



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
DIVISIÓN BIBLIOTECA EDUARDO COTE LAMUS
RESUMEN TRABAJO DE GRADO



AUTORES:

NOMBRES: ALBA LUZ **APELLIDOS:** BERMÚDEZ PULGARÍN
NOMBRES: DAYANA CECILIA **APELLIDOS:** SERNA MOJICA

FACULTAD: INGENIERIAS

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA DE MINAS

DIRECTOR:

NOMBRES: RAIMUNDO ALONSO **APELLIDOS:** PÉREZ GÓMEZ

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE EXPLOSIVIDAD Y CARACTERIZACIÓN DEL POLVO DE CARBÓN PARA EL DISEÑO DE UN PLAN DE PREVENCIÓN Y CONTROL EN EL SUBNIVEL UNO DE LA MINA LA ARGELIA

RESUMEN:

El proyecto fue desarrollado en el Subnivel Uno de la mina La Argelia, donde se realizó un diagnóstico de las condiciones actuales de las labores mineras y del circuito de ventilación; fue orientado a determinar las tasas de depositación de polvo de carbón, la caracterización química y petrográfica, los niveles de explosividad con el equipo CDEM-1000 e igualmente, la elaboración de un plan técnico para la prevención y control del polvo de carbón, con el objetivo de mejorar las condiciones de seguridad en la mina y contribuir a la reducción de las enfermedades laborales en los trabajadores.

Palabras claves: mina, ventilación, carbón, polvo, seguridad, plan.

CARACTERÍSTICAS:

PÁGINAS: 276 **PLANOS:** **ILUSTRACIONES:** **CD ROOM:** 1

DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE EXPLOSIVIDAD Y CARACTERIZACIÓN DEL
POLVO DE CARBÓN PARA EL DISEÑO DE UN PLAN DE PREVENCIÓN Y CONTROL
EN EL SUBNIVEL UNO DE LA MINA LA ARGELIA

ALBA LUZ BERMÚDEZ PULGARÍN
DAYANA CECILIA SERNA MOJICA

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

2015

DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE EXPLOSIVIDAD Y CARACTERIZACIÓN DEL
POLVO DE CARBÓN PARA EL DISEÑO DE UN PLAN DE PREVENCIÓN Y CONTROL
EN EL SUBNIVEL UNO DE LA MINA LA ARGELIA

ALBA LUZ BERMÚDEZ PULGARÍN

DAYANA CECILIA SERNA MOJICA

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

Director

RAIMUNDO ALONSO PÉREZ GÓMEZ

Ingeniero de Minas

MSc. En prácticas pedagógicas

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA DE MINAS

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2015

ACTA DE SUSTENTACION DE UN TRABAJO DE GRADO

FECHA. Cúcuta, 28 de Mayo de 2015

HORA: 10:00 a.m.

LUGAR: CREAD SALA 3

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERIA DE MINAS

TITULO DE LA TESIS: "DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE EXPLOSIVIDAD Y CARACTERIZACIÓN DEL POLVO DE CARBON PARA EL DISEÑO DE UN PLAN DE PREVENCIÓN Y CONTROL EN EL SUBNIVEL UNO DE LA MINA LA ARGELIA".

JURADOS: Ing. GERMAN MENDEZ GOMEZ
Ing. JOSE LUIS GOMEZ HERNANDEZ
Lic. ANA MILENA GOMEZ SOTO

ENTIDAD: U. F. P. S.
ENTIDAD: U. F. P. S.
ENTIDAD: U. F. P. S.

DIRECTOR: Ing. RAIMUNDO ALONSO PEREZ GOMEZ

NOMBRE DE LOS ESTUDIANTE	CODIGO	CALIFICACIÓN		
		NUMERO	LETRA	(A) (M) (L)
ALBA LUZ BERMUDEZ PULGARIN		1180256	4.5 CUATRO, CINCO	MERITORIO
DAYANA SERNA MOJICA		1180115	4.5 CUATRO, CINCO	MERITORIO

OBSERVACIONES:

FIRMA DE LOS JURADOS:



Vº. Bº. 
COORDINADOR COMITÉ CURRICULAR

Dedicatoria

Este proyecto de grado se lo dedico a mi Dios quien me supo guiar por el buen camino, dándome fuerzas para seguir adelante y no decaer ante los problemas que se presentaron, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

Agradezco la confianza y el apoyo brindado por mis padres, Luz Marina y Álvaro, que sin duda alguna en este trayecto de mi vida me han demostrado su amor, apoyo incondicional y sacrificios, gracias por darme una carrera para mi futuro y por creer en mí. Es por ellos que soy una mejor persona. Los amo con mi vida.

A mis hermanas, Alejandra y Lina, por estar siempre a mi lado por apoyarme en mis decisiones, escucharme en los momentos que lo necesitaba, han sido un ejemplo para mí, por ser mujeres emprendedoras y sacar adelante a nuestra familia, a mi sobrina Paulina, por llenar nuestro hogar de mucha felicidad.

A Michell por estar a mi lado apoyándome en las buenas y en las malas, por su comprensión y motivación, dándome ánimos para finalizar este proyecto.

Un agradecimiento a todos mis familiares y amigos que en algún sentido han contribuido a la consecución de este logro, espero contar siempre con su valioso e incondicional apoyo.

Alba Luz Bermúdez Pulgarín

Dedicatoria

Este triunfo es obra y misericordia de Dios, a quien dedico un logro más en mi caminar, por ser el mi principal guía, dándome las fuerzas necesarias para salir adelante y enseñarme a enfrentar las adversidades sin decaer en el intento.

A mis padres Miriam Mojica y José Ramiro Serna quienes a lo largo de toda mi vida me han apoyado y motivado; su tenacidad y lucha interminable ha hecho de ellos un gran ejemplo a seguir por mí. A ellos le agradezco por creer en mí y por el gran amor y confianza que siempre me han brindado.

A mis hermanos y familiares por ofrecerme su apoyo durante todo este trayecto, dándome ejemplo de superación, humildad y sacrificio, de la misma manera esto me ayudo para demostrarles que la vida no es vivir si no surgir. Por eso con todo mi cariño una muestra más de mis logros, ya que ustedes fomentaron en mí el deseo de superación y triunfo en la vida.

A todas aquellas personas que de una u otra manera me apoyaron en esta etapa de mi vida, dándome fuerzas y valor para no flaquear en los momentos de desespero.

Dayana Cecilia Serna Mojica

Agradecimientos

Las autoras expresan sus agradecimientos a:

Universidad Francisco de Paula Santander por el apoyo y recursos brindados.

Raimundo Alonso Pérez Ingeniero de Minas, por manifestarnos su interés en dirigir nuestro trabajo de grado. Su apoyo, compromiso y confianza en nuestro trabajo y su capacidad para guiar nuestras ideas ha sido un aporte invaluable, no solamente en el desarrollo de esta tesis, sino también en nuestra formación como investigadoras. Las ideas propias, siempre enmarcadas en su orientación y rigurosidad, ha sido la clave del buen trabajo que hemos realizados juntos. Le agradecemos también el habernos facilitado siempre los medios suficientes para para llevar a cabo todas las actividades propuestas durante el desarrollo de la tesis. Muchas gracias por el apoyo incondicional que nos brindó.

Jorge Molina Escobar Ingeniero de minas y metalurgia de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín gracias por su colaboración, paciencia y generosidad para compartir su experiencia y amplio conocimiento sobre el tema de desarrollo de esta tesis, siendo de gran ayuda para darle cumplimiento a nuestros objetivos.

Laboratorio de Carbones de La Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín por su valioso aporte a este proyecto.

Omar Barragán Bohórquez, Tecnólogo de Minas, titular del derecho minero de la mina la Argelia, por permitirnos desarrollar este estudio y por ofrecer toda la información necesaria para el desarrollo exitoso de este.

Contenido

	pág.
Introducción	25
1. Problema	28
1.1 Título	28
1.2 Planteamiento del Problema	28
1.3 Formulación del Problema	30
1.4 Objetivos	31
1.4.1 Objetivo general	31
1.4.2 Objetivos específicos	31
1.5 Justificación	32
1.6 Alcances y Limitaciones	33
1.6.1 Alcances	33
1.6.2 Limitaciones	33
1.7 Delimitaciones	33
1.7.1 Delimitación espacial	33
1.7.2 Delimitación temporal	34
2. Marco de Referencia	35
2.1 Antecedentes	35
2.1.1 Antecedentes bibliográficos	35
2.2 Marco Teórico	38
2.2.1 Polvo	38
2.2.2 Polvo explosivo	39

2.2.3 Polvo de carbón	39
2.2.4 Generación de polvo de carbón en las minas	41
2.2.5 Etapas involucradas en una explosión de polvo de carbón	43
2.2.6 Aspectos importantes en una explosión	44
2.2.7 Explosión de polvo de carbón	48
2.2.8 Proceso de la explosión	49
2.2.9 Propagación de la llama	51
2.2.10 Velocidad de propagación de la llama	52
2.2.11 Características del polvo de carbón	53
2.2.12 Composición maceral del carbón y el grado de explosividad	56
2.2.13 Funciones de explosividad	57
2.2.13.1 Función que depende de las propiedades físicas del carbón (FE1)	58
2.2.13.2 Análisis próximos	60
2.2.13.3 Función que depende de la composición química del carbón (FM2)	61
2.2.13.4 Correlación entre las funciones de explosividad FE1 vs FE2	62
2.2.13.5 Índice de explosividad IE2	64
2.2.13.6 Coeficiente de explosividad Kex	64
2.2.14 Tasa de depositación	64
2.2.14.1 Cuantificación de los depósitos de polvo de carbón	65
2.2.15 Prevención de las explosiones	66
2.2.15.1 Barreras para controlar la explosión	67
2.2.15.2 Inertización de polvo de carbón	68
2.2.15.3 Tasa de neutralización según la teoría de Palmer	69

2.2.15.4 Frecuencia de inertización	72
2.2.16 Neumoconiosis	73
2.3 Marco Legal	76
3. Diseño Metodológico	79
3.1 Tipo de Investigación	79
3.2 Población y Muestra	79
3.2.1 Población	79
3.2.2. Muestra	79
3.3 Instrumentos para la Recolección de Información	79
3.3.1 Recolección de información primaria	79
3.3.2 Recolección de información secundaria	80
3.4 Técnicas de Análisis y Procesamientos de Datos	81
4. Generalidades	82
4.1 Identificación del Área	82
4.2 Localización	82
4.3 Vías de Acceso	84
4.4 Topografía	84
4.4.1 Levantamiento topográfico externo	84
4.4.2 Levantamiento topográfico interno	84
4.5 Hidrología y Fisiografía	85
4.6 Clima y Vegetación	86
4.7 Geología	86
4.7.1 Geología regional	87

4.7.2 Geomorfología	89
4.7.3 Geología estructural	89
4.7.4 Geología local	93
4.7.5 Geología económica	95
4.7.5.1 Parámetros de evaluación	95
4.7.5.2 Reservas	96
4.7.5.3 Calidad de los carbones	97
4.7.5.3.1 Clasificación de los carbones	98
4.7.5.3.2 Norma ASTM para clasificación de carbones	99
4.8 Situación Jurídica	100
5. Situación Actual Subnivel Uno de la mina La Argelia	101
5.1 Labores de Acceso y Desarrollo	101
5.1.1 Labores de acceso	101
5.1.2 Labores de desarrollo	102
5.2 Labores de Preparación	104
5.2.1 Tambores	104
5.2.2 Sobreguias	105
5.3 Labores de Explotación	106
5.4 Operaciones Mineras	106
5.4.1 Arranque	106
5.4.2 Cargue	106
5.4.2.1 Cargue del mineral	106
5.4.2.2 Cargue del estéril	107

5.4.3 Transporte	107
5.5 Servicios Mineros	108
5.5.1 Sostenimiento	108
5.5.1.1 Sostenimiento en labores de desarrollo	108
5.5.1.2 Sostenimiento de las labores de preparación	108
5.5.1.3 Sostenimiento de las labores de explotación	109
5.5.2 Ventilación	110
5.5.2.1 Monitor de gases continuo Itrans	113
5.5.3 Desagüe	113
5.5.4 Suministro de energía y electrificación	114
5.5.5 Iluminación	115
5.5.6 Señalización	115
5.6 Maquinaria y Equipos	116
5.7 Infraestructura e Instalaciones	117
5.8 Seguridad Minera e Higiene	119
5.8.1 Seguridad minera	119
5.8.2 Salud ocupacional	119
5.8.2.1 Subprograma de medicina preventiva y del trabajo	119
5.8.2.2 Subprograma de higiene y seguridad industrial	120
5.8.2.3 Comité paritario de seguridad y salud en el trabajo	121
5.9 Personal, Producción y Rendimientos	121
6. Diagnostico de la Ventilación Actual	123
6.1 Aforos de Ventilación	123

6.2 Equipos de Medición	126
6.3 Problemas que presenta el circuito de ventilación	127
6.4 Recomendaciones al Sistema de Ventilación	129
7. Caracterización del Polvo de Carbón	132
7.1 Metodología para el Muestreo y Preparación de las Muestras	133
7.1.1 Metodología para la ubicación de los puntos de control de polvo de carbón	133
7.1.2 Metodología empleada para la recolección del polvo de carbón para el análisis inmediato y petrográfico	138
7.1.3 Metodología para la toma de muestra de canal.	139
7.2 Análisis Próximos	142
7.3 Análisis Granulométricos	145
7.3.1 Granulometría en labores de desarrollo	150
7.3.2 Granulometría en las labores de preparación	152
7.3.3 Granulometría en labores de retorno de ventilación	155
7.3.4 Granulometría en las zonas de transferencia y transporte	157
7.4 Concentración de Polvo de Carbón en Subnivel Uno de la mina La Argelia	163
7.4.1 Cálculo de producción de polvo de carbón	164
7.4.2 Espesor mínimo de una capa de polvo de carbón	171
7.5 Nivel de Explosividad del Polvo de Carbón	174
7.5.1 Muestras de polvo de carbón para el análisis del nivel de explosividad	177
7.5.2 Procedimiento para el análisis de explosividad de la muestra integral	178
7.5.3 Preparación de la muestra integral para el análisis de explosividad	179

7.5.4 Análisis de explosividad por intervalos de granulometría para la muestra de polvo de carbón en una labor de preparación.	186
7.5.5 Tasa de neutralización según teoría de Palmer.	191
7.6 Análisis Petrográficos	192
8. Concentración del Gas Metano	195
9. Prevención y Control del Polvo de Carbón en el Subnivel uno de la Mina La Argelia	197
9.1. Identificación de las Fronteras de Defensa contra el Riesgo de Explosión de Polvo de Carbón en Minería Subterránea	198
9.1.1 Primera frontera de defensa	198
9.1.2 Segunda frontera de defensa	199
9.1.3 Tercera frontera de defensa	201
9.1.4 Cuarta frontera de defensa	203
9.2 Método de Control de Polvo de Carbón a Aplicar en el Subnivel uno de la Mina La Argelia	206
9.3 Protocolo para la Aplicación del Polvo de Caliza	214
9.4 Análisis de Costos para la Prevención y Control de Polvo de Carbón	215
10. Conclusiones	219
11. Recomendaciones	226
Bibliografía	229
Anexos	231