



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
BIBLIOTECA EDUARDO COTE LAMUS



## RESUMEN TESIS DE GRADO

**AUTOR (ES):**

**NOMBRE (S):** SINDY MELISSA **APELLIDOS:** MANCILLA  
**NOMBRE (S):** \_\_\_\_\_ **APELLIDOS:** \_\_\_\_\_

**FACULTAD:** INGENIERÍA

**PLAN DE ESTUDIOS:** INGENIERÍA DE MINAS

**DIRECTOR:**

**NOMBRE (S):** YESID **APELLIDOS:** CASTRO DUQUE

**TITULO DE LA TESIS:** DISEÑO DEL MÉTODO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO DEL FRENTE 2 Y, PLAN DE CIERRE Y ABANDONO DEL FRENTE 1 DE LA MINA DE ARCILLA ZULIA, PROPIEDAD DE LA EMPRESA CERÁMICA ITALIA S.A.

**RESUMEN:**

Se realizaron visitas de reconocimiento a la Mina Zulia con las cuales se conoció la problemática actual del proyecto minero, por medio de recolección e interpretación de la información de la mina. Igualmente, se diseñaron las labores ambientales y de explotación del Frente 2, aplicando la normatividad minero-ambiental exigidas por las entidades competentes, diseñando el plan de cierre y abandono en el Frente 1.

Palabras clave: explotación, cielo abierto, frente, cierre, mina.

**CARACTERÍSTICAS:**

**PAGINAS:** 274

**PLANOS:** 11

**ILUSTRACIONES:**

**CD-ROM:** 1

DISEÑO DEL MÉTODO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO DEL FRENTE 2  
Y, PLAN DE CIERRE Y ABANDONO DEL FRENTE 1 DE LA MINA DE ARCILLA  
ZULIA, PROPIEDAD DE LA EMPRESA CERÁMICA ITALIA S.A.

SINDY MELISSA MANCILLA

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA DE MINAS  
SAN JOSÉ DE CÚCUTA  
2013

DISEÑO DEL MÉTODO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO DEL FRENTE 2  
Y, PLAN DE CIERRE Y ABANDONO DEL FRENTE 1 DE LA MINA DE ARCILLA  
ZULIA, PROPIEDAD DE LA EMPRESA CERÁMICA ITALIA S.A.

SINDY MELISSA MANCILLA

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de  
Ingeniero de Minas

Director  
YESID CASTRO DUQUE  
Ingeniero de Minas

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA DE MINAS  
SAN JOSÉ DE CÚCUTA  
2013



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS  
PLAN DE ESTUDIOS INGENIERIA DE MINAS

**ACTA DE SUSTENTACION DE UN TRABAJO DE GRADO**

FECHA: Cúcuta, 03 de Octubre de 2013 HORA: 4:00 p.m.  
LUGAR: SCREAD – AULA DE FOTOGRAFIA  
PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERIA DE MINAS

TITULO DE LA TESIS: "DISEÑO DEL METODO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO DEL FRENTA 2 Y, PLAN DE CIERRE Y ABANDONO DEL FRENTA 1. DE LA MINA DE ARCILLA ZULIA , PROPIEDAD DE LA EMPRESA CERAMICA ITALIA S.A."

**JURADOS:** Ing. RAIMUNDO PEREZ GOMEZ ENTIDAD: U. F. P. S.  
Ing. SANDY MARCELO PARRA PEÑARANDA ENTIDAD: U. F. P. S.  
Lic. JORGE GARCIA ENTIDAD: U. F. P. S.

**DIRECTOR:** Ing. YESID CASTRO DUQUE

NOMBRE DE LOS ESTUDIANTE	CODIGO	CALIFICACIÓN		
		NUMERO	LETRA	(A) (M) (L)
SINDY MELISSA MANCILLA	0180907	4,2	CUATRO. DOS	APROBADO

OBSERVACIONES:

FIRMA DE LOS JURADOS:

Vº. Bº.

**COORDINADOR COMITÉ CURRICULAR**

## CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	21
1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	22
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	22
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	22
1.3 JUSTIFICACIÓN	22
1.4 OBJETIVOS	23
1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES	23
1.6 DELIMITACIONES	24
2. REFERENTES TEÓRICOS	26
2.1 ANTECEDENTES	26
2.2 MARCO TEÓRICO	26
2.3 MARCO LEGAL	30
3. METODOLOGÍA	38
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	38
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA	38
3.3 INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	38
3.4 TÉCNICAS DE ANÁLISIS	39
3.5 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	39
4. TOPOGRAFÍA	40

4.1 EQUIPOS Y SOFTWARE	41
4.2 ACTUALIZACION DE LOS FRENTES 1 Y 2 DE LA MINA ZULIA	42
5. ASPECTOS GEOLÓGICOS	43
5.1 GEOLOGÍA REGIONAL	43
5.1.1 Estratigrafía	43
5.1.2 Geología estructural	46
5.2 GEOLOGÍA LOCAL	46
5.2.1 Geomorfología	46
5.2.1 Estratigrafía	46
5.3 GEOLOGÍA ECONÓMICA	48
5.3.1 Cálculo de reservas	49
6. CARACTERÍSTICAS FISICO-CERAMICAS DE LAS ARCILLAS	51
6.1 PROPIEDADES DE LAS ARCILLAS	51
6.1.1 Origen de las arcillas	51
6.1.2 Composición química y mineralógica	51
6.1.3 Propiedades físico-cerámicas	53
6.1.4 Muestreo	57
6.1.5 Ensayos físico – cerámicos	57
7. CARACTERIZACIÓN MACIZO ROCOSO	64
7.1 DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DEL RMR	65
7.1.1 Esfuerzo a la compresión inconfiada ó uniaxial ( $\sigma_c$ )	65
7.1.2 Resistencia a la compresión simple	70
7.1.3 Índice de calidad de la roca ó RQD	70

7.1.4 Espaciamiento	71
7.1.5 Condiciones de las discontinuidades	72
7.2 VALORACIÓN GENERAL DEL MACIZO ROCOSO	75
7.2.1 Determinación del índice de resistencia geológico	77
7.2.2 Criterio de rotura de Hoek – Brown	79
7.2.3 Cálculo de los esfuerzos principales y deformaciones en el macizo rocoso.	79
7.2.4 Propiedades del macizo rocoso, obtenidas por medio del Roclab.	81
8. ELECCION DEL METODO DE EXPLOTACIÓN	82
8.1 PARÁMETROS PARA LOS CRITERIOS DE SELECCIÓN	82
8.2 MÉTODOS DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO	83
8.3 SELECCIÓN DE BLOQUES MINEROS Y MANTOS EXPLOTABLES	87
8.3.1 Elección del método de explotación	87
8.4 CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN	89
8.4.1 Sistema totalmente discontinuo	89
8.4.2 Sistema mixto con trituradora estacionaria dentro de la explotación	89
8.4.3 Sistema mixto con trituradora semimóvil dentro de la explotación	89
8.4.4 Sistema de transporte mixto y arranque continuo	90
8.4.5 Sistema de arranque y transporte continuos	90
8.5 SELECCIÓN DEL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN	90
9. PLANEAMIENTO Y DISEÑO DE LA EXPLOTACIÓN	91
9.1 PARAMETROS GEOMETRICOS	91
9.2 DISEÑO DE LOS TALUDES DE EXPLOTACIÓN.	94
9.2.1 Determinación de los parámetros geométricos de los taludes	94

9.3 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD	98
9.3.1 Representación estereográfica (DIPS)	100
9.4 DISEÑO DE LA ESCOMBRERA	110
9.4.1 Selección del área para escombreras	110
9.4.2 Evaluación del área seleccionada	112
9.4.3 Método de disposición de estériles	113
9.4.4 Diseño de la escombrera	115
9.4.5 Capacidad de la escombrera	115
9.4.6 Análisis de estabilidad	116
9.5 EVALUACIÓN DE LA MAQUINARIA PARA EL FRENTE 2 MINA ZULIA	121
9.5.1 Cálculo de rendimiento	124
9.6 DESCRIPCIÓN Y ADECUACIÓN DE LA MINA ZULIA FRENTE 2	135
9.6.1 Adecuación de vías de acceso	135
9.6.2 Labores mineras	135
9.6.3 Operación de descapote	135
9.6.4 Labores de explotación	136
9.7 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	137
9.8 ADMINISTRACIÓN DE LA MINA ZULIA	138
9.8.1 Organización administrativa	138
9.8.2 Recursos humanos	139
10. EVALUACIÓN AMBIENTAL	140
10.1 EVALUACIÓN Y CALIFICACIÓN DE IMPACTOS	140
10.1.1 Metodología de valoración	140
10.1.2 Descripción de impactos y su calificación	144

10.1.3 Descripción e identificación de los impactos generados sobre el medio biótico y abiótico	146
10.1.4 Descripción e identificación de los impactos generados sobre el medio socioeconómico y cultural	151
10.2 MEDIDAS ALTERNATIVAS DE MANEJO AMBIENTAL	154
10.2.1 Manejo Ambiental de polvo	154
10.2.2 Manejo ambiental del ruido	155
10.2.3 Manejo ambiental de agua residuales mineras	156
10.2.4 Manejo ambiental del suelo	159
10.2.5 Manejo ambiental de estériles y escombros	160
10.2.6 Manejo ambiental de la vegetación	161
10.2.7 Manejo ambiental de fauna y flora	161
10.2.8 Manejo ambiental del paisaje	163
10.2.9 Manejo ambiental de residuos sólidos	163
10.3 PLAN DE GESTIÓN SOCIAL	165
10.4 PLAN DE SEGUIMIENTO, CONTROL Y EVALUACIÓN	167
10.5 PLAN DE CIERRE Y ABANDONO FRENTE 2	168
10.6 COSTOS Y CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DE LAS MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL	170
11. EVALUACIÓN ECONÓMICA	173
11.1 RESUMEN DE COSTOS DE PRODUCCIÓN	173
11.2 COSTOS DE CAPITAL O INVERSIONES	174
11.2.1 Inversiones existentes	174
11.2.2 Inversiones a realizar	174
11.3 COSTOS DE OPERACIÓN	176

11.3.1 Costos indirectos o variables	176
11.3.2 Costos directos o fijos	176
11.3.3 Costos generales	177
11.4 FACTOR DE AGOTAMIENTO	180
11.5 COSTOS DE CAPITAL	180
11.5.1 Depreciación	180
11.5.2 Regalías	181
11.6 COSTO POR TONELADA	182
11.7 ANÁLISIS FINANCIERO	183
11.7.1 Flujo de caja	183
11.7.2 Tasa interna de retorno	185
11.7.3 Valor Presente Neto (VPN)	185
11.7.4 Punto de equilibrio	186
12. PLAN DE CIERRE Y ABANDONO FRENTE 1	188
12.1 PROPUESTA DE CIERRE	188
12.2 OBJETIVOS DEL PLAN	188
12.3 CRITERIOS DE CIERRE	189
12.4 DESCRIPCIÓN FRENTE 1 MINA ZULIA	189
12.4.1 Área de influencia	189
12.4.2 Ubicación	189
12.5 COMPONENTES ALTERADOS EN EL FRENTE 1.	190
12.5.1 Frente de explotación 1	190
12.5.2 Vías de acceso	191
12.5.3 Escombrera	192

12.5.4 Labores de drenaje	192
12.6 MEDIDAS DE CIERRE PROYECTADAS	194
12.6.1 Información y comunicación a la comunidad	195
12.6.2 Contratación de mano de obra no calificada	195
12.6.3 Educación y capacitación	196
12.6.4 Manejo paisajístico y perfilado de talud final	197
12.6.5 Manejo de aguas	199
12.6.6 Manejo del suelo	201
12.6.7 Manejo de la flora	202
12.6.8 Manejo de la fauna	204
12.7 CRONOGRAMA DE CIERRE FINAL FRENTE 1	205
12.8 PRESUPUESTO DE CIERRE FINAL FRENTE 1	206
13. CONCLUSIONES	207
14. RECOMENDACIONES	210
BIBLIOGRAFÍA	211
ANEXOS	213