



**RESUMEN – TESIS DE GRADO**

AUTORES: SAADE HONOR DAJIL AVENDAÑO  
LUÍS RAFAEL PARODY PONTON

FACULTAD: INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA DE MINAS

DIRECTOR: CARLOS ROLANDO DUARTE

TITULO DE LA TESIS: ESTUDIO DE OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN  
Y DE LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD DE LA MINA LA ORQUÍDEA

RESUMEN:

Se recolectó la información existente sobre trabajos de ventilación y seguridad minera que se habían adelantado en la mina La Orquídea. Se analizó y valoró la información, con el fin de elaborar el circuito de ventilación, el panorama y el mapa de riesgos del sector estudiado. Igualmente se desarrolló la inspección técnica en la mina La Orquídea para identificar, medir y registrar los problemas de ventilación y seguridad. Por último se propusieron alternativas de prevención y corrección en la problemática identificada.

CARACTERÍSTICAS:

PAGINAS: 189

PLANOS: 6

ILUSTRACIONES:

CD-ROM: 1

ESTUDIO DE OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN Y DE LAS  
CONDICIONES DE SEGURIDAD DE LA MINA LA ORQUÍDEA

SAADE HONOR DAJIL AVENDAÑO  
LUÍS RAFAEL PARODY PONTON

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA DE MINAS  
SAN JOSE DE CUCUTA  
2009

ESTUDIO DE OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN Y DE LAS  
CONDICIONES DE SEGURIDAD DE LA MINA LA ORQUÍDEA

SAADE HONOR DAJIL AVENDAÑO  
LUÍS RAFAEL PARODY PONTON

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

Director  
CARLOS ROLANDO DUARTE  
Ingeniero de Minas

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA DE MINAS  
SAN JOSE DE CUCUTA  
2009



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

ACTA DE SUSTENTACION DE UN TRABAJO DE GRADO

FECHA. Cúcuta, 30 de noviembre de 2009

HORA: 4:00 p.m.

LUGAR: EDIFICIO CREAD SALA 4

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERIA DE MINAS

TITULO DE LA TESIS: "ESTUDIO DE OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN Y DE LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD DE LA MINA LA ORQUIDEA"

JURADOS: Ing. YESID CASTRO DUQUE  
Ing. MARCELINO ASCENCIO  
Lic. RUTH A. CASTELLANOS

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

DIRECTOR: Ing. CARLOS ROLANDO DUARTE

NOMBRE DE LOS ESTUDIANTES	CODIGO	CALIFICACIÓN		
		NUMERO	LETRA	(A) (M) (L)
SAADE HONOR DAJIL AVENDAÑO	0180468	4.0	Cuatro, cero	APROBADA
LUIS RAFAEL PARODY PONTON	0180527	4.0	Cuatro, cero	APROBADA

OBSERVACIONES:

FIRMA DE LOS JURADOS:

vº. Bº.   
COORDINADOR COMITÉ CURRICULAR

A mis padres, Dolly Patricia Avendaño Vera y Alberto Marino Dajil Daza, y a mis hermanas Sulay Lineth Dajil Avendaño y Shadya Patricia Dajil Avendaño, por su amor, su compañía y su apoyo incondicional en todo momento.

A Oscar Iván de Armas Domínguez, por su amor, comprensión y paciencia.

A la memoria del Ingeniero Carlos Uriel Melgarejo, por brindarme sin reservas su amistad, experiencia y conocimiento.

**Saade**

A mis madres y tías Armelia Parody, Enilda Parody, Frede Parody, Rosa Parody y María Parody, por apoyarme en los momentos más difíciles de mi vida.

A mis tíos, Lucho Parody, Ever Parody, Walter Parody y Oscar Parody, por colaborarme espiritual y económicamente en mi formación profesional.

A mis hermanos, Jayer Parody y Paola Parody, quienes estuvieron siempre apoyándome en los momentos más difíciles.

**Luis Rafael**

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores del presente trabajo de grado expresan sus agradecimientos a:

Carlos Uriel Melgarejo, Ingeniero de Minas, quien fue el director del trabajo inicialmente y desafortunadamente, no pudo seguir con nosotros debido a su inesperado fallecimiento. A Él le estaremos eternamente agradecidos por la oportunidad, la colaboración, y la confianza que depositó en nosotros para la realización de este trabajo.

Carlos Rolando Duarte, Ingeniero de Minas, director del trabajo de grado, por su oportuna colaboración en los momentos más inciertos.

Sergio Ernesto Garzón Wilches, abogado, quien nos recomendó con el Ingeniero Carlos Uriel Melgarejo para la consecución del estudio.

Braulio Antonio Vargas, propietario y gerente de la mina La Orquídea, por permitirnos la ejecución de este estudio.

A la Universidad Francisco de Paula Santander, Departamento de Geotecnia y Minería por formarnos como profesionales.

## CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	21
1. ASPECTOS GENERALES	24
1.1 IDENTIFICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	24
1.2 DIAGNOSTICO DE LAS CONDICIONES ACTUALES DE LA MINA LA ORQUIDEA	26
1.3 ATMÓSFERA DE LA MINA	30
1.4 DESCRIPCIÓN DE GASES GENERADOS EN LAS MINAS	33
1.5 EFECTOS FISIOLÓGICOS PRODUCIDOS POR LA PRESENCIA DE GASES	35
1.6 AFOROS DE VENTILACIÓN	37
1.7 ÍNDICES DE ACCIDENTALIDAD Y MORBILIDAD	40
1.7.1 Cálculo de índices de accidentalidad laboral	40
1.7.2 Cálculo de índices de enfermedad profesional	41
2. SISTEMAS DE VENTILACION	46

2.1 VENTILACIÓN NATURAL	46
2.2 VENTILACIÓN ARTIFICIAL O MECÁNICA	46
2.3 INFLUENCIA DEL MÉTODO DE EXPLOTACIÓN EN EL SISTEMA DE VENTILACIÓN	47
2.4 MODELOS DE VENTILACIÓN SEGÚN EL SENTIDO DE LA EXPLOTACIÓN	47
3. CAUDAL DE AIRE NECESARIO EN UNA OPERACIÓN MINERA	52
3.1 CAUDAL DE AIRE REQUERIDO PARA LA RESPIRACIÓN DEL PERSONAL (Q1)	52
3.2 CAUDAL DE AIRE NECESARIO PARA DILUIR GASES DE PRODUCCIÓN (CO <sub>2</sub> Y CH <sub>4</sub> ) (Q2)	53
3.3 CAUDAL DE AIRE NECESARIO PARA DILUIR GASES PRODUCTO DE LA VOLADURA Q3	54
3.4 CAUDAL DE AIRE NECESARIO PARA DILUIR GASES PRODUCTO DE DE MAQUINARIA (Q4)	54
3.5 CAUDAL DE AIRE NECESARIO PARA DILUIR POLVOS (Q5)	55
3.6 CAUDAL DE AIRE NECESARIO PARA DILUIR OTROS GASES POR DEBAJO DEL MAC (Q6)	56
3.7 CAUDAL TOTAL DE AIRE NECESARIO EN UNA OPERACIÓN MINERA	56
4. INCIDENCIA DE LOS FACTORES CLIMÁTICOS EN EL CÁLCULO DE LA VENTILACIÓN PRINCIPAL	57

5. LEY GENERAL DE LA VENTILACIÓN	58
5.1 POTENCIA	58
6. VENTILADORES	59
6.1 VENTILADOR AXIAL	59
6.2 VENTILADOR CENTRÍFUGO	60
6.3 CLASIFICACIÓN DE LOS VENTILADORES	61
6.4 TIPOS DE VENTILACIÓN EN UNA MINA	62
6.5 DUCTOS DE VENTILACION	65
7. DISPOSICIÓN PRÁCTICA DE LA CORRIENTE DE AIRE	70
7.1 PUERTAS DE VENTILACIÓN	69
7.2 CORTINAS DE VENTILACIÓN	71
8. ANALISIS Y RESULTADOS	72
8.1 CONDICIONES ACTUALES DEL CIRCUITO PRINCIPAL DE VENTILACIÓN	72
9. PROYECCIÓN DEL CIRCUITO PRINCIPAL DE VENTILACIÓN	97
9.1 CÁLCULOS DE LA PROYECCIÓN DEL CIRCUITO PRINCIPAL DE VENTILACIÓN QUE COMPRENDEN LOS INCLINADOS DOS Y CUATRO	97

9.2 CÁLCULOS DE LA PROYECCIÓN DEL CIRCUITO PRINCIPAL DE VENTILACIÓN QUE COMPRENDEN LOS INCLINADOS UNO Y TRES	100
10. COSTOS DE VENTILACIÓN	106
10.1 COSTOS DE VENTILACION PRINCIPAL	106
11. METODOLOGÍA EMPLEADA EN LA IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS EN LA MINERÍA DEL CARBÓN	108
11.1 VISITA TÉCNICA	116
12. EVALUACIÓN DE RIESGOS	125
13. DIAGNÓSTICO MINERO DE SEGURIDAD	128
13.1 ANÁLISIS DE CAUSAS DE LOS ACCIDENTES DE TRABAJO Y ENFERMEDADES PROFESIONALES	132
14. TIPOS DE SEÑALES	135
14.1 SEÑALES DE PROHIBICIÓN	135
14.2 SEÑALES DE ADVERTENCIA	136
14.3 SEÑALES DE OBLIGACIÓN	137
14.4 SEÑALES DE EVACUACIÓN	138
14.5 SEÑALES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	139
15. CONCLUSIONES	140

16. RECOMENDACIONES	143
BIBLIOGRAFIA	145
ANEXOS	146