



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

“GRADO DE EFECTIVIDAD DE LOS CONTROLES DE RIESGO Y EFECTO SOBRE EL ÍNDICE DE FRECUENCIA DE ACCIDENTES EN LAS OPERACIONES MECANIZADAS DE COMPAÑÍA DE MINAS BUENAVENTURA S.A.A.”

Tesis para optar el grado académico de:
MAESTRO EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

Presentado por:
FÉLIX SANTIAGO GUERRA RIVAS (0000-0002-8723-1092)

Asesor:
VÍCTOR JIMÉNEZ ARGÜELLES (0000-0002-5377-8559)

Lima – Perú

2020

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Lima, 18 de mayo del 2020.

Los integrantes del jurado de tesis:

Presidente: MG. ALDO ENRIQUE AYVAR FUENTES
Integrante: MG. MARIANA RÍOS BURRANCA
Integrante: MG. FULTON PAUL RIVERA ALBINAGORTA

Se reúnen para evaluar la tesis titulada:

"IMPACTO DEL GRADO DE EFECTIVIDAD DE LOS CONTROLES DE RIESGO SOBRE EL INDICE DE FRECUENCIA DE ACCIDENTES EN LAS OPERACIONES MECANIZADAS DE CIA DE MINAS BUENAVENTURA S.A.A"

Presentada por el estudiante:

- **FÉLIX SANTIAGO GUERRA RIVAS**
DNI : 07274016

Para optar el Título de Maestro en Prevención de Riesgos Laborales

Asesorado por:

ASESOR: VÍCTOR JIMÉNEZ ARGÜELLES

Luego de haber evaluado el informe final de tesis y evaluado el desempeño del estudiante en la sustentación, concluyen de manera unánime (x) por mayoría simple () calificar a:

Tesis: FÉLIX SANTIAGO GUERRA RIVAS		Nota (en letras): Quince	
Aprobado (x)	Aprobado - Muy buena ()	Aprobado-Sobresaliente ()	Desaprobado ()

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.


Presidente del Jurado
 Mg. Aldo Enrique Ayvar Fuentes


Miembro del jurado
 Mg. Fulton Paul Rivera Albinagorta


Miembro del Jurado
 Mg. Mariana Ríos Burranca


Asesor
 Victor Jiménez Argüelles

A mi esposa María Julia y
a mis hijos Félix y Leonardo

Agradezco al ingeniero Tomás Gabriel Chaparro Díaz, Gerente de Seguridad de Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. por haber tenido la gentileza de facilitarme la información relacionada a investigación de accidentes y horas hombre de trabajo expuestas que sirvió de insumo fundamental para la realización de la presente investigación.

ÍNDICE GENERAL

I. RESUMEN	1
II. ABSTRACT.....	2
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA	4
2. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA	5
3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA	5
IV. MARCO TEÓRICO	6
1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	6
1.1. <i>Los accidentes</i>	6
a) Definición de accidente	6
b) Tipos de accidente	7
c) La investigación de accidentes	9
d) Causas de los accidentes	10
1.2. <i>Los controles</i>	12
a) El concepto de control	12
b) Objetivos de los controles	13
c) Tipos de controles	14
d) Características de los controles	15
1.3. <i>Herramientas de medición</i>	17
a) Objetivos de las mediciones de seguridad	18
b) Tipos de mediciones en seguridad	18
c) El índice de frecuencia de accidentes	20
2. BASES TEÓRICAS.....	22
2.1. <i>El concepto de accidente</i>	22
2.2. <i>Causas y controles</i>	23
2.3. <i>Relación accidentes y controles</i>	25
3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.....	27
4. SISTEMA DE HIPÓTESIS	28
5. SISTEMA DE VARIABLES.....	29
V. OBJETIVOS E HIPÓTESIS	30
1. OBJETIVO GENERAL.....	30
2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	30
3. HIPÓTESIS GENERAL.....	31
4. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	31
VI. METODOLOGÍA.....	32
1. PERSONAL	32
2. MATERIALES	32
3. MEDIOS	33
4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	35
5. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	35
6. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	36
7. POBLACIÓN.....	37
8. MUESTRA	38
8.1. <i>Criterios de inclusión de la muestra</i>	39
8.2. <i>Criterios de exclusión de la muestra</i>	40
8.3. <i>Descripción de las actividades mineras subterráneas para inclusión en la muestra</i>	40
a) Perforación	41
b) Voladura	46
c) Carguío y acarreo	51
d) Transporte	53
e) Desatado	55

f) Sostenimiento	56
g) Servicios auxiliares	59
9. MUESTREO	62
10. VARIABLES	62
10.1. <i>Grado de efectividad de los controles</i>	62
10.2. <i>Índice de frecuencia de los accidentes</i>	65
11. MATRIZ DE CONSISTENCIA	67
12. ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD	68
12.1 <i>Grado de efectividad de los controles</i>	68
12.2 <i>El índice de frecuencia de los accidentes</i>	69
13. ANÁLISIS DE VALIDEZ	69
14. LIMITACIONES	69
VII. RESULTADOS	72
1. CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS	72
1.1. <i>Objetivo general</i>	72
1.2. <i>Objetivos específicos</i>	72
2. CUMPLIMIENTO DE HIPÓTESIS	74
2.1. <i>Prueba de normalidad</i>	74
2.2. <i>Prueba de linealidad</i>	75
2.3. <i>Prueba de autocorrelación</i>	76
2.4. <i>Prueba de heterocedasticidad</i>	76
2.5. <i>Prueba de multicolinealidad</i>	77
2.6. <i>Prueba del modelo de regresión</i>	78
VIII. DISCUSIÓN	79
IX. CONCLUSIONES	86
X. RECOMENDACIONES	88
XI. REFERENCIAS	89
XII. BIBLIOGRAFÍA	91
XIII. ABREVIATURAS	94
XIV. ANEXOS	95

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Modelo de causalidad de accidentes	12
Figura 2. Expresión para determinar el tamaño muestral.....	38
Figura 3. Equipos de perforación: a) Manual(Jack Leg), b) Mecanizado (Jumbo)	41
Figura 4. a) Barreno integral b) Mecanismo de rotura	41
<i>Figura 5. Accesorios de perforación.....</i>	<i>43</i>
Figura 6. Labores mineras subterráneas. a) Horizontales y verticales, b) Sub- verticales	45
Figura 7. Mecanismo de detonación	46
Figura 8. Mecanismo de rotura de la roca por detonación	47
Figura 9. Trazo de una plantilla para voladura de un frente de trabajo	49
Figura 10. Taladro cargado con explosivos.....	50
Figura 11. Scoop en pleno proceso de carga de material roto por la voladura	51
Figura 12. Scoop cargando dumper	51
Figura 13. Punto de transferencia de carga	52
Figura 14. Dumper iniciando la descarga	54
Figura 15. Desatado de roca. a)Barretillas, b) Desatado manual, c)Scaler. 56	
Figura 16. Sostenimiento pasivo. a) Madera, b) Malla y shotcrete, c) Cimbras	57
Figura 17. Sostenimiento activo. a) Perno corrugado b) Efecto viga.....	57
Figura 18. Código de colores. a) Cables eléctricos b) Tuberías.....	59
Figura 19. a) Instalaciones de Agua y Aire comprimido b) Separación entre instalaciones.....	60
Figura 20. Instalación de servicios	61
Figura 21. Fórmula del grado de efectividad de los controles	65
Figura 22. Índice de frecuencia de los accidentes.....	65

Figura 23. Regresión que explica la hipótesis alterna	72
Figura 24. Curva de regresión de las variables en estudio	75
Figura 25. Índice de frecuencia de accidentes. a) Orcopampa, b) Uchucchacua	81
Figura 26. Esquema general de la variación de los componentes de la variable independiente, CD/CB.....	83

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Porcentaje relativo de controles aplicados	26
Tabla 2. Ranking dimensional de los controles (RDC)	63
Tabla 3. Ubicación temporal del control (UTC).....	64
Tabla 4. Eficiencia relativa del control (ERC)	64
Tabla 5. Matriz de consistencia	67
Tabla 6. Índices de frecuencia de accidentes	73
Tabla 7. Pruebas de normalidad de la regresión.....	74
Tabla 8. Pruebas de correlación de las variables.....	75
Tabla 9. Estadístico Durbin - Watson de autocorrelación.....	76
Tabla 10. Resultados de la prueba de heterocedasticidad.....	77
Tabla 11. Estadísticos de colinealidad	77
Tabla 12. Estadísticos de la regresión	78
Tabla 13. Estadísticos de la regresión para la prueba de hipótesis	82

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Prueba de heterocedasticidad usando los criterios Breusch-Pagan y White	95
Anexo 2. Horas hombre trabajadas - Unidad Orcopampa.....	97
Anexo 3. Horas hombre trabajadas- Unidad Uchucchacua.....	98
Anexo 4. Índice de frecuencia de accidentes trimestral (IFA).....	99
Anexo 5. Evaluación de controles - Año 2013 Orcopampa	100
Anexo 6. Evaluación de controles - Año 2014 Orcopampa	103
Anexo 7. Evaluación de controles - Año 2015 Orcopampa	105
Anexo 8. Evaluación de controles - Año 2016 Orcopampa	107
Anexo 9. Evaluación de controles - Año 2017 Orcopampa	109
Anexo 10. Evaluación de controles - Año 2013 Uchucchacua	111
Anexo 11. Evaluación controles - Año 2014 Uchucchacua	113
Anexo 12. Evaluación de controles - Año 2015 Uchucchacua	115
Anexo 13. Evaluación de controles - Año 2016 Uchucchacua	117
Anexo 14. Evaluación de controles - Año 2017 Uchucchacua	119

I. RESUMEN

El principal propósito de esta tesis fue determinar en qué medida incide el grado de efectividad de los controles (GEC) en la reducción del índice de frecuencia de accidentes (IFA), pues esta medida nos proporcionará un importante punto de referencia para incrementar la aplicación de controles que tengan una mayor contribución en la disminución del IFA y minimizar el empleo de aquellos que no lo hagan.

Se tomaron los datos de accidentes trimestrales durante los años 2013 a 2017 y se aplicó la teoría de regresión para hallar una relación causa efecto entre la variable independiente, representada por la proporción de los grados de efectividad de los controles duros y blandos (CD/CB), y la variable dependiente representada por el índice de frecuencia de accidentes desplazado (IFAD).

El grado de efectividad de un control lo determinamos aplicando tres factores: el ranking dimensional del control, la ubicación temporal del control y la eficiencia relativa del control. El IFA se determinó como el índice de frecuencia de ocurrencia de accidentes ocurridos por cada millón de horas hombre trabajadas y el IFAD como el IFA del trimestre siguiente al de la aplicación de los controles una vez establecidas las causas raíz del accidente.

Los resultados obtenidos indican que el IFAD disminuye a medida que aumentan los controles duros o disminuyen los controles blandos. Una aplicación inmediata sería el uso de indicadores de desempeño donde la meta sería la mejora del valor CD/CB que nos llevaría a una mejora de índice IFAD.

Palabras clave: Controles Duros, Controles Blandos, Índice de Frecuencia de Accidentes, Regresión.

II. ABSTRACT

The main purpose of this thesis was to determine to what extent the degree of control effectiveness (GEC) affects the reduction of the accident frequency rate (AFR), since this measure provides us with an important stand point in order to increase the application of controls with a greater potential to decrease the AFR and minimize those who do not.

Quarterly accident data for the years 2013 to 2017 were taken and the regression theory was applied to find a cause-effect relationship between the independent variable, represented by the proportion between the degree of effectiveness among hard and soft controls (CD / CB), and the dependent variable represented by the displaced accident frequency index (IFAD).

The degree of control effectiveness is determined by applying three factors: the hierarchy of control size, the phase of control location and the relative efficiency of the control. The IFA is defined as the frequency rate of accidents per million man-hours worked, and IFAD is the IFA for the quarter following the application of controls once the root causes of the accident have been established.

The results indicate that IFAD decreases as hard controls increase or soft controls decrease. An immediate application is the development of performance indicators where the goal is the improvement of the CD / CB value, which will lead to an important decrease in the IFAD index.

Keywords: Hard controls, Soft Controls, Accident Frequency Rate, Regression.