i>Caracterización Global del Macizo Rocoso –Calizas CH2</i> .....	92
5.6.4.1. <i>Tamaño de Bloque-Calizas CH2</i> .....	92
5.6.4.2. <i>Fracturación del Macizo rocoso y RQD-Calizas CH2</i> .....	93
5.6.4.3. <i>Hidrogeología-Calizas CH2</i> .....	94
5.6.4.4. <i>RMR-Calizas CH2</i> .....	95

5.7.	Geomecánica - Unidad CH2 - Dolomitas.....	96
5.7.1.	<i>Litología-Dolomitas-CH2</i> .....	96
5.7.2.	<i>Peso Específico-Dolomitas CH2</i> .....	96
5.7.3.	<i>Parámetros Geomecánicos de la Roca Intacta-Dolomitas CH2</i> .....	98
5.7.3.1.	<i>Ensayos de Carga Puntual (UCS)-Dolomitas-CH2</i> .....	98
5.7.3.2.	<i>Grado de Alteración-Dolomitas-CH2</i> .....	100
5.7.3.3.	<i>Parámetros deformacionales de la Roca Intacta-Dolomitas CH2</i> .	103
5.7.3.4.	<i>Ángulo de fricción y Cohesión de la Roca Intacta-Dolomitas CH2</i>	103
5.7.3.5.	<i>Parámetros de las Discontinuidades-Dolomitas CH2</i> .....	103
5.7.4.	<i>Caracterización Global del Macizo Rocoso –Dolomitas CH2</i> .....	106
5.7.4.1.	<i>Tamaño de Bloque-Dolomitas CH2</i> .....	106
5.7.4.2.	<i>Fracturación del Macizo rocoso y RQD-Dolomitas CH2</i> .....	106
5.7.4.3.	<i>Hidrogeología-Dolomitas CH2</i> .....	108
5.7.4.4.	<i>RMR-Dolomitas CH2</i> .....	108
5.8.	Geomecánica - Unidad CH1 .....	109
5.8.1.	<i>Litología-CH1</i> .....	109
5.8.2.	<i>Peso Específico- CH1</i> .....	110
5.8.3.	<i>Parámetros Geomecánicos de la Roca Intacta-CH1</i> .....	110
5.8.3.1.	<i>Ensayos de Carga Puntual (UCS)-CH1</i> .....	110
5.8.3.2.	<i>Grado de Alteración-CH1</i> .....	111
5.8.3.3.	<i>Parámetros deformacionales de la Roca Intacta-CH1</i> .....	112
5.8.3.4.	<i>Ángulo de fricción y Cohesión de la Roca Intacta-CH1</i> .....	113
5.8.3.5.	<i>Parámetros de las Discontinuidades-CH1</i> .....	113
5.8.4.	<i>Caracterización Global del Macizo Rocoso –CH1</i> .....	115
5.8.4.1.	<i>Tamaño de Bloque-CH1</i> .....	115
5.8.4.2.	<i>Fracturación del Macizo rocoso y RQD-CH1</i> .....	116
5.8.4.3.	<i>Hidrogeología-CH1</i> .....	117
5.8.4.4.	<i>RMR- CH1</i> .....	118
5.9.	Tipo de Sostenimiento .....	119
<b>CAPÍTULO 6. RESULTADOS .....</b>		<b>121</b>
<b>CAPÍTULO 7. DISCUSIÓN .....</b>		<b>123</b>
7.1.	Caracterización de la Roca Intacta en la Zona del Túnel Karen Milagros.....	123
7.1.1.	<i>Litología</i> .....	123
7.1.2.	<i>Peso específico</i> .....	123
7.1.3.	<i>Grado de Resistencia</i> .....	124
7.1.4.	<i>Tipos de Discontinuidades de la Zona del Túnel Karen Milagros</i> .....	126
7.1.5.	<i>Espaciado y Parámetros de las Discontinuidades del Túnel Karen Milagros</i> ....	127
7.2.	Caracterización Global del Macizo Rocoso – Túnel Karen Milagros.....	127
7.2.1.	<i>Tamaño de Bloque</i> .....	127
7.2.2.	<i>Grado de Fracturación y RQD</i> .....	128
7.2.3.	<i>Hidrogeología del Macizo Rocoso – Túnel Karen Milagros</i> .....	130
7.2.4.	<i>RMR-Túnel Karen Milagros</i> .....	130
7.3.	Zonas o Dominios Geomecánicos .....	131
7.3.1.	<i>Dominio Geomecánico I: Clase II (Buena)</i> .....	131
7.3.2.	<i>Dominio Geomecánico II: Clase III (Regular)</i> .....	132

7.3.3.	<i>Dominio Geomecánico III: Clase IV (Mala)</i> .....	133
7.4.	Secciones Geomecánicas .....	133
7.4.1.	<i>Sección Geomecánica 1</i> .....	133
7.4.2.	<i>Sección Geomecánica 2</i> .....	134
7.4.3.	<i>Sección Geomecánica 3</i> .....	134
7.4.4.	<i>Sección Geomecánica 4</i> .....	134
<b>CONCLUSIONES</b> .....		<b>135</b>
<b>RECOMENDACIONES</b> .....		<b>136</b>
<b>REFERENCIAS</b> .....		<b>137</b>
<b>ANEXOS</b> .....		<b>139</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1: Clasificación geotécnica para túneles.....	23
Tabla 2: Clasificación del tamaño medio de grano (ISRM).....	24
Tabla 3: Nomenclaturas para las litologías carbonatadas de la Formación Chambará. ....	26
Tabla 4: Resistencia a partir de Índices de Campo (ISRM).....	28
Tabla 5: Clasificación de la resistencia de la roca matriz. ....	28
Tabla 6: Clasificación del grado de meteorización/alteración de la roca matriz. ....	29
Tabla 7: Descripción del tamaño de Bloque en función del número de discontinuidades. ....	35
Tabla 8: Clasificación de la calidad del macizo rocoso en base al índice RQD. ....	35
Tabla 9: Parámetros de Clasificación según Bieniawsky. ....	37
Tabla 10: Calidad del macizo rocoso en relación al índice RMR.....	37
Tabla 11: Calidad del macizo rocoso en relación al índice GSI.....	38
Tabla 12: Clasificación de las rocas de la Unidad CH3. ....	70
Tabla 13: Valores de Módulo de Elasticidad y Coeficiente de Poisson de la Roca Intacta. ....	76
Tabla 14: Valores de Ángulo de Fricción y Cohesión de la Roca Intacta. ....	76
Tabla 15: frecuencias para espaciado y condición de discontinuidades de la Unidad CH3.....	79
Tabla 16: Valores de RMR en la Unidad CH3. ....	82
Tabla 17: Clasificación de las Calizas de la Unidad CH2. ....	83
Tabla 18: Valores de Módulo de Elasticidad y Coeficiente de Poisson de la Roca Intacta. ....	90
Tabla 19: Valores de Ángulo de Fricción y Cohesión de la Roca Intacta. ....	90
Tabla 20: Valores de RMR en las calizas de la Unidad CH2.....	95
Tabla 21: Clasificación de las Dolomitas de la Unidad CH2. ....	96
Tabla 22: Valores de Módulo de Elasticidad y Coeficiente de Poisson de la Roca Intacta. ....	103
Tabla 23: Valores de Ángulo de Fricción y Cohesión de la Roca Intacta. ....	103
Tabla 24: Valores de RMR en las Dolomitas de la Unidad CH2.....	108
Tabla 25: Clasificación de las rocas de la Unidad CH1. ....	109
Tabla 26: Valores de Módulo de Elasticidad y Coeficiente de Poisson de la Roca Intacta. ....	112
Tabla 27: Valores de Ángulo de Fricción y Cohesión de la Roca Intacta. ....	113
Tabla 28: Valores de RMR en la Unidad CH1. ....	118
Tabla 29: valores promedios de Peso Específico en el túnel Karen Milagros.....	123

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

	Pág.
Gráfica 1: Diagrama caja para valores del peso específico de la unidad CH3.....	71
Gráfica 2: Frecuencia del peso específico por rango. Unidad CH3.....	72
Gráfica 3: Diagrama caja para valores UCS de la Unidad CH3. ....	73
Gráfica 4: Frecuencia del UCS (MPa) por rangos. Unidad CH3.....	74
Gráfica 5: Frecuencia de Grado de Alteración a profundidad. Unidad CH3.....	74
Gráfica 6: Bloques en los macizos rocosos de la unidad CH3. ....	80
Gráfica 7: frecuencia de RMRs de los macizos rocosos de la Unidad CH3.....	82
Gráfica 8: Diagrama caja para valores del peso específico de las calizas de la Unidad CH2. ....	84
Gráfica 9: Frecuencia del peso específico por rango. Calizas-Unidad CH2.....	85
Gráfica 10: Diagrama caja para valores UCS de las calizas de la Unidad CH2. ....	86
Gráfica 11: Frecuencia del UCS (MPa) por rangos. Calizas- Unidad CH2. ....	87
Gráfica 12: Frecuencia de Grado de Alteración a profundidad. Calizas Unidad CH2. ....	88
Gráfica 13: Espaciado y condición de discontinuidades de las Calizas de la Unidad CH2.....	92
Gráfica 14: Tamaño de bloques en los macizos rocosos de las Calizas-Unidad CH2.....	93
Gráfica 15: Densidad de fracturación en relación al RQD de las calizas - Unidad CH2. ....	94
Gráfica 16: Condiciones Hidrogeológicas de las calizas de la Unidad CH2.....	95
Gráfica 17: Frecuencia de RMRs de las calizas de la Unidad CH2.....	96
Gráfica 18: Diagrama caja para peso específico de las dolomitas de la unidad CH2. ....	97
Gráfica 19: Frecuencia del peso específico por rango. Dolomitas-Unidad CH2. ....	98
Gráfica 20: Diagrama caja para valores UCS de las Dolomitas de la Unidad CH2.....	99
Gráfica 21: Frecuencia del UCS (MPa) por rangos. Dolomitas- Unidad CH2. ....	100
Gráfica 22: Frecuencia de Grado de Alteración a profundidad. Dolomitas-Unidad CH2.....	101
Gráfica 23: Espaciado y condición de discontinuidades de dolomitas de la Unidad CH2.....	105
Gráfica 24: Tamaño de bloques en los macizos rocosos de las Dolomitas-Unidad CH2.....	106
Gráfica 25: Densidad de fracturación en relación al RQD de las Dolomitas - Unidad CH2. ....	107
Gráfica 26: Condiciones Hidrogeológicas de las Dolomitas de la Unidad CH2.....	108
Gráfica 27: Frecuencia de RMRs de los macizos rocosos dolomíticos de la Unidad CH2. ....	109
Gráfica 28: Diagrama de valores del peso específico (MN/m <sup>3</sup> ) del techo de la unidad CH1.....	110
Gráfica 29: valores UCS. Unidad CH1.....	110
Gráfica 30: Frecuencia del grado de alteración y ocurrencia a profundidad de la Unidad CH1....	111
Gráfica 31: Frecuencias para espaciado y condición de discontinuidades de la Unidad CH1.....	115
Gráfica 32: Tamaño de bloques en los macizos rocosos-Unidad CH1. ....	116
Gráfica 33: Densidad de fracturación en relación al RQD de la Unidad CH1. ....	117
Gráfica 34: Condiciones Hidrogeológicas de la Unidad CH1. ....	118
Gráfica 35: Frecuencia de RMRs de los macizos rocosos de la Unidad CH1.....	118
Gráfica 36: Relación porcentual de Suelo y Roca perforados. ....	121
Gráfica 37: Distribución porcentual por unidad estratigráfica perforada.....	122
Gráfica 38: Pesos Específicos en el túnel Karen Milagros. ....	124
Gráfica 39: Cantidades porcentuales de grados de resistencia en el túnel Karen Milagros. ....	124
Gráfica 40: UCS del túnel Karen Milagros. ....	125
Gráfica 41: Frecuencias individuales para el grado de alteración en el túnel Karen Milagros. ....	126
Gráfica 42: Frecuencias de tipos de discontinuidades del túnel Karen Milagros. ....	127
Gráfica 43: Tamaño de bloques en los macizos rocosos de las unidades del túnel. ....	128
Gráfica 44: Densidad de fracturación en relación al RQD del túnel Karen Milagros. ....	129
Gráfica 45: Tendencias de calidad de macizo rocoso según RMR. ....	130
Gráfica 46: Variaciones del RMR.....	131



## ÍNDICE DE FOTOS

	<b>Pág.</b>
Foto 1: Detalle de válvula de presión PIN.....	53
Foto 2: Ensayo de carga puntual axial.....	54
Foto 3: Caliza mudstone laminar planar. ....	60
Foto 4: Caliza mudstone bituminosa. ....	61
Foto 5: Caliza floatstone crinoidal. ....	61
Foto 6: Caliza packstone crinoidal pelletal. ....	62
Foto 7: Dolomita packstone pelletal. ....	62
Foto 8: Dolomita packstone pseudobrecha.....	63
Foto 9: Caliza floatstone-rudstone esponja de coral.....	64
Foto 10: Caliza rudstone bivalvo marcador.....	65
Foto 11: Caliza rudstone coquina marcador. ....	65
Foto 12: Dolomita wackstone rudstone. ....	66
Foto 13: Caliza mudstone evaporítica.....	67
Foto 14: Dolomita mudstone evaporítica. ....	67
Foto 15: Dolomita mudstone de laminación algal. ....	68

## ÍNDICE DE IMÁGENES

	<b>Pág.</b>
Imagen 1: Factores geomecánicos en tunelería. ....	20
Imagen 2: Diagrama de tensión. ....	21
Imagen 3: Clasificación de rocas carbonatadas según Dunhan modificada por Embry & Klovan. .	26
Imagen 4: Esquema de las propiedades geométricas de las discontinuidades. ....	31
Imagen 5: Dirección y buzamiento en un plano de discontinuidad. ....	32
Imagen 6: Planilla de barrenación. ....	41
Imagen 7: Puntuaciones para UCS de la Roca Intacta. ....	48
Imagen 8: Puntuaciones para RQD. ....	49
Imagen 9: Puntuaciones para Espaciado (mm) de Discontinuidades. ....	49
Imagen 10: Obtención de volumen desplazado en probeta. ....	52
Imagen 11: Detalle de la pantalla lector de led. ....	55
Imagen 12: Ubicación del proyecto minero. ....	59
Imagen 13: Columna estratigráfica local. ....	68
Imagen 14: muestra los grados de alteración definidos en los cores de la unidad CH3. ....	75
Imagen 15: Planos de estratificación y superficies de laminación de la Unidad CH3. ....	77
Imagen 16: Fallas cortando a calizas mudstone .Unidad CH3. ....	78
Imagen 17: Densidad de fracturación en relación al RQD de los macizos de la Unidad CH3. ....	81
Imagen 18: Grado de alteración en tramos de sondaje diamantina. Calizas Unidad CH2. ....	89
Imagen 19: Juntas y superficies de contacto en calizas de la Unidad CH2. ....	91
Imagen 20: Grado de alteración en tramos de sondaje diamantina. Dolomitas - Unidad CH2. ....	102
Imagen 21: Junta muy rugosa en dolomita de la Unidad CH2. ....	104
Imagen 22: Grado de alteración en tramos de sondaje diamantina. Unidad CH1. ....	112
Imagen 23: Discontinuidades presentes en la Unidad CH1. ....	113
Imagen 24: Discontinuidades presentes en la Unidad CH1. ....	114

## RESUMEN

El túnel exploratorio Karen Milagros corresponde a la parte SW del Proyecto Minero Cañón Florida de la empresa MILPO ANDINA PERU SAC, ubicado en el distrito de Shipasbamba, Provincia de Bongará y Departamento de Amazonas. Este Proyecto busca desarrollar la explotación de minerales metálicos a futuro mediante laboreo subterráneo, para lo cual se necesita conocer las condiciones geomecánicas del macizo rocoso presente. Esto ha llevado a desarrollar la tesis titulada “Caracterización Geomecánica del Macizo Rocosó en la Ampliación del Túnel Exploratorio Karen Milagros, Región Amazonas, 2016””, con el objetivo principal de realizar la evaluación geomecánica de los macizos rocosos presentes en en la zona de ampliación del túnel exploratorio Karen Milagros, mediante el logueo y ensayos de carga puntual y peso específico en testigos de rocas de sondajes diamantinos, cuyos datos analizados estadísticamente, ayudaron a identificar los dominios geomecánicos, así como elaborar cuatro secciones geomecánicas claves NW y un plano geomecánicos del nivel 2370, en base al sistema de clasificación RMR (1989) (Rock Mass Rating). La primera fase comprendió la recopilación de información bibliográfica, posterior a ello se elaboró las secciones en base a 18 sondajes diamantinos de acuerdo al extensión de la zona de interés, los cuales fueron logueados y ensayados, obteniéndose así la data de los cinco parámetros geomecánicos para el cálculo del RMR (1989). Al final se pudo identificar tres Dominios Geomecánicos: Dominio Geomecánico I con macizos rocosos de Buena calidad, Dominio Geomecánico II con macizos rocosos de Regular calidad y Dominio Geomecánico III con Macizos rocosos de mala Calidad; siendo los dos primeros los más predominantes.

## ABSTRACT

The exploratory tunnel Karen Milagros corresponds to the SW part of Florida Canyon Mining Project company MILPO ANDINA PERU SAC, located in the Shipasbamba District, Province of Bongará and Department of Amazonas. This project seeks to develop future exploitation of metallic minerals by underground tilling, for which you need to know the geomechanical conditions of the rock mass present. This has led to develop the thesis entitled "Characterization Geomechanics Rock Mass in the Extension Tunnel Exploratory Karen Milagros, Region Amazonas, 2016" ", with the main objective of making the geomechanical assessment of rock masses present in the area of enlargement deltúnel exploratory Karen Milagros, through logging and testing point load and weight in witnesses rocks diamond drilling, the data statistically analyzed, helped identify the geomechanical domains as well as develop four geomechanical sections key NW and geomechanical level plane 2370, based on RMR classification system (1989) (Rock Mass rating). The first phase involved the collection of bibliographic information, after this the sections were developed based on 18 diamond drilling according to the size of the area of interest, which were logged and tested, thus obtaining the data of the five geomechanical parameters RMR calculation (1989). In the end Geomechanical could identify three domains: Domain I Geomecánico with good quality rock masses, domain Geomecánico II with rock mass quality and Domain Regular Geomecánico III with sleazy rock masses; the first two being the most prevalent.

## **NOTA DE ACCESO**

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

## REFERENCIAS

- ALIAGA CH. , M. (2005): "Estudio Geológico – Geotécnico para la Rehabilitación de la Carretera Corral quemado – Río Nieva Tramo I: Puerto Naranjito – Pedro Ruiz", Lima.
- BARTON, N., (2007): "Future directions for rock mass classification and characterization". Proc. Rock. Mechanics Challenges. Taylor & Francis, London, 179-188.
- BIENIAWSKI, ZT. , (2009): "Una revisión crítica del papel de las clasificaciones geomecánicas en los túneles y la minería", Madrid.
- Bieniawski, ZT, (2001): Construyendo puentes para el siglo XXI entre la Ingeniería, la Geología y la Sociedad. IngeoPres, Madrid, no.100, Diciembre, 10-22.
- BIENIAWSKI ZT. , (1989): "Engineering Rock Mass Clasification" Wiley – Interscience Publication, Madrid.
- BRADY, B. & BROWN, E. (1985): "Rock mechanics for underground mining", Allen & Unwin, London.
- CASTRO M., F. (2010): "Zonificación Ecológica y Económica del Departamento de Amazonas", Lima
- CÓRDOVA R., N.D., (2007): "Dimensionamiento Geomecánico del Minado Subniveles con Taladros", Santiago.
- CÓRDOVA R., N.D., (2007): "Copias del Curso Caracterización de los Macizos Rocosos en Minería y Obras Civiles" Master Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Minerales Lima Perú Programa ALFA (América Latina Formación Académica), auspiciado por la Comunidad Económica Europea.
- CÓRDOVA R., N.D. y Colaboradores, (2005): "Evaluación Geomecánica de la Mina Bolivar y del Proyecto Mina Popó – Oruro – Bolivia" Informe Técnico preparado para Compañía Minera del Sur S.A. COMSUR S.A.
- CÓRDOVA R., N.D., (2000): "Aspectos de la Mecánica de Rocas y sus Aplicaciones". En Revista El Ingeniero de Minas del CIP, N° 19, Santiago.
- GONZALES, L. (2002): Ingeniería Geológica, Prentice Hall.
- HOEK, E AND BROWN, ET, (1988): "The Hoek-Brown failure criterion" - a 1988 update. Proc. 15th. Canadian Rock Mech. Symp., Univ. of Toronto, Toronto, 31-38.

- IGME (2000): "Mecánica de rocas aplicada a la minería metálica subterránea", Instituto Geológico y Minero de España, Madrid.
- LOPEZ J., M. (2006): "Geología Aplicada a la Ingeniería Civil", 564 páginas.
- POZO R., M. (2004): "Geología Práctica", Ed Pearson.
- SALCEDO D. A. (1983): "Macizos Rocosos: Caracterización, Resistencia al Corte y Mecanismos de Rotura", Conferencia 25avo Aniversario Soc. Venezolana de Mecánica del Suelo e Ingeniería de Fundaciones, Caracas.
- SERAFIM, J. & PEREIRA J. P. (1983): "Consideration of the geomechanical classification of Bieniawski", Proc. Int. Symp. on Engineering Geology and Underground Construction, Lisboa, 1(II).
- SÁNCHEZ, A. (1995): "Geología de los Cuadrángulos de Bagua Grande, Jumbilla, Lonya Grande, Chachapoyas, Rioja, Leimebamba y Bolivar- Boletín N°56 Serie A ", Lima.
- SUÁREZ D., J. (1998): "Deslizamiento y Estabilidad de Taludes en Zonas Tropicales", Bucaramanga.
- VALLEJO C., C. (2013): "Estado Actual de las Clasificaciones Geomecánicas y la Influencia Tensional", Lima.