TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

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

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

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 RIOS 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:

Tesista: 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 Rios Burranca



Asesor
Víctor Jiménez Argüelles

T. (01) 610 6738
informes@cientificadelsur.pe
cientificadelsur.pe

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

A mi esposa María Julia y

a mis hijos Félix y Leonardo

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

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.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

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. Los accidentes 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. Los controles 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. Herramientas de medición 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. El concepto de accidente 22
   2.2. Causas y controles 23
   2.3. Relación accidentes y controles 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. Criterios de inclusión de la muestra 39
   8.2. Criterios de exclusión de la muestra 40
   8.3. Descripción de las actividades mineras subterráneas para inclusión en la muestra 40
      a) Perforación 41
      b) Voladura 46
      c) Carguío y acarreo 51
      d) Transporte 53
      e) Desatado 55

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

f) Sostenimiento 56
g) Servicios auxiliares 59
9. MUESTREO 62
10. VARIABLES 62
10.1. Grado de efectividad de los controles *62*
10.2. Índice de frecuencia de los accidentes *65*
11. MATRIZ DE CONSISTENCIA 67
12. ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD 68
12.1Grado de efectividad de los controles *68*
12.2 El índice de frecuencia de los accidentes *69*
13. ANÁLISIS DE VALIDEZ 69
14. LIMITACIONES 69

VII. RESULTADOS 72

1. CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS 72
1.1. Objetivo general *72*
1.2. Objetivos específicos *72*
2. CUMPLIMIENTO DE HIPÓTESIS 74
2.1. Prueba de normalidad *74*
2.2. Prueba de linealidad *75*
2.3. Prueba de autocorrelación *76*
2.4. Prueba de heterocedasticidad *76*
2.5. Prueba de multicolinealidad *77*
2.6. Prueba del modelo de regresión *78*

VIII. DISCUSIÓN 79

IX. CONCLUSIONES 86

X. RECOMENDACIONES 88

XI. REFERENCIAS 89

XII. BIBLIOGRAFÍA 91

XIII. ABREVIATURAS 94

XIV. ANEXOS 95

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

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

Figura 5. Accesorios de perforación..... 43

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

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

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

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

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

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

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

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

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.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

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.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La gestión de riesgos, como la describe la actual reglamentación de seguridad minera, emerge en la década de los 90 en el segmento minero de nuestra economía, ganando progresivamente espacio a lo largo del tiempo en muchas otras actividades económicas.

Dicha gestión, tiene como punto de partida detectar todos aquellos peligros que inciden en los objetivos de algún proceso particular para determinar el grado de afectación potencial (riesgo) sobre los objetivos y de esta manera plantear soluciones de contención o mitigación (barreras) sobre sus posibles efectos, garantizar la continuidad de los procesos y por ende llevar a un mínimo la afectación de la productividad de las operaciones.

Los accidentes vienen a constituirse en el resultado visible de la inexistencia, o falla total o parcial de estas barreras al momento de identificar su necesidad de implementación o durante su actuación en los procesos. En este punto, investigar sólidamente el accidente nos revelará las razones más profundas que dieron lugar al vacío y trabajar así en prevenir su reiteración.

Los controles, defensas o barreras se definen como “medios físicos y / o no físicos concebidos para prevenir, controlar o mitigar eventos o accidentes no deseados” [1]. Su presencia esencial para optimizar la oportunidad de asegurar nuestras operaciones.

En ese sentido, en nuestra tesis vamos a identificar la relación entre los controles, su efectividad y cómo afectan al IFA, desde una perspectiva totalmente objetiva, en relación a las operaciones mecanizadas de Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

ISO 45001:2018 [2] sugiere implementar una jerarquía universal de controles (JUC) que ordenados de mayor a menor efectividad consisten en: Eliminar el peligro; sustituir por algo menos peligroso; Utilizar ingeniería; utilizar medios administrativos; y emplear equipos de protección personal.

Podemos decir que hay una tendencia hasta cierto punto exagerada, de aplicar controles que dependan más de la acción del hombre (Controles Blandos), como son los procedimientos, en perjuicio de aquellos que implican aislamiento, automatización (C. Duros).

En esta tesis tenemos como propósito establecer la posible repercusión que los supradichos controles, en las variantes mencionadas, tienen particularmente sobre el IFA de la empresa minera Buenaventura.

Mediante esta investigación vamos a analizar en qué medida las barreras implementadas luego de los accidentes, han contribuido con la disminución de éstos en períodos subsecuentes y particularmente establecer cuál de las variantes, en cuanto a los controles se refiere, ha reaccionado de mejor manera frente a las posibilidades de contención de nuevos eventos no deseados

1. Justificación práctica

El contar con data que puede ser cuantificable nos ha llevado a aplicar métodos cuantitativos que por sus características nos proporcionará resultados libres de ambigüedad.

La utilización de herramientas estadísticas de corte cuantitativo tiene la ventaja de permitirnos establecer encadenamientos causales cuyo grado de certeza nos permitirá objetivar la importancia y prevalencia de los tipos de control utilizados y su efecto sobre la repetición de accidentes en el tiempo.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Evidenciar que ciertos tipos de barreras tienen un mayor efecto preventivo o mitigador y que nuestro esmero debe orientarse en mayor proporción a estas, lo que no significa desterrar a los otros, sino apreciarlos como complemento de la acción preventiva cuando se estime necesario.

2. Justificación teórica

Intuitivamente sabemos que los controles duros tienen una mayor efectividad que los controles blandos, aun cuando ambos son importantes en el marco de la aplicación de controles. Esta metodología nos permitirá demostrar objetivamente la efectividad de los controles y su impacto en la reducción de la accidentabilidad.

Así mismo, el modelo de regresión nos permitirá un mayor grado de predictibilidad en cuanto a la ocurrencia de los eventos no deseados.

3. Justificación metodológica

Existe una apreciación intuitiva sobre la potencia relativa de los distintos tipos de control. Con nuestra investigación vamos a objetivar dicha apreciación.

En esta investigación queremos determinar el grado de enlace que puede alcanzarse entre los controles aplicados (duros y blandos) y el IFA para las minas Orcopampa y Uchucchacua de esta tesis.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

IV. MARCO TEÓRICO

1. Antecedentes de la investigación

Hoy en día, contamos con una gran variedad de herramientas preventivas asociadas a la seguridad y bienestar de nuestros colaboradores. La mayoría de ellas concluye en acciones correctivas, es decir, intervenciones para corregir el rumbo y evitar la ocurrencia de un evento no deseado. Y esta es una característica de la seguridad: corregir el rumbo permanentemente.

1.1. Los accidentes

a) Definición de accidente

Existen casi tantas definiciones de accidente como autores, pero todas tienen aspectos en común como podremos apreciar en seguida:

“Un accidente es un evento no deseado que tiene como consecuencia lesiones a las personas, daños a la propiedad o interrupciones en el proceso. Generalmente es el resultado del contacto con una fuente de energía que va más allá de la resistencia de la persona o de la estructura” [3].

“Accidente es una transferencia de energía no deseada o una condición ambiental que, debido a la ausencia o falla de barreras y controles, produce lesiones a las personas, daños a la propiedad o reducción en los resultados de la producción” [4].

“Un accidente de trabajo puede considerarse como un efecto anormal o no deseado de los procesos desarrollados en un sistema industrial, o como algo que no funciona como estaba previsto” [5].

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

"Accidente de trabajo es todo suceso que ocasiona una lesión corporal mortal o no mortal a una persona, con motivo o en ocasión de la ejecución de un trabajo desarrollado en relación de dependencia" [6].

"Un accidente puede ser definido como un acontecimiento o experiencia de corta duración, repentina e inesperada que da lugar a un resultado no querido o indeseado" [7]. La ocurrencia sucede en la convergencia de un riesgo existente y de un acontecimiento inesperado.

Las distintas consideraciones nos abren el panorama de manera que podamos ser más inclusivos con los eventos que se presenten. De manera general podríamos concluir que los efectos están representados por lesiones, daños e interrupciones de procesos debido a que algo en el camino falló de manera inesperada.

El daño, la lesión y la interrupción en los procesos, cuando ocurren de manera súbita, impensada, no planeada, nos transportan al concepto de accidente genérico. No están limitados a las lesiones que ocurran a una persona durante la realización de sus tareas. Incluso la ocurrencia de un daño material podría incluir una lesión al trabajador o pudo haber tenido potencial como para provocarla.

b) Tipos de accidente

Las variaciones por el lado de las lesiones podrían dividirse en tres grandes grupos, en lo que respecta a la legislación nacional los accidentes pueden ser: mortales, incapacitantes o leves. Estos dependen de la gravedad.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

En el caso de los accidentes incapacitantes se pierde al menos un día de trabajo; en el caso de los accidentes leves no se llega a completar la jornada de trabajo.

Los accidentes incapacitantes pueden ser de alguno de estos tipos:

- Totales temporales.- Requiere tratamiento hasta la total recuperación de la persona, que no podrá realizar ninguna labor en el ínterin.
- Totales permanentes.- Se traduce en la completa e irreversible pérdida de la capacidad de trabajo de un colaborador.
- Parciales temporales.- Este tipo de accidente ocasiona que el trabajador pueda realizar solo una fracción de las tareas que regularmente ejecuta, hasta que concluya el proceso de recuperación.
- Parciales permanentes.- Es un accidente que ocasiona la pérdida definitiva de una parte interna o externa del organismo o de las capacidades con que dicha parte contaba. Ocasiona en el trabajador una limitación permanente para ejecutar la tarea asignada.

Los accidentes leves están por debajo de los incapacitantes en la pirámide de gravedad. Sin embargo, un aspecto a tomar en cuenta es el potencial de daño que puede variar desde alto a bajo potencial.

Según la legislación nacional, DS 024-2016-EM, Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería [8], el accidente de trabajo ocurre de manera súbita y durante la realización de una tarea o por su causa y ocasiona al trabajador una lesión que puede llevarlo hasta el fallecimiento o también a perder la función de algún órgano o miembro del cuerpo. También se considera accidente de trabajo lo que ocurra fuera del área u horas de trabajo si el evento se produjo por seguir instrucciones del supervisor.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

En ese contexto, un accidente relacionado al trabajo es susceptible de suceder dentro de las instalaciones o áreas de trabajo o fuera de ellas.

Para fines de este trabajo, hemos considerado como accidentes a todas las lesiones personales, con excepción de las lesiones leves de bajo potencial.

c) La investigación de accidentes

Todo accidente debe ser investigado tan pronto tengamos noticias de su ocurrencia, para lo cual existen una gran variedad de métodos, entre los cuales tenemos a los siguientes de amplia difusión en nuestro medio:

- Técnica de Análisis Sistemático de Causas.- Es un método desarrollado sobre la base de las teorías de Frank Bird. Se inicia definiendo el tipo de contacto a partir del cual se asignarán las posibles causas inmediatas, es decir, los actos subestándares y las condiciones subestándar. Cada una de ellas es a su vez el resultado de ciertas causas básicas o causas raíz, que son las que permiten la ocurrencia de los indicados actos y condiciones subestándar. Finalmente, con la detección de las causas básicas llegamos a la determinación de la falta de control administrativo, que es en la que se incurre cuando no se cuenta con programas o son incompletos, cuando no se cuenta con estándares o son incompletos, o cuando no se cumplen las normas se hace de manera parcial.
- Método TapRoot.- Es un método sistemático que indica que la ocurrencia de los accidentes está determinada por una serie de fallas en distintos niveles de protección. Utiliza una secuencia de eventos en el tiempo para determinar factores causales basados en errores humanos o fallas en los equipos. Una vez definidos se encuentran las causas básicas, que son siete como máximo,

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

respondiendo a 15 preguntas específicas; con estas causas básicas y la ayuda de un diccionario ad-hoc de preguntas adicionales, se completan las causas raíz.

- Incident Cause Analysis Method (ICAM).- Es un método basado en las teorías del comportamiento de Reason y desarrollado para la empresa BHP Billington. Consiste en determinar el evento principal; las defensas ausentes o fallidas; las acciones individuales o de equipo que condujeron directamente al accidente; las condiciones de la tarea y del entorno; y los factores organizacionales que crearon condiciones latentes que finalmente se materializaron en las anteriores.
- Método del árbol de causas.- Utiliza una lógica de razonamiento que parte del evento no deseado y se dirige hacia atrás para identificar las razones que ocasionaron el accidente.

El objetivo de todo método de investigación es encontrar las causas raíz que condujeron a la ocurrencia de un evento no deseado y que están ligadas de manera directa a factores relacionados con el control administrativo u organizacional, para así permitirnos desarrollar acciones que limiten la ocurrencia de nuevos eventos.

d) Causas de los accidentes

Las investigaciones de accidentes tienen como objetivo encontrar las causas de los accidentes, las razones por las cuales ocurrió un evento no deseado. Las causas esencialmente son de tres niveles o tipos: inmediatas, básicas y falta de control administrativo.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Las causas deben ser buscadas y encontradas a partir del conocimiento del estado de las cosas y no simplemente encontradas.

En la investigación del evento no deseado la inferencia juega un importante papel en la detección de las causas porque observamos la realidad, obtenemos una idea de lo ocurrido y luego ajustamos la idea según la realidad, lo que en otras palabras implica que las causas no son encontradas, sino que se seleccionan de un conjunto de causas a partir del conocimiento de la situación.

En línea con lo citado por Baselga Monte [9], los accidentes se explican en la ocurrencia de una heterogénea aparición de causas naturales y la interacción entre estas.

También se afirma que, “el punto de inicio de un accidente es la falta o deficiencia en el control administrativo que se origina en la falta o insuficiencia de estándares, programas y cumplimiento en general” [3]. El momento en que ocurre el accidente se produce cuando ocurre un nexo energético que excede la posibilidad de absorción del objeto o de la persona.

El contacto, que puede individualizarse, ocasiona un accidente, pero la razón o causa del contacto rara vez es única; normalmente son varias las causas que ocasionan el contacto que tienen que ver con errores o desviaciones sucesivas de lo que debería haber sido el camino correcto.

Debemos considerar en todo momento que “la causa debe existir antes que el efecto” [9]. Esto implica que la disminución de accidentes debe presentarse posteriormente a la implantación de las barreras. Este es el concepto de causalidad tiempo.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

1.2. Los controles

a) El concepto de control

Las medidas de control se explican porque “el fin de una investigación es, una vez determinadas las causas, implantar las medidas que las corrigen, comprobar su eficacia y mantenerlas” [10].

Complementariamente, “el considerar al accidente en términos de un contacto e intercambio de energía, ayuda a enfocar el pensamiento hacia los medios de control” [3]. Esto implica que, el evitar o minimizar el daño por accidentes está en prevenir el contacto o reducirlo a niveles donde la energía no cause daños ni lesiones. Esto involucra los siguientes pasos: identificar la exposición; evaluar el riesgo; y desarrollar los controles apropiados.

En el modelo de causalidad de Bird, podemos ver además de las múltiples causas que ocasionan un accidente, las oportunidades de ubicación temporal de los controles: pre-contacto, contacto y post contacto.

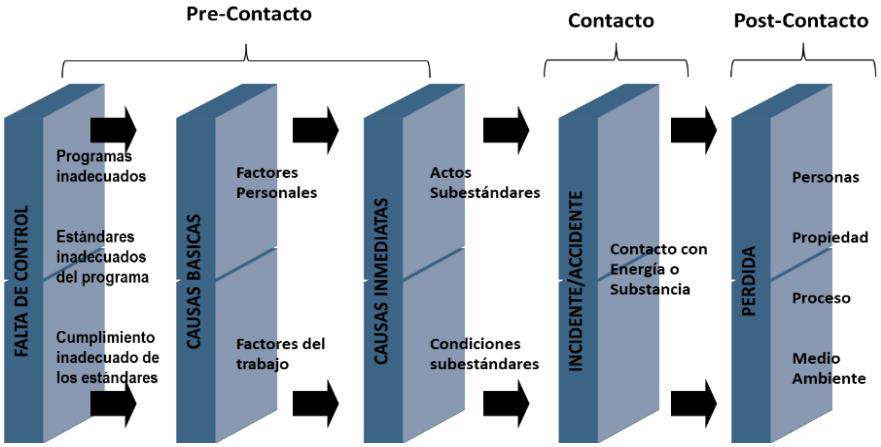


Figura 1. Modelo de causalidad de accidentes
Tomado de: Liderazgo práctico en el control de pérdidas, Bird, F. (1992)

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

La mejor etapa para la aplicación de controles es la del pre-evento, pues es la más alejada del contacto. Es donde desarrollamos los mecanismos para la administración de la seguridad: Procedimientos, estándares, capacitación, cumplimientos, inspecciones, retroalimentación, etc.

La etapa del contacto también ofrece buenas posibilidades pues las medidas de control están encaminadas a reducir la cantidad de energía intercambiada al momento que ocurre.

Durante la etapa de post contacto o después del accidente, tenemos los siguientes posibles controles: planes de respuesta a emergencias; primeros auxilios; ventilación de las zonas contaminadas; bombeo de las zonas inundadas; control de incendios; rehabilitación de los accidentados, entre otras.

Los siguientes tipos de control, hacen variar la cantidad de energía del contacto de mayor a menor grado de efectividad, pues según Haddon [11] debemos en primer lugar prevenir la liberación de energía o reducir la magnitud liberada o precaver su incremento al liberarse o alterar la proporción de salida o aislar a la energía espacialmente o colocar barreras para frenarla o cambiar la manera de absorberla o modificar la superficie de absorción o crear un obstáculo resistente al impacto o en último término evaluar los resultados y tomar medidas correctivas.

b) Objetivos de los controles

En cuanto a los controles, “los fines y los medios de un control efectivo de una fuente de peligro dependen de la física de la fuente de peligro y de la naturaleza del sistema en el que el proceso peligroso está confinado, los cuales están configurando el curso de los eventos accidentales” [12]. El control de

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

seguridad depende entonces de los medios para interrumpir o desviar el flujo de eventos accidentales que se pueden realizar de varias maneras diferentes, dependiendo de la física de la fuente de peligro y la limitación del proceso relacionado.

No debemos perder de vista que “una barrera es una obstrucción u obstáculo que puede: (a) evitar que un acontecimiento se produzca o (b) frustrar o reducir el impacto de las consecuencias si a pesar de todo se produce” [7]. De ahí el nombre de barreras preventivas y barreras protectoras respectivamente.

c) Tipos de controles

Existen controles que podemos llamar barreras físicas cuya función es evitar o prevenir la transferencia de energía de un lugar a otro separando bloqueando o manteniendo la cohesión de los materiales de protección. Este tipo de barrera no necesita de la participación humana.

También tenemos barreras funcionales, que necesitan que se cumplan ciertas condiciones antes de obtener alguna respuesta. Por ejemplo, tenemos las contraseñas, instrucciones vocales, secuencias de acción, presión, etc. Estas barreras evitan que sucedan movimientos, acciones, obstaculizan, atenúan o disipan la energía. En algunos casos se requiere la intervención humana, en otros casos son las situaciones contextuales las que cambian el estado.

Las barreras simbólicas, son otro tipo de control cuya característica es que necesitan ser descifrados y comprendidos para que cumplan con su razón de ser. Este tipo de barreras sirve para regular, prevenir, indicar el estado de las cosas, permitir realizar actividades, comunicar. Los letreros, señales preventivas, alarmas visuales y audibles son algunos ejemplos de esta categoría.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Las barreras inmateriales o incorpóreas requieren además de la interpretación y entendimiento, la voluntad de la persona para lograr su cumplimiento. Tenemos en este grupo los procedimientos, permisos, políticas, normas, legislación, entre otras.

Otra clasificación propuesta utilizada en este trabajo es la siguiente:

Control de eliminación, que es la mayor efectividad por cuanto propone eliminar el peligro cuando se detecta.

Sustitución, reemplazando un peligro o un proceso por algo menos peligroso. Buscamos mejores propiedades físicas, químicas, biológicas o ergonómicas en los elementos de sustitución como también cambiar o mejorar algunas de las actividades del proceso para hacerlas menos peligrosas.

Controles de Ingeniería representados por dispositivos y mecanismos resultantes de los avances tecnológicos o de la mejora continua en la propia organización, que ayudan a contener, aislar o diluir los peligros,

Los Controles Administrativos son los que involucran la voluntad del trabajador o de la empresa. Incluyen entre otros a los procedimientos, estándares, señalización, procesos formativos, rotaciones, exámenes médicos, sistemas de alarma.

Los Equipos de Protección Personal cuya función es ejercer un control adicional sobre la energía que ocasiona los accidentes. Su principal restricción es la limitada cantidad de energía que pueden detener ante un contacto.

d) Características de los controles

Las acciones correctivas, llamadas también controles, varían entre si tanto en sus características inherentes como en su rango de acción.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Toda defensa o control debe diseñarse para cumplir con alguna o algunas de las funciones siguientes, según Reason [13]: a) barrera física de protección, b) Detección del peligro sea este condición material o conducta, c) Señalar y advertir de la presencia de un peligro, d) Restablecer los niveles de seguridad de los procesos, e) Contener el peligro en caso de falla de los mecanismos anteriores, f) Evacuar antes que haya alguna víctima por el accidente.

Con frecuencia escuchamos que los controles pasivos, que son los que necesitan escasa intervención del trabajador para que se activen y contengan o minimicen un evento no deseado, son más efectivos que aquellos donde se requiere una mayor participación del trabajador. Esto nos conduce a una baja en la cantidad de accidentes y paralelamente a disminuir su frecuencia.

Esta afirmación, generalmente intuitiva, se debe a la naturaleza misma de dichos controles, pero los resultados varían de un lugar a otro dependiendo del grado de aplicación de los mejores controles.

Para valorizar los controles o barreras implementadas, utilizaremos un procedimiento que implica la aplicación cuantitativa de las características que determinan las bondades de un control, como veremos detalladamente en el capítulo VI Metodología, de esta investigación:

- Independencia: El control necesita únicamente de una pequeña participación del trabajador para realizar su objetivo.
- Presencia: Ubicación del control en la línea de actuación desde la fuente, medio ambiente y hasta el trabajador.
- Capacidad: Nivel de protección y prevención ofrecido por el control. Fortaleza para soportar el impacto de la energía

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

- Confiabilidad: No requiere de mayor mantenimiento. Muy tolerante a los errores. Mínima capacitación. Seguimiento mínimo
- Temporalidad: Es alta cuando el control siempre se encuentra disponible; es baja si necesita ser accionado ante una necesidad.

1.3. Herramientas de medición

No siempre es agradable la experiencia de medir nuestro desempeño. Significa que seremos responsabilizados por lo que logramos y que esa responsabilidad también puede alcanzar nuestro desempeño en materia de seguridad. Aunque realmente el problema no es que seamos medidos, sino que es lo que vamos a hacer con los resultados.

Lord Kelvin (1824 – 1907) matemático inglés afirmaba que, no es posible medir algo que no está determinado y que en ese caso tampoco puede mejorarse por lo que el destino final es la degradación.

Dicho concepto llevó a muchos pensadores ligados a la administración a sostener que, la acción de valorizar está íntimamente ligada al proceso de administrar.

Entonces, llegamos a la conclusión que para entender nuestros resultados y para saber qué debemos hacer, tenemos que definir y establecer algunos valores, ratios o índices que los relacionen, como punto de partida. Medir es comparar con un referente. Este referente puede ser un estándar, una norma o un valor establecido por objetivos o metas trazadas por la organización.

En el caso de seguridad es razonable trazar un plan de sucesiva disminución de indicadores de accidentes, bajo el paraguas general de política de cero accidentes.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

a) Objetivos de las mediciones de seguridad

Einstein (1879 – 1955) solía decir que no todo lo que se mide es relevante, ni todo lo que es relevante se mide.

Las mediciones de desempeño en seguridad miden los resultados de las acciones tomadas y su importancia estriba en las acciones que se van a tomar de cara a la mejora continua en relación con los objetivos de la empresa.

Las mediciones de seguridad tienen como objetivos los siguientes:

- Evaluar la medida de nuestro cumplimiento de compromisos y resultados.
- Evaluar nuestro desempeño en cuanto al cumplimiento de objetivos, metas y responsabilidades individuales.
- Detectar desviaciones.
- Tomar decisiones.
- Establecer bases relacionales entre parámetros de actuación.

b) Tipos de mediciones en seguridad

De manera general podemos decir que, tomando como referencia el sistema Balance Score Card de Kaplan y Norton, hay dos grandes grupos en lo que se refiere a tipos de medición: indicadores lead y lag.

Los indicadores Lead, son indicadores de desempeño que podrían predecir el éxito en el futuro. Los indicadores de este grupo son de tipo predictivo y no de resultados. En este caso tenemos: proyectos para mejorar los resultados obtenidos en auditorías al sistema de gestión de seguridad; aumento del uso de respiradores contra polvo; número de observaciones de conducta positiva; percepción de la seguridad; actividades para mejora de liderazgo visible;

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

cambios para evolución del grado de efectividad de los controles, en general actividades que deben realizarse para mejorare los resultados.

Los indicadores Lag, miden resultados pasados de nuestro desempeño. Son resultados obtenidos que pueden contarse con facilidad. Tenemos en este grupo: Índices de frecuencia y severidad de los accidentes; ratio de días perdidos por accidente; volumen de horas de entrenamiento. Estos indicadores, no tienen mayor influencia en el futuro, porque indican resultados sobre materias que ya ocurrieron, sobre las que no se puede hacer nada, pero son importantes para mapear nuestra evolución.

Ambas medidas se complementan entre sí. La experiencia de los años ha llevado a determinar que existencia de una y otra es importante para mejorar el desempeño en la organización.

En otra perspectiva, los tipos de medición en seguridad se dan a través de cuatro grupos que son los siguientes:

- Medida de efectos.- Incluye indicadores de frecuencia y severidad de los eventos no deseados, que son de lejos los índices más usados en seguridad. Se incluye en este grupo las encuestas de actitud hacia la seguridad por ser otro indicador de efectos.
- Medida de evidencia.- Se refiere a las medidas relacionadas a las causas inmediatas y a las causas básicas de los accidentes La recopilación de la información puede hacerse en la etapa pre-evento mediante inspecciones y observación de tareas. También en la etapa post-evento al analizar los accidentes ocurridos y las causas inferidas.
- Medida de esfuerzo.- En este grupo se mide todo trabajo realizado en interés de anticipar la materialización de accidentes. Entre los aspectos a ser medidos

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

se encuentran: la presencia de los elementos necesarios para una buena administración de la seguridad y bienestar; si se definen las responsabilidades para aplicar los diferentes elementos; y si las responsabilidades se están cumpliendo en cuanto a exigir se apliquen las normas y procedimientos de seguridad. La mejor herramienta para verificar el esfuerzo es la realización de auditorías, cumplimientos y evaluaciones (assessments).

c) El índice de frecuencia de accidentes

Para medir resultados hay diversos índices que permiten situarnos en contexto. Uno de ellos es el IFA, que puede incluir a uno o varios tipos de accidente como, por ejemplo, los accidentes mortales incapacitantes, y leves, que son aquellos reconocidos por nuestra legislación.

Es un indicador Lag del grupo de las mediciones de efectos y tal vez el indicador de uso más extendido,

El IFA nos cuenta solo una muy pequeña parte de lo que está sucediendo. Por ejemplo, no nos dice nada de la gravedad o severidad de los accidentes. Aunque su cálculo es sencillo, hay que estar prevenidos en cuanto a efectos comparativos pues diferentes países lo aplican diferente por la definición de tipo de accidentes, así como la de horas hombre.

El IFA tiene muchos beneficios en lo concerniente a potenciar el sistema de gestión de seguridad. Indicamos algunos de sus beneficios:

- Indica el desempeño en seguridad y es un importante motivador para inducir a tomar acciones para disminuirlo.
- Motiva a la línea de supervisión y en general a todo el personal
- Por ser un indicador muy objetivo, es fácilmente aceptado.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

- Es fácil de calcular y ser entendido.
- Su larga data sostiene su credibilidad y confianza.
- Es bueno para autocomparaciones.
- Permite análisis estadísticos paramétricos

El análisis no estaría completo si soslayamos sus debilidades, razón por la cual pasamos a comentarlas:

- La ocurrencia de accidentes graves y mortales es escaza por lo que la validez estadística puede ser significativa.
- El IFA es un indicador reactivo, no predictivo. No mide el nivel de cobertura de la seguridad sino el nivel de falta de cobertura de seguridad.
- El IFA puede ser manipulado fácilmente en función de cómo se defina HHT y accidente incapacitante.
- El índice se puede sesgar dependiendo de factores como: el origen de los servicios de vigilancia médica; acuerdos con los trabajadores accidentados; asignación a trabajos livianos o restringidos; pagos de compensaciones; adelantos de vacaciones; bonificaciones y otros.
- Se distorsiona cuando hay pocas HHT o muchas. Sin embargo, se pueden hacer algunos ajustes para una mejor aplicación:
- Usar un índice que incluya todo tipo de accidentes. Eso disminuye las distorsiones.
- Usarlos para auto comparaciones internas y que no sean de áreas diferentes.
- Complementar su uso con otras medidas de seguridad.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

2. Bases teóricas

2.1. El concepto de accidente

Todo accidente es un evento no deseado cuya consecuencia son pérdidas, es decir, tiene un costo.

Epícteto (60 – 120 A.C.) recomendaba reflexionar sobre la ocurrencia de accidentes y tomarlos como oportunidad.

Sobre investigación de accidentes, Sklet [14] indica que, el objetivo de investigar un accidente es identificar los hechos ocurridos y detallar lo sucedido, identificar las causas reales o raíz del evento y proponer acciones correctivas para disminuir la posibilidad de recurrencia y aprender de lo sucedido.

Todas las organizaciones públicas y privadas relacionadas con seguridad ocupacional, coinciden al indicar que, las investigaciones de siniestros pueden prevenir futuros eventos no deseados siempre y cuando se tomen las medidas correctivas necesarias para solucionar las causas de fondo encontradas mediante el proceso de investigación”

Nuestra legislación, DS 024-2016-EM, Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería indica que: “todos los incidentes, incidentes peligrosos, accidentes de trabajo y enfermedades profesionales deben ser investigados por la respectiva supervisión del área de trabajo, con la finalidad de encontrar las causas raíces que lo provocaron y dictar las medidas preventivas y correctivas que eviten su recurrencia” [8].

A lo largo de la historia, la investigación de accidentes ha sido vista como una oportunidad para encontrar las causas que ocasionaron el evento no

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

deseado de manera que podamos tomar las acciones pertinentes para evitar su recurrencia.

La investigación de accidentes tiene una parte reactiva que es el hecho mismo de no poder solucionar lo ocurrido. No se puede cambiar lo pasado. Sin embargo, la otra cara es la proactividad en el sentido de evitar la repetición del evento.

Encontrar las causas de un evento no deseado y establecer controles es el camino para evitar la recurrencia y de esa manera reducir el número de accidentes y consecuentemente los IFA.

Paralelamente, debemos tener en cuenta que los accidentes graves solamente representan una pequeña proporción del total de los accidentes con lesiones a las personas (10%). Estadísticamente, podríamos perder significación en los resultados. Esto mejoraría agregando los accidentes leves que tengan potencial alto o potencial medio de pérdida.

Los daños a la propiedad y las interrupciones al proceso completarían el círculo, pero ellos no son materia del presente estudio.

2.2. Causas y controles

Cuando ocurre un evento no deseado, la investigación es la forma de intentar evitar su recurrencia. Las causas del accidente y la aplicación de controles están íntimamente relacionadas con la prevención de la recurrencia.

Para que ocurra un accidente tiene que haber al menos una causa porque, según Leibnitz (1646 - 1716) nada puede suceder sin que haya una razón que explique que así sea (principio de la razón suficiente).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Análogamente, podríamos decir que, para evitar una causa debe haber al menos un control que explique que así suceda. Determinar las causas es el punto de partida para determinar los controles.

Todo control tiene dos funciones: detener la energía o canalizarla para evitar que se desborde. Cuando detiene o impide el flujo cumple la función de obstáculo o barrera; cuando canaliza el flujo deseado suele llamarse control. En ambos casos se incluye equipos, procedimientos, señales, formación, barreras físicas y otras de función similar.

Una agrupación de lo anteriormente indicado, son las cinco formas de control contenidas en nuestra legislación nacional D.S.-024-2016-EM, Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería que dice:

> "El titular de actividad minera, para controlar, corregir y eliminar los riesgos deberá seguir la siguiente jerarquía: 1. Eliminación (Cambio de proceso de trabajo, entre otros) 2. Sustitución (Sustituir el peligro por otro más seguro o diferente que no sea tan peligroso para los trabajadores) 3. Controles de ingeniería (Uso de tecnologías de punta, diseño de infraestructura, métodos de trabajo, selección de equipos, aislamientos, mantener los peligros fuera de la zona de contacto de los trabajadores, entre otros). 4. Señalización, alertas y/o controles administrativos (Procedimientos, capacitación y otros). 5. Usar Equipos de Protección Personal (EPP), adecuados para el tipo de actividad que se desarrolla en dichas áreas". [8]

Análogamente, la Organización Internacional de Normalización en la norma ISO 45001:2018 [2] indica que las empresas deben reducir el nivel de riesgo de sus procesos mediante la aplicación de controles alineados con el

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

siguiente ordenamiento jerárquico: a) eliminación del peligro; b) sustitución con elementos de peligro menor; c) aplicar elementos de ingeniería; d) recurrir al empleo de métodos administrativos; e) proporcionar al personal equipos de protección convenientes y asegurar su empleo.

Reason agrupa a los tres primeros controles como parte del denominado grupo de controles duros y a los dos últimos como pertenecientes a la agrupación de controles blandos. Esta clasificación está relacionada con la facilidad de que el peligro permee a través de alguna barrera como consecuencia de la falta de intervención del ser humano para activarla, interpretarla, entre otros aspectos.

Cada causa determina la aplicación de los controles correspondientes, que generalmente no son únicos, sino que suelen ser varios, de manera que actúen como capas de refuerzo o de manera redundante.

Tomemos siempre en cuenta que no existe una clasificación única de controles. Hay muchas vías alternas, pero esencialmente el concepto de aplicación suele estar alineado con lo indicado en este capítulo.

2.3. Relación accidentes y controles

La razón de ser de los controles es evitar el contacto con la energía que pudiera superar la resistencia de la persona o estructura y que terminemos en un accidente.

Los controles están en relación directa con la disminución de accidentes. No es posible aplicar controles y que los eventos no deseados sigan ocurriendo. Esto sucede por la falla en su aplicación o por la inexistencia de los mismos.

Todos los controles invariablemente avanzan en la dirección de la minimización de ocurrencia de los accidentes.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

En los modelos causativos de ocurrencia de accidentes, entre los que puede incluirse el de Frank Bird Jr. el criterio primordial de ocurrencia es el desarrollo de una línea secuencial en la ocurrencia del accidente, que termina con el contacto con una fuente de energía que se origina en la falta de control administrativo de los procesos que, a través de la tarea y del entorno de trabajo, generan actos riesgosos. Los controles físicos, de ingeniería o sustitución se agregan como una línea más de protección entre los actos subestándar y el accidente mismo. La falta de cumplimento de los controles organizacionales comienzan abriendo el camino para llegar a la ocurrencia de actos y condiciones subestándar que a la postre terminan en accidentes.

Tabla 1. Porcentaje relativo de controles aplicados

	Total de Controles (%)				
	Elim	**Sust**	**Ing**	**Adm**	**EPP**
2013	0.0	7.3	16.9	75.7	0.0
2014	0.0	7.0	18.8	72.7	1.6
2015	0.0	8.0	16.8	75.2	0.0
2016	0.0	13.6	14.6	71.8	0.0
2017	0.0	8.9	19.4	71.0	0.8
TOTAL	**0.0**	**8.7**	**17.4**	**73.5**	**0.5**

Elaboración propia

En nuestro medio, la tendencia todavía es aplicar una gran proporción de controles blandos. Eso se encuentra reflejado en la tabla anterior donde los controles blandos representan casi el 75% de los controles totales aplicados en las unidades mecanizadas de Empresa.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

3. Definición de términos

Causas Básicas.- Llamadas también causas raíz, indirectas, subyacentes. Son las razones de la existencia de las causas inmediatas. Explican las conductas y condiciones subestándares presentes antes que ocurra el evento.

Causas Inmediatas.- Son las acciones y los estados materiales subestándar presentes antes del contacto. Son detectables por nuestros sentidos.

Control, Barrera o Defensa.- Elementos utilizados para evitar la ocurrencia de accidentes o incidentes.

Control Blando.- Aquel constituido básicamente por documentos y equipo de protección individual.

Control Duro.- Aquel que no necesita de la acción del hombre para activarse o entrar en acción.

Daño potencial.- Aquel que pudo ocurrir bajo condiciones ligeramente diferentes. Desde el punto de vista del riesgo, el daño potencial puede ser alto, medio o bajo. Es alto cuando puso haberse transformado al menos en un accidente incapacitante grave o aún la muerte. Es medio cuando pudo ser un accidente incapacitante. Es bajo cuando no tiene posibilidades de aumentar su consecuencia.

Eficiencia Relativa del Control.- Calificación que otorga el evaluador a un control. Toma valores entre 1 y 5 (muy malo a excelente), que dependen de la apreciación que tenga el evaluador sobre su confiabilidad, disponibilidad, grado de difusión de la aplicación del control, aceptación por el personal, entrenamiento recibido para su aplicación, entre otros.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Grado de Efectividad de los Controles.- Valor relativo de la confianza en un control basado en la concurrencia del ranking dimensional, ubicación temporal y la eficacia relativa del control.

Horas Hombre Trabajadas.- Total de horas laboradas en un determinado intervalo de tiempo por un grupo de trabajadores.

Índice de Frecuencia de Accidentes.- Es el ratio de siniestros ocurridos durante un determinado intervalo de tiempo..

Índice de Frecuencia de Accidentes Diferido.- Para efecto de este estudio, el ratio de siniestros diferido, es el que se calcula para el período siguiente al de aplicación de los controles, lo que quiere decir que, si los controles se aplican en el trimestre “x”, el efecto de los mismos se concretará mejor en el trimestre “x + 1”.

Ranking Dimensional de los Controles.- Valor relativo del tipo de control proporcional al rango.

Ubicación Temporal del Control.- Valor relativo del control por su ubicación en la línea de tiempo de ocurrencia del evento no deseado: antes, durante o después.

4. Sistema de hipótesis

Intuitivamente sabemos que los controles o acciones correctivas, aplicadas sobre las causas raíz de un accidente, contribuyen a disminuir su grado de recurrencia, expresado como IFA. Si además, mejoramos la efectividad o confianza en los controles, el IFA se reduciría en magniutud.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Podríamos afirmar también que no hay suficiente evidencia para demostrar que las anteriores afirmaciones son ciertas, máxime cuando no contamos con pruebas objetivas suficientes.

Basados en información de soporte colectada en relación a los hechos que nos ocupan, nos permitimos formular las siguientes hipótesis

- Hipótesis nula (H_o) : “El grado de efectividad de los controles no incide en la reducción del índice de frecuencia de accidentes”.
- Hipótesis alterna(H1): “El grado de efectividad de los controles incide en la reducción del índice de frecuencia de accidentes”.

5. Sistema de variables

Para efectos de este trabajo, hemos definido al IFAD como variable dependiente, representada por los accidentes mortales, incapacitantes y leves de alto y medio potencial.

Paralelamente, la variable independiente es la relación entre el GEC de los controles duros y blandos, representada por la fracción CD/CB.

El período de medición de las variables fue trimestral y a lo largo de los años 2013 a 2017. La variable independiente se ha desfasado un período respecto de la variable dependiente debido a que la aplicación de los controles refleja mejor su efecto en el período siguiente. Así, los controles aplicados en el período “n” verán mejor reflejado su efecto en el IFA del período “n + 1” o período siguiente, al cual hemos definido como IFAD.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

V. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

1. Objetivo general

Determinar el valor de la relación entre el GEC sobre el IFA de las operaciones Uchucchacua y Orcopampa de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.

2. Objetivos específicos

Como objetivos específicos se plantean los siguientes:

- “Establecer las categorías generales de controles para el estudio”.
- “Determinar las características que definen a los controles”.
- “Definir el Ranking Dimensional de los Controles (RDC) o valorización de cada control individual”.
- “Valorizar el GEC”.
- “Calcular el IFA de las minas mecanizadas de Buenaventura”.
- “Elaborar un campo relacional entre efectividad de controles e IFA”.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

3. Hipótesis general

Para efectos de esta investigación, queda establecida la siguiente hipótesis nula (Ho): “El grado de efectividad de los controles no incide directamente en la reducción de los índices de frecuencia de accidentes”.

La hipótesis nula nos dice que el grado de confianza que podamos tener en un control, no conduce a disminuir significativamente el IFA. Recordemos que aun cuando el control aparente ser muy confiable es necesario asegurar su adecuada implantación y verificación de su eficacia durante su existencia.

La hipótesis alterna (H1), por oposición a la hipótesis nula, queda enunciada de la siguiente manera: “El grado de efectividad de los controles incide en la reducción de los índices de frecuencia de accidentes”.

Esta es la hipótesis de investigación que hemos probado.

4. Hipótesis específicas

Quedan planteadas las siguientes hipótesis que podrían ser trabajadas en posteriores investigaciones:

(H1): “La aplicación de controles disminuye la frecuencia de accidentes”

(H2): “La eficacia de los controles disminuye la frecuencia de accidentes”

(H3): “La efectividad de los controles disminuye la gravedad de los accidentes”

(H4): “La aplicación de controles influye positivamente en la disminución del índice de frecuencia de accidentes”.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

VI. METODOLOGÍA

Hemos analizado la información segmentándola en periodos trimestrales consecutivos que van desde el año 2013 hasta finales del 2017.

Dicho intervalo se caracterizó por la continuidad y estabilidad en la administración y gestión del sistema de seguridad de la empresa. Se analizó la información para un total de 20 trimestres dentro del supradicho rango de años.

La data relacionada a investigación de accidentes nos permitió definir las variables independientes, que son los controles duros y los controles blandos en cuanto a su grado de efectividad.

El número de accidentes por trimestre nos condujo a conocer el IFA.

1. Personal

La investigación fue realizada por el propio tesista.

2. Materiales

El material para realizar la investigación fue proporcionado por CMB y consistió en los datos que siguen:

- Cuadro mensual de Horas Hombre Trabajadas.
- Accidentes Mortales. Resultados mensuales.
- Accidentes Incapacitantes. Resultados mensuales.
- Accidentes Leves. Resultados mensuales.
- Informes sobre investigación de accidentes

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

3. Medios

Para lograr el objetivo de probar nuestra hipótesis, utilizamos como medios fundamentales los informes estadísticos relacionados con ocasión de accidentes sucedidos en las unidades productivas seleccionadas de la organización, sus respectivas investigaciones y las acciones interpuestas para efectos preventivos.

Las unidades mineras Orcopampa y Uchucchacua de CMB fueron el campo de ubicación de la data estadística recabada.

Para fines de la investigación, definimos “accidente“ como un siniestro que implica lesiones de diferente gravedad y que involucra a una o varias personas. De esa manera y en la misma dirección de lo indicado por la reglamentación legal del sector, tenemos 3 tipos de accidente: a) Mortal, que resulta en uno o más fallecimientos o en la imposibilidad de realizar cualquier tipo de tarea; b) Incapacitante, cuando la persona queda imposibilitada temporal o permanentemente para realizar ciertas tareas que le competen; c) Leves, son aquellos en los que se puede retomar la tarea a más tardar al día siguiente del evento pero que pudieron haber terminado como incapacitantes o mortales.

Las horas hombre trabajadas se calcularon en base a las horas de exposición de las empresas contratistas que trabajan en interior mina en tareas netamente operacionales mineras subterráneas, como son: laboreo minero horizontal, vertical, sub horizontal y sub vertical para exploración, desarrollo, preparación y explotación en las actividades de perforación, voladura, acarreo y transporte en interior mina, sostenimiento e instalación de servicios auxiliares por personal de mina para desarrollar dichas labores.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Así mismo, se estimó que el 30% del total de horas hombre trabajadas exclusivamente por el propio titular de las minas Orcopampa y Uchucchacua, corresponden a exposición del personal de la empresa dedicado a supervisión o realización de alguna de las tareas mencionadas en el párrafo anterior.

Para Hollnagel [7], los controles son barreras que impiden o disminuyen las consecuencias de un evento. Podemos considerar que pueden ser materiales, protocolarias o intangibles.

Los controles forman parte integrante de las investigaciones de accidentes y modifican el estado presente para llevarlo a uno más seguro. Aplicados y manejados eficazmente, evitarán la reaparición de los eventos no deseados.

Según la Organización Internacional de Normalización en su norma ISO 45001:2018 [2] los controles se categorizan siguiendo un ordenamiento de mayor a menor eficacia por su capacidad para evitar reiteraciones de eventos en eliminación, sustitución, ingeniería, administrativos y E.P.P.

Se obtuvo muy valiosa información relacionada con la presencia, falta, insuficiencia y calidad de las medidas de control a partir de la revisión de los informes de investigación de accidentes proporcionados por CMB.

La data estadística proporcionada por CMB cubrió una buena parte de nuestras necesidades para la investigación y fue complementada con bibliografía especializada en la materia, opiniones provenientes de artículos técnicos y material diverso proveniente de diversas fuentes autorizadas con la finalidad de reforzar los conceptos vertidos.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

4. Diseño de la investigación

Las variables de la investigación no las hemos afectado ni influenciado por ningún contexto artificialmente construido. Se analizaron en el escenario espontáneo dentro del cual tuvieron lugar y sin ninguna intervención o intencionalidad. El análisis fue ex post, pues ex post es el carácter de toda investigación, por lo que no hubo manera de influir en la cadena de causalidad del accidente. Nos limitamos a la observación objetiva de los resultados

De la manera más objetiva posible, y mediante los informes de investigación de accidentes respectivos, nos limitamos a estudiar la situación corriente en lo pertinente a los cambios sufridos por los tipos blandos y duros de controles que conforman nuestras variables independientes. Las correcciones que en el ámbito laboral tuvieron lugar como respuesta a los accidentes, generaron dichos cambios sobre los cuales no influenciamos, actuando a lo largo del proceso únicamente como observadores.

Es así que al tratar de encontrar alguna relación de causalidad entre las variables en estudio sin que medie intervención para alterar los resultados, nuestro trabajo entra en el campo de lo No-experimental.

5. Tipo de investigación

En el acápite previo concluimos, luego de una breve discusión, que nuestra investigación es de carácter No-experimental

De otro lado, recolectamos la data necesaria para nuestro estudio tomando un período de 5 años que se dividió en trimestres para fines del análisis y escrutamos mediante ellos el cambio sufrido por la variable dependiente en

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

momentos posteriores como producto del grado de efectividad de las barreras implantadas. Por ello, consideramos al estudio como longitudinal.

"Los diseños longitudinales se dividen en tres tipos: diseños de tendencia, diseños de análisis evolutivos de grupos (cohorte) y diseños panel" [15].

En ese sentido y tomando en cuenta que nuestra población no varía a lo largo del tiempo en que se circunscribe el estudio y que hemos trabajado sobre fluctuaciones en las variables de nuestra hipótesis en dicho intervalo de tiempo, consideramos que este estudio cae dentro del tipo diseño de tendencia.

6. Enfoque de la investigación

Es importante mencionar que "El enfoque cualitativo utiliza la colección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico" [15]. Se desprende entonces el carácter cuantitativo de esta tesis reforzado por haber probado nuestra hipótesis mediante la medición de las variables en estudio previa toma de información numérica.

Dicha información comprende los accidentes ocurridos por período y las horas hombre desarrolladas por los trabajadores. De la combinación de estos se obtiene el IFA. Complementariamente introdujimos otra variable numérica, el GEC, que veremos más adelante.

Las variables numéricas se midieron con herramientas matemáticas y luego se aplicaron técnicas de regresión.

Seguimos un proceso estructurado para la prueba de hipótesis y así rechazarla o aceptarla.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Con la aplicación de herramientas estadísticas logramos disminuir sensiblemente cualquier error, lo que contribuyó a suprimir la incertidumbre y afianzar los resultados

7. Población

Definimos como población todas las actividades netamente operacionales mineras subterráneas, como son: laboreo minero horizontal, vertical, sub horizontal y sub vertical para exploración, desarrollo, preparación y explotación en las tareas de perforación, voladura, acarreo y transporte en interior mina, sostenimiento e instalación de servicios auxiliares por personal de mina para desarrollar dichas labores.

Así mismo, se estimó que el 30% del total de horas hombre trabajadas exclusivamente por el propio titular de las minas Orcopampa y Uchucchacua, corresponden a exposición del personal de la empresa dedicado a supervisión o realización de alguna de las tareas mencionadas en el párrafo anterior.

Suele considerarse a los accidentes como desviaciones en la calidad de los procesos pues es aceptado que, todos ellos están compuestos por gente, equipamiento, entornos de actividad y materiales de trabajo en diferentes proporciones con el propósito de alcanzar altos estándares de calidad. Las desviaciones podrían terminar incluso en accidentes mortales.

Los accidentes, entre otras pérdidas, ocasionan lesiones a las personas. Ese es el tipo de accidente considerado en nuestra tesis: el que ocasiona la muerte, lesiones incapacitantes o el leve que estuvo cerca de hacerlo (potencial alto o medio de materialización).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

El IFA es un ratio que nos da la proporción de accidentes con lesiones ocurridos dentro de un intervalo de un millón de horas trabajadas.

Cuando hay una desviación sobre la manera adecuada de ejecutar una tarea aumenta la posibilidad de ocurrencia de un accidente. La investigación de accidentes tiene como propósito determinar la necesidad de barreras o controles para evitar el desencadenamiento de causas que nos llevan a la lesión. Empleando este mismo proceso podemos determinar la correspondencia existente entre los controles o barreras a implantarse y el IFA resultante.

La eficacia de los controles puede medirse de diversas formas. El momento para revisarlos, readaptarlos, robustecerlos con el fin de mejorar su eficacia y eficiencia y por ende su efectividad, se presenta generalmente cuando ocurre un accidente lo que significa una oportunidad.

En esta tesis, la célula que forma la población es el accidente personal tal como se determinó en los párrafos precedentes.

8. Muestra

Los accidentes personales investigados constituyen el universo donde se probó nuestra hipótesis.

Considerando una población conocida y finita en extensión, la expresión que sigue nos permitirá establecer el tamaño muestral.

$$n = \frac{N \cdot Z^2_C \cdot p \cdot q}{(N-1) \cdot e^2 + Z^2_C \cdot p \cdot q}$$

Figura 2. Expresión para determinar el tamaño muestral

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Validados los elementos poblacionales a partir de las investigaciones de accidentes practicadas por la Empresa, se obtienen 241 accidentes (N) para los 5 años de análisis; el valor de Zc es de 1.96 cuando se tiene un nivel de confianza del orden del 95%; En el caso más desfavorable, la característica a investigarse aparece el 50% de las ocasiones (p) y consecuentemente su valor es 0.50; el error de la muestra (e) cuando se tome un elemento de la población debería ser a lo más 1% considerando que se trata de una población depurada, definida y finita.

El tamaño muestral (n) obtenido al reemplazar los valores anteriores en la expresión de la figura 2 es de 236 elementos, equivalentes al 98% de la población total, por lo que para nuestra investigación tomamos como muestra a la población en su conjunto.

8.1. Criterios de inclusión de la muestra

Cada elemento poblacional cumplió con las exigencias siguientes para ser validado como tal:

- Ser una de las actividades de laboreo minero subterráneo horizontal, vertical, sub horizontal o sub vertical para exploración, desarrollo, preparación y explotación.
- Dentro de las actividades anteriores, se consideraron sólo aquellas que incluyeron tareas de perforación, voladura, acarreo y transporte en interior mina, sostenimiento e instalación de servicios auxiliares para la ejecución de las actividades mencionadas.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

- Sólo se consideraron los accidentes que resultaron en lesiones incapacitantes o mortales y también lesiones no incapacitantes (leves) pero con potencial de pérdida medio y alto.
- No se consideraron los accidentes fuera de las estadísticas oficiales o sin informe final estándar.
- Sólo se consideraron los accidentes investigados por el Titular minero.

8.2. Criterios de exclusión de la muestra

Se excluyeron las muestras cuando:

- La actividad no pertenece a un proceso minero.
- Las investigaciones no incluyen de manera íntegra datos que son importantes para realizar el análisis.
- Se consideró dentro de un proceso minero a un evento que debió incluirse en otro tipo de proceso.
- Los controles implantados se correlacionan con otro tipo de evento y no con el ocurrido.
- No hay congruencia entre algunas de las secciones de la investigación del evento.

Practicada la revisión, no se excluyó elemento alguno de la muestra.

8.3. Descripción de las actividades mineras subterráneas para inclusión en la muestra

Indicadas en el acápite 8.2 precedente, pasaremos a describir cada actividad y sus características.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

a) Perforación

La actividad de perforación consiste en taladrar la roca mediante la transmisión de energía desde un de equipo portátil o manual, llamado Jack Leg; o también mediante el empleo de equipo mecanizado, auto propulsado llamado Jumbo, ambos mostrados en la figura 3. En ambos casos, la energía generada se conduce a través de un elemento llamado barreno que cuenta en uno de sus extremos con un componente que ejerce la fuerza final rompedora sobre la roca.



a) *b)*

Figura 3. Equipos de perforación: a) Manual(Jack Leg), b) Mecanizado (Jumbo)

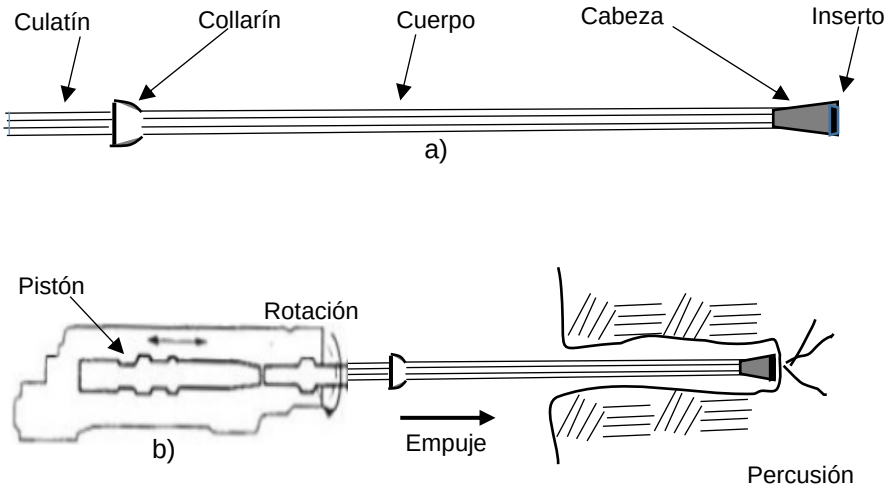


Figura 4. a) Barreno integral b) Mecanismo de rotura

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

La perforación utilizada en minas subterráneas es del tipo rotativo-percusivo, llamada así por el proceso que se sigue para romper la roca. El proceso se inicia con el impacto de un pistón, ubicado dentro de la perforadora, sobre el culatín del barreno. La energía del golpe se transmite a lo largo del cuerpo del barreno en forma de onda de choque hasta llegar al filo del inserto ubicado en la cabeza del barreno y que está en contacto con la roca. En ese momento, la energía se descarga en la roca produciendo su fracturamiento y logrando el trabajo de perforación. A continuación, la inyección de agua a través del barreno (tiene un orificio longitudinal para tal fin) se encargará de retirar los detritos del impacto. Seguidamente, mediante mecanismos internos en la perforadora, el pistón se retrae, el barreno es rotado un pequeño ángulo y el pistón descarga un nuevo golpe sobre el culatín del barreno que romperá una nueva zona ubicada en la región del nuevo contacto del inserto con la roca, completando un segundo ciclo.

Para logar un óptimo trabajo de perforación (avance), el equipo debe proporcionar un empuje permanente sobre el barreno de manera que el inserto se encuentre siempre en contacto con la roca del fondo del taladro.

También es fundamental que el fondo del taladro se encuentre limpio de detritos para lograr el máximo contacto y fuerza de empuje sobre la roca, lo que se logra con un flujo adecuado de agua.

Cuando se trabaja con equipos manuales la energía para el impacto del pistón proviene del aire comprimido, y cuando los equipos son mecanizados, generalmente es electrohidráulica.

Los barrenos o aceros para perforación, tienen diferentes longitudes para lograr un óptimo avance en galerías de diferente sección. Los barrenos que

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

utilizan insertos de carburo de tungsteno en la cabeza, se llaman barrenos integrales. Cuando utilizan brocas, estas pueden colocarse a presión o entornillarse en las barras de acero. El diámetro de las brocas también varía dependiendo del tipo de trazo o plantilla de voladura que se ha planeado utilizar.

Para alcanzar la longitud deseada de perforación se utilizan accesorios llamados manguitos o acoples, que permiten extender la longitud de una barra acoplándole otra. En el caso de los barrenos integrales eso no es posible, pero se utilizan barrenos integrales de diferente longitud y en secuencia.

En la figura inferior mostramos algunos accesorios de perforación empleados en perforación mecanizada.



Figura 5. Accesorios de perforación

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

En el proceso de perforación se presentan algunos peligros a la salud y seguridad que deben ser controlados. Estos peligros tienen su origen en los siguientes factores y varían dependiendo del tipo de perforación.

En perforación manual, el aire comprimido y el impacto del pistón, generan niveles de ruido muy por encima de los 85 dB. La protección auditiva es clave. Por otra parte, el polvo generado durante el proceso de rotura de la roca, puede alcanzar niveles de concentración superiores a los permisibles, por lo que la utilización de agua durante la perforación para barrido de partículas y de ventilación mecánica cumplen un importantísimo papel. La manipulación de barrenos expone al trabajador a impactos y atrapamientos que se producen en el momento de trabajar en la formación del collar o nuevo orificio de perforación. El peso de la perforadora (entre 35 y 45 Kg) y su manipuleo constante para cambiarla de posición y trasladarla, implica un importante riesgo disergonómico.

En el caso de las perforadoras mecanizadas, los niveles de ruido son más bajos que los de las máquinas manuales. La generación de polvo es mucho mayor que lo que genera un equipo manual debido a la velocidad de perforación. Los riesgos disergonómicos son muy bajos pues no necesitan mayor manipuleo. Se agrega, sin embargo, un factor importante de riesgo derivado de las zonas ciegas derivadas del tamaño del equipo y también como consecuencia, el impactar al algún trabajador durante la operación. Cuando los equipos son propulsados por motores petroleros, se agrega el riesgo de concentración de gases como el monóxido de carbono, que debe ser controlado con un buen mantenimiento del equipo, buena operación y buenas condiciones de ventilación general de las labores.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

La perforación se realiza tanto en labores verticales como en labores horizontales, así como en labores sub-verticales (inclinadas). Para labores de sección pequeña, los equipos manuales están recomendados. Galerías de hasta 6.5 m2 son perforadas con equipo manual apoyado con accesorios como plataformas y escaleras. Las labores horizontales y subhorizontales de hasta 13 m2 son perforadas con equipos mecanizados. Las labores verticales de gran longitud se perforaron con equipos raise climber, incursionándose también en perforación con raise borer para el caso de diámetros mayores de sección.

Los operadores de los equipos de perforación revisan el buen estado de la máquina mediante una lista de verificación o checklist, que asegura pueda ser operada con mínimo riesgo de falla mecánica.

Los operadores, antes de operar cualquier equipo de perforación, sea este mecanizado o manual, reciben capacitación y deben obtener una licencia interna para poder operarlos.

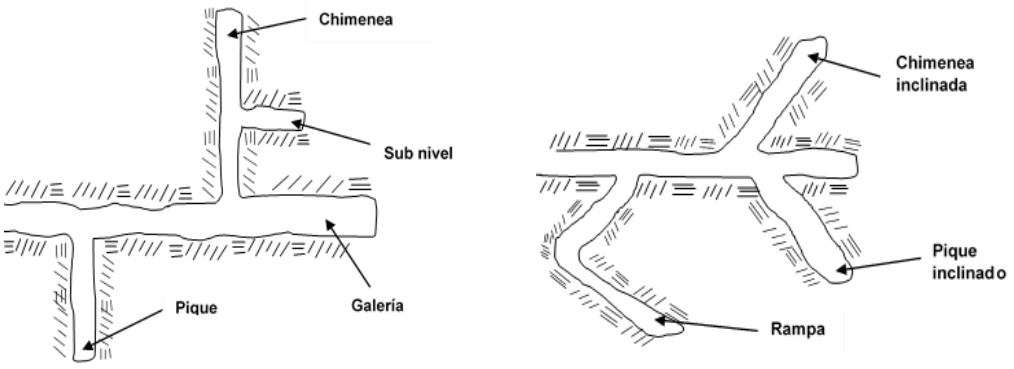


Figura 6. Labores mineras subterráneas. a) Horizontales y verticales, b) Sub-verticales

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

b) Voladura

La voladura es el paso siguiente a la perforación. Su objetivo es realizar trabajo mecánico rompiendo la roca para avanzar la labor minera.

Los explosivos son el insumo de la voladura y están constituidos por productos químicos que, cuando inician la reacción al ser activados, generan un volumen de gases unas 10,000 veces mayor al volumen del taladro que los aloja, que además alcanzan temperaturas que exceden los 4,000 °C y por consiguiente generan presiones altísimas que pueden llegar a las 200,000 atmósferas, en un lapso del orden de los microsegundos.

Es este lapso o espacio de tiempo en el que ocurre la reacción química, nos lleva al concepto de velocidad de reacción de la masa explosiva que si no supera los 1,000 m/s se considera baja y se llama deflagración. Caso contrario, se llama detonación donde se alcanzan velocidades mayores a los 10,000 m/s. Los explosivos usados en minería tienen velocidades que varían entre los 1,500 m/s a 7,000 m/s.

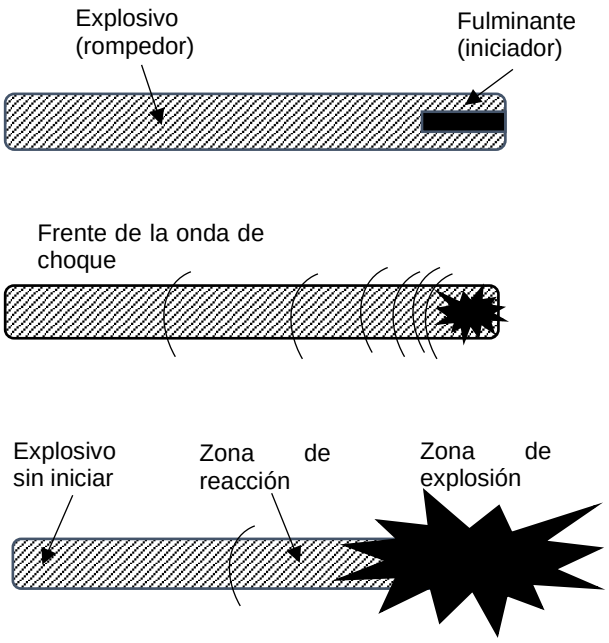


Figura 7. Mecanismo de detonación

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Los explosivos utilizados en minería necesitan de un fulminante (iniciador) que genere la onda de choque para iniciar la reacción del explosivo. La onda de choque viaja a lo largo de la columna de explosivo iniciándolo. A lo largo de la columna de explosivo el efecto de la iniciación genera tres zonas: a) la zona de iniciación del explosivo o zona de explosión, que es donde se acumulan los gases de explosión a una velocidad menor que la onda de choque y por lo tanto tienen una alta presión, aunque no es la máxima; b) La zona de reacción, donde se generan las presiones máximas o presiones de detonación por la descomposición de la masa explosiva, y que se propaga en forma de onda de choque con máxima presión; c) la zona del explosivo sin iniciar que es donde aún no llega la reacción ni la onda de choque como iniciar la detonación y el explosivo se encuentra inerte.

Cuando el explosivo se confina dentro de un taladro, inmediatamente después de la detonación se produce una acumulación de gases que ocasiona un gran esfuerzo de compresión sobre la roca circundante como puede verse en la figura 8a inferior.

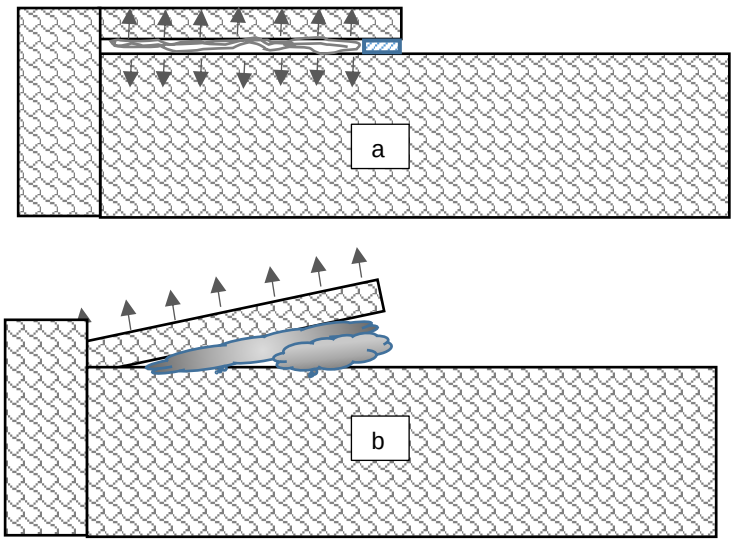


Figura 8. Mecanismo de rotura de la roca por detonación

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Como las rocas tienen una alta resistencia a la compresión, el esfuerzo ejercido por la onda de choque, se propaga hasta la cara libre creando ahora un esfuerzo de tracción sobre la roca, como vemos en la figura 8b, y si éste es mayor que la resistencia de la roca a la tracción entonces se desprenderá un bloque de roca lográndose el objetivo de la voladura.

Cuando la carga no está bien calculada y resulta excesiva, además de la sobre fragmentación del material volado creamos zonas de debilidad en el perfil de la roca debido al ingreso de gases remanentes de la voladura en las fisuras preexistentes.

Los explosivos iniciadores o fulminantes contienen materiales químicos muy sensibles e inestables como consecuencia de la debilidad de sus enlaces moleculares, que hace que una muy pequeña cantidad de masa sea altamente sensible a la ignición. El fulminato de mercurio y el azida de plomo son los compuestos más corrientemente empleados.

Los explosivos secundarios están formados por materiales que necesitan del impulso de un fulminante para activarse, están compuestos por un elemento sensibilizador que puede ser la nitroglicerina, la nitroglicerina, el nitroglicol, el trinitrotolueno, la pentrita y la nitrocelulosa. La dinamita es el explosivo clásico de este grupo.

Existe también un grupo de explosivos secundarios que no son sensibles al fulminante, dentro de los cuales tenemos a los hidrogeles, emulsiones, y ANFO (del inglés Ammonium Nitrate Fuel Oil).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

La voladura subterránea especialmente en labores de desarrollo, exploración y preparación horizontal o subhorizontal, sigue arreglos especiales como el mostrado en la figura 9. Los taladros que generan la cara libre se llaman “arranques”, los que se disparan a continuación hacia la cavidad dejada por los arranques se llaman “ayudas” y están en la corona circular de la figura 9, los taladros que perfilan el techo de la labor se llaman ”alzas”, los que dan forma a las paredes laterales se llaman “cuadradores”, y los que conforman el piso se denominan “arrastres”.

Cada uno de los taladros es cargado con explosivos, como se muestra en la figura 10 y tiene un orden que indica el momento en que se producirá la detonación en él. En la figura 9 puede apreciarse el orden de salida de la carga explosiva asignada a cada taladro de acuerdo a la numeración indicada.

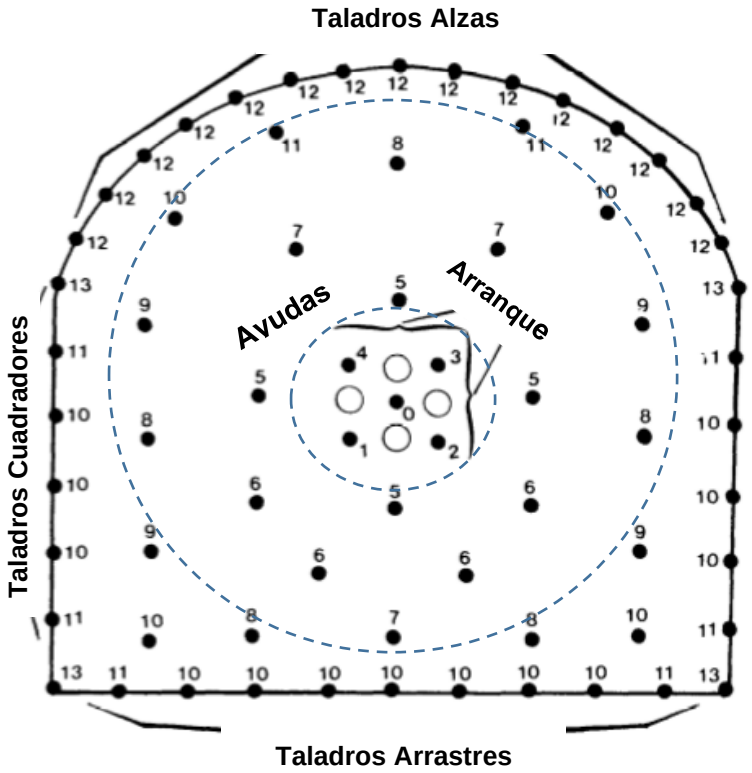


Figura 9. Trazo de una plantilla para voladura de un frente de trabajo

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

El explosivo se coloca en cada taladro confinándolo como se ve en la figura 10, siguiendo una densidad de carga (masa del explosivo en relación al volumen del taladro) diseñada para cada taladro particular. Cuando se utiliza dinamita o emulsiones encartuchadas, la carga y confinamiento (atacado) de los taladros es manual. En el caso de cargar ANFO, la carga se realiza con equipos especiales.

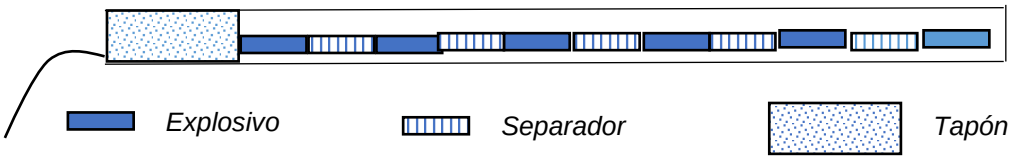


Figura 10. Taladro cargado con explosivos

Por el extremo que da a la labor de trabajo, sale la mecha (guía) proveniente del fulminante iniciador que está dentro de uno de los cartuchos, al interior del taladro. Las mechas, provenientes de cada uno de los taladros, se conectan entre sí para dar una secuencia de voladura a cada taladro. El encendido de la secuencia de voladura puede ser eléctrico y también utilizando mecha rápida combinada con cordón detonante. La secuencia de voladura de cada taladro se logra interponiendo elementos retardadores con los que se consigue el mejor rendimiento de la secuencia.

La capacitación y entrenamiento de los trabajadores en la etapa de voladura, es primordial por tratarse de una actividad de alto riesgo inherente en atención a los materiales que se manejan.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

c) Carguío y acarreo

Esta actividad, que sigue a la voladura (naturalmente después de ventilar y sostener la labor para evitar derrumbes), se realiza en la minería mecanizada utilizando equipos cargadores de bajo perfil llamados “scoops”, es decir, equipo de baja altura para evitar impactos con la parte superior de las labores. En la figura 11 podemos ver uno de ellos.



Figura 11. Scoop en pleno proceso de carga de material roto por la voladura



Figura 12. Scoop cargando dumper

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Los scoops también pueden cargar a los camiones de bajo perfil (dumpers) como lo hacen en superficie los cargadores frontales.

También se les llama equipos LHD que son las siglas en inglés de Load Haul and Dump, el nombre de las tareas que realizan los scoops.

Los scoops se encargan de cargar el material volado y trasladarlo (acarrearlo) a algún lugar predeterminado para depositarlo. Estos lugares se llaman puntos de descarga (drow points) y conducen el material por labores verticales o sub-verticales hasta llegar a la estación de transferencia en un nivel inferior, aprovechando el efecto de la gravedad.

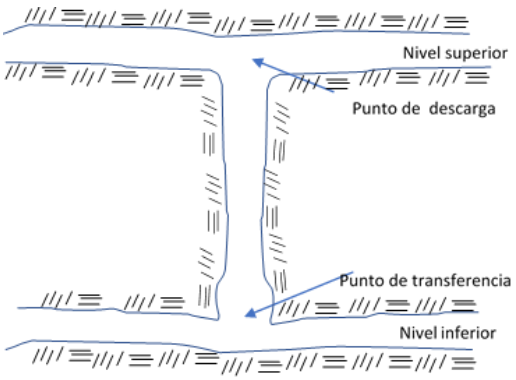


Figura 13. Punto de transferencia de carga

El scoop, que puede ser impulsado por un motor petrolero o por un motor eléctrico, es conducido por un operador entrenado. También existen scoops en la versión control remoto para evitar el ingreso del operador a zonas peligrosas.

El scoop debe pasar por una lista de verificación (Check list) que indica se encuentra en óptimas condiciones para ser operado. Asimismo, es condición indispensable que el operador pase un curso de entrenamiento y obtenga una licencia interna para poder operar el equipo.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

El tamaño del equipo está en función de la carga que debe transportar. Es así que los resultados de la voladura influyen en la capacidad o tonelaje movido por el equipo pues el grado de fragmentación determinará el grado real de llenado del cucharón del equipo.

A continuación, mencionamos los riesgos vistos desde la perspectiva de la seguridad y salud ocupacional:

a) Formación de gases de combustión tipo monóxido, dióxido de carbono, gases nitrosos, y aldehídos, cuando el equipo es petrolero.
b) Generación de polvo al momento de la cargar y descargar material.
c) Mayor generación de ruido en los equipos petroleros.
d) Presencia de zonas ciegas para el operador.
e) Las articulaciones entre la cabina y el motor crean puntos de pellizco o atrapamiento.
f) En los equipos eléctricos el riesgo de electrocución al manipular los cables y las estaciones de conexión eléctrica.
g) Siendo equipos hidráulicos las mangueras de presión representan un riesgo a la salud en caso de fuga o desacople durante el mantenimiento.
h) La caída por un punto de descarga es otro peligro que debe controlarse.

d) Transporte

Esta actividad sigue al carguío y acarreo. Es realizada por camiones de bajo perfil llamados dumpers, que son cargados por scoops o que cargan el material desde puntos de transferencia y trasladan a otros puntos de descarga desde donde será transportado a superficie por otros medios.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis



Figura 14. Dumper iniciando la descarga

Los dumpers y los scoops petroleros comparten básicamente los mismos peligros durante su operación:

a) Generación de gases derivados de la combustión del petróleo que son un peligro para el personal que está en las inmediaciones y en las zonas de circulación del equipo. De ahí la importancia de minimizar las emisiones de gases, que en Perú tienen un valor umbral límite de 500 ppm medidas en el escape de gases del equipo.
b) Tienen puntos ciegos más amplios que los scoops, lo que representa un peligro inmediato para los peatones, que siempre deben hacer contacto visual con el operador para circular entre los equipos. y también para los equipos menores
c) Generación de polvo durante la carga y descarga de material.
d) Altos niveles de ruido amplificado por el confinamiento que ocasiona el hecho de estar en una mina subterránea.
e) Siendo equipos articulados entre la cabina del operador y la tolva de descarga, crean riesgo de atrapamiento.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

f) Las mangueras hidráulicas y las posibilidades de escape de fluido representan otra forma de peligro.

Su operación requiere de entrenamiento especial y de un brevete interno. Asimismo, necesita de una revisión pre operativa mediante una lista de verificación para asegurar la minimización de oportunidades de exposición al riesgo.

e) Desatado

El desatado de rocas tiene por objetivo identificar las rocas sueltas con la finalidad de provocar su caída. Esta puede hacerse manualmente con el empleo de barretillas o también utilizando un equipo mecanizado llamado “Scaler”, diseñado especialmente para ese propósito. Un buen desatado de roca minimiza las posibilidades de caída de fragmentos roca sobre el personal y los equipos.

El trabajo de desatado manual se realiza básicamente en galerías de sección pequeña a mediana, debido a que más allá de los 3.0 m de altura se requiere el empleo de barretillas de gran longitud, que son más pesadas y crean problemas disergonómicos en los desatadores.

En labores mayores a los 3.0 m lo recomendable es utilizar equipo mecanizado para mejorar el grado de desatado de rocas sueltas en las labores además de evitar la fatiga del trabajador y cualquier daño al sistema músculo esquelético del personal desatador.

El buen desatado minimiza el riesgo, pero no lo elimina. El desatado debe hacerse en avanzada es decir desde fuera hacia dentro de las labores, con la finalidad de evitar roca suelta sobre el personal.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis



a)



b)



c)

Figura 15. Desatado de roca. a)Barretillas, b) Desatado manual, c)Scaler

f) Sostenimiento

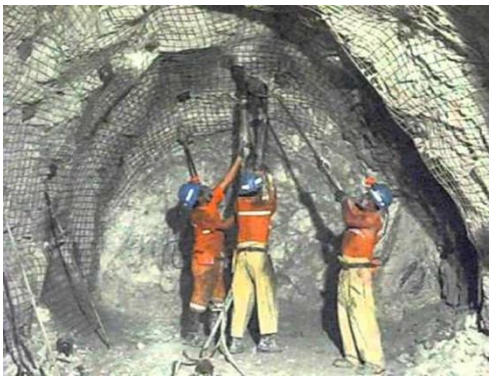
En minería subterránea, el simple hecho de hacer cavidades y utilizar explosivos, implica la desestabilización del macizo rocoso. Este al tratar de tomar su geometría más estable ocasiona la caída de bloques de roca que, en función de su tamaño, de menor a mayor, se les denomina: fragmentos, bancos o planchones y que en el Perú son la fuente de la mayor parte de accidentes que van desde el nivel de incapacidad total temporal hasta fatalidades.

Para evitar la caída de roca se utilizan muchos elementos de sostenimiento como son: los pernos de roca en todas sus variedades, la malla electrosoldada, el shotcrete, las cimbras y la madera.

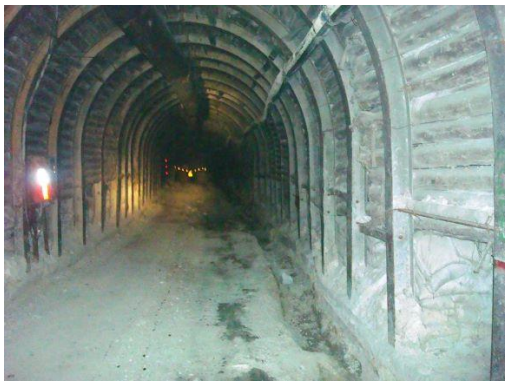
Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis



a)



b)



c)

Figura 16. Sostenimiento pasivo. a) Madera, b) Malla y shotcrete, c) Cimbras

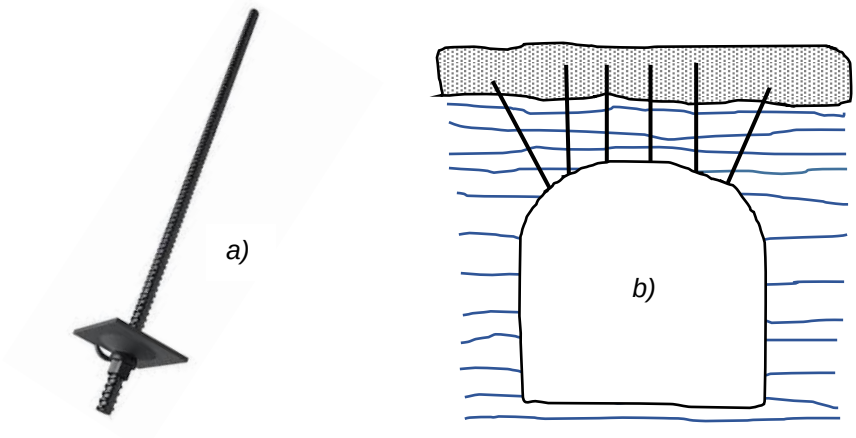


Figura 17. Sostenimiento activo. a) Perno corrugado b) Efecto viga

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Se han definido dos tipos básicos de sostenimiento de la roca:

a) El sostenimiento activo, representado por todo elemento de sostenimiento que se instala dentro de la roca. Entre ellos tenemos a los pernos de anclaje en todas sus variedades: pernos de roca, Split set, swellex, barras helicoidales..

b) El sostenimiento pasivo, instalado entre el techo y el piso y que son externos a la roca. Entre ellos tenemos a las gatas hidráulicas y mecánicas, los cuadros de madera, las cimbras, los paquetes sudafricanos, las mallas, las cintas, el relleno detrítico y el shotcrete o cemento lanzado.

Algunos consideran un tercer grupo que es el control de superficies donde se encontrarían las mallas, las cintas y aún el shotcrete.

La colocación del sostenimiento es una de las etapas más críticas porque generalmente el trabajador se encuentra expuesto a la roca perturbada con el consiguiente riesgo de que pueda desprenderse alguna masa rocosa.

Existen muchos métodos para determinar el tipo de sostenimiento que debe aplicarse a la roca. Uno de ellos, el método desarrollado por Bieniawski [16] nos habla de seis parámetros para clasificar el macizo rocoso y determinar las necesidades de sostenimiento y son:

- El índice RQD de calidad de la roca
- La resistencia de la roca a la compresión
- Las discontinuidades y su espaciamiento
- Las discontinuidades y su estado
- La dirección de las discontinuidades
- La presencia de agua filtrante en las labores

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

La instalación de los medios de sostenimiento como malla, shotcrete y pernos en todas sus variedades, se hace con equipo especial. La madera es propia de minas convencionales y labores pequeñas a medianas. Se coloca manualmente, recurriéndose al uso de grúas u otros equipos mecanizados cuando es muy pesada. Las cimbras, por su gran peso representan un riesgo importante durante su manipuleo por lo cual lo aconsejable es utilizar grúas para su colocación.

g) Servicios auxiliares

La perforación, voladura, carguío, acarreo y transporte no serían posibles si no se contara con los servicios auxiliares necesarios para realizarlos. Estos son: electricidad, agua y aire comprimido.

Por requerimiento del Reglamento de Seguridad Minera [8], el agua y el aire comprimido deben estar separados de las instalaciones eléctricas, cuando menos a un metro de distancia.

Asimismo, el antedicho reglamento de seguridad cuenta con un código de colores que mostramos en la figura 18 que sigue. Para el agua indica color verde y para el aire color azul.

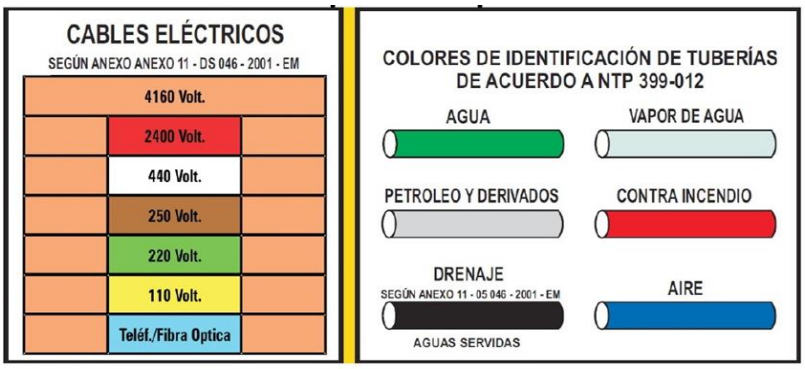


Figura 18. Código de colores. a) Cables eléctricos b) Tuberías
Tomado de: D.S.N°024-2016-EM, Reglamento de S&SO en Minería

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

El uso del código de colores se aplica a las instalaciones como puede verse en la figura 19a que mostramos abajo. De igual manera, la separación entre instalaciones de servicios agua aire con las instalaciones eléctricas podemos apreciarla en la figura 19b



a) b)

Figura 19. a) Instalaciones de Agua y Aire comprimido b) Separación entre instalaciones

La energía eléctrica utilizada por los equipos es de 440 V y 60 Hz. El aire comprimido llega a proporcionar presiones de 120 psi a los equipos menores de perforación.

Las instalaciones de los servicios de aire y agua son realizadas por personal de mina para abastecer a sus equipos. Las instalaciones eléctricas las realiza personal de mantenimiento. En labores de sección mayor a 10 m2 se utiliza equipo mecanizado para realizar las instalaciones de servicios, aunque de manera limitada todavía. No se ha logrado cubrir el 100% de las necesidades de este tipo de equipo, recurriéndose a escaleras y andamios de ser necesario.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

En todos los casos se cuenta con procedimientos de bloqueo/rotulado para corte de energía en general y de procedimientos específicos para las instalaciones en cada caso. El personal está entrenado para realizar dichas tareas.



Figura 20. Instalación de servicios

La exposición al riesgo del personal involucrado en estas actividades es esencialmente el que sigue:

a) Contacto con energía hidráulica y eléctrica.
b) Caídas a diferente nivel cuando no se cuenta con los equipos mecanizados

Debemos recordar que las actividades relacionadas a instalaciones eléctricas fueron excluidas del análisis de esta tesis por no tratarse de actividades mineras sino de mantenimiento, lo que queda fuera del alcance de este trabajo.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

9. Muestreo

El tamaño calculado de la muestra es ligeramente inferior al tamaño de la población, por lo que se ha tomado a la población como muestra.

10. Variables

Se dice que “variable es una característica o cualidad; magnitud o cantidad, que puede sufrir cambios, y que es objeto de análisis, medición, manipulación o control en una investigación” [17].

De esta manera, hemos establecido dos variables de estudio cuyos puntos de partida se basan en los conceptos que siguen:

10.1. Grado de efectividad de los controles

La variable independiente de este estudio es la proporción entre el grado de efectividad de los controles duros (CD) y el grado de efectividad de los controles blandos (CB), representado por el cociente CD/CB.

A su vez, el grado de efectividad de un control tiene tres dimensiones, la primera es el ranking dimensional de los controles (RDC); la segunda dimensión es la ubicación temporal del control (UTC); y la última dimensión es la eficiencia relativa del control (ERC). Las explicamos a continuación.

El RDC está determinado por la valorización global de las propiedades de los controles a los que se les aplicó valores en un rango del 1 al 5 y que quedaron determinados así:

- Capacidad.- Habilidad del control para detener la energía; nivel grado de defensa; grado de prevención o advertencia.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

- Confiabilidad.- Necesidades de capacitación, mantenimiento, vigilancia y comprobación mínimas; solidez frente a errores humanos.
- Independencia.- Participación mínima del personal para mantener su actividad o para ejecutar su propósito.
- Presencia.- Sensación que el control actuará cuando sea requerido es máxima. Su utilización puede ser a nivel de origen del problema (mayor eficacia); en el medio de difusión entre el personal y el origen; o a nivel del propio personan (menor eficacia).
- Temporalidad.- Control en actividad constante (eficacia máxima); o que se activa con la ocurrencia de un evento (eficacia mínima).

Resumimos el RDC de los controles en la tabla que sigue:

Tabla 2. Ranking dimensional de los controles (RDC)

	Eliminación	Sustitución	Ingeniería	Administración	E.P.P.
Capacidad	5	4	3	1	1
Confiabilidad	5	4	3	1	1
Independencia	5	4	3	3	1
Presencia	5	4	3	3	1
Temporalidad	5	4	3	2	1
TOTAL	**25**	**20**	**15**	**10**	**5**

Elaboración propia

La Ubicación Temporal del Control (UTC) ejerce un efecto importante en la eliminación o mitigación de las consecuencias del evento y por ende en el grado de eficacia de los controles. Detallamos a continuación:

- Pre evento.- Caracteriza a los controles que intervienen en la etapa inmediatamente previa al accidente. Puntaje asignado 2.0

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

- Evento.- Define la etapa en que el control desvía la energía de impacto disminuyendo su efecto. Se le asigna un puntaje de 1.5
- Post evento.- Etapa posterior al contacto con la energía que determinó el accidente y donde los controles deben minimizar sus efectos. El puntaje asignado es de 1.0

Tabla 3. Ubicación temporal del control (UTC)

	Pre- evento	Evento	Post evento
Valor	**2**	**1.5**	**1**

Elaboración propia

La ERC varía de 1 a 5 y dependiendo del grado en que se aplican los recursos a fin de llegar al mejor resultado, siendo 1 muy pobre y 5 excelente.

Se define con la concurrencia de los parámetros siguientes:

- Disponibilidad.- Utilizable en el tiempo.
- Persistencia.- Posibilidad de sostenerse hasta el término del evento.
- Seguridad.- Grado de certeza de que operará al ser solicitado.

Presentamos a continuación la estimación compilada del ERC:

Tabla 4. Eficiencia relativa del control (ERC)

Eficiencia	Resumen	Valor
Muy pobre	No operará, no resistirá, desconocido para todos, prácticamente no estará disponible, no debería utilizarse el control.	**1**
Pobre	Operará algún tiempo, resistirá mínimamente, conocido para un pequeño porcentaje de personal (< 25%), podría usarse si está.	**2**
Regular	Operará buena parte del tiempo, resistirá en buena parte, bastante conocido (<50%), usado regularmente	**3**
Buena	Trabajará la mayor parte del tiempo, resistirá en gran proporción, bien conocido (<80%), usado la mayor parte del tiempo.	**4**
Muy Buena	Trabajará siempre, resiste todo el tiempo, todos lo conocen y aceptan, no se puede puentear, difícil de mejorar.	**5**

Elaboración propia

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

La siguiente expresión enlaza los conceptos del RDC, el UTC y la ERC con el GEC:

$$GEC = RDC \times UTC \times ERC$$

Figura 21. Fórmula del grado de efectividad de los controles

De esta manera, el valor de la efectividad de los controles estará determinado por el GEC y será el componente de la variable independiente CD/CB.

10.2. Índice de frecuencia de los accidentes

En esta investigación la variable dependiente es IFA que resulta de los factores siguientes:

- La ocurrencia de un cierto número de accidentes (NA) en un lapso de tiempo.
- Las HHT que le correspondan en el tiempo.

La siguiente expresión nos muestra el IFA, es decir, el número de accidentes ocurridos por cada millón de horas hombre de trabajo. Nuestra investigación agrupó los accidentes y sus HHT de manera trimestral.

$$IFA = (NA \times 1\,000\,000) / HHT$$

Figura 22. Índice de frecuencia de los accidentes

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Así, han quedado definidas las variables que dan lugar a esta investigación. La variable independiente definida por el cociente Grado de Efectividad entre Controles Duros y Controles Blandos (CD/CB) y la variable dependiente conformada por el IFAD.

La variable independiente se caracteriza por ser cuantitativa y continua debido al valor numérico cuantitativo de los parámetros en que se fundamenta, por su aditividad o facultad de que se pueda operar aritméticamente con ella y porque se encuentra incluida en el campo numérico real positivo.

Al identificarse los controles provenientes de accidentes que tuvieron lugar trimestralmente en el rango de los años 2013 al 2017 y al estimar el grado de eficacia GEC, se dio comienzo a la utilización de la variable independiente. Su valoración cambiará de manera trimestral en la medida que sean establecidos controles nuevos provenientes de la exigencia de evitar la recurrencia de accidentes o la aparición de eventos similares.

La variable dependiente representada por el IFAD, tiene su origen en el conjunto de accidentes que se produjeron durante el trimestre que siguió a aquel en que se aplicaron los controles como consecuencia de los eventos ocurridos en el período.

Con las variables definidas, demostraremos cuál es la mejor relación que explica la efectividad de los controles aplicados y el índice de frecuencia de los accidentes diferido IFAD (que es el índice de frecuencia de accidentes del período subsiguiente al de aplicación de controles) de acuerdo al planteamiento de nuestra investigación.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

11. Matriz de consistencia

Tabla 5. Matriz de consistencia

Variables	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores
Grado de Efectividad de los Controles de Riesgo	Nivel cuantitativo del logro alcanzado con un control para evitar accidentes.	Capacidad	Habilidad de controlar la energía.; grado de defensa; grado de advertencia (1 a 5)
		Confiabilidad	Mínima necesidad de capacitación, mantenimiento, vigilancia y comprobación. Solidez frente al error (1 a 5)
		Independencia	Participación mínima del personal para ejecutar su propósito (1 a 5)
		Presencia	Sensación que el control actuará oportunamente (1 a 5)
		Temporalidad	Control en actividad constante (1 a 5)
		Pre evento	Control de etapa previa al accidente (2.0)
		Evento	Control desvía energía de contacto (1.5)
		Post Evento	Control de mitigación del contacto (1.0)
		Seguridad	Grado de certeza de que actuará el control al ser solicitado (1 a 5)
		Persistencia	Posibilidad de sostenerse hasta el fin del evento (1 a 5)
		Disponibilidad	Utilizable en el tiempo (1 a 5)
Índice de Frecuencia de Accidentes	Número de accidentes por cada millón de horas hombre trabajadas	Accidentes mortales, incapacitantes y leves de medio y alto potencial	Suma total de eventos del período
		Horas hombre trabajadas	Suma de las horas hombre trabajadas en un intervalo de tiempo

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

12. Análisis de confiabilidad

Para probar la hipótesis planteada en esta investigación utilizamos dos variables:

12.1Grado de efectividad de los controles

Identificado como GEC, su valoración servirá como referente para las variaciones que sucedan en el horizonte temporal.

Se cuenta con un ordenamiento de controles establecido en los diversos sistemas de gestión de seguridad que consiste en una jerarquización que parte del más fuerte al más débil y que depende de la valoración de sus características. Cuando se cuantifican estas características para cada uno de los niveles jerárquicos, obtenemos resultados en una progresión aritmética, que van desde cero por inexistencia de controles hasta un máximo de 25 cuando se suprime el peligro totalmente.

La cuantificación mencionada queda fortalecida de forma considerable cuando los controles se aplican en la fase de pre-contacto y en una menor proporción cuando los controles se emplean en la fase de post-contacto debido que en esta última su efecto está dirigido a mitigar la consecuencia del evento.

Los resultados obtenidos hasta este momento, indicados en líneas anteriores, se multiplicarán por un valor entre 1 y 5 que estará en función de la óptima utilización de recursos para alcanzar sus objetivos.

La metodología fue desarrollada por la Universidad de Queensland, Australia y los parámetros se encuentran en el trabajo de Hollnagel, ambos indicados en la bibliografía.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

12.2 El índice de frecuencia de los accidentes

Para calcular este índice se emplean sólo variables cuantitativas.

Todos los parámetros que conforman el GEC consideran linealidad y proporcionalidad en sus valoraciones, además de uniformidad en el distanciamiento entre los patrones de medición. En la misma línea, hemos considerado variables que por la objetividad de los métodos de valoración no admiten variabilidad entre las mismas.

El índice IFA emplea variables completamente cuantitativas y objetivas. Es un índice globalmente aceptado como indicador de efectos.

Por lo tanto, no hay necesidad de evaluar la confiabilidad de las herramientas con que medimos las variables que nos ocupan.

13. Análisis de validez

Estamos aplicando variables objetivas y metodologías globalmente aprobadas para calcular los valores de los índices GEC e IFAD.

De lo que trata en esta tesis es de rescatar una aplicación matemática, vía un modelo de regresión, entre variables cuyo desarrollo se utiliza sistemáticamente en el campo de la seguridad.

14. Limitaciones

En el presente estudio, han sido incorporados los eventos con consecuencias mortales, incapacitantes y los leves de potencial alto y medio, quedando fuera los de potencial de pérdida bajo y los incidentes debido al escaso calado que tuvieron las investigaciones.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Los controles o barreras aplicadas para evitar la recurrencia de accidentes, están en función de la correcta determinación de las causas básicas y de la motivación del equipo investigador por lograr que el riesgo residual sea tan bajo como sea razonablemente práctico a partir del análisis costo-beneficio. Como los equipos investigadores varían en cuanto a integrantes, estado de ánimo, habilidades de investigación y motivación, entre otros, resulta difícil hablar de homogeneidad al menos en cuanto a la etapa de determinación de controles.

Los controles de riesgo, duros y blandos, aun cuando se aplican a todos los trabajadores y condiciones de entorno, tienen un componente de heterogeneidad debido a: el grado de liderazgo del supervisor; el tipo de material, herramienta o equipo, que dependen del proveedor; el nivel de motivación del propio trabajador; las diferentes características del entorno de trabajo en la mina.

Por otra parte, el efecto de los controles para rebajar el IFA no se materializa inmediatamente después de su aplicación. Hay un tiempo de maduración, experiencia, seguimiento y supervisión de la eficacia que hacen que el efecto se difiera en una cantidad que no es fácil determinar. Se tomó como mejor estimado un trimestre de diferencia, basado en el tiempo que toma implementar los controles y su asimilación general.

El cálculo de las HHT es directo en cuanto a las empresas contratistas que trabajan bajo la responsabilidad del Área de Mina, pues cada una de ellas reporta sus horas de exposición separadamente. Sin embargo, en el caso particular del titular Compañía de Minas Buenaventura, las horas hombre trabajadas incluyen, además, otras áreas como logística, recursos humanos, seguridad, administración, campamentos, etc., que son difíciles de individualizar. Se tomó

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

como un buen estimado el 30% del total de las horas hombre trabajadas por la Empresa titular Buenaventura para este fin.

El IFA se estimó con la restricción indicada antes para las horas hombre lo que indica que no necesariamente coincidirá con el IFA general de la Empresa.

La metodología empleada en esta tesis implica evaluar cuantitativamente los controles que se implementaron luego de los accidentes. Para ese fin se recurrió a trabajos previos muy detallados: Pinto (2017), Sklet (2006), Vinnem (2005), Hollnagel (2009) que contienen propuestas de valoración cuantitativa y cualitativa de controles y barreras que, aunque relacionados a la gestión de riesgos, pueden ser alineados para la investigación de accidentes.

No hubo ocasión de comparar nuestros resultados con los de estudios previos pues los trabajos existentes identificados están orientados hacia la gestión de riesgos que es de carácter proactivo, mientras que esta tesis está orientada a la relación causal control – índice de accidentes, que por definición tiene un carácter más bien reactivo.

Sin embargo, esperamos que esta tesis contribuya a fomentar otras investigaciones para ampliar los conceptos aquí vertidos.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

VII.RESULTADOS

Antes de tratar el cumplimiento de los objetivos específicos, general y de verificar el cumplimiento de la hipótesis de investigación planteadas, debemos indicar que el análisis de la data nos permitió llegar a la siguiente relación entre el grado de eficacia de los controles (CD/CB) y el índice de frecuencia de accidentes diferido IFAD:

$$IFAD^{1/2} = 3.29 - 0.80\,(CD/CB)$$

Figura 23. Regresión que explica la hipótesis alterna

1. Cumplimiento de objetivos

1.1. Objetivo general

Del análisis de la ecuación de regresión observamos que la efectividad de los controles tiene un efecto inverso sobre el índice de frecuencia de accidentes diferido. Hay una relación negativa entre ambas: por cada unidad de aumento del cociente CD/CB, el valor del $IFAD^{1/2}$ disminuye en 0.8 unidades.

1.2. Objetivos específicos

OE 1.- Se han establecido 5 categorías generales de controles: Eliminación, Sustitución, Ingeniería, Administración y EPP. Siguiendo la línea de Reason [13], se agruparon en controles duros o eliminación, sustitución e ingeniería; y controles blandos o administrativos y EPP. Las dos líneas de

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

clasificación de controles se aplicarán conjuntamente para llegar al objetivo general. Ver anexos 5 al 14.

OE 2.- Se ha estimado conveniente, considerar el siguiente conjunto de características, tomadas de Hollnagel [7], para valorizar a los controles del objetivo específico anterior y que son: capacidad, confiabilidad, independencia, presencia y temporalidad. Cada una con valores que pueden ir del 1 al 5. Ver el Capítulo IV, acápite 1.2 “d” para mayor detalle.

OE 3.- Definidos los controles y la cuantificación de sus características, obtendremos la valoración de cada uno de ellos a la que denominamos Ranking Dimensional de los Controles. El cálculo en el Capítulo VI, acápite 10.1, Tabla 2.

OE 4.- Este objetivo implica determinar el Grado de Eficacia de los Controles (GEC) que viene a ser el resultado del producto de sus tres componentes: RDC, UTC y ERC. El detalle en el Capítulo VI, acápite 10.1

OE 5.- El índice de frecuencia de accidentes de las unidades mecanizadas Orcopampa y Uchucchacua puede apreciarse en la tabla que sigue:

Tabla 6. Índices de frecuencia de accidentes

ÍNDICES DE FRECUIENCIA DE ACCIDENTES (IFA)																			
	2013				2014				2015				2016				2017			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Orcopampa	7.1	12.7	9.0	10.7	14.9	8.2	5.2	6.1	2.9	6.6	6.7	7.8	1.9	6.0	6.7	3.3	5.0	3.6	5.9	6.3
Uchucchacua	7.3	13.8	3.3	5.5	3.7	3.4	4.4	8.7	3.2	7.2	7.0	4.0	4.2	3.4	4.2	2.0	2.0	1.9	7.0	4.2

Elaboración propia

OE 6.- Se estableció un campo relacional entre las variables IFAD y CD/CB definidas como dependiente e independiente respectivamente definido por la ecuación de regresión indicada en la figura 23 anterior de este capítulo. La curva tiene un índice de correlación múltiple de Pearson de 0.48, y un coeficiente R2 de 0.23

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

2. Cumplimiento de hipótesis

El cumplimiento de la prueba de hipótesis exige que previamente se verifiquen algunos indicadores estadísticos como son: normalidad, linealidad, autocorrelación, homocedasticidad y colinealidad, como los más importantes.

2.1. Prueba de normalidad

Para llegar a la fórmula de la figura 23 realizamos, en primer lugar, una prueba de normalidad de sus elementos. En la tabla 7 generada por el programa SPSS en base a la data proporcionada, apreciamos la normalidad de las variables, dependiente e independiente, al aplicar los métodos de Kolmogorov-Smirnov y de Shapiro-Wilk. Esto se verifica en el nivel de significación Sig. (p-valor > α = 0.05). Debemos mencionar que el método de Shapiro-Wilk es el más apropiado cuando se trata de tamaño de muestras pequeños (N<30).

Tabla 7. Pruebas de normalidad de la regresión

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DRz2IFAT	.117	19	.200*	.968	19	.741
CDsCB	.136	19	.200*	.906	19	.064

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Elaboración propia -SPSS

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

2.2. Prueba de linealidad

Esta prueba nos da el mejor ajuste a una línea recta de las variables del modelo. En este caso hay correlación negativa entre las variables de la regresión y además, siendo que Sig (p-valor) = 0.018 < α = 0.05 se rechaza la hipótesis de independencia y por lo tanto las dos variables están correlacionadas.

Tabla 8. Pruebas de correlación de las variables

Correlaciones

		IFAD	CDsCB
Correlación de Pearson	IFAD	1.000	-.482
	CDsCB	-.482	1.000
Sig. (unilateral)	IFAD	.	.018
	CDsCB	.018	.
N	IFAD	19	19
	CDsCB	19	19

Elaboración propia -SPSS

Apreciamos en la figura inferior que la mayoría de puntos está dentro de la nube y aun cuando la correlación está entre regular y buena, hay linealidad.

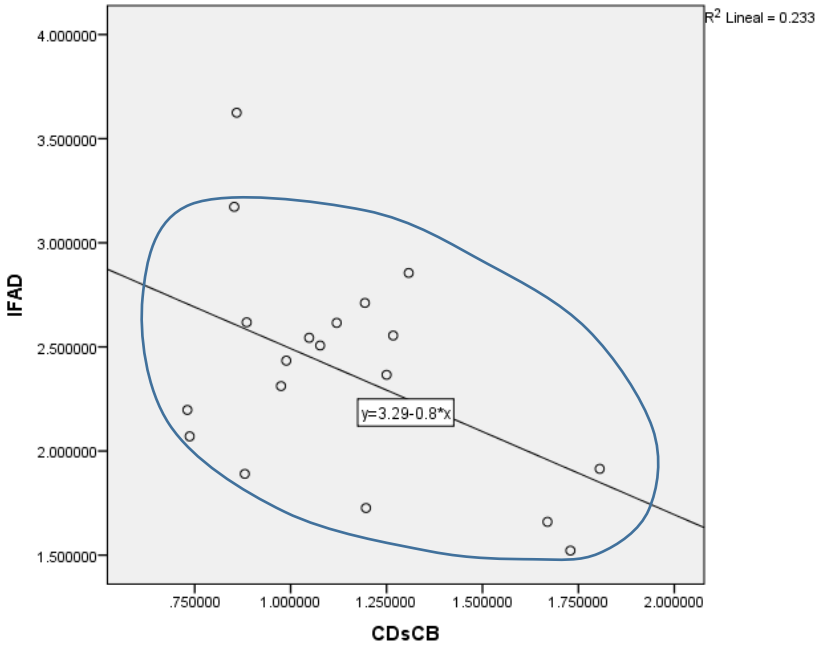


Figura 24. Curva de regresión de las variables en estudio

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

2.3. Prueba de autocorrelación

La autocorrelación es la presencia de correlación entre una serie y su versión desplazada en el tiempo. La hemos medido con el estadístico Durbin-Watson. Su valor es 1.696 como se ve en la tabla inferior.

La muestra no tiene autocorrelación pues el valor del estadístico Durbin-Watson se encuentra en el rango entre [1.567 ; 2.433] que se obtiene para una muestra de 19 elementos y 1 regresor (no se incluye la constante) en las tablas estadísticas correspondientes.

Tabla 9. Estadístico Durbin - Watson de autocorrelación

Estadísticos de cambio					
Cambio en R cuadrado	Cambio en F	gl1	gl2	Sig. Cambio en F	Durbin-Watson
.233	5.153	1	17	.037	1.69

Elaboración propia - SPSS

2.4. Prueba de heterocedasticidad

Cuando la varianza de los errores de las variables no es constante en todas las observaciones efectuadas, entonces se dice que el modelo de regresión es heterocedástico.

Entre otros, se presentan problemas como que habrá: a) Inexactitudes en el cálculo de la varianza del error, b) Sesgo en los errores estándar de los estimadores, c) Errores al estimar los parámetros. d) Predicciones imprecisas del modelo e) Fallas en las pruebas de hipótesis t y F.

El modelo se analizó bajo los criterios de Breusch y Pagan, y también bajo los criterios de White. En la tabla que sigue mostramos los resultados.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Tabla 10. Resultados de la prueba de heterocedasticidad

Análisis de Heterocedasticidad

BREUSCH	X2calc	1.90720489		
	X2tabla	3.84145882	**Homocedast**	X2calc < X2tabla
	Fcalc	2.46454617		
	Ftabla	4.45132177	**Homocedast**	Fcalc<Ftabla
WHITE	X2calc(n*R2)	2.40572664		
	X2tabla	3.84145882	**Homocedast**	X2calc < X2tabla

De acuerdo al análisis (ver Anexo 1) el modelo es homocedástico.

2.5. Prueba de multicolinealidad

Hablamos de multicolinealidad cuando se presenta alta correlación entre tres o más variables explicativas. Cuando se trata sólo de dos variables entonces se dice que hay colinealidad.

El problema de la colinealidad es que se reduce el valor predictivo de la variable independiente. En nuestro caso se trata de una sola variable independiente por lo que no hay colinealidad, como se ve en la tabla que sigue.

Tabla 11. Estadísticos de colinealidad

Modelo		Tolerancia	VIF
1	(Constante)		
	CDsCB	1.000	1.000

Elaboración propia - SPSS

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

2.6. Prueba del modelo de regresión

Encontramos que el valor del coeficiente “b” de la regresión es menor que cero, lo que implica correlación negativa entre IFAD1/2 y CD/CB.

Por otra parte, en la tabla inferior podemos ver que los intervalos de confianza para “a” y “b” en la regresión son respectivamente: a = [2.417 ; 4.162] y b = [-1.539 ; -0.056]. En el caso particular de “b” el intervalo excluye la hipótesis nula b=0, es decir, que los controles no tienen efecto sobre el IFA, lo que nos conduce a rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa de que los controles influyen sobre el índice de frecuencia de los accidentes.

Tabla 12. Estadísticos de la regresión

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.	95.0% intervalo de confianza para B	
		B	Error estándar	Beta			Límite inferior	Límite superior
1	(Constante)	3.290	.413		7.956	.000	2.417	4.162
	CDsCB	-.798	.351	-.482	-2.270	.037	-1.539	-.056

Elaboración propia - SPSS

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

VIII.DISCUSIÓN

Como objetivo principal de esta investigación planteamos determinar el efecto que tiene la efectividad de los controles sobre el IFAD en las operaciones mineras analizadas de CMB En ese sentido, llegamos a determinar que hay una relación inversa entre la aplicación de controles y el IFAD. Quedó demostrado en la regresión de la figura 24.

“No se permite la exposición al peligro. El riesgo de lesiones o daños será cero, cuando no exista exposición. Esto se logrará eliminando o retirando la exposición al peligro” [19]. Para lograrlo existe una jerarquía de controles que sigue un enfoque escalonado que comienza con la eliminación total de los riesgos y termina con equipos de protección personal si los riesgos no pueden eliminarse.

Nuestro primer objetivo específico fue establecer las categorías generales de controles con la finalidad de permitirnos trabajar cuantitativamente. Quedaron definidas 5 categorías generales de controles basadas en un sistema de puntuación objetivo en función de características que un control debería tener. ordenamiento lineal en cuanto a efectividad que, alineadas en orden decreciente son las siguientes: Eliminación, Sustitución, Ingeniería, Administración y EPP. La norma ISO 45001:2018 [2] promueve dicho ordenamiento de categorías de control de riesgos.

Un segundo objetivo específico fue determinar las características que definen a los controles. Para dicho fin recurrimos a las características planteadas por Hollnagel [7] para calidad de barreras. Los valores obtenidos quedaron plasmados en la tabla 2 del Capítulo V, acápite 10.2. El dar un rango de valores numérico a cada categoría nos proporcionó un marco cuantitativo que nos facilitó el análisis estadístico de la hipótesis de investigación. “Estimar la efectividad de

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

las barreras de seguridad es un proceso complejo que conlleva la consideración de algunos parámetros cuantitativos, así como percepciones" [18]. En este trabajo propusimos un marco de variación lineal que es bastante conservador entre todos, habiendo la posibilidad de considerar variaciones exponenciales entre los valores de las características de los controles, aunque eso complicaría la ejecución de operaciones entre parámetros estimadores.

El tercer objetivo específico proponía disponer de un método general para mostrar los controles en un proceso y globalizarlos. En los anexos 5 al 14 podemos apreciar el método utilizado para calcular el valor relativo de los controles mediante la aplicación de los valores propuestos en las tablas 1 al 3 indicadas en el Capítulo V, acápite 10.2. En este sentido, los informes de las investigaciones de accidentes contribuyeron a facilitarnos la valoración final del GEC, resultado de las tres dimensiones de los controles.

El cuarto objetivo plantea la necesidad de definir un criterio de medición del nivel de efectividad con que manejamos el riesgo. En este punto mencionaremos que el valor GEC definido en el capítulo VI, acápite 12.1 es el parámetro que usaremos para medir la efectividad en cuestión. Es el resultado de tres dimensiones (RDC, UTC, ERC) representadas cada una por valores discretos de variación lineal, asignados como calificaciones, basadas en la percepción, fruto de la experiencia, a las características o atributos que dan forma a cada una de las tres dimensiones mencionadas. El parámetro aglutinador GEC tendrá un valor cuantitativo resultado del efecto conjunto de las tres dimensiones.

Para dar fuerza a estos conceptos, acudimos una vez más a Pinto [18] que nos recuerda que la efectividad evalúa la capacidad de una barrera o control

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

de seguridad para lograr su propósito cuando es necesaria, así como lo bien que puede soportar la variabilidad del medio ambiente y no conducir a otros accidentes.

Nuestro quinto objetivo específico es el cálculo del IFA en las unidades mecanizadas de la Empresa. En la Figura 25 inferior, los resultados obtenidos muestran que la correlación en el caso de Orcopampa es mejor que en Uchucchacua. Además, cada trimestre, el IFA se reduce más en Orcopampa que en Uchucchacua. La dispersión es mayor en Orcopampa (9.6) que en Uchucchacua (7.7). Obtuvimos el IFA trabajando directamente la data de los informes mensuales de seguridad de las unidades, según anexos 2, 3 y 4. En nuestro caso el IFA tiene un período trimestral e igualmente las horas hombre trabajadas. Para calcular el IFA seguimos los lineamientos indicados en la legislación peruana sobre seguridad y salud en el sector minería.

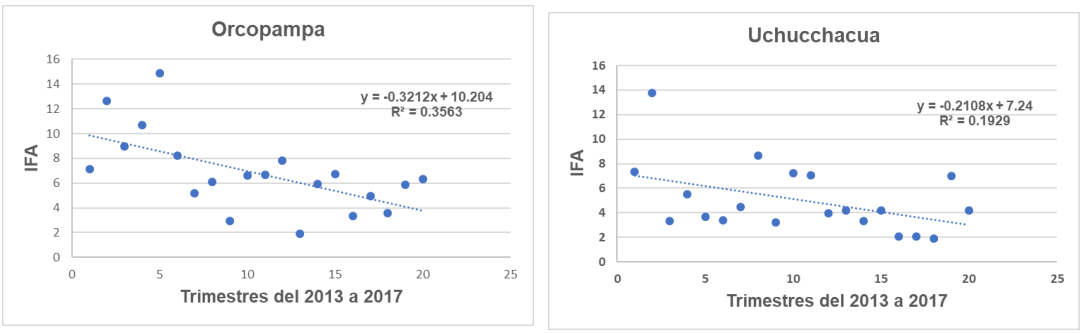


Figura 25. Índice de frecuencia de accidentes. a) Orcopampa, b) Uchucchacua
Fuente: Elaboración propia

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

El objetivo específico sexto nos pide establecer un campo relacional entre la efectividad de los controles y el IFA. En la tabla inferior puede apreciarse que el modelo de regresión tiene una correlación bastante buena (0.48). Además, la relación entre los valores de la distribución "F" nos dice que los valores se correlacionan en forma real y no en forma aleatoria ($F > F_{critico}$).

Tabla 13. Estadísticos de la regresión para la prueba de hipótesis

Resumen

Estadísticas de la regresión	
Coeficiente de correlación múltiple	0.482301
Coeficiente de determinación R^2	0.232614
R^2 ajustado	0.187474
Error típico	0.473809
Observaciones	19

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	*Suma de cuadrados*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Valor crítico de F*
Regresión	1	1.156850	1.156850	5.153128	0.036501
Residuos	17	3.816409	0.224495		
Total	18	4.973259			

	Coeficientes	*Error típico*	*Estadístico t*	*Probabilidad*	*Inferior 95%*	*Superior 95%*
Intercepción	3.28953284	0.413477839	7.955765785	3.93582E-07	2.417170856	4.16189483
CD/CB	-0.79757085	0.351345022	-2.270050232	0.036501045	-1.53884405	-0.05629765

Fuente: Elaboración propia – EXCEL

Se trató de encontrar una relación que estableciera de forma más clara el efecto individualizado de la proporción de controles duros (CD/CT) respecto de la proporción de controles blandos (CB/CT) y el IFA pero hubo problemas de normalidad en muchos casos, heterocedasticidad en otros y sobre todo una muy alta colinealidad entre las variables dependientes.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Cuando se utilizaron modelos para minimizar los problemas antes mencionados, mejoró sustancialmente la correlación de la regresión, pero siempre se mantuvo la alta colinealidad.

En los casos donde se aplicaron ajustes para lograr la normalización de la variable, surgieron como resultados exponentes, que afectaron tanto a las variables independientes como a las dependientes, cuyos valores (p.e. -37, 3.8, -12.65, 1/9, etc) hicieron perder sencillez a la explicación de las variables.

Pero en todo caso, se mantuvo una altísima colinealidad (0.99) entre las variables independientes lo que nos hizo desechar esos modelos.

El modelo de regresión desarrollado en este estudio cumple con los parámetros estadísticos necesarios que se necesitan para validarlo pues según Buenaño, J.C. et al. [20] manejamos los supuestos de que la distribución del error es normal, la varianza del error es constante, los errores no están correlacionados, las variables de explicación no están correlacionadas

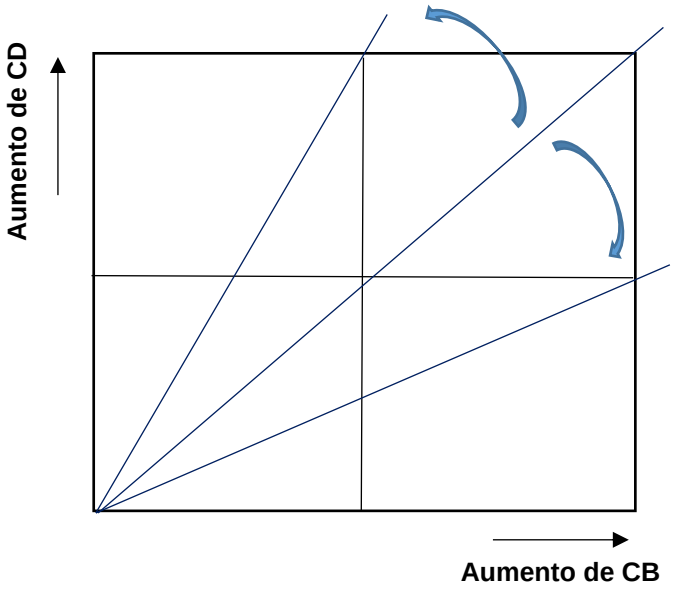


Figura 26. Esquema general de la variación de los componentes de la variable independiente, CD/CB
Fuente: Elaboración propia

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

La variable dependiente IFAD, en la forma $IFAD^{1/2}$, y la variable independiente CD/CB, están inversamente relacionadas: cuando aumenta una de las variables, disminuye la otra, según indica el coeficiente “b” de la regresión. Así mismo, en la figura 26 podemos ver que el valor de la variable CD/CB aumenta cuando CD aumenta o cuando CB disminuye; y recíprocamente, disminuye cuando CD disminuye y CB aumenta. Esto indica que a mayor efectividad habrá un mayor aumento en $IFAD^{1/2}$ y a menor efectividad también habrá un aumento en $IFAD^{1/2}$ pero comparativamente de menor magnitud. Este resultado nos recuerda que ”Estimar la efectividad de las barreras de seguridad es de particular valor para evitar la ocurrencia de accidentes laborales” [18].

Sin embargo, debemos recordar que, a igualdad de las dimensiones UTC y ERC en el GEC, un control CD no equivale a un control CB en efectividad, por lo que cada vez que incluimos un control CD, su efecto en $IFAD^{1/2}$ será mayor que si disminuimos un control CB.

Debemos tener siempre en cuenta que la implementación de controles debe seguir el principio de mantener el riesgo tan bajo como sea razonablemente práctico (ALARP), es decir que el costo de implementar los controles no debería exceder significativamente a los beneficios que pudieran obtenerse.

Debemos recalcar que, los SGSST están formados por un conjunto de herramientas interactuantes (Liderazgo, inspecciones, observación de tareas, entrenamiento, investigación de accidentes, respuesta a emergencia, control de ingeniería, IPERC, etc.) cuyo propósito global es reducir sostenidamente el IFA.

“Los sistemas de gestión de seguridad incluyen conjuntos de actividades o herramientas interactuantes que varían de acuerdo al tamaño, naturaleza y tipo de empresa y que representan en conjunto el camino al éxito” [3].

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Por otra parte, debemos tener siempre presente que “adoptar un sistema de gestión de seguridad tiene como propósito fundamental proporcionar un lugar de trabajo seguro, libre de lesiones y deterioro de la salud, donde el éxito del sistema de gestión depende del liderazgo, compromiso y participación de todos los niveles de la empresa” [2].

En resumen, un sistema de gestión es un conjunto de herramientas adaptadas y aplicadas en la empresa a través del liderazgo e involucramiento activo de todos los actores de la organización.

No perdamos de vista que “el IFA es un indicador para auto comparación que permite medir variaciones en la propia organización más que servir de comparador entre diferentes empresas” [21].

Toda herramienta de gestión de la seguridad tiene un impacto sobre el IFA, pero la fracción de este índice, imputable a una herramienta particular, es difícil de individualizar por lo que siempre se toma como resultado global del efecto conjunto del sistema de seguridad.

En este complejo sistema que es la gestión de la seguridad, nosotros hemos analizado solo una arista del mismo: el efecto sobre el índice global de frecuencia de accidentes de los diferentes tipos de control implementados ante la ocurrencia de un evento no deseado.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

IX. CONCLUSIONES

El modelo desarrollado para determinar la relación GEC - IFAD, nos proporciona un diagnóstico sobre la manera cómo estamos aplicando nuestros controles ante la ocurrencia de accidentes y por lo tanto permitirnos reflexionar en cuánto a la importancia que damos a los diferentes tipos de control y su efecto sobre los resultados de seguridad.

El modelo ha sido desarrollado de manera sistemática y estructurada, lo que nos da la oportunidad de revisar los aspectos que están influenciando en la Empresa para establecer los controles para minimizar el riesgo, desde una perspectiva amplia que incluya los resultados de las investigaciones de eventos no deseados como también el IPERC, ambos profundamente relacionados.

Aplicar el modelo de regresión en la Empresa, en sus operaciones mecanizadas, puede darnos guías para entender que la aplicación de controles más efectivos (controles duros) contribuirá de mejor manera a disminuir el IFA.

Trabajar con el modelo de regresión no implica costos adicionales, ni tiempo, esfuerzo o dedicación especial por parte de los involucrados.

El modelo propuesto de regresión permitió confirmar que hay una relación inversa entre la reducción del IFA y la aplicación de controles de mayor efectividad.

El modelo desarrollado nos da la posibilidad de evaluar cuánto podría mejorar nuestro IFAD en la medida de la variación de la proporción de la efectividad de los controles aplicados. Vale la pena mencionar que, los controles cualquiera sea su categoría, siempre impactarán positivamente en la reducción de accidentes.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Complementariamente a lo indicado, recordemos que no es el tipo de control el que permite reducir los accidentes; es además su oportuna implementación, aplicación, seguimiento y difusión en la Empresa.

En nuestro modelo, el valor de “b” mejorará en la medida que mejoremos la proporción CD/CB, utilizando la estrategia más conveniente para la organización. Cuidado especial debemos tener en las consideraciones pues, un solo control CD hace aumentar el cociente en mayor proporción de lo que lo haría un control solo CB al disminuir, como lo explicamos en el capítulo anterior.

La aplicación de controles CD y controles CB debe realizarse a la luz del principio ALARP, que significa que el costo de aplicación de los controles no debería superar excesivamente al beneficio obtenido.

Siendo que la teoría de regresión tiene una serie de importantes condiciones que se deben cumplir para validar un modelo, debemos ser cuidadosos para seleccionar el mejor de ellos pues no sólo el grado de correlación merece ser atendido.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

X. RECOMENDACIONES

En función a los resultados obtenidos, nos permitimos formular las siguientes recomendaciones:

Crear un registro donde se pueda ver la evolución del cociente CD/CB como forma de mejorar en la aplicación de controles efectivos.

Utilizar el cociente CD/CB como indicador de mejora en la implementación de controles en la investigación de accidentes.

El empleo del cociente CD/CB puede darnos una idea más clara sobre quién utiliza controles más efectivos frente a los diversos tipos accidentes y potencial de pérdida de estos.

El método puede extenderse a minería subterránea convencional, tajos abiertos y también a otras actividades que tengan características diferenciadas o individualizadas que permitan formar un grupo de trabajo particular.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

XI. REFERENCIAS

1. Sklet S. Safety barriers: definition, clasification and performance. Journal of loss prevention in the process industries [Internet]. 2006; [Consultado 10 diciembte 2017]; 19 (5), p 494-506. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/223169132_Safety_barriers_Definition_classification_and_performance

2. ISO. Norma Internacional ISO 45001:2018 Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo. Vernier, Ginebra, Suiza.: ISO copyright office.

3. Bird F, Germain G. Liderazgo Práctico en el Control de Pérdidas. 2da ed. Georgia, U.S.A.: International loss control institute, Inc.;1992.

4. Department of Energy– DOE. Guide for implementation of DOE order 225.1ª Accident investigations. Rev 1, USA: DOE; 1997

5. Kjellén U. Modelos de desviación de accidentes. En: Stellman J, editor. Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. Madrid: Ministerio de trabajo y asuntos sociales; 3era ed. 1998. p. 56.1 – 56.46

6. ILO-OSH. Inspección de seguridad y salud en el trabajo. Buenos Aires, Argentina.:Ginebra, Suiza: Oficina Internacional del Trabajo; 2017

7. Hollnagel E. Barreras y prevención de accidentes. Madrid. España: Editorial Modus Laborandi, SL; 2009

8. Ministerio de Energía y Minas del Perú (2016). Reglamento de seguridad y salud ocupacional en minería DS 024-2016-MEM del 28 de julio de 2016. Diario Oficial El Peruano, p. 595392-595447 (28 Julio 2021)

9. Baselga-Monte M. Seguridad y medicina del trabajo en la prevención y lucha contra los accidentes de trabajo. Barcelona, España: Editorial médica JIMS; 1978.

10. Azcuénaga LM. Manual práctico para la investigación de accidentes e incidentes laborales. 3era ed. Madrid, España: Fundación CONFEMETAL; 2009.

11. Haddon Jr., W. Energy damage and the 10 countermeasure strategies. Journal of trauma. 1973; 13(4): 321-331

12. Rasmussen J, Svedung I. Proactive Risk Management in a Dynamic Society. Karlstad, Suecia: Sjuhäradsbygdens Tryckeri, Borås; 2000.

13. Reason J. La identificación de fallas latentes en las organizaciones en sistemas complejos. En: Wise J.A., et al. Editores. Verificación y validación de sistemas complejos: Problemas de factor humano. Berlín, Alemania: Springer Verlag;1993.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

14. Sklet S. Métodos para investigación de accidentes. Noruega: Universidad noruega de ciencia y tecnología; 2002.

15. Hernández R, Fernández C, Baptista P. Metodología de la Investigación. 6ta ed. México D.F., México: Mc Graw-Hill; 2014.

16. Bieniawski Z. Clasificaciones del macizo rocoso para ingeniería. USA: John Wiley and sons, Inc.; 1989.

17. Arias F. El proyecto de investigación. 6ta ed. Caracas, Venezuela: Editorial Episteme C.A.; 2012

18. Pinto A. A methodology for estimate safety barriers effectiveness on construction industry incorporating uncertainties by the use of fuzzy sets. Ergonomics International Journal. 2017; 1(1): p 1-22.

19. Roughton J, Crutchfield N. Job Hazard análisis. 2nd ed. Massachusetts, USA: Elsevier, Inc.; 2016.

20. Buenaño JC, De la Cruz C, Zurita G. Verificación de calidad em modelos de regresión lineal software estadístico de regresión ERLA [Internet]. Guayaquil, Ecuador Escuela superior politécnica del litoral. 2010. [Consultado 08 enero 2020]. Disponible en: https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/17152/1/RESUMEN_CICYT_Tesina_Buena%C3%B1o_DeLaCruz%20_ICM.pdf

21. Germain G, Arnold R, Rowan J, Roane J. Safety, health, environment and quality management. 2nd ed. Georgia, USA: International risk control america, Inc.; 1998.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

XII.BIBLIOGRAFÍA

Alberts C J. Common Elements of Risk, Pittsburgh, Pennsylvania, U.S.A.: Carnegie Mellon University - Software Engineering Institute; 2006.

Arias F. El proyecto de investigación. 6ta ed. Caracas, Venezuela: Editorial Episteme C.A.; 2012.

Aven T, Sklet S, Vinnem JE. Barrier and operational risk analysis of hidrocarbon releases. Journal of Hazardous Materials. 2006; A 137. Pg 681-691

Azcuénaga LM. Manual práctico para la investigación de accidentes e incidentes laborales. 3era ed. Madrid, España: Fundación CONFEMETAL; 2009.

Buenaño JC, De la Cruz C, Zurita G. Verificación de calidad em modelos de regresión lineal software estadístico de regresión ERLA [Internet]. Guayaquil, Ecuador Escuela superior politécnica del litoral. 2010. [Consultado 8 enero 2020]. Disponible en: https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/17152/1/RESUMEN_CICYT_Tesina_Buena%C3%B1o_DeLaCruz%20_ICM.pdf

British Standards Institution. International Standard IEC 61511-3. Functional safety-Safety instrumented systems for the process industry sector- Part 3: Guidance for the determination of the required safety integrity levels. London, UK. 2003.

Córdova M. (2006). Estadística Inferencial. 5ta ed. Lima, Perú: Editorial MOSHERA S.R.L; 2006.

Crawler F, Tyler B. Hazard Identification Methods. Rugby, UK: Institution of Chemical Engineers-IChemE; 2003.

Fernández B, Montes J, Vásquez C. La gestión de la seguridad laboral: incidencia sobre los resultados de la organización. Universidad de Oviedo, España. Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa. 2007; vol. 16(1): p. 115-136

Haddon W. (1983). Approaches to prevention of injuries. American Medical Association Conference on Prevention of Disabling Injuries [Internet]. 1983. [Consultado 27 enero 2018]. Disponible en: http://www.iihs.org/frontend/iihs/documents/masterfiledocs.ashx?id=692

Hernández R, Fernández C, Baptista P. Metodología de la Investigación. México D.F. México: Mc Graw-Hill; 2014.

Hollnagel E. (2009). Barreras y prevención de accidentes. Madrid. España: Editorial Modus Laborandi SL; 2009.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Hollnagel E, Paries J, Reason J. (2006). Revisiting the “Swiss Cheese” model of accidentes. (Informe N° 120000-SRD-3-E1-0000). [Internet]. 2006 Bretaña, Francia: EUROCONTROL Experimental Centre; 2006 [Consultado 20 enero 2018]. Disponible en: http://publish.eurocontrol.int/eec/gallery/content/public/document/eec/report/2006/017_Swiss_Cheese_Model.pdf

Hollnagel E. Accident analysis and barrier functions. Project TRAIN – Traffic Safety and Information Environment for train Drivers – funded by Banverket. 1999 [Consultado 18 nov 2016]. Disponible en: https://www.it.uu.se/research/project/train/.../AccidentAnalysis.pdf

Hubbard D. How to measure anything. New Jersey, USA: John Willey & Sons, Inc.; 2010.

ILO–OSH. Directivas relativas a la gestión de los sistemas de seguridad y salud en el trabajo. Ginebra, Suiza: Oficina Internacional del Trabajo; 2001 [Consultado 15 Jun 2018]. Disponible en: http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/normativeinstrument/wcms_112582.pdf

ILO-OSH. Inspección de seguridad y salud en el trabajo. Buenos Aires, Argentina.:Ginebra, Suiza: Oficina Internacional del Trabajo; 2017.

Janicak C. Safety metrics. Mariland, USA: The Rothman & Littlefield Publishing Group, Inc.; 2015.

Joint Technical Committee OB 007, Australian New Zealand International Standard AS/NZS ISO 31000:2009, Risk Management – Principles and Guidelines, Sydney, Australia and Wellington, New Zealand; 2009.

Petrolekas P, Haritopoulos P (2001). A Risk Management Approach for Seveso Sites. ABS Group (Hellas) S.A., 185 36 Piraeus, Greece; Shell Gas S.A., 193 00 Aspropyrgos, Greece. 2001 [Consultado 14 abril 2017]. Disponible en: http://www.microkat.gr/microrisk2001/paper_Petrolekas.htm

Petroleum Safety Authority Norway. Principles for barrier management in the petroleum industry. 2013 [Consultado 18 nov 2016]. Disponible en: http://www.ptil.no/getfile.php/1319891/PDF/Barrierenotatet%202013%20engelsk%20april.pdf

Pinto A. A methodology for estimate safety barriers effectiveness on construction industry incorporating uncertainties by the use of fuzzy sets. Ergonomics International Journal. 2017; 1(1): p 1-22.

Pitblado R, Fisher M. (2011). Linking Management System and Barrier Failure Root Causes. ERTC 16th Conference. Barcelona, España. 2011 [Consultado el 18 nov 2016]. Disponible en: https://www.onepetro.org/conference-paper/OTC-22329-MS

Rasmussen J, Svedung I. Proactive Risk Management in a Dynamic Society, Karlstad, Suecia: Sjuhäradsbygdens Tryckeri, Borås; 2000.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Reason J. La identificación de fallas latentes en las organizaciones en sistemas complejos. En: Wise J.A., et al. Editores. Verificación y validación de sistemas complejos: Problemas de factor humano. Berlín, Alemania: Springer Verlag;1993.

Reason J. Human Error. Cambridge, United Kingdom: The Press Syndicate of The University of Cambridge; 2009.

Rubio JC. Métodos de Evaluación de Riesgos Laborales. Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos S.A; 2004.

Salmerón R, Rodríguez E. (2017). Métodos cuantitativos para un modelo de regresión lineal con multicolinealidad. Aplicación a rendimientos de letras del tesoro [Internet]. Revista de métodos cuantitativos para la economía y la empresa. 2017. [Consultado 8 de ene 2020]. (24) p. 169–189. Disponible en: http://www.upo.es/revistas/index.php/RevMetCuant/article/view/2886

Sklet S, Rausand M. (Supervisor). Safety barriers on oil and gas platforms. Means to prevent hydrocarbon releases. Trondheim, Noruega: Norwegian University of Science and Technology; 2005.

Sklet S. Métodos para investigación de accidentes. Noruega: Universidad noruega de ciencia y tecnología; 2002.

Trost WA, Nertney RJ. Barrier Analysis. Idaho, USA: Technical Research and Analysis Center, SCIENTECH, Inc.; 1995

Vinnem JE, Seljelid J, Haugen S, Aven T, Sklet S. Analysis of barriers in operational risk assessment – a case of study. Noruega: Universidad de Stavanger. 2006 [Consultado 26 nov 2016]. Disponible en: http://preventor.no/u/ESREL2006-Vinnem-et-al.pdf

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

XIII.ABREVIATURAS

ALARP, Siglas del concepto “As low as reasonably practicable”

IFA, Índice de Frecuencia de Accidentes.

IFAD, Índice de Frecuencia de Accidentes Diferido

IPERC, Identificación de Peligros, Evaluación de Riesgos y Controles.

HHT, Horas Hombre Trabajadas.

CD, Grado de efectividad de los Controles Duros.

CB, Grado de efectividad de los Controles Blandos.

CMB, Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.

GEC, Grado de Efectividad de los Controles.

RDC, Ranking Dimensional de los Controles.

UTC, Ubicación Temporal del Control.

ERC, Eficiencia Relativa del Control.

EPP, Equipo de Protección Personal

SGSST, Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo

ISO, International Organization for Standarization

OHSAS, Occupational Health and Safety Assessment Series

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

XIV.ANEXOS

Anexo 1. Prueba de heterocedasticidad usando los criterios Breusch-Pagan y White

REGRESIÓN: DRz2IFAT vs CD/CB

Análisis de heterocedasticidad: métodos de Breusch-Pagan y de White

		x=			
	DRz2IFAT	**CD/CB**	**Residuos**	**residuos2**	**pi**
2013-1	3.624565887	0.859375	1.020445494	1.041309007	5.184158978
2013-2	2.543745103	1.048309179	0.090313104	0.008156457	0.040606937
2013-3	2.855159463	1.307692308	0.608603886	0.37039869	1.84403062
2013-4	3.172553085	0.852941176	0.563301262	0.317308312	1.579720068
2014-1	2.554686197	1.267123288	0.275773952	0.076051273	0.378621414
2014-2	2.0702911	0.736842105	-0.631557957	0.398865453	1.985752458
2014-3	2.711085428	1.193548387	0.373491987	0.139496265	0.694482433
2014-4	1.890257271	0.880434783	-0.697066453	0.48590164	2.419062289
2015-1	2.506719251	1.076923077	0.076108863	0.005792559	0.028838266
2015-2	2.618034676	0.885416667	0.034684358	0.001203005	0.005989161
2015-3	2.433894751	0.988636364	-0.067130546	0.00450651	0.02243567
2015-4	1.726467677	1.196428571	-0.608828613	0.37067228	1.845392687
2016-1	2.197506705	0.730769231	-0.5091859	0.259270281	1.290777615
2016-2	2.366198073	1.25	0.073628794	0.005421199	0.026989451
2016-3	1.659925648	1.669354839	-0.298178437	0.08891038	0.442640506
2016-4	1.914377958	1.805555556	0.064903594	0.004212476	0.020971823
2017-1	1.521846399	1.729166667	-0.388553515	0.150973834	0.751623537
2017-2	2.615369036	1.12	0.219115546	0.048011623	0.239025959
2017-3	2.312031844	0.975	-0.199869419	0.039947785	0.198880126
2017-4			**Suma**	3.816409028	
			N	19	
			Var	0.200863633	

Resumen

$IFAD^{1/2}$

Estadísticas de la regresión	
Coeficiente de correl	0.482301
Coeficiente de deterı	0.232614
R^2 ajustado	0.187474
Error típico	0.473809
Observaciones	19

F = 5.1531 > 0.0365 = Fcritico

Significa que los puntos se correlacionan en forma real y no en forma aleatoria

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	*Suma de cuadrados*	*F*	*Valor crítico de F*
Regresión	1	1.156850	5.153128	0.036501
Residuos	17	3.816409		
Total	18	4.973259		

	Coeficientes	*Error típico*	*Probabilidad*	*Inferior 95%*	*Superior 95%*	*nferior 95.0%*	*uperior 95.0%*
Intercepción	3.289532841	0.413477839	3.93582E-07	2.417170856	4.161894825	2.41717086	4.16189483
CD/CB	-0.797570849	0.351345022	0.036501045	-1.53884405	-0.056297648	-1.53884405	-0.05629765

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Análisis de los residuales

Observación	nóstico DRz2IF	Residuos
1	2.604120392	1.020445494
2	2.453431999	0.090313104
3	2.246555577	0.608603886
4	2.609251823	0.563301262
5	2.278912245	0.275773952
6	2.701849057	-0.63155796
7	2.33759344	0.373491987
8	2.587323724	-0.69706645
9	2.430610388	0.076108863
10	2.583350318	0.034684358
11	2.501025297	-0.06713055
12	2.335296289	-0.60882861
13	2.706692605	-0.5091859
14	2.29256928	0.073628794
15	1.958104085	-0.29817844
16	1.849474364	0.064903594
17	1.910399915	-0.38855352
18	2.39625349	0.219115546
19	2.511901263	-0.19986942

Resultados de datos de probabilidad

Percentil	DRz2IFAT
2.631578947	1.521846399
7.894736842	1.659925648
13.15789474	1.726467677
18.42105263	1.890257271
23.68421053	1.914377958
28.94736842	2.0702911
34.21052632	2.197506705
39.47368421	2.312031844
44.73684211	2.366198073
50	2.433894751
55.26315789	2.506719251
60.52631579	2.543745103
65.78947368	2.554686197
71.05263158	2.615369036
76.31578947	2.618034676
81.57894737	2.711085428
86.84210526	2.855159463
92.10526316	3.172553085
97.36842105	3.624565887

Resumen

pi

Estadísticas de la regresión	
Coeficiente (	0.3558331
Coeficiente (	0.12661719
R^2 ajustadc	0.07524173
Error típico	1.24407108
Observacion	19

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los	F	Valor crítico de F
Regresión	1	3.814409787	3.81440979	2.464546173	0.134866244
Residuos	17	26.31111849	1.54771285		
Total	18	30.12552828			

	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	2.64441654	1.085661496	2.43576525	0.026159437	0.353871005	4.93496208
CD/CB	-1.44825315	0.922520451	-1.56988731	0.134866244	-3.39460117	0.49809487

Análisis de Heterocedasticidad

BREUSCH	X2calc	1.90720489		
	X2tabla	3.84145882	**Homocedast**	X2calc < X2tabla
	Fcalc	2.46454617		
	Ftabla	4.45132177	**Homocedast**	Fcalc<Ftabla
WHITE	X2calc(n*R2)	2.40572664		
	X2tabla	3.84145882	**Homocedast**	X2calc < X2tabla

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Anexo 2. Horas hombre trabajadas - Unidad Orcopampa

	ORCOPAMPA																
	CMB TOT	CMB MINA	G & R Cttas Grales	STRACON G & M	MCEISA	ZICSA	MONTALI	INGEOMIN	PROSAC	GEOSERVICE	CONGEMIN	INPECON	BRADLEY	GEMINIS	IESA	RESEFER	TT ORCO HHT
2013-Mes1	128,792	38,638	74,468	111,603	86,492	29,704	15,172	11,710			0	0	0	0	0	0	**367,787**
2013-Mes2	114,346	34,304	80,621	87,339	89,422	32,268	14,273	11,980			0	0	0	0	0	0	**350,207**
2013-Mes3	127,288	38,186	71,143	130,726	90,406	32,656	15,587	13,010	12,048	0	0	0	0	0	0	0	**403,762**
2013-Mes4	131,498	39,449	87,259	88,686	116,332	36,888	16,125	14,960	14,452	0	0	0	0	0	0	0	**414,151**
2013-Mes5	131,526	39,458	85,032	95,322	96,325	36,536	16,074	14,680	14,265	0	0	0	0	0	0	0	**397,692**
2013-Mes6	121,800	36,540	82,189	83,071	87,404	37,056	17,191	15,020	14,790	0	0	0	0	0	0	0	**373,261**
2013-Mes7	125,792	37,738	84,108	86,840	92,440	40,099	17,357	12,750	14,952	0	0	0	0	0	0	0	**386,284**
2013-Mes8	120,752	36,226	84,109	79,997	87,288	40,160	16,353	11,660	14,941	0	0	0	0	0	0	0	**370,734**
2013-Mes9	118,070	35,421	73,868	71,656	91,508	39,054	17,440	11,510	15,477	0	0	0	0	0	0	0	**355,934**
2013-Mes10	97,709	29,313	55,345	73,192	74,446	23,186	15,287	9,490	14,712	0	0	0	0	0	0	0	**294,971**
2013-Mes11	110,390	33,117	60,607	64,156	75,066	32,094	15,535	6,860	11,081	200	0	0	0	0	0	0	**298,716**
2013-Mes12	115,451	34,635	70,594	64,156	82,706	39,920	19,168	11,790	16,895	0	0	0	0	0	0	0	**339,864**
2014-Mes1	122,941	36,882	72,427	78,517	84,674	37,328	18,847	10,930	14,411	0	1,050	0	0	0	0	0	**355,066**
2014-Mes2	107,508	32,252	72,484	70,819	87,714	38,812	17,885	11,100	14,411	0	2,880	0	0	0	0	0	**348,357**
2014-Mes3	126,331	37,899	75,807	88,010	94,821	42,179	18,930	10,870	0	0	1,930	0	0	0	0	0	**370,446**
2014-Mes4	118,285	35,486	78,655	71,779	89,512	40,098	17,600	12,130	0	0	9,650	0	0	0	0	0	**354,910**
2014-Mes5	123,241	36,972	78,878	88,010	102,979	39,972	18,730	11,740	0	0	10,266	0	0	0	0	0	**387,547**
2014-Mes6	123,241	36,972	77,177	76,737	87,818	37,874	17,140	11,700	0	0	10,266	0	0	0	0	0	**355,684**
2014-Mes7	115,835	34,751	68,743	66,181	81,452	32,116	15,007	11,005	0	0	10,266	3,684	0	0	0	0	**323,205**
2014-Mes8	114,173	34,252	77,149	66,181	80,906	32,116	17,240	12,180	0	0	10,098	2,990	0	0	0	0	**333,112**
2014-Mes9	120,087	36,026	83,819	0	83,140	38,105	15,450	12,290	0	0	33,976	7,660	0	0	0	0	**310,466**
2014-Mes10	125,748	37,724	85,757	0	84,298	37,958	16,240	12,530	0	1,000	42,649	9,080	0	0	0	0	**327,236**
2014-Mes11	113,740	34,122	81,249	0	117,585	2,730	15,080	12,720	0	1,000	55,196	9,090	0	0	0	0	**328,772**
2014-Mes12	111,050	33,315	77,288	0	121,951	2,730	14,830	12,550	0	300	54,404	9,830	0	0	0	0	**327,198**
2015-Mes1	114,450	34,335	84,201	0	128,886	2,486	14,070	11,300	0	744	49,014	10,820	0	0	0	0	**335,856**
2015-Mes2	101,274	30,382	78,522	0	125,818	3,374	13,410	12,130	0	672	51,501	10,370	0	0	0	0	**326,179**
2015-Mes3	118,725	35,618	94,930	0	129,897	3,710	15,610	12,020	0	1,440	48,819	13,530	0	0	0	0	**355,574**
2015-Mes4	108,691	32,607	87,395	0	129,453	3,710	15,610	12,020	0	1,728	57,271	12,240	0	0	0	0	**352,034**
2015-Mes5	114,398	34,319	86,442	0	130,172	4,730	15,410	12,620	0	1,984	56,898	12,710	0	0	0	0	**355,285**
2015-Mes6	109,540	32,862	86,608	0	129,323	4,608	14,260	11,760	0	2,160	59,191	12,710	0	0	0	0	**353,482**
2015-Mes7	115,275	34,583	87,970	0	125,429	4,150	15,790	11,830	0	1,860	54,706	12,884	0	0	0	0	**349,202**
2015-Mes8	108,075	32,423	90,076	0	128,601	4,810	15,000	12,010	0	1,800	55,142	12,688	0	0	0	0	**352,550**
2015-Mes9	111,995	33,599	90,052	0	133,500	5,012	15,480	0	0	1,488	53,840	12,404	0	0	0	0	**345,375**
2015-Mes10	116,312	34,894	91,902	0	138,987	6,795	14,980	0	0	1,248	53,047	12,924	0	0	0	0	**354,777**
2015-Mes11	110,737	33,221	90,216	0	124,531	5,332	14,950	0	0	1,248	50,712	13,938	0	0	0	0	**334,148**
2015-Mes12	110,005	33,002	89,208	0	121,411	5,146	14,650	0	0	1,488	51,502	15,268	0	0	0	0	**331,675**
2016-Mes1	105,566	31,670	88,824	0	126,619	4,844	13,490	0	0	1,248	50,939	14,832	0	0	0	0	**332,466**
2016-Mes2	97,127	29,138	91,797	0	134,338	5,358	13,690	0	0	1,120	48,210	13,834	11,580	0	0	0	**349,065**
2016-Mes3	116,491	34,947	91,667	0	138,542	6,340	13,890	0	0	1,032	53,328	15,016	16,283	0	0	0	**371,045**
2016-Mes4	113,760	34,128	96,052	0	140,394	6,856	16,408	0	0	1,086	52,048	15,352	22,060	0	0	0	**384,384**
2016-Mes5	110,945	33,284	101,700	0	150,668	6,722	13,460	0	0	2,184	54,650	16,870	18,900	3,160	0	0	**401,598**
2016-Mes6	110,472	33,142	95,190	0	146,707	6,898	12,520	0	0	2,232	54,199	16,760	18,888	3,490	0	0	**390,026**
2016-Mes7	109,301	32,790	90,338	0	151,013	6,960	11,640	0	0	960	50,783	17,400	21,372	3,260	0	0	**386,516**
2016-Mes8	106,510	31,953	92,900	0	148,190	5,694	11,700	5,270	0	960	55,433	17,586	22,800	3,310	0	0	**395,796**
2016-Mes9	110,219	33,066	99,213	0	150,711	6,148	11,630	3,640	0	960	55,860	17,576	23,124	3,840	0	0	**405,768**
2016-Mes10	114,206	34,262	99,904	0	152,642	5,954	12,460	3,438	0	900	58,986	17,180	24,996	4,810	0	0	**415,532**
2016-Mes11	110,802	33,241	96,763	0	149,510	5,849	12,020	3,696	0	1,136	57,658	16,108	24,408	4,530	0	0	**404,919**
2016-Mes12	109,658	32,897	86,553	0	136,201	6,054	12,360	3,696	0	814	50,739	17,526	24,576	6,380	0	0	**377,796**
2017-Mes1	109,224	32,767	91,092	0	144,215	5,190	12,230	5,196	0	792	50,269	18,108	18,000	6,080	0	0	**383,939**
2017-Mes2	97,023	29,107	92,789	0	151,710	5,792	10,850	5,088	0	880	49,557	24,917	27,588	6,480	0	0	**404,758**
2017-Mes3	112,293	33,688	95,078	0	160,550	5,774	11,680	4,890	0	912	54,453	18,440	24,888	6,270	0	0	**416,623**
2017-Mes4	111,887	33,566	72,703	0	109,160	4,592	7,520	5,658	0	752	40,391	17,400	16,030	8,270	0	0	**316,042**
2017-Mes5	117,511	35,253	90,163	0	129,779	5,308	9,980	6,282	0	512	52,945	18,790	20,994	9,400	0	0	**379,406**
2017-Mes6	116,109	34,833	80,650	0	155,547	5,432	12,040	7,674	0	672	49,430	19,650	29,892	9,340	10,670	5,052	**420,882**
2017-Mes7	111,580	33,474	67,988	0	128,072	5,160	11,210	6,750	0	604	49,170	18,370	22,290	9,280	14,560	4,242	**371,170**
2017-Mes8	112,540	33,762	73,508	0	144,012	5,290	12,140	7,440	0	784	47,060	19,910	22,220	9,546	22,800	9,306	**407,778**
2017-Mes9	111,904	33,571	79,616	0	139,052	5,258	11,830	7,332	0	784	52,006	20,110	27,530	9,430	22,900	4,860	**414,279**
2017-Mes10	116,722	35,017	70,650	0	119,113	5,186	11,510	7,658	0	0	48,156	18,880	27,530	8,339	17,350	5,028	**374,417**
2017-Mes11	108,762	32,629	72,704	0	110,452	5,110	9,880	7,334	0	600	45,855	17,540	27,570	8,350	14,690	5,028	**357,742**
2017-Mes12	107,074	32,122	74,145	0	113,289	5,110	10,760	7,476	0	600	50,264	20,694	31,400	7,720	13,780	5,028	**372,388**
																	21,855,831

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Anexo 3. Horas hombre trabajadas- Unidad Uchucchacua

	UCHUCCHACUA																
	CMB TOT	CMB MINA	CONGEMIN	CRISTÓBAL	COPSEM	IESA	INGEOMIN	SERTECMIN	UBTERRÁNEA	GEMINIS	OSORIO	INPECON	MCEISA	INCIMET	ROBOCON	RESEFER	TT CHACUA HHT
2013-Mes1	114,628	34,388	123,432	62,170	18,919	19,826	11,750	10,699	6,250	11,800	12,636	15,360	0	0	0	0	**327,230**
2013-Mes2	107,800	32,340	107,090	64,800	19,926	18,237	12,120	10,545	5,130	11,390	11,317	14,320	0	0	0	0	**307,215**
2013-Mes3	115,713	34,714	121,853	57,700	17,631	16,907	11,960	10,539	7,060	12,140	13,424	15,080	0	0	0	0	**319,008**
2013-Mes4	92,601	27,780	78,742	57,770	13,029	14,661	7,940	6,884	4,915	8,990	8,688	11,310	0	0	0	0	**240,709**
2013-Mes5	113,057	33,917	118,197	60,680	17,967	19,410	12,230	11,508	6,230	13,320	12,597	14,760	0	0	0	0	**320,816**
2013-Mes6	107,098	32,129	114,525	62,110	17,181	17,529	12,160	9,828	5,820	12,100	10,977	14,200	0	0	0	0	**308,559**
2013-Mes7	110,805	33,242	118,814	62,890	17,354	17,820	11,710	10,583	6,550	12,410	10,338	13,610	0	0	0	0	**315,321**
2013-Mes8	107,307	32,192	113,979	59,420	17,654	17,211	10,850	8,895	0	12,520	11,096	13,290	0	0	0	0	**297,107**
2013-Mes9	102,451	30,735	105,817	60,760	16,050	15,598	11,080	11,070	0	11,350	9,016	12,220	0	0	0	0	**283,696**
2013-Mes10	107,189	32,157	119,386	63,310	16,501	17,168	11,560	10,917	0	12,790	16,283	18,060	0	0	0	0	**318,132**
2013-Mes11	101,759	30,528	113,268	63,820	17,676	18,356	12,130	9,469	0	12,320	17,138	12,700	0	0	0	0	**307,405**
2013-Mes12	93,928	28,178	102,733	55,070	18,931	16,741	10,400	10,064	0	10,960	14,859	13,030	0	0	0	0	**280,966**
2014-Mes1	99,842	29,953	105,179	58,250	12,667	16,636	10,280	10,976	0	10,950	15,780	13,430			0	0	**284,101**
2014-Mes2	95,257	28,577	95,853	59,070	16,995	16,688	11,100	13,839	0	9,940	13,490	12,250			0	0	**277,802**
2014-Mes3	90,502	27,151	98,478	44,980	13,636	0	8,821	11,662	0	10,650	13,842	11,170	11,550		0	0	**251,940**
2014-Mes4	98,567	29,570	164,080	0	17,000	0	11,910	13,764	0	13,190	6,850	13,820	14,093		0	0	**284,277**
2014-Mes5	101,756	30,527	183,931	0	16,528	0	11,890	12,179	0	13,610	7,394	14,820	15,814		0	0	**306,693**
2014-Mes6	97,914	29,374	178,508	0	17,966	0	12,750	12,845	0	13,600	7,090	14,940	15,719		0	0	**302,792**
2014-Mes7	100,135	30,041	172,956	0	16,246	0	11,890	11,816	0	13,250	8,113	14,280	16,505		0	0	**295,097**
2014-Mes8	96,684	29,005	175,921	0	17,136	0	11,780	11,092	0	13,320	5,966	14,430	17,220	4,140	0	0	**300,010**
2014-Mes9	101,544	30,463	175,116	0	17,934	0	12,240	11,160	0	14,000	6,793	14,470	18,011	4,420	0	0	**304,607**
2014-Mes10	103,557	31,067	179,677	0	17,388	0	12,610	8,157	0	14,350	6,251	15,160	19,059	5,484	0	0	**309,203**
2014-Mes11	98,276	29,483	173,910	0	20,919	0	12,230	7,689	0	14,260	7,460	15,250	15,790	5,300	0	0	**302,291**
2014-Mes12	100,599	30,180	177,900	0	20,886	0	13,260	8,528	0	13,930	4,760	14,810	20,342	5,470	0	0	**310,066**
2015-Mes1	117,169	35,151	178,390	0	21,616	0	12,500	7,651	0	14,030	8,032	15,100	20,097	5,210	0	0	**317,777**
2015-Mes2	88,135	26,441	170,575	0	22,577	0	12,600	6,954	0	13,150	6,770	14,320	19,584	5,770	0	0	**298,741**
2015-Mes3	106,391	31,917	179,020	0	25,814	0	12,440	7,330	0	16,440	8,102	16,350	22,499	5,060	0	0	**324,972**
2015-Mes4	95,637	28,691	179,960	0	23,445	0	13,130	7,429	0	16,220	7,148	15,570	21,116	5,660	0	0	**318,369**
2015-Mes5	50,244	15,073	26,700	0	4,564	0	3,720	2,360	0	2,910	1,900	4,470	3,968	1,130	0	0	**66,795**
2015-Mes6	91,651	27,495	170,230	0	21,076	0	13,210	5,674	0	15,580	7,117	17,090	21,939	5,200	0	0	**304,611**
2015-Mes7	102,893	30,868	189,120	0	22,155	0	17,270	7,167	0	15,960	6,836	18,230	23,992	5,260	0	0	**336,858**
2015-Mes8	110,616	33,185	180,440	0	22,685	0	16,370	6,670	0	18,570	7,439	16,970	26,999	4,920	0	0	**334,248**
2015-Mes9	99,704	29,911	172,770	0	21,474	0	17,330	6,219	0	21,240	7,015	16,430	27,561	4,390	0	0	**324,340**
2015-Mes10	101,987	30,596	177,920	0	23,190	0	16,680	6,005	0	22,790	7,835	17,320	28,414	4,580	0	0	**335,330**
2015-Mes11	98,726	29,618	176,030	0	22,974	0	18,610	6,099	0	22,940	8,730	17,130	28,619	4,720	0	0	**335,470**
2015-Mes12	88,219	26,466	179,380	0	23,616	0	18,410	5,970	0	24,330	9,077	15,660	26,654	4,750	0	0	**334,313**
2016-Mes1	84,965	25,490	173,160	0	24,078	0	18,520	5,744	0	23,850	9,203	16,350	23,792	4,580	0		**324,767**
2016-Mes2	82,789	24,837	157,260	0	23,097	0	18,860	4,674	0	22,730	9,010	16,220	23,175	4,620	0	2,174	**306,657**
2016-Mes3	91,553	27,466	170,080	0	24,695	0	18,020	4,300	0	24,210	9,392	17,640	25,931	4,850	0	2,373	**328,957**
2016-Mes4	87,463	26,239	162,750	0	23,149	0	19,561	3,990	0	22,500	9,344	16,480	25,359	4,890	0	2,258	**316,520**
2016-Mes5	90,364	27,109	163,070	0	22,895	0	18,650	3,380	0	23,200	6,188	17,000	26,387	5,010	0	1,817	**314,706**
2016-Mes6	81,032	24,310	130,170	0	19,338	0	17,990	3,490	0	20,020	5,717	13,730	22,400	4,130	0	2,279	**263,574**
2016-Mes7	89,038	26,711	161,680	0	23,752	0	15,250	3,960	0	24,970	6,249	16,680	31,421	5,020	0	2,940	**318,633**
2016-Mes8	95,958	28,787	158,720	0	23,004	0	21,570	4,020	0	25,290	5,836	15,520	32,929	4,770	0	4,421	**324,867**
2016-Mes9	93,663	28,099	150,000	0	21,720	0	20,910	3,790	0	25,070	5,020	14,930	32,303	4,450	0	5,408	**311,700**
2016-Mes10	95,393	28,618	157,280	0	23,215	0	20,120	4,170	0	25,480	5,312	16,300	33,592	5,200	0	5,775	**325,062**
2016-Mes11	94,890	28,467	154,566	0	25,282	0	21,160	3,870	0	26,860	5,414	16,820	32,681	4,740	0	6,481	**326,341**
2016-Mes12	94,772	28,432	156,541	0	31,599	0	19,450	3,610	0	22,150	5,445	17,250	32,020	5,000	0	6,433	**327,930**
2017-Mes1	98,170	29,451	164,697	0	33,115		19,850	3,240	0	22,350	5,058	16,900	31,062	4,240		6,824	**336,787**
2017-Mes2	88,451	26,535	143,928	0	30,225		22,480	3,590	0	21,970	5,067	15,330	29,288	4,720		6,909	**310,042**
2017-Mes3	93,462	28,039	154,188	0	33,791		22,430	3,570	0	22,850	5,564	16,350	31,436	4,800		7,737	**330,755**
2017-Mes4	101,706	30,512	153,299	0	33,916		25,270	3,740	0	23,570	6,410		35,043	4,890	15,820	7,235	**339,705**
2017-Mes5	102,407	30,722	158,531	0	33,619		24,280	7,120	0	25,850	6,200		39,604	4,750	16,710	7,790	**355,176**
2017-Mes6	97,121	29,136	154,405	0	35,164		25,530	6,880	0	24,570	5,712		38,581	4,730	15,390	7,570	**347,668**
2017-Mes7	94,406	28,322	136,534	0	32,929		22,020	6,510	0	21,420	5,328		36,212	4,540	14,450	7,220	**315,485**
2017-Mes8	101,194	30,358	149,714	0	33,295		23,460	6,860	0	23,120	5,366	740	36,774	4,520	14,450	7,500	**336,157**
2017-Mes9	101,355	30,407	155,712	0	34,608		24,670	6,570	0	24,740	6,250	750	36,487	4,460	16,190	7,220	**348,064**
2017-Mes10	93,325	27,998	137,683	0	31,860		23,340	4,440	0	20,530	5,465	620	27,729	4,280	12,950	7,940	**304,835**
2017-Mes11	93,298	27,989	143,324	0	34,209		15,510	4,150	0	20,480	6,162	510	22,925	2,910	14,980	8,250	**301,399**
2017-Mes12	101,089	30,327	147,910	0	40,412		21,210	5,130	0	17,030	7,102	630	35,128	5,190	28,370	8,590	**347,029**
																	18,549,681

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Anexo 4. Índice de frecuencia de accidentes trimestral (IFA)

	N° Accident Mensual ORCO	N° Accident Mensual CHACUA	N° Accident Mensual TOTAL	IFAT Mensual TOTAL	N° Accident Trimestral ORCO	N° Accident TRimestral CHACUA	N° Accident Trimestral TOTAL	IFAT Trimestral TOTAL	IFAT ORCO TRIM	IFAT CHACUA TRIM
2013-Mes1	3	6	9	12.949324						
2013-Mes2	2	1	3	13.689841	8	7	15	7.22818727	7.13167697	7.34173347
2013-Mes3	3	0	3	12.452089						
2013-Mes4	6	1	7	13.743381						
2013-Mes5	4	2	6	12.525958	15	12	27	13.1374779	12.6571149	13.7917591
2013-Mes6	5	9	14	13.199957						
2013-Mes7	4	1	5	12.827747						
2013-Mes8	4	1	5	13.476268	10	3	13	6.47063915	8.98511992	3.34775135
2013-Mes9	2	1	3	14.070628						
2013-Mes10	0	2	2	14.679440						
2013-Mes11	7	0	7	14.848528	10	5	15	8.15193556	10.7117876	5.51570276
2013-Mes12	3	3	6	14.496706						
2014-Mes1	7	2	9	14.080829						
2014-Mes2	5	0	5	14.373335	16	3	19	10.0650931	14.8993826	3.68621783
2014-Mes3	4	1	5	14.460482						
2014-Mes4	4	0	4	14.080395						
2014-Mes5	5	1	6	12.963815	9	3	12	6.02438914	8.19566812	3.35659791
2014-Mes6	0	2	2	13.667914						
2014-Mes7	0	2	2	14.556017						
2014-Mes8	3	2	5	14.215267	5	4	9	4.82186839	5.17179407	4.44585773
2014-Mes9	2	0	2	14.632402						
2014-Mes10	2	5	7	14.141171						
2014-Mes11	2	1	3	14.261655	6	8	14	7.3499842	6.10248265	8.6809361
2014-Mes12	2	2	4	14.122882						
2015-Mes1	1	1	2	13.769201						
2015-Mes2	1	1	2	14.401850	3	3	6	3.06263361	2.948088	3.18644021
2015-Mes3	1	1	2	13.224679						
2015-Mes4	2	3	5	13.424753						
2015-Mes5	0	0	0	21.322942	7	5	12	6.85488153	6.59878279	7.24873423
2015-Mes6	5	2	7	13.675872						
2015-Mes7	1	2	3	13.118398						
2015-Mes8	2	3	5	13.104303	7	7	14	6.85410557	6.68496756	7.03202454
2015-Mes9	4	2	6	13.438558						
2015-Mes10	1	3	4	13.041462						
2015-Mes11	2	1	3	13.440501	8	4	12	5.92384366	7.8385325	3.97965362
2015-Mes12	5	0	5	13.513773						
2016-Mes1	0	3	3	13.693788						
2016-Mes2	1	0	1	13.725333	2	4	6	2.98069064	1.90009996	4.16501758
2016-Mes3	1	1	2	12.857102						
2016-Mes4	1	2	3	12.840562						
2016-Mes5	3	1	4	12.564503	7	3	10	4.82903572	5.95234502	3.35270564
2016-Mes6	3	0	3	13.769907						
2016-Mes7	4	2	6	12.763247						
2016-Mes8	2	0	2	12.488493	8	4	12	5.59889332	6.7335533	4.18760162
2016-Mes9	2	2	4	12.544120						
2016-Mes10	1	0	1	12.152412						
2016-Mes11	2	1	3	12.307531	4	2	6	2.75535316	3.33821046	2.04220732
2016-Mes12	1	1	2	12.752825						
2017-Mes1	3	2	5	12.487405						
2017-Mes2	2	0	2	12.590931	6	2	8	3.66484296	4.97793117	2.04586021
2017-Mes3	1	0	1	12.042107						
2017-Mes4	0	2	2	13.724808						
2017-Mes5	2	0	2	12.251859	4	2	6	2.77921976	3.58316953	1.91837469
2017-Mes6	2	0	2	11.710364						
2017-Mes7	3	1	4	13.107023						
2017-Mes8	1	4	5	12.097828	7	7	14	6.38414485	5.86644354	7.00206211
2017-Mes9	3	2	5	11.805714						
2017-Mes10	5	1	6	13.249887						
2017-Mes11	2	2	4	13.654135	7	4	11	5.34549125	6.33744314	4.19611553
2017-Mes12	0	1	1	12.510131						
			241				241			

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Anexo 5. Evaluación de controles - Año 2013 Orcopampa

Año 2013 - ORCO

N° Acc	Tipo Acc	Descripción de Controles	Clasificac de Ctrls X	S	I	A	E	RDC	UTC	ERC	GEC	GEC-D	GEC-B	Trimestre del Acc
1	I	Mejor diseño d colas d carros			1			15	2	3	90	90	0	1
		Instalar trolley p mecanizar			1			15	2	3	90	90	0	1
		Revisar y actualizar PETS tarea Carguío con Pala. Capacit en Stdr Equipo móvil. OPT en la tarea				1		10	2	2	40	0	40	1
2	I	Implementar escaleras antideslizantes			1			15	2	3	90	90	0	1
		Capac en Stdr d escaleras. Inspección d escaleras. Carteles d "3 pts d apoyo"				1		10	2	2	40	0	40	1
3	I	Implementar rompebancos		1				20	2	5	200	200	0	2
		Acondicionar ventana para voladura secundaria			1			15	2	3	90	90	0	2
		Voladura controlada			1			15	2	3	90	90	0	2
		Revisar IPERC. Capacitación en tarea "Limpieza d parrilla"				1		10	2	2	40	0	40	2
4	I	Revisar IPERC de servicios auxiliares. Preparar PETS para recuperar tuberías en chimeneas. Capacitar a supervisores en dichas tareas				1		10	2	2	40	0	40	2
5	I	Revisar IPERC d manipulacíon de perforadoras. Actualizar reglas básicas d seguridad p manipulac de perforadoras				1		10	2	2	40	0	40	2
		Capacitación en O&L. Supervis realizará OPT en O&L				1		10	2	2	40	0	40	2
6	I	Capacitación en PETS explos				1		10	2	2	40	0	40	2
		Capacit roles y resp a superv				1		10	2	2	40	0	40	2
		Intervenc psicolog a accident				1		10	1	1	10	0	10	2
8	I	Implementar gatas mecánicas como sostenim preventivo		1				20	2	5	200	200	0	2
		Capacitar en Stdr d perf a todos. OPT en perforación				1		10	2	2	40	0	40	2
9	I	Implementar protección tipo guardacabeza			1			15	2	3	90	90	0	2
		Actualizar PETS y Stdr d lanzado shotcrete				1		10	2	2	40	0	40	2
		Capac superv en planif de Trab Alto Riesgo				1		10	2	2	40	0	40	2
10	I	Preparar gestión del cambio de la plataforma para perforación vertical descendente				1		10	2	2	40	0	40	2
		Revisar IPERC, PETS y Stdrs de perforación vertical descendente				1		10	2	2	40	0	40	2
		Llevar registro de pies perforados de los aceros				1		10	2	2	40	0	40	2
11	I	Capacitac en Resp del superv				1		10	2	2	40	0	40	3
		OPT desatado de rocas				1		10	2	2	40	0	40	3
		Estudio de tiempos p evitar retrazos en las labores y no dejar de redesatar				1		10	2	2	40	0	40	3
15	I	Instalar cable puente p locomotora en el cruce			1			15	2	3	90	90	0	3
		Capacitac en vehiculos y equipos móviles				1		10	2	2	40	0	40	3
		Letreros en cruces				1		10	2	2	40	0	40	3
		Difusión del accidente				1		10	1	3	30	0	30	3
17	I	Implementar escaleras telescópicas		1				20	2	5	200	200	0	3
		Capacit en PETS cargio explos				1		10	2	2	40	0	40	3
18	I	Implementar sostenimiento con split set		1				20	2	5	200	200	0	3
		Capacit roles y resp a superv				1		10	2	2	40	0	40	3
		Capacitación en PETS tarea sostenimiento en vetas angostas				1		10	2	2	40	0	40	3
20	I	Revisar IPERC y PETS de manipulación de cargas. Capacitar en manip de cargas				1		10	2	2	40	0	40	4

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

21	I	Implementar formas mecánicas para manipuleo	1		20	2	5	200	200	0	4
		Revisión IPERC de manipuleo de cargas y Capacitar		1	10	2	2	40	0	40	4
23	I	Capacitación en desatado. OPT en tareas críticas y Reforzamiento de conducta deseada		1	10	2	2	40	0	40	4
24	I	Capacitación en herramientas manuales y código de colores p inspecciooón		1	10	2	2	40	0	40	4
		Reforzar capacit geomecánica		1	10	2	2	40	0	40	4
		Asegurar stock de barretillas mediante inspecc semanales		1	10	2	2	40	0	40	4
		Capacitar en stdr d perforac		1	10	2	2	40	0	40	4
25	I	Disponer de camión grúa para manipulación	1		20	2	5	200	200	0	4
		Capacitar a abastecedores en buena colocación de las cimbras en almacén		1	10	2	2	40	0	40	4
		Incluir manipuleo d cimbras en IPERC diario y controles d ingeniería		1	10	2	2	40	0	40	4
27	I	Utilizar plataformas de perforación	1		20	2	5	200	200	0	4
		Capacitar a supervisores en sus responsabilidades		1	10	2	2	40	0	40	4
		Campañas d capacitación en IP		1	10	1	2	20	0	20	4
28	I	Implementar sist de extensión mecánico p lanzar shotcrete en labores de más d 4.2m de altura	1		15	2	3	90	90	0	4
		Retroalimentación a todos sobre sus obligaciones en el trabajo		1	10	2	2	40	0	40	4
		Mejorar seguimiento de la supervision		1	10	2	2	40	0	40	4
4	L	Voladura controlada	1		15	2	3	90	90	0	1
		OPT en control de roca y sostenim con malla		1	10	2	2	40	0	40	1
		Capacit en PETS sostenim		1	10	2	2	40	0	40	1
5	L	Implementar herramienta p ajuste de tuercas	1		15	2	3	90	90	0	1
		Revisar IPERC y PETS d sost con pernos. Capacit en PETS. OPT de seguimiento		1	10	2	2	40	0	40	1
6	L	Taller de análisis, evaluac e implement de plataf metálica mejorada	1		15	2	3	90	90	0	1
		Revisar IPERC y PETS d perf para sostenimiento. Capacit en PETS. OPT de seguimiento		1	10	2	2	40	0	40	1
8	L	Capacitación en malla de voladura		1	10	2	2	40	0	40	1
		Capac PETS y Stdrs trab altura. OPT trabajos en altura		1	10	2	2	40	0	40	1
		Distrib de trabajos de equipos con hoja de ruta		1	10	2	2	40	0	40	1
11	L	Implementar cucharillas cortas en chimeneas	1		15	2	3	90	90	0	1
		Modificar PETS tarea sostenimiento con malla e incluir recorte de mallas. Capacit en herram manuales		1	10	2	2	40	0	40	1
12	L	Poner a prueba pistón de avance corto para reemplazar al habitual	1		20	2	5	200	200	0	1
		Elaborar IPERC y PETS de sostenimiento. OPT al PETS		1	10	2	2	40	0	40	1
14	L	Capacitación en PETS limpieza de carga en la base de chimenea e impacto sobre ventilación		1	10	2	2	40	0	40	2
15	L	PETS para encofrado		1	10	2	2	40	0	40	2
		Capacitac en uso de EPP		1	10	2	2	40	0	40	2
16	L	Establecer volad controlada	1		15	2	3	90	90	0	2
		Rev PETS d sost con shotcrete		1	10	2	2	40	0	40	2
		Actualizar IPERC perforación en interseciones		1	10	2	2	40	0	40	2
		Evaluar introducc de scalers		1	10	2	1	20	0	20	2

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

17	L	Revisar mallas de perf y carga explos en distint tipos de roca	1		15	2	3	90	90	0	2
		Retroaliment PETS mallas de sostenimiento		1	10	2	2	40	0	40	2
		Capacit IPERC desat de rocas y linea de fuego		1	10	2	2	40	0	40	2
19	L	Realizar pruebas con acelerantes de fraguado	1		15	2	3	90	90	0	2
		Revisar IPERC Sostenimiento con shotcrete. Revisar PETS y Stdrs. Difundir y capacitar.		1	10	2	2	40	0	40	2
20	L	implementar plataformas para desatado en chimienas	1		20	2	5	200	200	0	2
		Rev IPERC y PETS tarea Avance chimeneas. OPT para seguimiento		1	10	2	2	40	0	40	2
24	L	Talleres PETS desatado rocas. OPT desatado de rocas		1	10	2	2	40	0	40	2
		Capacit a supervisión en sus Obligaciones Legales		1	10	2	2	40	0	40	2
28	L	Capacitar en PETS sostenim malla y split set		1	10	2	2	40	0	40	2
		OPT en desatado de roca		1	10	2	2	40	0	40	2
		Taller de mapeo geomecánico		1	10	2	2	40	0	40	2
		Exigir cumplimiento O & L		1	10	2	2	40	0	40	2
32	L	Implementar LOTO en valvulas de aire comprimido. Capacitar en Aislamiento de Energía		1	10	2	2	40	0	40	3
		Actualizar matriz de competencias y realizar seguimiento a capacitaciones programadas		1	10	2	2	40	0	40	3
34	L	Implementar uso de 4 bastidores y 2 gatas en sostenimiento con malla	1		20	2	5	200	200	0	3
		OPT en desatado de roca		1	10	2	2	40	0	40	3
		Rev PETS de sostenimiento. Taller p uso de bastid y gatas. OPT en la tarea		1	10	2	2	40	0	40	3
37	L	Implementar sostenimiento preventivo: gatas, cachacos	1		20	2	5	200	200	0	3
		Capacac oblig legals a superv		1	10	2	2	40	0	40	3
		Capacit a personal con menos de 3 meses de antigüedad en sus PETS y STDRS		1	10	2	2	40	0	40	3
40	L	Retroalimentar al personal en PETS Desatado de Rocas. OPT en la tarea. Difundir informe d accidente		1	10	2	2	40	0	40	3
44	L	Capacitar al personal en IPERC tarea Perforac con Máquina Jackleg. Taller sobre PETS y Stdrs de perforac en realce de tajeos con máquina jackleg		1	10	2	2	40	0	40	3
		Supervisión utilizará Libro de Recorrido de la Supervisión		1	10	2	2	40	0	40	3
45	L	Taller sobre PETS y Stdrs de Desatado de Rocas. OPT en la tarea		1	10	2	2	40	0	40	3
52	L	Concientizar sobre importancia de desatado de rocas. OPT sobre desatado		1	10	2	2	40	0	40	4
		Capacitar a los operadores sobre IP en el trabajo		1	10	2	2	40	0	40	4
55	L	Implementar dispositivo mecánico de protección contra caída de rocas en la profundización de piques	1		15	2	3	90	90	0	4
		Capacit en IP en izaje de materiales con skip. Inspecciones semanales p asegurar cumplimiento		1	10	2	2	40	0	40	4
57	L	Geomecánicos deben precisar paralizaciones de labores y cerrar el acceso con cinta.		1	10	2	2	40	0	40	4
		Capacitar en Stdr Código de Colores y Señales									
		capacitar a supervisores en sus obligaciones legales		1	10	2	2	40	0	40	4
							TOT GEC	6640	3640	3000	

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Anexo 6. Evaluación de controles - Año 2014 Orcopampa

N° Acc	Tipo Acc	Descripción de Controles	Clasificac de Ctrls X	S	I	A	E	RDC	UTC	ERC	GEC	GEC-D	GEC-B	Trimestre del Acc
1	M	Implementar interruptores diferenciales			1			15	2	3	90	90	0	1
		Implementar puesta a tierra			1			15	2	3	90	90	0	1
		Preparar PETS y Stdrs d luminarias. Program d mant preventivo. Inspecc periodiódica. Pre uso.				1		10	2	2	40	0	40	1
		Usar EPP p manipular luminarias					1	5	2	2	20	0	20	1
1	I	Implementar rompebancos		1				20	2	5	200	200	0	1
		Optimizar malla de voladura y cantidad de explosivos			1			15	2	3	90	90	0	1
		Colocar letreros de prohibic				1		10	2	2	40	0	40	1
		Capacitar operad equipos p no transportar bancos mayores a parrillas				1		10	2	2	40	0	40	1
		Horarios p evitar sobrecarga en parrilla				1		10	2	2	40	0	40	1
2	I	Utilizar shotcrete via húmeda, mecanizado			1			15	2	3	90	90	0	1
		Elaborar PETS y Stdrs sostenimiento con shotcrete. QC del shotcrete				1		10	2	2	40	0	40	1
		Capacitar en obligac a superv				1		10	2	2	40	0	40	1
3	I	Retroalimentación en Stdrs de sostenimiento				1		10	2	2	40	0	40	1
		Capacitar en Stdr de perforac y uso de barrenos p sostenimiento				1		10	2	2	40	0	40	1
5	I	Grúas p abastecim de materiales a las labores		1				20	2	5	200	200	0	1
		Capacitar en IPERC de trabajos no rutinarios				1		10	2	2	40	0	40	1
6	I	Implementar mallas con alambre más grueso			1			15	2	3	90	90	0	1
		Mejorar PETS y Stdr de sostenimietno. Inspección diaria de mallas				1		10	2	2	40	0	40	1
7	I	Entrenamiento para IPERC				1		10	2	2	40	0	40	1
		Controlar capacitaciones y mantener registros				1		10	2	2	40	0	40	1
		Inspeccionar y considerar factores geomec en laboreo				1		10	2	2	40	0	40	1
9	I	Preparar estudio p mejorar construcción				1		10	2	2	40	0	40	1
		QC del shotcrete en laborat				1		10	2	2	40	0	40	1
		Capacit en desatado d rocas				1		10	2	2	40	0	40	1
		Motivar reporte de A & C				1		10	2	2	40	0	40	1
		Planear transpte de shotcrete p evitar demoras q mermen Q				1		10	2	2	40	0	40	1
10	I	Implementar grada metálica		1				20	2	5	200	200	0	1
		Capacitar en Identif Peligros				1		10	2	2	40	0	40	1
		Revisar PETS de Montaje de carriles. Capacitar en PETS				1		10	2	2	40	0	40	1
12	I	Retroalimentar en IP de perf				1		10	2	2	40	0	40	2
		Sensibilizar en O&L. Taller d practicas seguras O&L				1		10	2	2	40	0	40	2
13	I	Retroalim en IP p falta d O&L. Practicar O&L 15 min antes y después de la guardia				1		10	2	2	40	0	40	2
14	I	Implementar elemento mec p manipuleo d materiales		1				20	2	5	200	200	0	2
		Actualiz IPERC tarea Limpieza d parrillas. Elaborar PETS y Stdr para manip de mat en echaderos. Capacit operad scoop en selecc d materiales durante limpieza				1		10	2	2	40	0	40	2
15	I	Revisar descrip d puestos p asegurar competencias. Rev y eval competenc superv				1		10	2	2	40	0	40	2
		Talleres IPERC p supervisores				1		10	2	2	40	0	40	2
17	I	Diseñar guardacabeza móvil p evitar proyecciones de caída de roca			1			15	2	3	90	90	0	3
		Estandarizar construcción de doble compartim y ranfla al tope en chimeneas con roca mala			1			15	2	3	90	90	0	3
		Retroalim desatado de rocas				1		10	2	2	40	0	40	3
		Capacitar en obligac a superv				1		10	2	2	40	0	40	3

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

20	I	Capacitar en manipuleo de accesorios p perforación para mejorar O&L. En las inspecc enfatizar O&L		1	10	2	2	40	0	40	4
21	I	Usar discos d jebe durante la perforación	1		15	2	3	90	90	0	4
		Reforzar IP cuando no se usan discos d jebe		1	10	2	2	40	0	40	4
1	L	Capacit en manejo defensivo. Retroalim p no usar equipos defectuosos (sin claxon)		1	10	2	2	40	0	40	1
		Cumplir progr de mantenim		1	10	2	2	40	0	40	1
2	L	Capacit en andamios y plataf		1	10	2	2	40	0	40	1
		Seguimiento a entrega de materiales p evit improvisac		1	10	2	2	40	0	40	1
3	L	Capacitar en Stdr de EPP. Inspeccionar estado de EPPs. Descartar EPP deshechados		1	10	2	2	40	0	40	1
4	L	Capac en colocado de malla. Evaluar número d split set p evit formac d bolsas en mallas		1	10	2	2	40	0	40	1
		Capac trabaj en derech y oblig		1	10	2	2	40	0	40	1
7	L	Usar cachos de toro y patillas	1		20	2	5	200	200	0	1
		Capacitar en colocación de puntales de línea		1	10	2	2	40	0	40	1
11	L	Implementar uso de winches.	1		20	2	5	200	200	0	1
		Capacit sobre izaje de mat		1	10	2	2	40	0	40	1
12	L	Utilizar grúa para descarga	1		20	2	5	200	200	0	1
		Taller de IPERC sobre manip. Capacitación sobre manipuleo		1	10	2	2	40	0	40	1
14	L	Mejorar actual distribución de barretillas p desatado		1	15	2	3	90	90	0	2
		Capacit sobre uso de barretillas en desatado. OPT en desatado y sostenim		1	10	2	2	40	0	40	2
15	L	Elaborar PETS p control de operatividad en el campo. Retroalimentar sobre uso de tarjeta "Fuera de Servicio". Capacit a operadores d scoop en operación de sus equipo y responsabilidades inherentes		1	10	2	2	40	0	40	2
16	L	Reinstruir en sost con malla . OPT p cumplimiento de Stdrs		1	10	2	2	40	0	40	2
		Reinstruir en desatado d rocas. OPT p cumplimiento de Stdrs		1	10	2	2	40	0	40	2
17	L	Uso de equipos a ctrl remoto en labores con cargas húmedas y riesgo de soplado		1	15	2	3	90	90	0	2
		Evaluación de riesgos antes de iniciar rehabilitación de chimeneas		1	10	2	2	40	0	40	2
18	L	Entrenamiento en perf y voladura controlada		1	10	2	2	40	0	40	2
		Reinstrucción en desatado		1	10	2	2	40	0	40	2
		Rediseño d capacit en mina escuela: 30% teor, 70% pract		1	10	2	2	40	0	40	2
		Evaluación de zoneamiento geomecánico previo d labores		1	10	2	2	40	0	40	2
24	L	Capacit en aislam d energía		1	10	2	2	40	0	40	3
		Seguimiento a mantenim d equipo d shotcrete		1	10	2	2	40	0	40	3
		Implementar lentes "google"		1	5	2	2	20	0	20	3
25	L	Implementar winches de izaje	1		20	2	5	200	200	0	3
		Diseñar barrera de contenc al desplazam de materiales descargados por chimeneas		1	15	2	3	90	90	0	3
		Taller de izaje con winches		1	10	2	2	40	0	40	3
		Capacitar en concepto "si no es seguro, no se hace"		1	10	2	2	40	0	40	3
		Capacitar a superv en inspecc		1	10	2	2	40	0	40	3
26	L	Implementgar cadenas y abrazaderas en empalmes de tuberías de aire comprimido		1	15	2	3	90	90	0	3
		Capacit a supervisión en IPERC. Capacit en aislam de energía		1	10	2	2	40	0	40	3
27	L	Diseñar dispositivo tipo guardacabeza		1	15	2	3	90	90	0	3
		Seguimiento a ctrls libreta IP		1	10	2	2	40	0	40	3
		Retroalim sobre sostenimient		1	10	2	2	40	0	40	3
29	L	Charlas vivenciales para sensibilizar al personal en seguridad		1	10	2	2	40	0	40	4
		Retroalimentar en IP y ctrls. OPT sobre lanzado shotcrete		1	10	2	2	40	0	40	4
30	L	Charla sobre peligros operac		1	10	2	2	40	0	40	4
		Aplicar planific en el trabajo		1	10	2	2	40	0	40	4
		Instruir sobre lineas de fuego		1	10	2	2	40	0	40	4
35	L	Retroalim en IP en perforac. OPT d los procedimientos		1	10	2	2	40	0	40	4
		O/T incluirán detalles y posibles retrasos operativos		1	10	2	2	40	0	40	4
36	L	Implementar cadenas p prohibir el paso y tapones en labores abandonadas		1	15	2	3	90	90	0	4
		Diseño de tajeos incluirá chimeneas de ventilación en los extremos de la labor		1	15	2	3	90	90	0	4
		Evaluar competencias d la supervisión		1	10	2	2	40	0	40	4
		Capacit sobre cadenas de prohibición del paso		1	10	2	2	40	0	40	4
							TOT GEC	5630	2950	2680	

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Anexo 7. Evaluación de controles - Año 2015 Orcopampa

Año 2015 - ORCO

			Clasificac de Ctrls										
N° Acc	Tipo Acc	Descripción de Controles	X	S	I	A	E	RDC	UTC	ERC	GEC	GEC-D	GEC-B	Trim del Acc
1	I	Cerrar espacios abiertos en estaciones de carguío			1			15	2	3	90	90	0	1
		Reducción y ctrl de mat húmedo al pique			1			15	2	3	90	90	0	1
		Control de acciones correct de A&C del pers del pique				1		10	2	2	40	0	40	1
		PETS de chuteo al skip				1		10	2	2	40	0	40	1
2	I	Reducir sección de labor			1			15	2	3	90	90	0	1
		Evaluar posibles elementos mecánicos para evitar caídas imprevistas de roca				1		10	2	2	40	0	40	1
		Concientizac en redesatado. Inspecciones inopinadas de verificación				1		10	2	2	40	0	40	1
3	I	Actualiz Strd instalación d escaleras y descansos en el pique. OPT sobre instalación anterior. Inspección periódica de escaleras y descansos.				1		10	2	2	40	0	40	1
4	I	Capacitación en IP				1		10	2	2	40	0	40	2
		OPT a traslado d materiales				1		10	2	2	40	0	40	2
5	I	Reubicar posición d manijas.			1			15	2	3	90	90	0	2
		Implementar dispositivo mecánico p control de apertura/cierre de puertas			1			15	2	3	90	90	0	2
		Estandarizar posición de manijas				1		10	2	2	40	0	40	2
		Cronog p rev otras puert vent				1		10	2	2	40	0	40	2
6	I	Retroaliment en IP en manip de materiales				1		10	2	2	40	0	40	2
		OPT sobre eliminar clavos sobresalientes				1		10	2	2	40	0	40	2
7	I	En Plan Semanal de Minado, aplicar método de explotación(corte) que corresponda al tipo de roca				1		10	2	2	40	0	40	2
		Capacit en IP a linea d supervisión. Tolerancia Cero al incumplim				1		10	2	2	40	0	40	2
		Incorporar mayor número de geomecánicos				1		10	2	2	40	0	40	2
8	I	Disposit mecánico p sujetar clavos en lugar de la mano		1				20	2	5	200	200	0	2
		Implementar luminarias para mejorar visibilidad			1			15	2	3	90	90	0	2
		Capacitac en Stdr d construcc de andamios y plataformas				1		10	2	2	40	0	40	2
9	I	El Programa Semanal de Minado distribuirá los equipos de acuerdo a tamaño de sección				1		10	2	2	40	0	40	2
		Capacit a supervisión sobre eliminar elementos sobresalientes				1		10	2	2	40	0	40	2
		Supervisión ayudará a IP a trabajadores				1		10	2	2	40	0	40	2
10	I	Usar hoja de sierra especial y adecuada p cortar pernos			1			15	2	3	90	90	0	2
		Estandarizar hoja de sierra p cortar pernos				1		10	2	2	40	0	40	2
		Reforzar el concepto "si no es seguro, no se hace"				1		10	2	2	40	0	40	2
		Test p eval comprom c seg				1		10	2	2	40	0	40	2
11	I	Implementar abrazaderas y cadenas de seguridad en empalmes de tuberías		1				20	2	5	200	200	0	3
		Revis correcta aplic d libret IP				1		10	2	2	40	0	40	3
		Capacit en Stdr Escaleras y Aislam de Energía				1		10	2	2	40	0	40	3
12	I	Mecanizar izaje d materiales		1				20	2	5	200	200	0	3
		Usar herram complement p izaje manual: sogas,ganchos			1			15	2	3	90	90	0	3
		Izar por compartimiento indep al tránsito de personas			1			15	2	3	90	90	0	3
13	I	Implement trípodes p sostener elementos d los cuadros		1				20	2	5	200	200	0	3
		Revisar PETS de armado de cuadros. Sensibilizar p cumplim d PETS				1		10	2	2	40	0	40	3

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

14	I	Evaluar posible uso de dispositivo para sujetar tablas		1	10	2	2	40	0	40	3
		Motivar p "no ganar tiempo"		1	10	2	2	40	0	40	3
		Superv verifica aplicación d controles en libret IP		1	10	2	2	40	0	40	3
16	I	Cumplir Stdr y llevar camino (Chim) por encima del corte		1	10	2	2	40	0	40	3
		Taller p izaje d materiales. OPT d izaje de materiales		1	10	2	2	40	0	40	3
17	I	Capacit p uso de lentes de seguridad. Asegurar uso de EPP via OPT		1	10	2	2	40	0	40	3
		Reforzar uso de libreta IP		1	10	2	2	40	0	40	3
18	I	Establecer vida útil de partes de perforadora		1	10	2	2	40	0	40	4
		Seguim a buen llenado Lib IP		1	10	2	2	40	0	40	4
		Reforzar concepto "Si no es seguro, no se hace"		1	10	2	2	40	0	40	4
19	I	Colocar split set puntuales entre malla y tope, en la periferia de la labor	1		15	2	3	90	90	0	4
		Evaluar implementación d guardacabezas para desatado en roca IVA		1	10	2	2	40	0	40	4
		Asegurar recomend geomec		1	10	2	2	40	0	40	4
		Capacit en herram d desatado		1	10	2	2	40	0	40	4
20	I	Analizar posible implement sist de desmont mecánico d carriles		1	10	2	2	40	0	40	4
		Rev PETS desmontaje carriles		1	10	2	2	40	0	40	4
		Motivar uso de reporte de A&C		1	10	2	2	40	0	40	4
21	I	Contar con stock de repuestos		1	10	2	2	40	0	40	4
		Superv asegura uso libreta IP		1	10	2	2	40	0	40	4
22	I	Implementar torquímetro p ajuste d tirantes	1		20	2	5	200	200	0	4
		Controlar vida útil de elementos d las perforadoras		1	10	2	2	40	0	40	4
		Realizar campañas de inspecc de perforadoras		1	10	2	2	40	0	40	4
19	L	Inspecc de labores en explotac en niveles superiores p determinar acumulaciones de agua y filtraciones		1	10	2	2	40	0	40	3
		Preparar plan de trabajo basado en criterios geomec donde hayan afectaciones p filtrac, fallas, alteraciones		1	10	2	2	40	0	40	3
29	L	Usar mangueras d alta presión	1		15	2	3	90	90	0	4
		Ubicar equipo Aliva y bomba en el mismo nivel	1		15	2	3	90	90	0	4
		Capacit en planificación p evitar apuros en las tareas		1	10	2	2	40	0	40	4
		Capac supervisores en IPERC y gestión preventiva		1	10	2	2	40	0	40	4
33	L	Adecuar guardacabezas en la tolva de trabajo	1		15	2	3	90	90	0	4
		Implementar protección contra derrames en tolvas de pisos superiores	1		15	2	3	90	90	0	4
		Prueba piloto de cañones neumáticos		1	10	2	2	40	0	40	4
		Reforz buen uso de libreta IP		1	10	2	2	40	0	40	4
		Mejorar PETS d ranfleo d carga		1	10	2	2	40	0	40	4
34	L	Cumplir program d mantenim preventivo de Jack legs		1	10	2	2	40	0	40	4
		Capacit en IP a colaboradores		1	10	2	2	40	0	40	4
							TOT GEC	4380	2260	2120	

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Anexo 8. Evaluación de controles - Año 2016 Orcopampa

Año 2016 - ORCO

N° Acc	Tipo Acc	Descripción de Controles	Clasificac de Ctrls					RDC	UTC	ERC	GEC	GEC-D	GEC-B	Trimestre del Acc
			X	S	I	A	E							
1	I	Retroalimentar el concepto de "linea de fuego"				1		10	2	2	40	0	40	1
		Superv inspecc plataf d trab en chimeneas aleatoriamente				1		10	2	2	40	0	40	1
		Superv reforzar secuencia: ventilac, lavado, desatado				1		10	2	2	40	0	40	1
2	I	Implementar pin para llevar platinas encima de la jaula		1				20	2	5	200	200	0	1
		Revisar IPERC sobre manipuleo de materiales. Revisar PETS de la tarea				1		10	2	2	40	0	40	1
3	I	Taller p supervisión en IPER de perforación. Coaching controles libreta IP				1		10	2	2	40	0	40	2
		OPT sobre sostenimiento reforzando lema "Si no es seguro, no se hace"				1		10	2	2	40	0	40	2
4	I	En roca Tipo IV cambiar a perforación en breasting		1				20	2	5	200	200	0	2
		Dimensiones d labores definidas por criterios geomecánicos			1			15	2	3	90	90	0	2
		Cumplir Strds de explotación				1		10	2	2	40	0	40	2
		Si no hay personal para una labor en domingo, no se programará labor. Evaluar cambio d sistema 6 x 1				1		10	2	2	40	0	40	2
		Motiv en PETS y Stdrs p evitar colocarse en "línea de fuego"				1		10	2	2	40	0	40	2
5	I	Superv superior revisará libretas IP p asegurar calidad				1		10	2	2	40	0	40	2
		Continuar sensibilizac p evitar colocarse en "línea de fuego"				1		10	2	2	40	0	40	2
		Capac en planeac prospectiva				1		10	2	2	40	0	40	2
7	I	Desatado mecanizado en roca tipo IIIB y IV con presencia de cuñas		1				20	2	5	200	200	0	3
		Realizar verificación de herramientas semanalmente				1		10	2	2	40	0	40	3
		Capacit en PETS de sostenimiento				1		10	2	2	40	0	40	3
		Capacit superv en frecuencia de desatado de rocas				1		10	2	2	40	0	40	3
8	I	Usar camiones grúa. No manipular materiales pesados		1				20	2	5	200	200	0	3
		Implementar a BobCat un accesorio p carga d materiales		1				20	2	5	200	200	0	3
		Implementar área p almacenar materiales y equip de sostenimiento fuera de áreas de tránsito			1			15	2	3	90	90	0	3
		Capacit operad en Stdr Vehiculos y equipos móviles				1		10	2	2	40	0	40	3
		Capacit a operad sobre sus obligaciones de Ley				1		10	2	2	40	0	40	3
9	I	Uso de scaler en secciones mayores a 3.5 m		1				20	2	5	200	200	0	3
		OPT S sobre carguío d taladros				1		10	2	2	40	0	40	3
		Superv verifica correcto llenado libreta IP				1		10	2	2	40	0	40	3
11	I	Capacitar al personal en cuanto al uso de puertas de ventilación				1		10	2	2	40	0	40	3
		Realiz IPERC en tareas atípicas				1		10	2	2	40	0	40	3
12	I	Uso de ayuda mecánica		1				20	2	5	200	200	0	3
		Usar "Js", "Us", soportes, eslingas si no hay ayuda mecánica		1				20	2	5	200	200	0	3
		Capacitar en temas ergonómicos para manipuleo de cargas				1		10	2	2	40	0	40	3
		Actualización de PETS. Aplicar disciplina positiva				1		10	2	2	40	0	40	3
13	I	Determinar e implementar los equipos y accesorios anclaje y soporte necesarios			1			15	2	3	90	90	0	4
		Reingeniería del proceso d instalación de tuberías para shotcreteo.			1			15	2	3	90	90	0	4
		Preparar PETS de la nueva tarea. Difundir y capacitar en nuevo PETS				1		10	2	2	40	0	40	4
		Capacitar sobre buen manejo del tiempo en el trabajo				1		10	2	2	40	0	40	4

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

8	L	Implementar tanque de reserva de agua p limpieza de planta	1		15	2	3	90	90	0	2
		Rev PET dosificac via húmeda considerando escasez de agua. OPT del PETS anterior		1	10	2	2	40	0	40	2
10	L	Implementar minibarras de avance para las JackLeg	1		15	2	3	90	90	0	2
		Reforzar IP en la tarea		1	10	2	2	40	0	40	2
		Reforzar concepto de "Linea de fuego"		1	10	2	2	40	0	40	2
14	L	Usar mecanismo para enderezar clavos	1		20	2	5	200	200	0	2
		Planif necesid d materiales y herramientas en la tarea		1	10	2	2	40	0	40	2
		Continuar aplicando libreta IP		1	10	2	2	40	0	40	2
15	L	Utilizar grúa p manipular objetos pesados	1		20	2	5	200	200	0	2
		Instruir al personal en "comunicación efectiva"		1	10	2	2	40	0	40	2
		PETS de manipulación de materiales sobresalientes. Inspecciones a la actividad anterior		1	10	2	2	40	0	40	2
16	L	Implementar dispositivos mecánicos para manipuleo	1		20	2	5	200	200	0	3
		Entrenamiento para asegurar conocimiento de la tarea		1	10	2	2	40	0	40	3
		Llenado de libreta IP		1	10	2	2	40	0	40	3
		Inspecciones de O&L		1	10	2	2	40	0	40	3
19	L	Retroalimentación en PETS d desatado de rocas		1	10	2	2	40	0	40	3
		Capacit en cartilla geomecánic		1	10	2	2	40	0	40	3
		Capacitación superv en IPERC		1	10	2	2	40	0	40	3
		Capac en oblig legls de superv		1	10	2	2	40	0	40	3
23	L	Retroalimentación en Stdr Aislamiento de Energía. Sensibilizar sobre IP y ctrles en elementos presurizados		1	10	2	2	40	0	40	3
		Entrenamiento en Planificac Táctica Organizac para seguir PETS y Reglas con precisión		1	10	2	2	40	0	40	3
28	L	Capacitación Stdrs Sost con Malla y Split Set. Inspecciones inopinadas y OPT sobre aplicación d Stdr. Eval d superv en PETS y Stdrs		1	10	2	2	40	0	40	4
31	L	Tipo de sostenimiento según tipo de terreno	1		15	2	3	90	90	0	4
		Desatar en presencia d superv labores paralizadas un tiempo prolongado		1	10	2	2	40	0	40	4
		Sensibilizar sobre mensaje "NO Mirar a Otro Lado"		1	10	2	2	40	0	40	4
33	L	Estandarizar empalmes con cadenas	1		20	2	5	200	200	0	4
		Capacitar superv y trabajad en IP y riesgo de contacto con diferentes energías		1	10	2	2	40	0	40	4
							TOT GEC	**4830**	**3030**	**1800**	

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Anexo 9. Evaluación de controles - Año 2017 Orcopampa

Año 2017 - ORCO

N° Acc	Tipo Acc	Descripción de Controles	Clasificac de Ctrls					RDC	UTC	ERC	GEC	GEC-D	GEC-B	Trimestre del Acc
			X	S	I	A	E							
1	I	Identificar e implementasr semáforos en ptos críticos		1				20	2	5	200	200	0	1
		Redimensionar cantidad de tuberías de servicio en bocamina			1			15	2	3	90	90	0	1
		Aplicar correcciones y controles a los ingresos de servicios			1			15	2	3	90	90	0	1
		Capacit a operad d equipos				1		10	2	2	40	0	40	1
		Inspecc y mant a semáforos en interior mina				1		10	2	2	40	0	40	1
2	I	Usar juego d barrenos 2´, 4´, 6´			1			15	2	3	90	90	0	1
		OPT a perforación d frentes.				1		10	2	2	40	0	40	1
		Disciplin progres p incumplim				1		10	2	2	40	0	40	1
		Inspección de herramientas				1		10	2	2	40	0	40	1
		Capac supervisores en oblig legales												
3	I	Posibilidad d regular en todos los equipos CAT la distancia de neutralización de la puerta al parámetro mínimo (05 cm)			1			15	2	3	90	90	0	2
		Inspeccionar dispositivos de seguridad				1		10	2	2	40	0	40	2
		Capacitar en Stdr de Vehic y Equipo Móvil				1		10	2	2	40	0	40	2
5	I	MatPel deberán ser manipulados con grúas		1				20	2	5	200	200	0	2
		Capacitación en Strd Control de Materiales Químicos .												
		Taller de manipulación de MatPel. Retirar MatPel con envases defectuosos				1		10	2	2	40	0	40	2
		Planificar el abastecimiento de materiales peligrosos a las operaciones				1		10	2	2	40	0	40	2
		Usar EPP adecuado para el tipo de material peligroso					1	5	2	2	20	0	20	2
6	I	Canalizar agua de filtración p evitar deterioro de vía			1			15	2	3	90	90	0	2
		OPT p asegurar buen estado de vías				1		10	2	2	40	0	40	2
		Retroalimentar en Strd sobre transporte de personal.												
		Sensibilizar sobre riesgos de tránsito en interior mina				1		10	2	2	40	0	40	2
		Capacit a supervisores en obligac legales				1		10	2	2	40	0	40	2
9	I	Retroalimentar en PETS de Desatado de Roca. OPT a tarea de Desatado. Disciplina progresiva por incumplimiento				1		10	2	2	40	0	40	3
		Capacitación a supervisión en sus obligaciones legales				1		10	2	2	40	0	40	3
11	I	Taller sobre "linea de fuego"				1		10	2	2	40	0	40	4
		Taller de llenado de "Cuaderno de operación segura" para IP				1		10	2	2	40	0	40	4
		Establecer técnicas para manejo de stress				1		10	2	2	40	0	40	4
12	I	Determinar requerimiento de un scaler en secciones mayores a 3.5 x 3.5m		1				20	2	5	200	200	0	4
		Focus group para análisis de desatado de rocas				1		10	2	2	40	0	40	4
		Capacitar sobre importancia de seguir PETS				1		10	2	2	40	0	40	4
		Capacitar a supervisión en planificación de equipos				1		10	2	2	40	0	40	4
13	I	Capacitar al personal sobre la importancia de seguir los PETS				1		10	2	2	40	0	40	4
		Focus group sobre operación segura de máquina jackleg.				1		10	2	2	40	0	40	4
		Capacitar en el uso adecuado de los equipos												
14	I	Implementar scaler para labores de sección 4.0x4.0m.		1				20	2	5	200	200	0	4
		Revisar y analizar el IPERC de la tarea				1		10	2	2	40	0	40	4
		Actualizar planes de trabajo en labores de alto riesgo				1		10	2	2	40	0	40	4
		Capacitar sobre "exposición a línea d fuego"				1		10	2	2	40	0	40	4

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

15	I	Implementar equipo rompebancos	1		20	2	5	200	200	0	4
		Revisar IPERC línea base de rotura manual de bancos sobre echaderos. Especificar en PETS herramien p romper bancos		1	10	2	2	40	0	40	4
		Evacuar a superficie carga q contenga residuos generales		1	10	2	2	40	0	40	4
1	L	Mantener y controlar los pisos uniformes en los Tajeos		1	15	2	3	90	90	0	1
		Capacitación en el proceso de perforación		1	10	2	2	40	0	40	1
2	L	Entrenamiento en desatado de rocas. Capacitar a supervisión sobre identificación d fallas y cuñas		1	10	2	2	40	0	40	1
		Evaluación geomecánica en los frentes con cuñas antes de la perforación del frente		1	10	2	2	40	0	40	1
3	L	Actualizar PETS Chuteo de Mineral. Capacit en PETS al personal		1	10	2	2	40	0	40	1
7	L	Talleres sobte PETS de sostenimiento con malla y Split set. OPT a tareas de sostenimiento y perforación. Disciplina progresiva por incumplimiento de PETS		1	10	2	2	40	0	40	1
17	L	Implementación de juego barrenos de acuerdo al ancho de labor (2', 3´, 4')	1		15	2	3	90	90	0	2
		Implementar barras de avance pequeñas	1		15	2	3	90	90	0	2
		OPTs a tarea de perforación. Difundir el análisis del evento para sensibilizar al personal		1	10	2	2	40	0	40	2
18	L	Evaluación geomecánica define sostenimiento adecuado	1		15	2	3	90	90	0	3
		Entrenamiento en PETS de sostenimiento con malla y pernos helicoidales. OPTs a tareas de sostenimiento		1	10	2	2	40	0	40	3
		Capacitac a supervisores en geomecánica básica		1	10	2	2	40	0	40	3
		capacit a superv en llenado del IPERC continuo		1	10	2	2	40	0	40	3
19	L	Retroalimentación en PETS de Desatado de Roca. OPTs de tarea de desatado		1	10	2	2	40	0	40	3
		Capacitar a supervis en sus obligaciones legales		1	10	2	2	40	0	40	3
23	L	Usar guantes antideslizante	1		20	2	5	200	200	0	3
		Definir alcance de actividades de mantenimto mecánico de los perforistas		1	10	2	2	40	0	40	3
		Elaborar un programa de mantenimiento integral a las maquinas diamantinas. El mecánico revisará el sistema de rotación antes de un sondaje de largo alcance		1	10	2	2	40	0	40	3
		Concientizar para cumplimiento de PETS		1	10	2	2	40	0	40	3
26	L	Capacitación en posición ergonómica y cuidado de manos. Realizar talleres para levantamiento correcto de cargas		1	10	2	2	40	0	40	3
		OPTs a perforación de frentes de avance		1	10	2	2	40	0	40	3
29	L	Factor de carga según tipo de roca y sección de labor	1		20	2	5	200	200	0	3
		Capacitac en PETS de sostenimiento con malla y Split set y caracterizacióndel macizo rocoso.		1	10	2	2	40	0	40	3
		Elaborar el Stdr y PETS de construcción de cabinas de sondaje de secciones mayores a 3.5 x 3.5 m		1	10	2	2	40	0	40	3
30	L	Usar bastones luminosos	1		20	2	5	200	200	0	3
		Implementar zonas para el aseo del personal		1	15	2	3	90	90	0	3
		Actualizar IPERC de la tarea de limpieza y carguío con equipos pesados. Rev PETS tarea Limpieza y carguío con equipos pesados		1	10	2	2	40	0	40	3
		Retroalimentar al personal en el correcto llenado del cuaderno de operac segura		1	10	2	2	40	0	40	3
32	L	Desatado mecanizado en labores horizontales de altura mayor a 4 m	1		20	2	5	200	200	0	4
		Capacitación en escaleras. Recreación teatral sobre riesgos en trabajos		1	10	2	2	40	0	40	4
		Mantenimiento a perforadoras según programa		1	10	2	2	40	0	40	4
35	L	Equipo mecánico p ejecutar activid auxiliares de manera segura	1		20	2	5	200	200	0	4
		Voladura controlada para mejores pisos y perfiles		1	15	2	3	90	90	0	4
		Capacitación en escaleras		1	10	2	2	40	0	40	4
		Mantener los controles de la construcción de las diversas labores actualizados		1	10	2	2	40	0	40	4
							TOT GEC	5050	2990	2060	

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Anexo 10. Evaluación de controles - Año 2013 Uchucchacua

Año 2013 - CHACUA

N° Acc	Tipo Acc	Descripción de Controles	Clasificac de Ctrls X	S	I	A	E	RDC	UTC	ERC	GEC	GEC-D	GEC-B	Trimestre del Acc
1	M	Taponeo d labores abandonadas según cronograma			1			15	2	3	90	90	0	2
		Implementar cuaderno de inventario de lab abandonad.												
		Inspeccionar p asegurar cumplim cronogr d taponeo d labores abandonadas				1		10	2	2	40	0	40	2
		Actualizar mapa de riesgos interior Mina				1		10	2	2	40	0	40	2
		Sensibilizar uso d libreta IP sobre peligros con gases				1		10	2	2	40	0	40	2
1	I	Revisar IPERC para el diseño de tolvas respecto a la tarea de chuteo				1		10	2	2	40	0	40	1
		Elaborar Stdr p tolvas neumáticas con plataforma de chuteo. Implemt check list p tolvas				1		10	2	2	40	0	40	1
		Modificar tolvas neumáticas según nuevo Stdr			1			15	2	3	90	90	0	1
2	I	Revisión IPERC p tarea d perforación				1		10	2	2	40	0	40	1
		Capacitac a perforistas Jackleg				1		10	2	2	40	0	40	1
		Rev Stdr desgaste de uñas de la barra de avance				1		10	2	2	40	0	40	1
3	I	Implementar control de pies perforados por máquina y establecer vida útil de partes				1		10	2	2	40	0	40	1
		Elaborar un programa de mantenim prevent en función a la vida útil de las partes				1		10	2	2	40	0	40	1
		Capacit en mantenim prevent				1		10	2	2	40	0	40	1
		Determinar necesidades de herramientas en talleres				1		10	2	2	40	0	40	1
4	I	Empalme de tuberías deben fijarse con cadenas y alcayatas			1			15	2	3	90	90	0	1
		OPT a los operadores de Scoop y dumper				1		10	2	2	40	0	40	1
		Inspecc p verificar Stdr de aislamiento de energía				1		10	2	2	40	0	40	1
		Capacitac a los supervisores en gestión del cambio.												
		Aplicar gestión del cambio a proyectos en ejecución				1		10	2	2	40	0	40	1
5	I	Realizar OPTs del Procedimiento "Desate manual de rocas en labores horizontales"				1		10	2	2	40	0	40	1
		Implementar controles p garantizar cumplimiento d horario d trabajo				1		10	2	2	40	0	40	1
		Estandarizar "cuaderno de labor" para incluir temas geomecánicos				1		10	2	2	40	0	40	1
6	I	Implementación de señal "prohibido estacionarse"				1		10	2	2	40	0	40	1
		Reparar circulinas con fallas				1		10	2	2	40	0	40	1
		Rev IPERC tarea Transporte con Locomotora				1		10	2	2	40	0	40	1
		Implementar sistema d contención de energía en asientos d ayudte d motorista			1			15	2	3	90	90	0	1
		Inducc especifica a motoristas				1		10	2	2	40	0	40	1
		OPTs p verific uso de herram de gestión de seg por los motoristas				1		10	2	2	40	0	40	1
8	I	Realizar pruebas con ANFO Light y voladura controlada				1		10	2	2	40	0	40	2
		Actualizar IPERC p tarea "Sostenimiento mecanizado con malla y split set"				1		10	2	2	40	0	40	2
		Requerimiento de scaler	1					20	2	5	200	200	0	2
		Requerim d robot shotcretero	1					20	2	5	200	200	0	2
		Actualizar cartilla geomec para incluir shotcrete en sostenim de roca tipo III				1		10	2	2	40	0	40	2

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

10	I	Almacenar materiales en bodegas d avance (O&L)		1	10	2	2	40	0	40	2
		Establecer criterios p diseño de bodegas de avance		1	10	2	2	40	0	40	2
		Taller de Identific d Peligros		1	10	2	2	40	0	40	2
		Lectura de A&C en repartos de guardia		1	10	2	2	40	0	40	2
		capacitar a superv en herram de gestión de seguridad		1	10	2	2	40	0	40	2
11	I	capacitar en PETS sostenim con malla y split set. OPT p seguimiento al desempeño		1	10	2	2	40	0	40	2
		Mejoras a los bastidores de sujección	1		15	2	3	90	90	0	2
12	I	Revisar la matriz IPERC para la actividad "voladura"		1	10	2	2	40	0	40	2
		Capacitación en Stdr Explosivos y PETS "Carguio de taladros". Seguimiento con OPTs al cumplim de Stdr y PETS		1	10	2	2	40	0	40	2
		Capataces en interior Mina saldrán junto con su personal luego del chispeo		1	10	2	2	40	0	40	2
13	I	Implementar bodega de avance p almacenar adecuadamente materiales	1		15	2	3	90	90	0	2
		Talleres para IP de caídas al mismo nivel		1	10	2	2	40	0	40	2
15	I	Revisar y actualizar matriz IPERC para los trabajos de encarrilado d pala neumática.		1	10	2	2	40	0	40	2
		Capacitac en encarrilado de pala									
		OPTs en frentes con palas		1	10	2	2	40	0	40	2
		Mantenimiento certificará "tubo encarrilador"		1	10	2	2	40	0	40	2
		Evaluar manera de evitar puntos ciegos en encarrilado	1		15	2	3	90	90	0	2
22	I	Hacer "Gestión del cambio" para las modificaciones.									
		Inspeccionar p asegurar q cambios no representen mayor riesgo		1	10	2	2	40	0	40	3
		Rev de Stdrs corporativos relativos a equipos móviles		1	10	2	2	40	0	40	3
25	I	Implementar bolsillos (reductor de energía)en tolvas nuevas, convencionales y neumáticas	1		15	2	3	90	90	0	3
		Revisar IPERC d extracción de carga en tolvas. Modificar PETS de acuerdo a revisión IPERC. Capacitar al personal		1	10	2	2	40	0	40	3
		Implementar 2 orificios en la camada d tolvas sin bolsillo	1		20	2	3	120	120	0	3
26	I	Rev IPERC tarea limpieza con pala neumática. Modificar PETS respectivo. Taller post modificac de PETS. OPTs al nuevp PETS		1	10	2	2	40	0	40	3
		Mejorar acople del estribo d la pala	1		15	2	3	90	90	0	3
28	I	Revisar proceso de capacitación, evaluación y otorgamiento de licencias de operación de equipos		1	10	2	2	40	0	40	4
		Reentrenar en sus PETS a motoristas		1	10	2	2	40	0	40	4
29	I	Presentar plan de geomecánica y seguridad, en toda conexión de labores.		1	10	2	2	40	0	40	4
		Plan debe contener items No-negociables									
		Solicitar apoyo al desatador mecánico		1	10	2	2	40	0	40	4
32	I	Mantenimiento y habilitación del sistema de monitoreo sísmico para registro de eventos		1	10	2	2	40	0	40	4
		Actualizar cartilla geomecánica especificando longitud de desate p sostenim de voladuras en realce		1	10	2	2	40	0	40	4
34	I	Rev IPERC p tarea d izaje y limpieza con winche.		1	10	2	2	40	0	40	4
		Implementar PETS p Limpieza con Winche. Capacitar al personal en izaje y limpieza con winche									
		Actualizar y aplicar diseño mejorado en laboreo con subniveles	1		15	2	3	90	90	0	4
35	I	Capacitación para abrir y cerrar puertas correctamente		1	10	2	2	40	0	40	4
1	L	Actualizar criterios de sostenim de tabla geomecánica.		1	10	2	2	40	0	40	1
		Capacitac en IP a los geomecánicos.									
		Inspeccionar p evidenciar cumplimiento									
3	L	Rev IPERC d trabajos en chim.									
		Rev Stdr d Diseño de Tapones. Chek list debe tener nuevo diseño de tapón		1	10	2	2	40	0	40	2
		Implem nuevo diseño d tapón	1		15	2	3	90	90	0	2
4	L	Cartilla geomecánica incluirá acciones para aplicar shotcrete y minimizar mallas cargadas.									
		Implementar formato de eval geomecánica por triplicado que deje recomendac en la labor y otros.		1	10	2	2	40	0	40	2
		OPT p desatado de rocas incluyendo zonas de mallas sobrecargadas									
5	L	OPT p desatado de rocas.									
		Capacitac en desatado d rocas		1	10	2	2	40	0	40	2
6	L	Implementar un nuevo tipo d bastidor mejorado	1		15	2	3	90	90	0	2
		Preparar Gestión del cambio		1	10	2	2	40	0	40	2
7	L	Mejorar "Span" p determinar área máxima con split y malla antes de aplicar shotcrete	1		15	2	3	90	90	0	2
		Capacit en Stdr "Control de Rocas y suelos"		1	10	2	2	40	0	40	2
							TOT GEC	3970	1690	2280	

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Anexo 11. Evaluación controles - Año 2014 Uchucchacua

Año 2014 - CHACUA

N° Acc	Tipo Acc	Descripción de Controles	Clasificac de Ctrls X	S	I	A	E	RDC	UTC	ERC	GEC	GEC-D	GEC-B	Trimestre del Acc
1	M	Revisar PETS tarea Desatado en Labores Horizontales. Capacitación práctica en PETS				1		10	2	2	40	0	40	1
		Revisar IPERC actividad Explotación de Mineral, tarea Desatado en Tajeos. Capacitación en nuevos PETS				1		10	2	2	40	0	40	1
		Seguimiento a Stdr de Perforación con check list				1		10	2	2	40	0	40	1
2	I	Capacitación y práctica en Stdr Código de Colores y Señales				1		10	2	2	40	0	40	1
		OPT p verificar uso correcto del EPP				1		10	2	2	40	0	40	1
5	I	Rev IPERC de Perf y Voladura. Rev PETS tarea Carga Taladros. Capacitac PETS Carga de Taladros. OPT del PETS anterior				1		10	2	2	40	0	40	2
6	I	Usar disco de jebe en el barreno			1			15	2	3	90	90	0	3
		Taller PETS Operación de JackLeg. OPT del PETS anterior				1		10	2	2	40	0	40	3
7	I	Capacitar en PETS Operación de Jumbo				1		10	2	2	40	0	40	3
		Capacit en comportam seguro				1		10	2	2	40	0	40	3
8	I	Revisión de IPERC tarea Lanzado de Shotcrete. Capacit en PETS Lanzado de Shotcrete revisado. OPT para PETS anterior				1		10	2	2	40	0	40	3
10	I	Charla sobre autorización de uso de equipos. Reforzar PETS d Operación d Equipos. OPTs de seguimiento a operadores				1		10	2	2	40	0	40	4
		Bloquear equipo con cuñas y retirado la llave			1			15	2	3	90	90	0	4
12	I	Rev PETS Sostenim con Malla y Split Set. OPT p tarea Sostenmim con Malla y Split Set				1		10	2	2	40	0	40	4
		Seguimiento a Stdr Control d Rocas y Suelos con check list				1		10	2	2	40	0	40	4
13	I	IP con operadores de equipos de bajo perfil. OPT a los operadores de equipos de bajo perfil				1		10	2	2	40	0	40	4
15	I	Rev del IPERC para el diseño de Ore Pass (OP) tolvas neumáticas				1		10	2	2	40	0	40	4
		Elaborar Stdr p tolvas neumáticas con plataforma d chuteo en OP, con diseño del echadero, bolsillo, tolva y plataforma				1		10	2	2	40	0	40	4
		Implement nuevo Stdr de OP			1			15	2	3	90	90	0	4
		Implementar parrilla en OP			1			15	2	3	90	90	0	4
		Rediseñar herramienta p desatoro de chutes			1			15	2	3	90	90	0	4
16	I	Mejorar O&L en las labores antes de la tarea. Nivelar pisos			1			15	2	3	90	90	0	4
		Rev PETS de lanzamiento de shotcrete vía seca. Capacit en PETS revisado d Lanzado de Shotcrete. OPT sobre PETS modificado				1		10	2	2	40	0	40	4
17	I	Revisar IPERC tarea Armado de cuadros. Revisar PETS tarea armado de cuadros				1		10	2	2	40	0	40	4
		Implementar herramientas adecuadas			1			15	2	3	90	90	0	4
		Revisar check list de chim donde se incluyan herram				1		10	2	2	40	0	40	4
1	L	Rev IPERC Instalac de tuberías. Revisar Stdr de Instalac d tubería. Capacit al personal instalador				1		10	2	2	40	0	40	1
		Implementar plataformas	1					20	2	5	200	200	0	1
2	L	Revisión de IPERC para operación con scaler. Capacit en PETS d desatado mecanizado				1		10	2	2	40	0	40	2
		Solicitante de equipo asegura controles previa aprob de su "solicitud de servicio"				1		10	2	2	40	0	40	2

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

4	L	Rev Stdr frentes de avance. Capacit en Stdr de frentes de avance a los operadores		1	10	2	2	40	0	40	2
		Asegurar puntera de las tuberías	1		15	2	3	90	90	0	2
		Mejorar O&L, retirando tubería en desuso	1		15	2	3	90	90	0	2
10	L	Rev IPERC tarea Encarrilado de Locomotoras y Carros Mineros. Actualización del PETS de tarea. Asegurar cumplimiento con OPT		1	10	2	2	40	0	40	3
14	L	Capacitac en Stdr Escaleras. OPT p verificar cumplimiento de Stdr anterior		1	10	2	2	40	0	40	4
15	L	Capacitación a operadores en PETS Sostenimiento con Mallas y Split Set. OPT p verificar cumplim de PETS		1	10	2	2	40	0	40	4
		Capacitación a operadores en PETS de tarea Rellenado de Tajeo con Scoop. OPT p verific cumplim d PETS		1	10	2	2	40	0	40	4
							TOT GEC	**2090**	**1010**	**1080**	

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Anexo 12. Evaluación de controles - Año 2015 Uchucchacua

Año 2015 - CHACUA

N° Acc	Tipo Acc	Descripción de Controles	Clasificac de Ctrls					RDC	UTC	ERC	GEC	GEC-D	GEC-B	Trimestre del Acc
			X	S	I	A	E							
1	I	Estandarizar tolvas convencionales a tipo "Americano"			1			15	2	3	90	90	0	1
		Reforzar identific de Peligros a través de Libreta IP				1		10	2	2	40	0	40	1
3	I	Revis IPERC de tarea Sostenimiento mecaniz con malla y split set. Revis PETS de tarea. Elaborar check list de tarea anterior. Reforzar identific d peligros con Libreta IP				1		10	2	2	40	0	40	1
		Implementar escudo de protección al realizar actividades d sostenimiento			1			15	2	3	90	90	0	1
5	I	Identific peligros via libreta IP				1		10	2	2	40	0	40	2
		Indicar en Cuaderno de Trabajo estado de las labores				1		10	2	2	40	0	40	2
6	I	Revisar IPERC p tarea d perforación con Jack leg. Elaborar nuevo PETS de perforación. Capacitar en el PETS				1		10	2	2	40	0	40	2
7	I	Capacitac p sostenimiento hasta el tope. Seguimiento con OPT				1		10	2	2	40	0	40	2
		Capacit en sostenim a superv				1		10	2	2	40	0	40	2
8	I	Rev IPERC tarea Perf de taladros. Capacitación en la tarea. OPT p verific cumpl de PETS				1		10	2	2	40	0	40	3
		Elaborar perfil de la tarea de superv p definir competencs				1		10	2	2	40	0	40	3
9	I	Capacit en PETS Instalación de tuberías de agua y aire. OPT p verificar cumplim PETS				1		10	2	2	40	0	40	3
10	I	Rev IPERC para tarea Operación de Equipos. Capacit en Stdr Vehículos y Equipos Mov a operadores				1		10	2	2	40	0	40	3
		Implementar bodega en zona descongestionada de equipos			1			15	2	3	90	90	0	3
11	I	Capacit en Stdr "Aislamiento de Energía". Taller en Bloqueo/Rotulado. Sesibiliz p cumpl d Strd y PETS				1		10	2	2	40	0	40	3
		Definir alcance d electricisas de contratistas				1		10	2	2	40	0	40	3
12	I	Rev IPERC tarea Izaje de Materiales con Wiche Eléctrico. Rev PETS tarea				1		10	2	2	40	0	40	3
		Culminar sistema de izaje al tajeo. Realizar requerim d winches p izaje				1		10	2	2	40	0	40	3
16	I	Reforzar capacitación para IP				1		10	2	2	40	0	40	3
17	I	Colocar barreras en ventanas de calesas p evitar q trabajad saquen cuerpo			1			15	2	3	90	90	0	4
		Capacitar en comportamiento seguro				1		10	2	2	40	0	40	4
		Revisar IPERC Transporte de Personal en Calesa				1		10	2	2	40	0	40	4

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

18	I	Implementar equipo especial para izaje de materiales	1		20	2	5	200	200	0	4
		Realizar OPT a operadores de scoop		1	10	2	2	40	0	40	4
		Rev PETS tarea Instalación de Tubería HDPE		1	10	2	2	40	0	40	4
19	I	Implementar escaleras tipo tijera p instalar tuberías	1		20	2	5	200	200	0	4
		Capacit en PETS Instalación de tuberías. OPT tarea		1	10	2	2	40	0	40	4
		Identificar si trabj tienen restricciones físicas p tareas		1	10	2	2	40	0	40	4
		Capacitar en ergonomía		1	10	2	2	40	0	40	4
21	I	Rev IPERC tarea Trabajo sobre Parrillas. Capacitar en PETS de la tarea		1	10	2	2	40	0	40	4
		Instalar rompebancos en el echadero	1		20	2	5	200	200	0	4
13	L	Revisar procedimiento de evaluación a conductores		1	10	2	2	40	0	40	1
		Retirar licencia al conductor del camión		1	10	2	2	40	0	40	1
		Aplicar Libreta IP a conductores de camiones		1	10	2	2	40	0	40	1
		Capacit en Stdr "Vehículos y Equipo Móvil"		1	10	2	2	40	0	40	1
19	L	Rev IPERC tarea Lanzado de Shotcrete vía Húmeda. Revisar Stdr Lanzado d Shotcrete		1	10	2	2	40	0	40	2
		Aumentar espesor de	1		15	2	3	90	90	0	2
		QC al concreto lanzado		1	10	2	2	40	0	40	2
26	L	Revisión del IPERC de la tarea Chuteo de Carga. Rev PETS Chuteo de Carga. Capacitar en PETS revisado. OPT de seguimiento al PETS		1	10	2	2	40	0	40	2
		Implementar palanca mecánica para las tolvas de chuteo	1		20	2	5	200	200	0	2
42	L	Revisar IPERC de tarea Operación de Máquina JackLeg. Actualizar PETS de la tarea. Capacitar a perforistas y ayudantes en PETS		1	10	2	2	40	0	40	3
							TOT GEC	2530	1250	1280	

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Anexo 13. Evaluación de controles - Año 2016 Uchucchacua

Año 2016 - CHACUA

N° Acc	Tipo Acc	Descripción de Controles	Clasificac de Ctrls X	S	I	A	E	RDC	UTC	ERC	GEC	GEC-D	GEC-B	Trimestre del Acc
3	I	Rev PETS sostenimiento con Jumbo empernador. Capacit en sostenimto con jumbo empernador e incapie en uso correcto de guantes, evitando materiales sueltos				1		10	2	2	40	0	40	1
		Mantenim prevent a equipos. Verificar q el pre-uso indicó mal estado de mordaza				1		10	2	2	40	0	40	1
5	I	Revisar Stdr Sostenimiento en Excavaciones.				1		10	2	2	40	0	40	1
		Capacitar en nuevo Stdr Sostenimiento especial a zonas con microsismos			1			15	2	3	90	90	0	1
		Revisar Stdr de Explotación con Corte y Relleno ascendente.				1		10	2	2	40	0	40	1
		Capacitación en Stdr nuevo Estocadas de definición con voladura en realce			1			15	2	3	90	90	0	1
		Reportar microsismos				1		10	2	2	40	0	40	1
6	I	Reforzar cumplimiento de horario de chispeo				1		10	2	2	40	0	40	2
		OPT en desatado de rocas como primer paso				1		10	2	2	40	0	40	2
		Disciplina progresiva a superv por incumplim d PETS y Stdrs				1		10	2	2	40	0	40	2
7	I	Sensibilización para concentración al posicionar los pies				1		10	2	2	40	0	40	2
9	I	Circuito de ventilación debe asegurar caudal			1			15	2	3	90	90	0	2
		PETAR p voladura secundaria				1		10	2	2	40	0	40	2
		Mejorar proceso d selección de superv de contratas			1			15	2	3	90	90	0	2
		Capacitac en tarea Desactivac de tiros cortados				1		10	2	2	40	0	40	2
10	I	Implementar escaleras para tarea de colocar tubos en labores	1					20	2	5	200	200	0	3
		Implementar alternativas tipo Scisors lift o man lift	1					20	2	5	200	200	0	3
		Capacit en Stdr escaleras				1		10	2	2	40	0	40	3
		Capacit en Stdr Vehículos y Equipo Móvil				1		10	2	2	40	0	40	3
11	I	Rev IPERC tarea Sostenim con Malla y Split Set. Rev PETS tarea				1		10	2	2	40	0	40	3
		Talleres p mejor operación de máquina Jack Leg. OPT p seguimiento d tarea de Perforación				1		10	2	2	40	0	40	3

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

12	I	Prácticas en campo de la tarea Sostenim con Malla y Split Set		1	10	2	2	40	0	40	3
		Taladro perforado split set insertado	1		15	2	3	90	90	0	3
		OPT p evidenciar cumplim de desatado de rocas		1	10	2	2	40	0	40	3
		Evaluar desempeño en seguridad de los supervisores		1	10	2	2	40	0	40	3
15	I	Revisión de IPERC para tarea de sostenimiento con Jumbo empernador. Rev de PETS de tarea. Capacit en tarea		1	10	2	2	40	0	40	4
		Rev PETS operacionales		1	10	2	2	40	0	40	4
		Implementar botones de parada de emergencia en los jumbos empernadores	1		15	2	3	90	90	0	4
3	L	Sensibilizar sobre PETS de Desatado de Roca		1	10	2	2	40	0	40	1
		Capacit a superv en Stdr Control de Rocas y Suelos. OPT para seguimiento		1	10	2	2	40	0	40	1
4	L	Evaluac geomecánica con recomendaciones p escrito		1	10	2	2	40	0	40	1
		Retroalimentación en Stdr Control de Rocas y Suelos, Sostenimiento y Desatado		1	10	2	2	40	0	40	1
19	L	Completar linea de supervisión p las tres guardias		1	10	2	2	40	0	40	3
		Rev IPERC tarea Voladura con Taladros Largos.		1	10	2	2	40	0	40	3
		Capacit en PETS tarea Cumplir horario de chispeo		1	10	2	2	40	0	40	3
		Bloquear accesos luego del chispeo	1		15	2	3	90	90	0	3
		Analizar de desviaciones del horario de chispeo		1	10	2	2	40	0	40	3
27	L	Aseguramiento de la línea con cadenas	1		15	2	3	90	90	0	4
		Rev IPERC p tarea Instalación de Tuberías de Bombeo. Rev PETS d tarea e incluir inspeciones al sistema. Capacitación en nuevo PETS		1	10	2	2	40	0	40	4
							TOT GEC	2280	1120	1160	

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Anexo 14. Evaluación de controles - Año 2017 Uchucchacua

Año 2017 - CHACUA

N° Acc	Tipo Acc	Descripción de Controles	Clasificac de Ctrls X	S	I	A	E	RDC	UTC	ERC	GEC	GEC-D	GEC-B	Trimestre del Acc
1	M	Revisar IPERC d tarea Carguío y Voladura de Taladros Largos.				1		10	2	2	40	0	40	3
		Rev PETS de tarea Bloqueo de ingreso a los subniveles con barrera dura			1			15	2	3	90	90	0	3
		Muro de control p evitar rodamiento de rocas de la parte alta del relleno			1			15	2	3	90	90	0	3
		Realizar talleres p revisar PETS y Stdrs de cada área				1		10	2	2	40	0	40	3
		Coord y comunicación entre grupos de trabajo que actúan en paraleo				1		10	2	2	40	0	40	3
		Implementar proceso de validación de contratación de superv en contratas				1		10	2	2	40	0	40	3
		Implementar "Pacto por la Vida" para mejorar actitud en tareas de alto riesgo				1		10	2	2	40	0	40	3
1	I	Asegurar espacio p almacenamiento d materiales			1			15	2	3	90	90	0	1
		Mejorar O&L en los refugios			1			15	2	3	90	90	0	1
		Practicar IPERC contínuo				1		10	2	2	40	0	40	1
2	I	Reemplazar sistema de bombeo d succión positiva por succión negativa			1			15	2	3	90	90	0	1
		Inspección a uniones entre adaptador de brida y tubería				1		10	2	2	40	0	40	1
6	I	Rev IPERC de tarea Instalación de Tuberías.				1		10	2	2	40	0	40	2
		Rev PETS de tarea. Capacitar en PETS revisado												
		Superv dejará por escrito coord con guardia saliente				1		10	2	2	40	0	40	2
7	I	OPT de las tareas de carga y descarga en los echaderos				1		10	2	2	40	0	40	2
		Retirar licencia a motorista				1		10	2	2	40	0	40	2
11	I	Geomecánica establecerá procedim p manejar peligros y riesgos de caídas de roca				1		10	2	2	40	0	40	3
		Seguimiento PETS tarea Desatado Manual de Rocas				1		10	2	2	40	0	40	3
		Reevaluar cantidad de supervisión necesaria. Capacitar en superv efectiva				1		10	2	2	40	0	40	3
		Realizar sostenimiento mecanizado		1				20	2	5	200	200	0	3
		Gestionar req de equipos a CMB con O/T				1		10	2	2	40	0	40	3
12	I	Rev PETS de operación del equipo y verificación del sist electrohidráulico. Capacit en sistem hidráulicos. Capacit en PETS tarea Revisad de Operac de Jumbo				1		10	2	2	40	0	40	3
		Rev perfil de puesto de operadores y ayudantes de equipos mecanizados				1		10	2	2	40	0	40	3
14	I	Revisar quincenalmente dispositivos de seguridad. Capacitar a los operadores sobre los sistemas de bloqueo de seguridad. Rev Pre Uso, puntos No Negocialbes. Mantenimto implementará formato de salida d operación				1		10	2	2	40	0	40	3
		PETS de tarea de Limpieza de Carga debe incluir temas de comunicación con otros equipos				1		10	2	2	40	0	40	3
		Colocar letreros en cámaras de carguío				1		10	2	2	40	0	40	3
15	I	Capacitac a superv en IPERC. Retroalimentar en PETS d tarea Desatado de Rocas. Talleres en Desatado de Rocas				1		10	2	2	40	0	40	3
		Seguimien a Stdr Perforación incidiendo en marcado de malla d perf				1		10	2	2	40	0	40	3

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

18	I	Mejora en el O&L de las labores	1		15	2	3	90	90	0	4
		Construir bodegas de avance p almacenamiento de materiales.	1		15	2	3	90	90	0	4
		Revisar requerim mensual de materiales		1	10	2	2	40	0	40	4
		Campaña de mantenimiento de cintas reflectivas		1	10	2	2	40	0	40	4
		Retroalimentar en PETS Limpieza con Scoop		1	10	2	2	40	0	40	4
		Sensibilizar en cumplimiento del "Pacto por la Vida"		1	10	2	2	40	0	40	4
22	I	Rev IPERC Desatado de rocas. Rev PETS Desatado de rocas. Capacit en nuevo PETS.		1	10	2	2	40	0	40	4
		Seguimiento con OPT									
		Implementar voladura controlada en tajeos	1		15	2	3	90	90	0	4
		Evaluación y recomendación geomecánica actualizada según tipo de roca		1	10	2	2	40	0	40	4
		Capacitar supervisión en el Stdr IPERC		1	10	2	2	40	0	40	4
15	L	Capacitación a motoristas en encarrilado		1	10	2	2	40	0	40	3
		Capacitac en elaboración de IPERC contínuo a superv		1	10	2	2	40	0	40	3
		Reemplazar cambios de vía (monas) y línea desgastados	1		15	2	3	90	90	0	3
		Culminar el proyecto de la doble vía en el Nivel 4120	1		15	2	3	90	90	0	3
		Mejorar sistema de bombeo para evitar que el agua afecte la línea Cauville	1		15	2	3	90	90	0	3
18	L	Realizar evaluación geomecánica del By Pass		1	10	2	2	40	0	40	3
		Capacitar superv en roles y responsabilid		1	10	2	2	40	0	40	3
		Gestionar scaler mediante O/T		1	10	2	2	40	0	40	3
		Capacitar cuando cambie el puesto		1	10	2	2	40	0	40	3
21	L	Revisión PETS sostenimiento con malla y split set		1	10	2	2	40	0	40	4
		Mejorar proceso de voladura p evitar remangado de malla	1		15	2	3	90	90	0	4
23	L	Retroalimentar sobre nueva tabla geomecánica		1	10	2	2	40	0	40	4
		Retroalimentar sobre frecuencia de desatado		1	10	2	2	40	0	40	4
		Desatado preventivo durante perforación	1		15	2	3	90	90	0	4
							TOT GEC	**2850**	**1370**	**1480**	

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis