

TABLA DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	I
RESUMEN.....	III
ABSTRACT	V
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 OBJETIVOS	2
1.2.1 OBJETIVO GENERAL.....	2
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
1.3 ALCANCES.....	3
1.4 METODOLOGÍA	3
1.5 RESULTADOS ESPERADOS	5
CAPÍTULO 2. ANTECEDENTES GENERALES.....	6
2.1 MARCO GEOLÓGICO	6
2.2 UBICACIÓN.....	7
CAPÍTULO 3. MARCO CONCEPTUAL	8
3.1 MAPEO GEOTÉCNICO.....	8
3.2 CLASIFICACIÓN ROCK QUALITY DESIGNATION.....	8
3.3 CLASIFICACIÓN Q DE BARTON.....	9
3.4 CLASIFICACIÓN ROCK MASS RATING	10
3.5 MÉTODO GRÁFICO DE MATHEWS.....	11
3.6 MÉTODO GRÁFICO DE LUNDER Y PAKALNIS.....	15
3.7 MODELAMIENTO NUMÉRICO	17
3.7.1 METODOLOGÍA DEL MODELAMIENTO.....	19
CAPÍTULO 4. ENSAYOS DE LABORATORIO	20
4.1 ENSAYO NO DESTRUCTIVO: DENSIDAD.....	20

4.2	ENSAYO DESTRUCTIVO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAxIAL	21
4.3	ENSAYO DESTRUCTIVO: RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA, MÉTODO BRASILEÑO.	26

CAPÍTULO 5. MODELO GEOTÉCNICO30

5.1	MAPEO DE ESTRUCTURAS	30
5.2	CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA	35
5.2.1	DEFINICIÓN DE UNIDADES GEOTÉCNICAS	35
5.2.2	CÁLCULO DE RMR_{89}	35
5.2.3	CÁLCULO DEL GSI	38
5.2.4	CÁLCULO Q' DE BARTON	39
5.2.5	RESULTADOS MODELO GEOTÉCNICO	41

CAPÍTULO 6. EVALUACIÓN DE ESTABILIDAD DE CASERONES, MÉTODO EMPÍRICO42

6.1	CASERONES NIVEL 10, MINA LA FLOR	42
6.2	MÉTODO GRÁFICO DE ESTABILIDAD DE MATHEWS 1981	43
6.2.1	ÍNDICE Q'	43
6.2.2	FACTOR A	44
6.2.3	FACTOR B	48
6.2.4	FACTOR C	49
6.2.5	NÚMERO N DE ESTABILIDAD	50
6.2.6	CASERONES NIVEL 10	51

CAPÍTULO 7. EVALUACIÓN DE ESTABILIDAD DE LOZAS Y PILARES, MÉTODO EMPÍRICO.....54

7.1	MÉTODO GRÁFICO DE ESTABILIDAD DE LUNDER Y PAKALNIS 1997	54
7.2	DIMENSIONAMIENTO Y EVALUACIÓN DE PILARES	55
7.3	ANÁLISIS DE PILAR DE CORONA MEDIANTE SCALED SPAN, GOLDER ASSOCIATES (1990)	57

CAPÍTULO 8. MODELAMIENTO NUMÉRICO59

8.1	GEOMETRÍA DEL MODELO	59
8.2	PROPIEDADES GEOMECAÑICAS DEL MODELO	60
8.3	ESTADOS DE ESFUERZOS PRE-MINERÍA	61

8.4	ETAPAS DEL MODELO	62
8.5	GRILLAS PARA RESULTADOS	63
8.6	RESULTADO Y ANÁLISIS DEL MODELAMIENTO NUMÉRICO	64
8.6.1	ETAPA 1: RAMPAS Y GALERÍAS ACTUALES	64
8.6.2	ETAPA 2: CASERONES Y PILARES.....	67
8.6.3	ETAPA 3: EXTRACCIÓN DE PILARES MINEROS.....	70
CAPÍTULO 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		76
CAPÍTULO 10. BIBLIOGRAFÍA.....		79
ANEXO A: DATOS PARA CLASIFICACIÓN RMR₈₉		A
APÉNDICE A.....		C
APÉNDICE B		O

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 2.1: Ubicación Mina La Flor, Distrito de Chancón	7
FIGURA 3.1: Gráfico de estabilidad de Mathews et al., (1981)	12
FIGURA 3.2: Gráfico de cálculo Factor A, Mathews et al., (1981)	13
FIGURA 3.3: Gráfico de cálculo Factor B, Mathews et al., (1981).....	14
FIGURA 3.4: Gráfico de cálculo Factor C, Mathews et al., (1981).....	14
FIGURA 3.5: Gráfico de estabilidad de pilares, Lunder y Pakalnis (1997) para un $K=44\%$	17
FIGURA 3.6: Técnica de modelamiento numérico: elemento de borde	18
FIGURA 3.7: Criterio de falla de Hoek-Brown (2002) en esfuerzos principales	19
FIGURA 4.1: Probeta ensayada, Caja #1.....	22
FIGURA 4.2: Probeta ensayada, Veta #1	23
FIGURA 4.3: Probeta ensayada, Veta #2	24
FIGURA 4.4: Ensayo de tracción indirecta, método brasileño	26
FIGURA 4.5: Probeta ensayada, Caja #3.....	27
FIGURA 4.6: Probeta ensayada, Caja #4.....	28
FIGURA 5.1: Diagrama de polos de estructuras mapeadas, Dips 5.1.....	31
FIGURA 5.2: Diagrama de contornos o densidad de estructuras mapeadas. Dips 5.1.....	32
FIGURA 5.3: Diagrama de densidad corregido por Terzaghi (1965).Dips 5.1.....	33
FIGURA 5.4: Sets identificados para densidad corregida por Terzaghi (1965).Dips 5.1 ..	33
FIGURA 5.5: Orientación de sets definidos para Mina La Flor. Dips 5.1	34
FIGURA 5.6: Clasificación geomecánica GSI	39
FIGURA 5.7: Clasificación Q de Barton (1974).....	40
FIGURA 6.1: Vista en planta galería Nivel 10	42
FIGURA 6.2: Curvas para estimación de esfuerzos inducidos en techos y paredes de término, modificación de Stewart y Forsyth (1995).....	45
FIGURA 6.3: Curvas para estimación de esfuerzos inducidos en cajas, modificación de Stewart y Forsyth (1995)	45
FIGURA 6.4: Profundidad Nivel 10, Mina La Flor.....	46
FIGURA 6.5: Esfuerzo inducido en techo según profundidad.....	47
FIGURA 6.6: Esfuerzo inducido en paredes de caja según profundidad	47
FIGURA 6.7: Factor A, Nivel 10.....	48
FIGURA 6.8: Factor C. Nivel 10. Modificado de Mathews et al., (1981)	50
FIGURA 6.9: Corrida del caserón según la profundidad del sector.....	51
FIGURA 6.10: Caserones definidos mediante Mathews et al., (1981)	53
FIGURA 7.1: Esfuerzo vertical sobre pilares	55
FIGURA 7.2: Factor de Seguridad del pilar de corona mediante Scaled Span, Golder (1990)	58

FIGURA 8.1: Geometría del modelo obtenido de Minesight	59
FIGURA 8.2: Propiedades UG2. Map3D	60
FIGURA 8.3: Esfuerzos in situ en pre-minería. Map3D.....	61
FIGURA 8.4: Paso 1, condición actual. Map3D.....	62
FIGURA 8.5: Paso 2, diseño con caserones. Map3D	63
FIGURA 8.6: Grilla para resultados del modelo. Map3D	64
FIGURA 8.7: Esfuerzo principal mayor para la condición actual. Map3D	65
FIGURA 8.8: Esfuerzo principal menor para la condición actual. Map3D	66
FIGURA 8.9: Factor de Seguridad SFA para Nivel 10 etapa actual, corte transversal. Map3D	66
FIGURA 8.10: Esfuerzo principal mayor para pilares luego de la etapa 2. Map3D	67
FIGURA 8.11: Esfuerzo principal mayor para caserones luego de la etapa 2. Corte transversal. Map3D.....	68
FIGURA 8.12: Esfuerzo principal menor luego de la etapa 2 en pilares. Map3D	69
FIGURA 8.13: Esfuerzo principal menor luego de etapa 2. Corte transversal. Map3D	69
FIGURA 8.14: Factor de Seguridad SFA al final de la etapa 2. Map3D	70
FIGURA 8.15: Modelo optimizado, etapa 3. Map3D.....	71
FIGURA 8.16: Esfuerzo principal mayor en pilares para etapa 3. Map3D.....	71
FIGURA 8.17: Esfuerzo principal mayor en caserones para etapa 3. Corte transversal. Map3D.....	72
FIGURA 8.18: Esfuerzo principal menor para pilares en etapa 3. Map3D.....	73
FIGURA 8.19: Esfuerzo principal menor para caserones. Corte transversal. Map3D	73
FIGURA 8.20: Factor de Seguridad SFA para etapa 3. Map3D	74
FIGURA 8.21: Factor de Seguridad para sill pillar en etapa 3. Corte transversal. Map3D75	

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 3.1: Calidad de roca según sistema de clasificación RQD	9
TABLA 3.2: Calidad de roca para índice Q.....	10
TABLA 3.3: Calidad de roca según RMR	11
TABLA 4.1: Densidades para muestra de veta y caja, Mina La Flor.....	21
TABLA 4.2: Resultado ensayo de compresión uniaxial, Caja #1	22
TABLA 4.3: Resultados ensayos de compresión uniaxial, Veta #1	23
TABLA 4.4: Resultados ensayos de compresión uniaxial, Veta #2.....	24
TABLA 4.5: Resumen de resultados de compresión uniaxial, Mina La Flor	25
TABLA 4.6: Promedio UCS para veta y caja	25
TABLA 4.7: Resultados ensayos de tracción indirecta, Caja # 3.....	27
TABLA 4.8: Resultados ensayos de tracción indirecta, Caja #4.....	28
TABLA 4.9: Resumen ensayos de tracción indirecta, Nivel 10.....	29
TABLA 5.1: Orientación de las discontinuidades presentes en el macizo rocoso, Nivel 10	30
TABLA 5.2: Orientación de sets definidos.....	34
TABLA 5.3: Unidad geotécnica, Nivel 10.....	35
TABLA 5.4: Rating UCS para caja y veta.....	36
TABLA 5.5: Rating por RQD.....	36
TABLA 5.6: Rating espaciamiento.....	37
TABLA 5.7: Rating condición de discontinuidades	37
TABLA 5.8: Rating agua.....	38
TABLA 5.9: Resumen de valores en el modelo geotécnico	41
TABLA 5.10: Clasificaciones geotécnicas por UG	41
TABLA 6.1: Orientación galería y caserones Nivel 10	43
TABLA 6.2: Valores de K para Mina La Flor	44
TABLA 6.3: Factor B, Nivel 10	48
TABLA 6.4: Ángulo caserón respecto plano horizontal	49
TABLA 6.5: Factor C para cada UG, Nivel 10.....	49
TABLA 6.6: Rango valor predictivo P	51
TABLA 6.7: Caserones definidos para Nivel 10	52
TABLA 7.1: Factor de Seguridad de pilares definidos según Lunder y Pakalnis (1997) ..	56
TABLA 7.2: Parámetros pilar escalado	57
TABLA 9.1: Clasificaciones geotécnicas, Nivel 10.....	76