

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



**REDUCCIÓN DE INCIDENTES Y ACCIDENTES MEDIANTE LA
IMPLEMENTACIÓN DE SEÑALIZACIÓN EN LAS
OPERACIONES MINA DEL TAJO FERROBAMBA EN LA
MINERA LAS BAMBAS - APURÍMAC**

TESIS

PRESENTADA POR:

YORS DANNY CCOYA ARAPA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO DE MINAS

PUNO - PERÚ

2018



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS

REDUCCIÓN DE INCIDENTES Y ACCIDENTES MEDIANTE LA
IMPLEMENTACIÓN DE SEÑALIZACIÓN EN LAS OPERACIONES MINA DEL
TAJO FERROBAMBA EN LA MINERA LAS BAMBAS – APURÍMAC

TESIS PRESENTADA POR:

YORS DANNY CCOYA ARAPA


PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO DE MINAS

APROBADA POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE

:


.....
Ing. ESTEBAN AQUINO ALANOCA


PRIMER MIEMBRO

:


.....
M.Sc. LUCIO QUEA GUTIERREZ

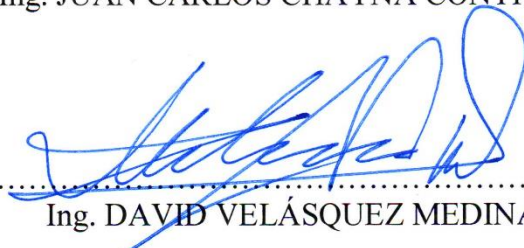
SEGUNDO MIEMBRO

:


.....
Ing. JUAN CARLOS CHAYÑA CONTRERAS

DIRECTOR / ASESOR

:


.....
Ing. DAVID VELÁSQUEZ MEDINA

ÁREA : Ingeniería de Minas

TEMA : Seguridad y Salud Ocupacional

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 31 DE DICIEMBRE DE 2018.

DEDICATORIA

A Dios que ha sido mi sustento, mi fuerza,
mi amigo, mi guía en el camino de mi vida y
por todas las bendiciones que derrama sobre
mi familia.

Quiero dedicar esta tesis a mis queridos
padres Luis y Norma, porque ellos han dado
razón a mi vida, por todos sus esfuerzos,
consejos, paciencia, porque nunca nos
hicieron faltar nada.

Todo lo que hoy soy es gracias a Ustedes.

A mi hermano Jesús; a quien me complace
dedicar esta tesis, con quien comparto
muchas experiencias, quien siempre me da
su apoyo moral para seguir adelante y para
que vea en mí un ejemplo a seguir.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente agradezco a Dios sobre todas las cosas, que siempre me protegió e ilumino en los momentos más difíciles dándome fuerza para salir adelante, por permitirme seguir estando con vida y disfrutar de mis seres queridos.

Agradezco a mi alma mater la Universidad Nacional del Altiplano - Puno por permitirme seguir creciendo académicamente y en mi carrera profesional.

A los docentes que me formaron en este proceso, compartiendo sus conocimientos y sus experiencias vividas en el campo profesional y laboral.

Mi especial agradecimiento a la empresa A&C Business Corporation S.A. y minera Las Bambas, por haberme brindado la oportunidad de laborar con ustedes y permitirme desarrollarme como profesional.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN	12
ABSTRACT.....	13

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Descripción del problema	16
1.2. Formulación del problema	17
1.2.1. Problema general.....	17
1.2.2. Problemas específicos	17
1.3. Formulación de hipótesis	17
1.3.1. Hipótesis General.....	17
1.3.2. Hipótesis Específicas	17
1.4. Justificación de la investigación	18
1.5. Objetivos de la investigación	18
1.5.1. Objetivo general.....	18
1.5.2. Objetivos específicos	19

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes de la investigación	20
2.2. Bases teóricas.....	21
2.2.1. Seguridad en minera Las Bambas	21
2.2.2. Política de seguridad y salud ocupacional	24
2.2.3. Herramientas de gestión de riesgos.....	25
2.2.4. Jerarquía de control de riesgos.....	25

2.2.5. Gestión de accidentes e incidentes en la minera Las Bambas	27
2.2.6. Señalización en minería	29
2.3. Normatividad legal.....	34
2.4. Operaciones mina en el tajío Ferrobamba.....	36
2.4.1. Procesos de Producción en operaciones mina.....	36
2.4.2. Tránsito en operaciones mina	37
2.4.3. Señalización en las operaciones mina del tajío Ferrobamba.....	44
2.4.4. Importancia de la señalización.....	45
2.4.5. Diseño de la señalización.....	45
2.4.6. Ubicación y requisitos de la señalización	47
2.4.7. Funciones de la señalización.....	48
2.4.8. Clasificación de las señales verticales de tráfico en operaciones mina	48
2.5. Marco conceptual.....	60

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Tipo y diseño de la investigación.....	63
3.2. Población y muestra	63
3.2.1. Población.....	63
3.2.2. Muestra	63
3.3. Técnicas de recolección de datos	64
3.4. Ejecución de la implementación de señalización.....	64
3.4.1. Fases de la implementación	64
3.5. Variables a ser analizadas	67
3.5.1. Variable independiente (V.I.).....	67
3.5.2. Variable dependiente (V.D.)	67

3.5.3. Operacionalización de variables	68
--	----

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Ejecución de la implementación de señalización	69
4.1.1. Antes de la implementación	69
4.1.2. Durante la implementación	73
4.1.3. Después de la implementación.....	81
4.2. Interpretación de resultados	83
4.3. Contrastación de hipótesis	84
4.3.1. Contrastación de la hipótesis general.....	84
4.3.2. Contrastación de hipótesis específicas	85
4.4. Discusión de resultados.....	85
CONCLUSIONES	87
RECOMENDACIONES	88
BIBLIOGRAFÍA	89
ANEXOS.....	92

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Ciclo de Deming.	24
Figura 2: Código de colores y señales - Anexo 17.	32
Figura 3: Vías de producción y servicio.	38
Figura 4: Camioneta habilitada para operaciones mina.	42
Figura 5: Licencia interna para operaciones mina.	43
Figura 6: Señales de curva (90cm x 90cm).	49
Figura 7: Señales de curva pronunciada (90cmx90cm).	49
Figura 8: Señales de curva en "U" (90cmx90cm).	50
Figura 9: Señales de intersección (90cmx90cm).	50
Figura 10: Señal rotatoria (90cmx90cm).	51
Figura 11: Señal de reducción de vía (90cmx90cm).	51
Figura 12: Señal chevron (120cmx90cm).	52
Figura 13: Señal pare (75cmx75cm).	53
Figura 14: Señal ceda el paso (90cmx90cm).	53
Figura 15: Señal de ingreso obligatorio a área de refugio (120cmx80cm).	54
Figura 16: Señal de uso obligatorio para volteo (120cmx80cm).	55
Figura 17: Señal de transito de sentido de dirección (30cmx90cm).	55
Figura 18: Señales de velocidad máxima (120cmx80cm).	56
Figura 19: Señal sentido de transito prohibido (120cmx80cm).	56
Figura 20: Señal de circulación por la izquierda (120cmx80cm).	57
Figura 21: Señales de información (80cmx120cm).	57
Figura 22: Tipo de delineadores.	58
Figura 23: Espejo Convexo.	59

Figura 24: Carnets de capacitación.....	65
Figura 25: Gráfico de incidentes y accidentes antes de la implementación.	73
Figura 26: Gráfico de incidentes y accidentes durante la implementación.	80
Figura 27: Gráfico de incidentes y accidentes después de la implementación.....	82
Figura 28: Interpretación de resultados.	83
Figura 29: Gráfico de comparación entre el antes y después de la implementación.....	84

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Operacionalización de variables.	68
Tabla 2: Descripción de peligros.	70
Tabla 3: Análisis de riesgos.	71
Tabla 4: Estadística de incidentes y accidentes de agosto - octubre de 2017.....	72
Tabla 5: Incidentes antes de la implementación.	72
Tabla 6: Accidentes antes de la implementación.....	72
Tabla 7: Estadística de incidentes y accidentes de noviembre y diciembre de 2017.....	79
Tabla 8: Incidentes durante la implementación.	80
Tabla 9: Accidentes durante la implementación.....	80
Tabla 10: Estadísticas de incidentes ya accidentes de febrero - agosto de 2018.....	81
Tabla 11: Incidentes después de la implementación.....	82
Tabla 12: Accidentes después de la implementación.	82
Tabla 13: Comparación entre el antes y después de la implementación.	84

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

AST	: Análisis de trabajo seguro.
APT	: Autorización para trabajar
DG	: Diseño geométrico.
DS	: Decreto supremo.
EM	: Energía y minas.
EPP	: Elementos de protección personal.
GPS	: Global positioning system
IPERC	: Identificación de peligros y control de riesgos.
MTC	: Ministerio de transportes y comunicaciones.
MVK	: Millón de vehículos kilómetro.
NTP	: Norma técnica peruana.
OHSAS	: Occupational health and safety assessment series
PETAR	: Permiso escrito para trabajos de alto riesgo.
PETS	: Procedimiento escrito de trabajo seguro.
POS	: Programa de observadores de seguridad.
SAC	: Sociedad anónima cerrada.
SHEC	: Seguridad, salud, medio ambiente y comunidad.
U.M.	: Unidad minera.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado “REDUCCIÓN DE INCIDENTES Y ACCIDENTES MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE SEÑALIZACIÓN EN LAS OPERACIONES MINA DEL TAJO FERROBAMBA EN LA MINERA LAS BAMBAS – APURÍMAC”, se ha realizado en los distritos de Challhuahuacho y Progreso, provincia de Cotabambas y Grau respectivamente, departamento de Apurímac a una cota mayor de 4000 m.s.n.m., durante los años 2017 y 2018; por la necesidad de resolver problemas relacionados a la señalización en las vías y tramos del tajo Ferrobamba y está formulado por la siguiente pregunta: ¿Cómo reducimos los incidentes y accidentes mediante la implementación de señalización en las vías y tramos de operaciones mina del tajo Ferrobamba en la minera Las Bambas – Apurímac?; teniendo como objetivo general reducir los incidentes y accidentes mediante la implementación de señalización a través del cumplimiento de los objetivos específicos como son: identificación de peligros y control de riesgos en las vías y tramos de operaciones mina del tajo Ferrobamba. La metodología utilizada es de tipo aplicativo y los principales instrumentos que se utilizaron para el cumplimiento de los objetivos fueron la instalación de señalización vertical como letreros reflectivos, espejos convexos y delineadores sobre las bermas de seguridad en las vías y tramos de operaciones mina de acuerdo a la evaluación e identificación de peligros y riesgos. Los resultados fueron medidos cualitativamente y cuantitativamente con ayuda de los reportes de incidentes y accidentes realizando una comparación entre el antes y después de la implementación de señalización, obteniendo como resultado la reducción de incidentes en un 84.6% y de accidentes en un 76.9% en todas las vías y tramos de operaciones mina del tajo Ferrobamba. Así mismo en este trabajo de investigación se concluye que identificar los peligros y controlar los riesgos a través de la instalación de señalización se pueden reducir los incidentes y accidentes logrando una efectividad positiva y preventiva en la seguridad de las vías y tramos de minera Las Bambas.

Palabras clave: Seguridad, incidente, accidente, señalización, implementación.

ABSTRACT

The present research work entitled “REDUCCIÓN DE INCIDENTES Y ACCIDENTES MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE SEÑALIZACIÓN EN LAS OPERACIONES MINA DEL TAJO FERROBAMBA EN LA MINERA LAS BAMBAS – APURÍMAC”, has been carried out in the districts of Challhuahuacho and Progreso, province of Cotabambas and Grau respectively , department of Apurímac at a level greater than 4000 meters above sea level, during the years 2017 and 2018; due to the need to solve problems related to the signaling on the tracks and sections of the Ferrobamba pit and it is formulated by the following question: How do we reduce incidents and accidents by implementing signaling on the tracks and sections of mine operations of the Ferrobamba pit in the Las Bambas mining company - Apurímac ?; Having as a general objective is to reduce the incidents and accidents through the implementation of signaling through the fulfillment of the specific objectives such as: hazard identification and risk control on the roads and sections of mine operations of the Ferrobamba pit. The methodology used is of the application type and the main instruments that were used for the fulfillment of the objectives were the installation of vertical signage such as reflective signs, convex mirrors and eyeliners on the road safety ranges and sections of mine operations according to the evaluation and identification of hazards and risks. The results were measured qualitatively and quantitatively with the help of the reports of incidents and accidents making a comparison between before and after the implementation of signaling, resulting in the reduction of incidents by 84.6% and accidents by 76.9% in all the tracks and sections of operations mine of the Ferrobamba pit. Likewise, in this research work it is concluded that identifying the hazards and controlling the risks through the signaling facility can reduce incidents and accidents, achieving a positive and preventive effectiveness in the safety of the Las Bambas mining roads and stretches.

Keywords: Security, incident, accident, signage, implementation.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

En la actualidad nuestro país es potencialmente minero y dentro de las principales minas tenemos a la minera Las Bambas, que es una mina de gran envergadura cuyo método de explotación es por tajo abierto y sus principales productos son el concentrado de cobre y molibdeno, además tiene como subproductos el oro y la plata.

En el área de operaciones mina del tajo Ferrobamba, se desarrollan los procesos de producción (perforación, voladura, acarreo y transporte), lugar donde operan maquinarias pesadas (camiones mineros, perforadoras, cargadores), equipos auxiliares (bulldozers, motoniveladoras, excavadoras y tractores sobre ruedas) y equipos livianos (camionetas, combis); es por ello que esta zona es considerada de “alto riesgo” por la minera Las Bambas ya que al interactuar trabajadores con maquinaria pesada hay un riesgo de accidentabilidad fatal y catastrófico como choques, cuneteos, aplastamientos y caídas .

De acuerdo a los antecedentes vemos que en los últimos meses se han venido presentando accidentes e incidentes tales como choques (entre equipos y contra la infraestructura de la mina), volcaduras, cuneteos y caídas. Como consecuencia de estos eventos se generan pérdidas económicas, de tiempo en el proceso de producción, daños a los equipos (pesados, auxiliares, livianos) y principalmente al personal que trabaja en esta área.

Esto se da porque en el área de operaciones mina constantemente se están creando nuevas vías y tramos para la explotación y no se tenía señalización adecuada, es por ello que se decide reforzar estas falencias e implementar la señalización en todas sus vías y

tramos con el objetivo de reducir sus incidentes y accidentes que se dan en esta área, creando un grupo de trabajo exclusivo y constante para esta tarea.

La implementación de señalización en las vías y tramos de operaciones mina del tajo Ferrobamba consiste en la instalación de letreros reflectivos, espejos convexos y delineadores de acuerdo a los estándares establecidos de distancia, altura, diseño y ubicación.

El trabajo de investigación consta de 04 capítulos, los cuales se describen muy sucintamente.

El Capítulo I, comprende la introducción y el planteamiento del problema, donde se hace hincapié de la necesidad de reducir los incidentes y accidentes, precisando los objetivos del trabajo.

El Capítulo II, abarca las bases teóricas, donde se considera los antecedentes, las teorías referentes a señalización y aspectos del área de operaciones mina, que nos permita plantear la hipótesis.

El Capítulo III, trata sobre la metodología del trabajo, tipo de investigación y la aplicación de la implementación de señalización.

El Capítulo IV, comprende resaltar los resultados y discusión, dando conformidad a lo que se establecido como objetivo y comprobando la hipótesis.

Finalmente, se establecen las conclusiones y recomendaciones como resultado de la investigación. También se hace referencia de la bibliografía consultada y como complemento un anexo con datos auxiliares para la culminación del trabajo.

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En la minera Las Bambas, la seguridad es uno de sus valores y una prioridad para la empresa. Es por ello que se esfuerzan constantemente por acabar con los incidentes y accidentes en todas sus áreas de trabajo. A nivel de tajo Ferrobamba recientemente se ha reportado un accidente fatal tras la caída de un camión minero; es así que por la falta de una adecuada gestión se perdió a un trabajador; es por ello que la minera Las Bambas reforzó dichas falencias, realizando el aumento de tamaño de la berma de seguridad e implementando la señalización en las vías y tramos dentro de operaciones mina.

Esta área al estar en constante crecimiento de explotación y creación de nuevas vías y tramos, se requiere una mayor atención en lo que respecta a señalización para que mediante este control se pueda evitar incidentes y accidentes que se dan en esta área durante el turno día y noche, es por ello que se realiza la implementación de señalización en todas las vías y tramos de operaciones mina, que es una de las áreas con mayor riesgo de severidad de incidentes y accidentes, como choques, cuneteos, aplastamientos y caídas debido a la interacción constante de los trabajadores con maquinaria pesada.

El presente trabajo de investigación consiste en implementar la señalización en todas las vías y tramos de operaciones mina del tajo Ferrobamba, para reducir los incidentes y accidentes, realizando la instalación de letreros reflectivos, espejos convexos y delineadores sobre las bermas de seguridad según los estándares establecidos.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema general

¿Cómo reducimos los incidentes y accidentes mediante la implementación de señalización en las vías y tramos de operaciones mina del tajo Ferrobamba en la minera Las Bambas – Apurímac?

1.2.2. Problemas específicos

- a) ¿Cómo identificamos los peligros en las vías y tramos de operaciones mina del tajo Ferrobamba en la minera Las Bambas – Apurímac?
- b) ¿Cómo minimizamos los riesgos en las vías y tramos de operaciones mina del tajo Ferrobamba en la minera Las Bambas – Apurímac?

1.3. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

1.3.1. Hipótesis General

Mediante la implementación de señalización se reducirán los incidentes y accidentes en las vías y tramos de operaciones mina del tajo Ferrobamba en la minera Las Bambas - Apurímac.

1.3.2. Hipótesis Específicas

- a) Conociendo los peligros existentes nos permitirá minimizar los riesgos en las vías y tramos de operaciones mina del tajo Ferrobamba en la minera Las Bambas - Apurímac.

- b) Controlando los riesgos, nos permitirá reducir los incidentes y accidentes en las vías y tramos de operaciones mina del tajo Ferrobamba en la minera Las Bambas – Apurímac.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Durante el desarrollo del proceso de producción en el tajo Ferrobamba, al ser un proceso importante en la productividad de la minera Las Bambas, se producen incidentes y accidentes que son provocados por una escasa y deficiente señalización en las vías y tramos de operaciones mina. Estos acontecimientos no deseados generan retrasos en el proceso, pérdidas económicas y principalmente daño sobre los trabajadores.

Es por ello que surge la necesidad de realizar el presente trabajo de investigación, el cual consiste en implementar la señalización en todas las vías y tramos de operaciones mina del tajo Ferrobamba; realizando la instalación de señalización vertical como son los letreros reflectivos, espejos convexos y delineadores, con el objetivo de reducir los incidentes y accidentes que se dan durante el trabajo en el día y la noche, para lograrlo utilizamos un equipo de trabajo exclusivo y constante para esta actividad. Para ello el personal debe estar capacitado y disponible en todo momento para realizar la instalación de la señalización.

1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1. Objetivo general

Reducir los incidentes y accidentes mediante la implementación de señalización en las vías y tramos de operaciones mina del tajo Ferrobamba en la minera Las Bambas - Apurímac.

1.5.2. Objetivos específicos

- a) Identificar los peligros en las vías y tramos de operaciones mina del tajo Ferrobamba en la minera Las Bambas – Apurímac.
- b) Controlar los riesgos en las vías y tramos de operaciones mina del tajo Ferrobamba en la minera Las Bambas – Apurímac.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

En el caso del estudio de seguridad y salud en el trabajo, reducir los incidentes y accidentes, es una prioridad para todas las empresas relacionadas al rubro minero. Es por ello que el propósito de la antecedencia es ver como otros autores lograron sus objetivos de reducir los incidentes y accidentes realizando una implementación de señalización.

En cuanto a las investigaciones internacionales se tiene:

(Gómez, 2015) en la conclusión de su tesis titulada “*La necesidad de la implementación de señalización vial para la prevención de accidentes de tránsito en la ciudad de Huehuetenango*”, señala que:

La escasa señalización vial en la ciudad de Huehuetenango es una de las principales causas de los accidentes de tránsito, por lo cual es importante la implementación y colocación de señales de peligro, reglamentarias e indicativas, además de marcas longitudinales y transversales que permitan un mejor ordenamiento del tránsito vehicular y contribuir así significativamente a la reducción de accidentes.

En cuanto a las investigaciones nacionales se tiene:

(Narva & Ponce, 2014) en la conclusión de su tesis titulada “*Evaluación de los riesgos potenciales en carreteras por carencia de señalizaciones y propuestas de solución para la carretera Quinua – San Francisco (KM. 26 + 000- KM. 78 +500)*”, señala que:

Se evaluaron los riesgos potenciales en la vía en estudio, con los que se encontró los puntos críticos de la misma.

(Solano, 2018) en la conclusión de su tesis titulada *“Implementación de señalización de tránsito para la prevención, de accidentes en la avenida Mesones Muro y Pakamuros de la ciudad de Jaén”* señala que:

Se identificó las zonas con mayor índice de accidentabilidad concluyendo que el tramo N° VI, es el más crítico, con 17.56 mvk, debido a una inadecuada señalización vial.

Que en todos los tramos en estudio se requiere la implementación de señalización vial, ya que poseen un índice de accidentabilidad de la siguiente manera: tramo I 13.05 mvk, tramo II 5.50 mvk, tramo III 7.54 mvk, tramo IV 2.92 mvk, tramo V 3.54mvk, tramo VI 17.56 mvk.

Se elaboró una propuesta de implementación de señalización vial para los tramos de estudio con el objeto de disminuir los índices de accidentabilidad, instalando 158 señales preventivas, 59 señales reglamentarias, 25 señales de información y el mantenimiento de la señalización horizontal que es 2,267.04 m², arrojando un presupuesto de señalización de S. / 142,974.77.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Seguridad en minera Las Bambas

La seguridad es uno de sus valores y una prioridad para la minera Las Bambas. Es por ello que se esfuerzan constantemente por acabar con los incidentes y accidentes en sus operaciones y en conformidad con sus valores y visión, está comprometida con los principios de seguridad y salud ocupacional, por eso:

1. Protege la salud, seguridad y bienestar de su personal.
2. Cumple y respeta las normativas legales en materia de seguridad y salud en el trabajo.
3. Minera Las Bambas ha definido la política de seguridad y salud ocupacional, en consulta con los trabajadores (a través de sus representantes) ante el comité de seguridad y salud ocupacional; se asegura de su implementación y desarrollo en todos los niveles.

En minera Las Bambas están comprometidos a identificar y eliminar los peligros y evaluar los riesgos relacionados con la seguridad y salud en el trabajo. Para ello se utiliza el ciclo de Deming que nos permite implantar un sistema de mejora continua con el objetivo de realizar la autoevaluación, destacando los puntos fuertes que hay que tratar de mantener y las áreas de mejora en las que se deberá actuar.

El ciclo Deming no es otra cosa que aplicar la lógica y hacer las cosas de forma ordenada y correcta. Su uso no se limita exclusivamente a la implantación de la mejora continua, sino que se puede utilizar, lógicamente, en una gran variedad de situaciones y actividades (Llenque, 2016).

Veamos brevemente, cada una de sus fases:

- **Planear.** En esta primera fase nos preguntamos cuáles son los objetivos que se quieren alcanzar y la elección de los métodos adecuados para lograrlos. Conocer previamente la situación de la organización mediante la recopilación de todos los datos e información necesaria será fundamental para establecer los objetivos. La planificación debe incluir el estudio de causas y los correspondientes efectos para

prevenir las fallas potenciales y los problemas de la situación sometida a estudio, aportando soluciones y medidas correctivas.

- **Hacer.** Consiste en llevar a cabo el trabajo y las acciones correctivas planeadas en la fase anterior. Corresponde a esta fase la formación y educación de las personas y empleados para que adquieran un adiestramiento en las actividades y actitudes que han de llevar a cabo. Se trata de llevar a cabo la acción correctora aprobada.
- **Verificar.** Es el momento de chequear y controlar los efectos y resultados que surjan de aplicar las mejoras planificadas. Se ha de comprobar si los objetivos marcados se han logrado o, si no es así, planificar de nuevo para tratar de superarlos.
- **Actuar.** Una vez que se comprueba que las acciones emprendidas dan el resultado apetecido, es necesario realizar su normalización mediante una documentación adecuada, describiendo lo aprendido, cómo se ha llevado a cabo, etc. Se trata, al fin y al cabo, de formalizar el cambio o acción de mejora de forma generalizada, introduciéndolo en los procesos o actividades.



Figura 1: Ciclo de Deming.

FUENTE: Minera Las Bambas.

2.2.2. Política de seguridad y salud ocupacional

La gestión de la seguridad y salud en el trabajo es la actividad que permite mejorar las condiciones laborales de los trabajadores en su puesto de trabajo, así como reducir al máximo los riesgos laborales con el fin de disminuir los accidentes de trabajo. Cuenta con una serie de herramientas que permiten la eficiencia de la actividad mediante la realización de un conjunto de acciones logrando mejorar el proceso (Paredes, 2012).

En minera Las Bambas en conformidad con sus creencias, valores y visión está comprometida con los principios abreviados con las siglas SHEC:

- Proteger la salud, seguridad y bienestar de nuestro personal.
- Minimizar nuestro impacto en el medio ambiente.

- Garantizar que las comunidades pertinentes reciban un beneficio real y sostenible de nuestras actividades.

2.2.3. Herramientas de gestión de riesgos

Una buena gestión de seguridad no se trata de tener aversión al riesgo sino de reconocer los riesgos y desarrollar medidas de gestión adecuadas para facilitar que los programas se realicen de manera segura (Davis, 2017).

Los peligros y aspectos de seguridad y salud relacionados a las actividades mineras, incluyendo cualquier cambio planificado o no planificado, se identificarán y sus riesgos serán evaluados con las siguientes herramientas:

- IPERC
- APT
- PETS
- PETAR
- ANEXO 18

2.2.4. Jerarquía de control de riesgos

El manual de gestión integrada de prevención de riesgos y gestión ambiental basada en OHSAS 18001 (2007) define: Después de realizar la evaluación de riesgos y de tener en cuenta todos los controles, se está en capacidad de determinar si los controles que existen son adecuados, si hay que mejorarlos o si es necesario introducir nuevos.

En el caso de obtener nuevos controles, la selección tiene que ser determinada por el principio de jerarquía de estos, es decir, eliminar todos los riesgos siempre que sea

posible, estableciendo la reducción del riesgo y adoptando diferentes equipos de protección individual como último recurso.

Una vez determinados los riesgos y peligros, la prevención o control de fatalidades debe obedecer a la siguiente jerarquía:

1. **Eliminación.** Se modifica el diseño para eliminar el peligro.
2. **Sustitución.** Se deben sustituir los materiales peligrosos por materiales menos peligrosos o reducir la energía del sistema.
3. **Controles de ingeniería.** Involucran el rediseño del equipamiento, del proceso o de la organización del trabajo. Se cuenta con dispositivos derivados de los avances tecnológicos que ayudan a que los peligros sean contenidos o aislados de una mejor manera.
4. **Controles administrativos.** Se realizan proveyendo de controles como capacitación, procedimientos. Se trata de un reforzamiento de los controles anteriores que se han debido implementar. También se refuerzan aquellos controles implementados para riesgos leves. Cuando no es posible colocar controles de ingeniería que contengan el peligro, la utilización de los controles administrativos genera conciencia y advierte al trabajador acerca de un peligro determinado y de las medidas que se deben tomar para mitigarlo. Ejemplos de estos controles son los carteles, la señalización, la difusión de procedimientos, etc.
5. **Elementos de protección a las personas (EPP).** El uso de los EPP's apropiados se da cuando otros controles no sean posibles de aplicar. Existe una amplia gama de equipos para proteger todo el cuerpo de los trabajadores (gafas de seguridad, protección auditiva, protectores para la cara, arnés de seguridad, guantes, etc.)

pero siempre se debe tener en cuenta la importancia de que puedan trabajar libremente. Si no es posible de tal forma, su uso debe ser obligatorio.

2.2.5. Gestión de accidentes e incidentes en la minera Las Bambas

Para la gestión de accidentes e incidentes en la minera Las Bambas se debe investigar, responder y adoptar las medidas correctoras y preventivas adecuadas tras producirse un incidente o accidente en materia de seguridad y salud en el trabajo.

Para ello vamos a definir los siguientes términos según el manual de gestión integrada de prevención de riesgos y gestión ambiental basada en OHSAS 18001 (2007) define:

- **Peligro.** Se define como fuente, situación o acto con potencial para causar daño en términos de daño humano o enfermedad (condición física o mental identificable y adversa que surge y/o empeora por la actividad laboral y/o por situaciones relacionadas con el trabajo) o una combinación de estos.
- **Riesgo.** Es la combinación de la probabilidad de que ocurra un suceso o exposición peligrosa y la severidad del daño o deterioro de la salud que pueda causar el suceso o exposición.

El D.S. 024–2016-EM y modificatorias D.S. 023-2017, define que:

1. **Incidente.** Un incidente es un suceso repentino no deseado que ocurre por las mismas causas que se presentan los accidentes, sólo que por cuestiones del azar no desencadena lesiones en las personas, daños a la propiedad, al proceso o al ambiente. Un incidente es una alerta que es necesario atender, es la oportunidad para identificar y controlar las causas básicas que lo generaron, antes de que ocurra un accidente. La verdadera prevención se logra investigando los incidentes y

adoptando las recomendaciones que se generan de la investigación, ya que siempre que ocurre un accidente, han ocurrido previamente varios incidentes que alertaron sobre la situación de riesgo.

2. **Accidente de trabajo.** Se denomina accidente de trabajo a todo suceso repentino que sobrevenga por causa o con ocasión del trabajo y que produzca en el trabajador una lesión orgánica, una perturbación funcional, una invalidez o la muerte. Es también accidente de trabajo aquel que se produce durante la ejecución de órdenes del empleador, o durante la ejecución de una labor bajo su autoridad, y aun fuera del lugar y horas del trabajo. Según su gravedad, los accidentes de trabajo con lesiones personales pueden ser:
 - **Accidente leve.** Suceso cuya lesión, resultado de la evaluación médica, que genera en el accidentado un descanso breve con retorno máximo al día siguiente a sus labores habituales.
 - **Accidente incapacitante.** Suceso cuya lesión, resultado de la evaluación médica, da lugar a descanso, ausencia justificada al trabajo y tratamiento.
 - **Accidente total temporal.** Cuando la lesión genera en el accidentado la imposibilidad de utilizar su organismo; se otorgará tratamiento médico hasta su plena recuperación.
 - **Accidente parcial permanente.** Cuando la lesión genera la pérdida parcial de un miembro u órgano o de las funciones del mismo.
 - **Accidente total permanente.** Cuando la lesión genera la pérdida anatómica o funcional total de un miembro u órgano; o de las funciones del mismo. Se considera a partir de la pérdida del dedo meñique.

- **Accidente mortal.** Suceso cuyas lesiones producen la muerte del trabajador. Para efectos estadísticos debe considerarse la fecha del deceso.
- **Actos y condiciones inseguras.** Inseguro y sub-estándar no son lo mismo, como su mismo nombre lo indica, lo sub- estándar es la desviación con relación a los estándares establecidos y amaga en forma directa la seguridad del sistema o proceso respectivo. Lo inseguro no brinda seguridad o supone puede causar un accidente y la empresa no ha establecido aún procedimiento.
- **Actos Sub-estándar.** Es toda acción o práctica que no se realiza con el procedimiento escrito de trabajo seguro (PETS) o estándar establecido que causa o contribuye a la ocurrencia de un incidente.
- **Condiciones Sub-estándar.** Toda condición existente en el entorno del trabajo y que se encuentre fuera del estándar y que puede causar un incidente.

2.2.6. Señalización en minería

La señalización es el conjunto de estímulos que condicionan la actuación de los conductores y operadores que los reciben frente a circunstancias (peligros y riesgos) que se pretende resaltar. Los elementos de señalización tienen una función orientadora y normativa; y cumplen con los requisitos de llamar la atención, encerrar un mensaje concreto y conciso, estar colocados en ubicaciones accesibles a la vista, permitir un tiempo adecuado de respuesta, infundir respeto y garantizar una pauta o uniformidad.

Estos indicadores tienen mensajes reglamentarios, preventivos, de emergencia, de seguridad e informativos. Las normas de señalización estandarizan especificaciones para diferentes tipos de necesidades. Así tenemos el manual de dispositivos de control del tránsito, de calles y carreteras, señalización vial, Norma Técnica Peruana 399.010.1 -

2004, señales de seguridad, señalización en los ambientes de trabajo, Decreto Supremo 023–2017-EM, señalización minera, entre otros.

2.2.6.1. Clasificación de la señalización en minería

La señalización, empleada como técnica de seguridad se clasifica en función de su sentido en:

- **Señalización óptica.** La señalización óptica está basada en la utilización y apreciación de las formas y los colores mediante el sentido de la vista. Es la más destacada por su importancia, efectividad y utilización mayoritaria en minería.
- **Señalización Acústica.** Consiste en la emisión de señales sonoras codificadas mediante dispositivos apropiados, sin la intervención de la voz humana o sintética. La señal acústica debe tener un nivel sonoro superior al nivel ambiental, de forma que sea claramente audible, sin llegar a ser excesivamente molesta. No debe utilizarse la señal acústica cuando el nivel de ruido ambiental sea muy alto.

2.2.6.2. Tipos de señalización en minería

Los elementos de señalización tienen una función orientadora y normativa; y cumplen con los requisitos de llamar la atención, encerrar un mensaje concreto y conciso, estar colocados en ubicaciones accesibles a la vista, permitir un tiempo adecuado de respuesta, infundir respeto y garantizar una pauta o uniformidad (Delgado, 2012).

Existen 6 tipos de señales principales de seguridad en mina, todas estas señales son de obligado cumplimiento en los centros de trabajo y son:

1. **Señales de obligación.** Indican la obligatoriedad de utilizar protecciones adecuadas para evitar accidentes en el área de trabajo. Tienen forma circular,

fondo de color azul y los pictogramas de color blanco. Pueden tener el borde también de color blanco. El color azul deberá cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal.

2. **Señales de prohibición.** Prohíben un comportamiento susceptible de provocar un peligro impidiendo ciertas actividades que ponen en peligro la salud propia o de otros trabajadores. Tienen forma redonda y pictograma negro sobre fondo blanco con borde rojo y banda roja transversal descendente de izquierda a derecha atravesando el pictograma a 45° respecto a la horizontal. El color rojo deberá cubrir como mínimo el 35% de la superficie de la señal.
3. **Señales de peligro o advertencia.** Avisan de posibles peligros que puede conllevar la utilización de algún material o herramienta. Son de forma triangular, fondo amarillo, borde y dibujo de color negro. El amarillo deberá cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal.
4. **Señales de información.** Las señales de información son aquellas que identifican, orientan y hacen referencia a servicios, lugares u otras indicaciones útiles para los trabajadores. Son rectangulares o cuadradas, fondo de color verde y borde y pictograma de color blanco.
5. **Señales contra incendio.** Son señales en forma de panel, o una señal luminosa, que indica la situación de alguno de los dispositivos no automáticos de extinción de incendios presentes en el lugar de trabajo.

CABLES ELÉCTRICOS 		COLORES DE IDENTIFICACIÓN DE TUBERÍAS DE ACUERDO A NTP 385-2017 		COLORES DE IDENTIFICACIÓN DE GASES INDUSTRIALES CONTENIDOS EN ENVASES A PRESIÓN SEGUN NTP 386-2013 		PISOS 		CÓDIGO DE COLORES PARA DISPOSITIVOS DE RESIDUOS SÓLIDOS 	
<p>EN CONCORDANCIA CON LA NTP - 389.210-1, CUALQUIER SEÑAL NECESARIA QUE NO SE ENCUENTRE EN EL PRESENTE ANEXO TAMBIÉN DEBERÁ SER ELABORADA DE ACUERDO A DICHA NORMA</p>									

Figura 2: Código de colores y señales - Anexo 17.

FUENTE: Anexo 17 – DS 023 -2017 – EM.

6. **Señales de tránsito para minería.** Las señales de tránsito son mensajes que establecen acciones o prohibiciones sobre el movimiento vehicular. Pueden servir también para advertir sobre una situación especial en la vía. Las señales de tránsito, también llamadas de tráfico, son señales reflectivas que se encuentran en las vías, cuyos símbolos tienen un significado especial. Estos tienen diferentes colores y formas, el significado de cada una de éstas es alertar al conductor u operador a tomar precauciones o a alertar a este sobre las situaciones especiales que se dan en las vías y tramos. Los señalamientos de tránsito no sólo sirven para evitar accidentes de tránsito, sino también para que el tráfico no se vuelva un caos. La principal función de las señales de tránsito son la de evitar accidentes e incidentes (Paiz, 2013).

Las señales de tránsito se clasifican en:

- **Señales de prevención.** Las señales de prevención tienen como función principal advertir a los usuarios de la existencia de un peligro en la vía o situación poco común. Por ello, ante su presencia es necesario adoptar una conducta apropiada y extremar las precauciones. Visualmente se caracterizan por tener un fondo amarillo con letras e iconos negros y regularmente aparecen en forma de rombo. El uso de estas señales se requiere, por ejemplo, para advertir intersecciones, confluencias de carriles, vías estrechas, pendientes fuertes y otros dispositivos de control del tránsito.
- **Señales de reglamentación.** Las señales de reglamentación son aquellas que indican a los usuarios de la vía las limitaciones, prohibiciones o restricciones especiales que deben observar. La mayoría de estas señales tienen forma circular excepto algunas como la señal de Stop, ceda el paso y permitido estacionar. Su

color de fondo es blanco y excepcionalmente rojo o azul; su orla es roja y excepcionalmente verde y negra, y su símbolo y leyenda negro, blanco y excepcionalmente gris. Es importante respetar estrictamente todas las señales de reglamentación para evitar accidentes, su violación conlleva una grave sanción.

- **Señales de información.** Las señales de información son los dispositivos que se utilizan para identificar vías e indicar rutas, destinos, direcciones, puntos de interés y cualquier otro tipo de información que los usuarios de la vía puedan necesitar. Generalmente se caracterizan por tener fondo azul e indicaciones blancas y negras, excepto en vías expresas o de alto volumen en las que se usa fondo verde.
- **Señales transitorias.** Las señales transitorias sirven para advertir a los usuarios de la ejecución de trabajos de construcción y mantenimiento de la vía, por lo tanto indican que el camino a recorrer presentan condiciones distintas que de costumbre. Los letreros son anaranjados o anaranjados fosforescentes y presentan formas variadas. Extrema las precauciones cuando veas estas señales ya que pueden haber otros controles de tránsito o personas con banderas que te indicarán qué hacer en esa zona de trabajo.

2.3. **NORMATIVIDAD LEGAL**

El Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional D.S. 024-2016-EM y sus modificatorias D.S. 023-2017-EM, indica en sus artículos:

Artículo 96. 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.

Artículo 127. Las áreas de trabajo deberán ser señalizadas de acuerdo al Código de Señales y Colores que se indica en el ANEXO N° 17.

El titular de actividad minera deberá adoptar las siguientes medidas:

1. Colocar letreros con el Código de Señales y Colores en lugares visibles dentro del lugar de trabajo.
2. Preparar y difundir el Código de Señales y Colores, mediante cartillas de seguridad.

Artículo 128. Los letreros referidos en el artículo precedente deberán ser colocados en puntos visibles y estratégicos de las áreas de alto riesgo identificadas, indicando el número de teléfono del responsable del área correspondiente.

Artículo 262. En las etapas de exploración y explotación, incluyendo la preparación y desarrollo de la mina, los titulares de actividad minera deberán cumplir con:

1. Disponer de bermas de seguridad para dar pase a la maquinaria o vehículos que circulen en sentido contrario; manteniendo el sector señalizado con material reflexivo de alta intensidad, cuando el uso de la vía es permanente.
2. Señalizar las vías de circulación adecuadamente con material reflexivo de alta intensidad, especialmente en las curvas.

2.4. OPERACIONES MINA EN EL TAJO FERROBAMBA

Viene a ser el conjunto de labores e instalaciones necesarias para explotar un yacimiento y por consiguiente extraer el mineral, entre estas tenemos los botaderos, vías, tramos, rampas, bancos, bermas, hopper, truck shop, almacén, haul road, etc. Esta área es la más importante de la mina debido a que aquí se realizan los principales procesos de producción minera.

2.4.1. Procesos de producción en operaciones mina

1. **Perforación.** Primera actividad dentro del ciclo de la explotación minera que consiste en realizar un hueco sobre una superficie con la finalidad de alojar en el los explosivos que servirán para llevar a cabo la voladura. Los trabajos de perforación se inician con el diseño de la malla de perforación (ubicación de los taladros en campo) y marcado de puntos en el terreno, luego se procede a realizar huecos con la perforadora.
2. **Voladura.** Actividad que consiste en hacer reaccionar los explosivos contenidos en los taladros con la finalidad de fragmentar el material para que pueda ser cargado, transportado y procesado. Los trabajos de voladura se inician con el diseño de la carga explosiva y secuencia de salida de los taladros, lo cual permitirá asegurar una adecuada fragmentación. Usamos detonadores del tipo dual para

evitar el ruido de la detonación de los taladros debido a que nos encontramos trabajando cerca de comunidades locales.

3. **Carguío.** Una de las actividades de mayor importancia en el ciclo de minado es el carguío, que consiste en el recojo del material ya fragmentado para depositarlo seguidamente en los volquetes quienes lo conducen a distintos destinos considerando si se trata de mineral o desmonte.
4. **Acarreo.** Actividad que tiene la finalidad de transportar el material procedente de los frentes de explotación hacia el botadero o planta dependiendo de las características del material.

2.4.2. Tránsito en operaciones mina

El tránsito en operaciones mina está conformados por vías que son los caminos habilitados para la circulación normal de los equipos móviles de la mina. Se dividirán, de acuerdo a su uso en:

2.4.2.1. Vías de producción

Vías destinadas a la circulación de los equipos de producción, como camiones de acarreo, tractores de rueda y cisternas. Estas se dividen en:

1. **Vías principales.** Son aquellas sometidas a tránsito intenso de vehículos y que se mantienen, casi permanente a través del tiempo.
2. **Rampa.** Una rampa es un elemento de ingeniería en pendiente que permite vincular dos lugares que se encuentran a diferente altura, lo que permite la rampa es descender o ascender a uno u otro banco en extracción.

3. **Vías secundarias.** Son aquellas vías de tránsito que nacen de las vías principales, llegan a los frentes de trabajo y se caracterizan por un bajo tráfico y que se ven afectadas por la explotación de la mina a corto plazo.
4. **Tramos.** Es un camino o vía transitable, que es una porción de un trayecto mayor. Un tramo es una porción de superficie o terreno, que aparece de algún modo señalizada como subdivisión del mismo.

2.4.2.2. Vías de servicio

Son aquellas destinadas a permitir acceso a vehículos livianos y de servicio a determinados lugares, como por ejemplo vías de rescate, abastecimiento de combustible, abastecimiento de agua (garzas y sumideros), con gradiente y ancho adecuada para los vehículos que van a circular por la zona.



Figura 3: Vías de producción y servicio.

FUENTE: Minera Las Bambas.

2.4.2.3. Vehículos y equipos

En minera Las Bambas ha determinado la siguiente clasificación de acuerdo la función o trabajo que realiza dentro de la mina para el caso de los equipos. Esto con la finalidad de poder establecer la prioridad vehicular en el tránsito dentro de la mina.

1. Vehículo liviano. Están considerados:

- Las camionetas pick up 4WD
- Microbuses o van de pasajeros
- Camionetas SUV

2. Equipos auxiliares. Equipos diseñados para tareas específicas como movimiento de material y realizan labores de apoyo al trabajo de los equipos pesados. No intervienen directamente en la producción o extracción.

- Bulldozers Komatsu 475
- Motoniveladoras CAT 24M
- Tractores sobre ruedas CAT 844H
- Excavadora CAT 390DL
- Cisternas de agua 3500-5000 Galones.
- Cama baja
- Minicargadores
- Cargador frontal CAT 988

3. **Equipo pesado.** Equipos que intervienen directamente en la producción de la mina y que tienen la primera prioridad en las operaciones así como en el tránsito:
- Camiones de acarreo: CAT 797F (400TM), Komatsu 930E (320TM).
 - Cargadores frontales de producción: 992G, 994D, 994F y Le Tourneau L2350.
 - Perforadoras de producción: P&H 320, P&H 250 y Sandvik T560
 - Palas eléctricas de producción: CAT 6060, CAT 7495 y P&H 4100.

2.4.2.4. Sentido de circulación

La circulación dentro de las operaciones mina del tajo Ferrobamba es por el carril izquierdo, mientras que en las demás instalaciones es por el lado derecho.

2.4.2.5. Velocidades en las vías

La velocidad máxima permitida en cualquier vía bajo administración de minera Las Bambas es de 40 km/h y en las vías de operaciones mina es de 50 km/ y en zonas con presencia de personal, cruces, etc. será de 20 km/h y en curvas cerradas de 15Km/h.

Mientras que en operaciones mina la velocidad máxima para equipos livianos, equipos auxiliares y pesados será de 50 km/h y se mantendrá una distancia de 50 metros entre vehículos o equipos. Para temporadas de lluvia en las que las vías no tienen las condiciones necesarios para poder transitarlas, la velocidad máxima será de 40 km/h y la distancia será de 100 metros, para así evitar derrapes de los vehículos y equipos.

2.4.2.6. Equipamiento de seguridad para transitar en mina

Para poder transitar dentro de la mina, se requiere que el vehículo tenga instalado el equipamiento de seguridad requerido y necesario, como:

- **Jaula de seguridad.** Confeccionada con tubo de 1.5” de diámetro (mínimo), de maquinado hidráulico, sin costura y forrado con espuma. Debidamente fijada al piso de la cabina del vehículo (parte delantera, media y posterior). Es obligatorio en vehículos livianos. Actualmente en minera Las Bambas se utiliza en sus camionetas las jaulas “HIDDEN” conformada por tubo estructural cuadrado que soporta 15 toneladas de impacto (las tubulares soportan 12 toneladas).
- **Cinturones de seguridad.** En número igual al de pasajeros a transportar (según tarjeta de propiedad). Deben ser originales y de tres puntos. La excepción son los asientos de pasajeros en los buses y minibuses, el asiento central posterior de las camionetas pick up. El cinturón de seguridad debe estar en buenas condiciones (fibra, cierre, traba).
- **Radio Base.** Debe estar instalado y programado el canal 6 de operaciones mina y estar operativo.
- **Pértiga con banderola y luz.** Debe tener como mínimo 4 (cuatro) metros de altura, desde el piso al foco o punto más alto de la pértiga. La banderola sirve para la identificación diurna y vespertina del vehículo en el entorno tanto de equipos auxiliares como pesados y el foco encapsulado para la identificación nocturna. Es obligatoria tanto en vehículos livianos y vehículos pesados.
- **Faros neblineros.** Dos (02) faros anti-neblina (luz amarilla), pueden ser instalados sobre el parachoques delantero o encima del techo (barra antivuelco exterior o el protector de la luna posterior de la cabina o separador). Su uso es obligatorio ante la presencia de neblina.

- **Circulina.** De color rojo, con destello electrónico, de 6 a 8 pulgadas de diámetro (medida de la base), con luminancia mínima de 8 (ocho) Joules, que permita observar el destello a 100 metros inclusive de día. Debe ser instalada sobre la barra antivuelco exterior o el protector de la luna posterior de la cabina (separador).



Figura 4: Camioneta habilitada para operaciones mina.

FUENTE: A&C Business Corporation S.A.

2.4.2.7. Conductor u operador

Para ser un conductor u operador en la minera Las Bambas, primero se debe de acreditar su brevete y la experiencia como conductor. Posteriormente se tiene que obtener la licencia interna de conducir de minera Las Bambas, para lo cual los trabajadores deben seguir el curso de manejo defensivo y aprobar los exámenes teóricos y prácticos correspondientes. Los conductores que requieran ingresar a realizar trabajos a operaciones mina del tajo Ferrobamba deberán rendir sus exámenes teóricos y prácticos de manejo por la izquierda, el cual está a cargo de la gerencia de operaciones mina.



Figura 5: Licencia interna para operaciones mina.

FUENTE: A&C Business Corporation S.A.

2.4.2.8. Prioridad vehicular y derecho de paso

Dentro de operaciones mina en algunas intersecciones el tránsito se debe regular por la prioridad vehicular; la que es como sigue:

1. **Prioridad 0.** Vehículos de emergencia
2. **Prioridad 1.** Equipo pesado
3. **Prioridad 2.** Equipo auxiliar
4. **Prioridad 3.** Vehículo liviano

Los vehículos de emergencia cuando realizan su recorrido de reconocimiento de vías y tramos, lo hacen con la prioridad que les corresponde (prioridad 3). Cuando están en emergencia (luces estroboscópicas encendidas y sirena activada) transitan con prioridad 0.

Ante un accidente o emergencia en la mina, una vez activado el plan de emergencia será comunicado por la radio en todos los canales. Los vehículos de

emergencia pasan a tomar la única prioridad establecida, mientras que los demás vehículos y equipos busquen un refugio cercano, hasta que se comunique por radio el cese del plan de emergencia.

2.4.2.9. Procedimiento para adelantar

El adelantamiento a camiones en movimiento está totalmente prohibido. Ante la necesidad de adelantar a un camión este deberá estar detenido y no podrá adelantar a más de dos camiones contiguos. Para el adelantamiento a otros vehículos livianos y equipos auxiliares, en primer lugar se deberá pedir autorización, estableciendo contacto radial y visual con el operador del equipo antes de ingresar al radio de trabajo del equipo. Una vez realizado el contacto el operador del equipo deberá confirmar la presencia del vehículo que solicita la autorización de ingreso o pase y responder por radio otorgando dicha autorización. El adelantamiento se realiza por la derecha del equipo a sobrepasar.

2.4.3. Señalización en las operaciones mina del tajo Ferrobamba

La señalización es un elemento indispensable para el desarrollo de una circulación segura y correcta. En sentido amplio, la señalización es el conjunto de placas, letreros y distintivos en general, de cualquier tipo y realizados por cualquier medio, que tienen por objeto regular el tránsito dentro de operaciones mina.

A nivel general, la señalización en las operaciones mina del tajo Ferrobamba se rigen al código de colores establecido por minera Las Bambas y el reglamento de seguridad y salud en el trabajo en minería. Las señales son verticales, tal cual lo define el anexo 17, del DS 023-2017-EM y el manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras.

La señalización en las operaciones mina del tajo Ferrobamba ha resultado ser insuficiente tomando en cuenta el espacio territorial, creación de nuevas zonas de trabajo y la cantidad de equipos y vehículos que trabajan. A demás se pudo observar que en algunas zonas y tramos de menor transitabilidad, existe al menos algún tipo de señalización y en algunos lugares de estas zonas se encontraron señalizaciones en mal estado o deterioradas por el paso del tiempo los cuales prácticamente no son visibles y son inútiles.

2.4.4. Importancia de la señalización

La existencia de señalización vial vertical en minería es indispensable para la prevención de los incidentes y accidentes de tránsito, pues bastaría imaginarse la cantidad y magnitud de los accidentes de tránsito si éstas no existieran particularmente durante el turno noche.

La importancia de la señalización vial va de la mano con la educación vial de los conductores y operadores, pues en vano sería la existencia de señalización si se hace caso omiso a ellas. Los accidentes de tránsito, no pueden evitarse en su totalidad, sin embargo existen métodos para atenuarlos o reducirlos, aunque el conocimiento y el respeto a las señales son indispensable.

2.4.5. Diseño de la señalización

Según el Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras indica que: la uniformidad en el diseño en cuanto a: forma, colores, dimensiones, leyendas, símbolos; es fundamental para que el mensaje sea fácil y claramente recibido por el usuario.

El diseño y la apariencia exterior de cada dispositivo, tiene importancia en el desarrollo de su función. Su diseño debe asegurar que:

- Las características del dispositivo, tamaño, contraste, color, forma, composición y retroreflectorización e iluminación estén combinadas de tal forma que atraigan la atención de los operadores y conductores.
- Las características de tamaño y color se aprecien igual durante el día, la noche y períodos de visibilidad limitada.
- El mensaje del dispositivo debe ser neutro en género.
- La forma, tamaño, colores y diagramación del mensaje se combinen para que éste sea claro, sencillo e inequívoco para el usuario.
- En cuanto al mensaje, la forma, color y sencillez del mismo deberán combinarse con la localización para permitir un tiempo adecuado de percepción y reacción en función a los requisitos que establece el manual de carreteras - diseño geométrico (DG vigente), para estos casos.
- La uniformidad, racionalidad, tamaño y legibilidad deberán estar combinados de manera de conseguir la debida comprensión de parte del usuario de la vía.
- Su tamaño, forma y mensaje concuerden con la situación que se señala, contribuyendo a su credibilidad y acatamiento.
- La apariencia de la señal (color, mensaje, forma y otros) debe ser la misma durante el día y la noche.

2.4.6. Ubicación y requisitos de la señalización

Según el manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras indica que para asegurar la eficacia de una señal, su localización debe considerar:

- Distancia entre la señal y la situación a la cual ésta se refiere (ubicación longitudinal).
- Distancia entre la señal y la calzada (ubicación lateral).
- Altura de la señal (1.50 metros – 2 metros).
- Orientación del tablero de la señal.

La ubicación de los dispositivos deberá estar dentro del cono visual del conductor u operador, de tal manera que atraiga su atención y facilite su lectura e interpretación tomando en consideración la velocidad máxima o diseño que permite la vía. Adicionalmente, los dispositivos deberán ubicarse apropiadamente en función a la ubicación, objeto, o situación de otros dispositivos complementarios.

Los dispositivos deben instalarse de tal manera que capten oportunamente la atención de los usuarios de distintas capacidades visuales, cognitivas y psicomotoras, otorgando a éstos, la facilidad y tiempo para distinguirlos de su entorno, leerlos, entenderlos, seleccionar la acción o maniobra y realizarla con eficacia y seguridad. Un conductor que viaja a la velocidad máxima permitida en la vía, siempre debe tener el tiempo necesario para poder realizar tales acciones tanto de día como de noche, y en condiciones variadas del entorno.

La ubicación del dispositivo no debe restar espacio vial a otros usuarios de las vías y tramos ni restar a la funcionalidad de otro dispositivo. Los dispositivos deben colocarse de forma consistente y uniforme en todas las vías.

2.4.7. Funciones de la señalización

Según el manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras indica que: siendo la función de las señales verticales, la de reglamentar, prevenir e informar a los conductores y operadores usuario de las vías y tramos, su utilización es fundamental principalmente en zonas donde existen regulaciones especiales, permanentes o temporales, y en aquellos donde los peligros no siempre son evidentes.

Su implementación será de acuerdo al estudio de ingeniería anteriormente realizado debiendo evitarse por ejemplo, el uso excesivo de señales verticales en un tramo pequeño, puesto que puede ocasionar contaminación visual y pérdida de su efectividad. Asimismo, es importante el uso frecuente de señales informativas de identificación y destino, a fin de que los usuarios de la vía conozcan oportunamente su ubicación y destino.

2.4.8. Clasificación de las señales verticales de tráfico en operaciones mina

Según el manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras indica:

- 1. Señales de prevención.** Su propósito es advertir a los usuarios sobre la existencia y naturaleza de riesgos y/o situaciones imprevistas presentes en la vía o en sus zonas adyacentes, ya sea en forma permanente o temporal. Estas señales son de las más utilizadas en las operaciones mina del tajo Ferrobamba.

- **Señal curva.** Esta señal advierte al conductor la proximidad de una curva horizontal hacia la izquierda o derecha.

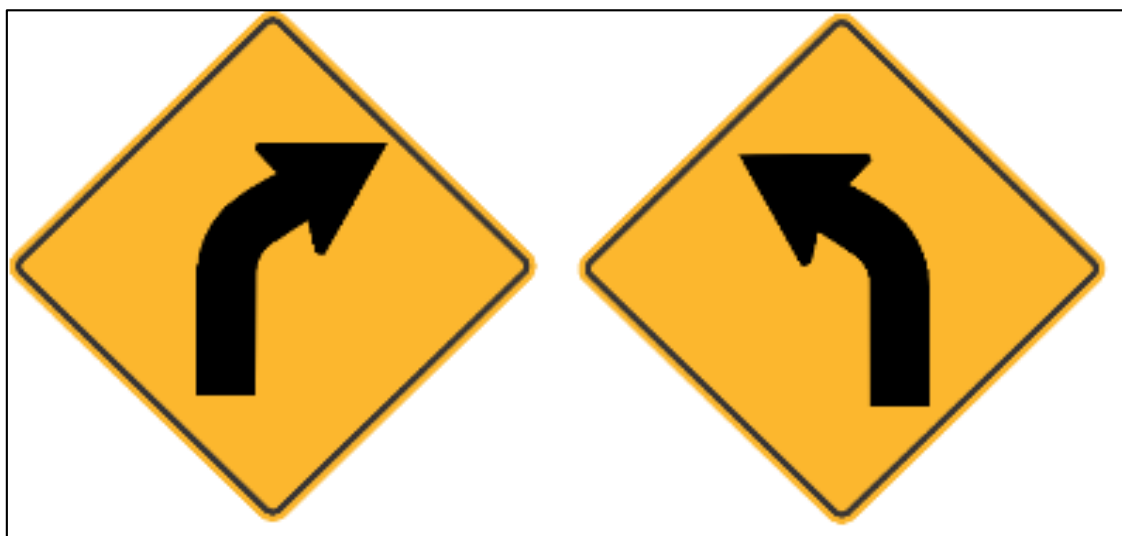


Figura 6: Señales de curva (90cm x 90cm).

FUENTE: Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras. MTC.

- **Señal curva pronunciada.** Esta señal advierte al conductor la proximidad de una curva horizontal pronunciada hacia la izquierda o derecha.

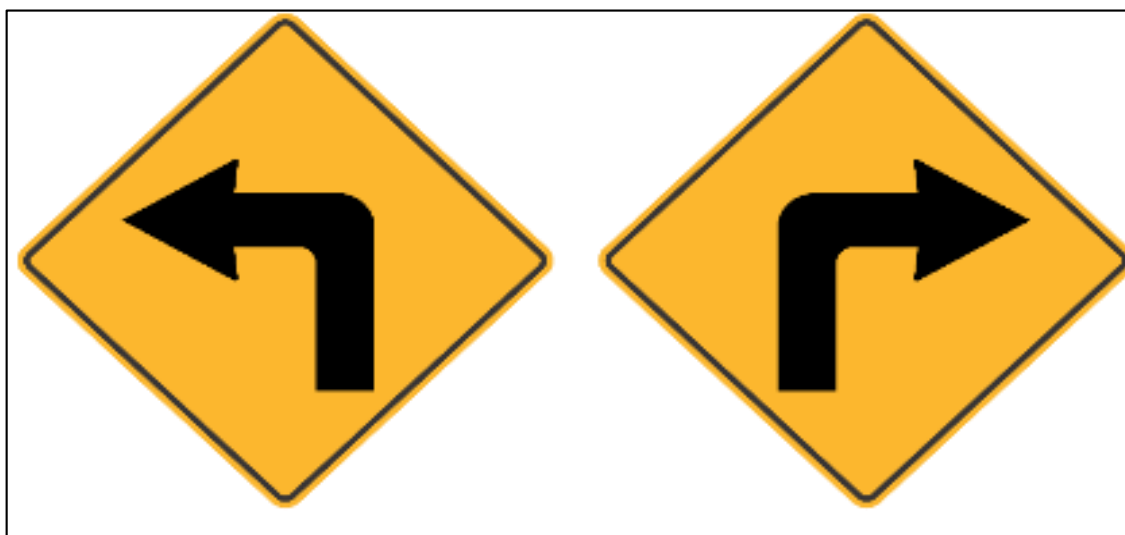


Figura 7: Señales de curva pronunciada (90cmx90cm).

FUENTE: Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras. MTC.

- **Señal curva en “U”.** Esta señal advierte al conductor la proximidad de una curva horizontal en “U” hacia la izquierda o derecha.

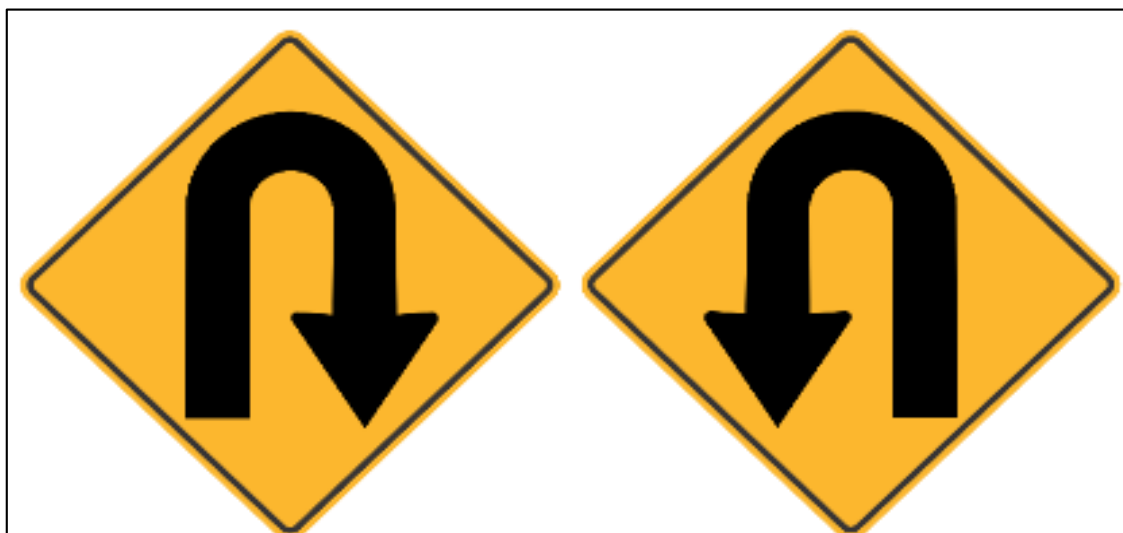


Figura 8: Señales de curva en "U" (90cmx90cm).

FUENTE: Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras. MTC.

- **Señal intersección.** Esta señal advierte al conductor que circula por una vía, la proximidad de un empalme o intersección en forma de "T".



Figura 9: Señales de intersección (90cmx90cm).

FUENTE: Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras. MTC.

- **Señal intersección rotatoria.** Esta señal advierte al conductor la proximidad de una intersección rotatoria (óvalo o rotonda).



Figura 10: Señal rotatoria (90cmx90cm).

FUENTE: Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras. MTC.

- **Señal reducción de vía.** Esta señal advierte al conductor la proximidad de una reducción o estrechamiento de la vía.

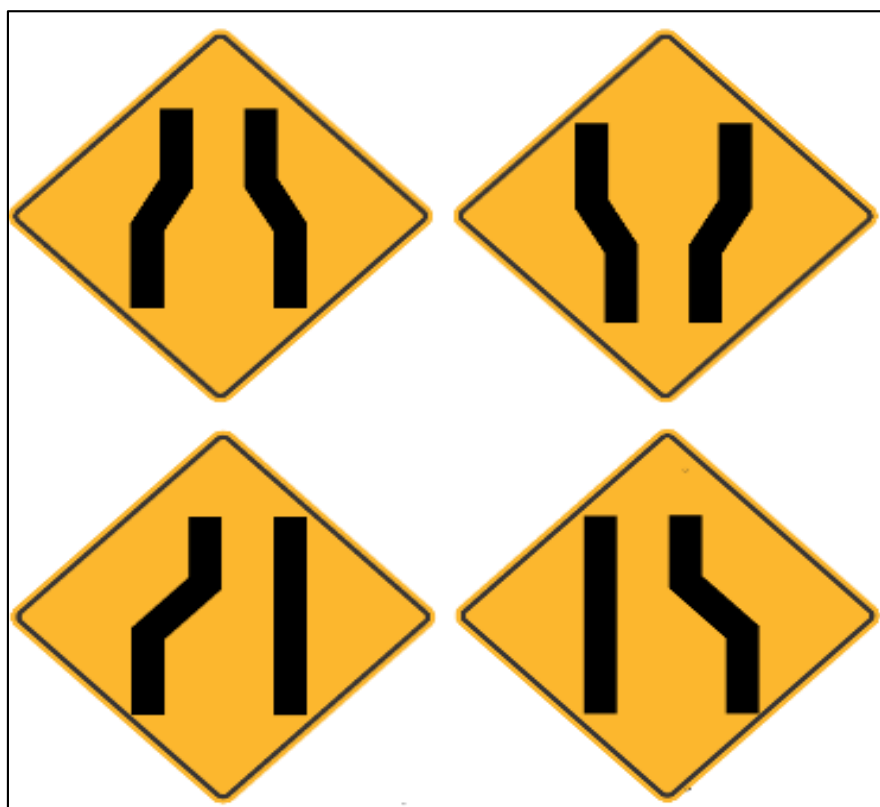


Figura 11: Señal de reducción de vía (90cmx90cm).

FUENTE: Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras. MTC.

- **Señal delineador de curva horizontal “CHEVRON”.** Esta señal guía al conductor sobre el sentido de una curva pronunciada o que requiere atención por razones de seguridad.



Figura 12: Señal chevron (120cmx90cm).

FUENTE: Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras. MTC.

2. **Señales reguladoras.** Tienen por finalidad notificar a los usuarios de las vías, las prioridades, prohibiciones, restricciones, obligaciones y autorizaciones existentes, en el uso de las vías. Su incumplimiento constituye una falta que puede acarrear en un incidente o accidente.

En las operaciones mina del tajo Ferrobamba se utilizan las siguientes señales de obligación.

- **Señal de pare.** Esta señal dispone que el conductor u operador debe detener completamente el vehículo y después de verificar el tránsito avanzar con precaución.

Se colocará al borde de la vía como mínimo a una distancia de 1 metro del inicio de la vía interceptada.



Figura 13: Señal pare (75cmx75cm).

FUENTE: Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras. MTC.

- **Señal de ceda el paso.** Esta señal dispone que los conductores cedan el paso a los vehículos con prioridad 0 o en vías principales. Adicionalmente podrá instalarse al lado derecho o ser de mayor tamaño, cuando existan vías unidireccionales de dos o más carriles o cuando la visibilidad de la señal del lado izquierdo sea insuficiente.



Figura 14: Señal ceda el paso (90cmx90cm).

FUENTE: Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras. MTC.

- **Señal de ingreso obligatorio a área de refugio.** Esta señal dispone la obligación de ingresar al área de refugio para dar pase a equipos de prioridad 0 y prioridad 1 y en situaciones de emergencia.



Figura 15: Señal de ingreso obligatorio a área de refugio (120cmx80cm).

FUENTE: Minera Las Bambas.

- **Señal de uso obligatorio para volteo.** Esta señal dispone la obligación de ingresar al área de refugio para poder dar una vuelta en “U” y de esta manera cambiar de carril de manera segura.



Figura 16: Señal de uso obligatorio para volteo (120cmx80cm).

FUENTE: Minera Las Bambas

- **Señal de tránsito de sentido de dirección.** Esta señal se utiliza para indicar el sentido de tránsito de una vía.

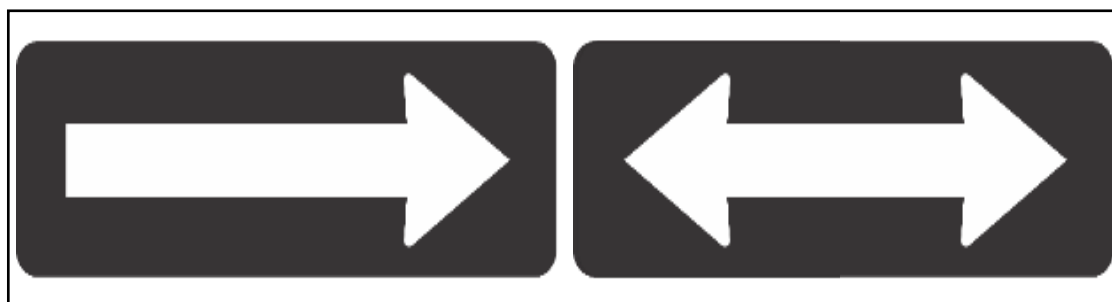


Figura 17: Señal de tránsito de sentido de dirección (30cmx90cm).

FUENTE: Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras. MTC.

- **Señal de velocidad máxima permitida.** Esta señal establece la velocidad máxima de operación en kilómetros por hora (kph) a la que puede circular un vehículo en determinado carril, tramo o sector de una vía. Los límites máximos de velocidad deben ser expresados en múltiplos de 5 km/h.



Figura 18: Señales de velocidad máxima (120cmx80cm).

FUENTE: Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras. MTC.

- **Señal de circulación prohibida.** Esta señal dispone que el conductor está prohibido en circular por el sentido indicado por la flecha.



Figura 19: Señal sentido de tránsito prohibido (120cmx80cm).

FUENTE: Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras. MTC.

- **Señal de circulación por la izquierda.** Esta señal dispone que los conductores de vehículos pesados deben circular por el carril derecho.



Figura 20: Señal de circulación por la izquierda (120cmx80cm).

FUENTE: Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras. MTC.

3. **Señales de información.** Tienen como propósito guiar a los conductores y operadores para proporcionarles información para que puedan llegar a sus destinos en la forma más simple y directa posible. Además proporcionan información relativa a direcciones o vías de servicios.



Figura 21: Señales de información (80cmx120cm).

FUENTE: Minera Las Bambas.

4. **Delineadores.** Conocidos también como hitos de arista, se colocan en forma longitudinal al borde de la vía, deben tener materiales retroreflectivos y pueden ser de sección plana, circular, rectangular, ovalada o en forma de “A”. Los materiales podrán ser de concreto, plástico, fibra de vidrio o similar. La altura del material retroreflectivo debe ser uniforme y puede variar entre 0.90 metros - 1.20 metros para las vías y tramos de operaciones mina. Los delineadores deben estar instalados en intervalos de 25 metros.



Figura 22: Tipo de delineadores.

FUENTE: Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras. MTC.

5. **Espejos convexos.** El espejo convexo está elaborado a base de policarbonato, que lo hace más resistente que el vidrio. Su curvatura permite ampliar la visibilidad sobre cualquier área como en esquinas o puntos ciegos para evitar accidentes de tránsito. Posee un quitasol que le permite ser más duradero cuando haya sol o lluvia. Los espejos convexos son utilizados para las cruces peligrosas, salidas de los parqueos y puntos ciegos.



Figura 23: *Espejo Convexo.*

FUENTE: PrimeMatik.

2.4.8.1. Deficiencias en la señalización

Existen muchos factores que hacen deficiente la señalización, entre los que podemos resaltar la escasa cantidad de señalización, incorrecta ubicación de la señalización y el desgaste de estas. Eso ocasiona que se haga sumamente difícil transitar por las zonas en donde no existe señalización y que sin embargo hay tránsito vehicular lo que hace complicado establecer quién lleva el sentido correcto de la vía, cuál es el sentido en el que es permitido transitar, así como tratar de ubicar alguna área.

2.4.8.2. Necesidad de la implementación de la señalización

Es necesario e indispensable la presencia de mayor cantidad de señalización adecuada y ordenada en las operaciones mina del tajo Ferrobamba, son varias las razones por los cuales se debe implementar la señalización y son las siguientes:

- Identificación de peligros.
- Control de riesgos.
- Reducción de incidentes.
- Reducción de accidentes.
- Mejorar la transitabilidad en operaciones mina.

2.5. MARCO CONCEPTUAL

Según el artículo 7 del D.S. 024-2016-EM y sus modificatorias D.S. 023-2017-EM, se tiene las siguientes definiciones, que fueron utilizados en el presente trabajo de investigación:

1. **Berma de seguridad.** Es el espacio lateral de una vía de tránsito de vehículos, utilizado para estacionarse por seguridad y para protegerse de colisiones con otros vehículos móviles que continúan circulando en la rampa principal o vías de acceso de minas a cielo abierto y carreteras en general.
2. **Código de señales y colores.** Es un sistema que establece los requisitos para el diseño, colores, símbolos, formas y dimensiones de las señales de seguridad.
3. **Control de riesgos.** Es el proceso de toma de decisión, basado en la información obtenida de la evaluación de riesgos. Se orienta a reducir los riesgos, a través de propuestas de medidas correctivas, la exigencia de su cumplimiento y la evaluación periódica de su eficacia.
4. **Identificación de peligros, evaluación de riesgos y medidas de control (IPERC).** Proceso sistemático utilizado para identificar los peligros, evaluar los riesgos y sus impactos y para implementar los controles adecuados, con el

propósito de reducir los riesgos a niveles establecidos según las normas legales vigentes.

5. **Inspección.** Verificación del cumplimiento de los estándares establecidos en las disposiciones legales. Es un proceso de observación directa que acopia datos sobre el trabajo, sus procesos, condiciones, medidas de protección y cumplimiento de dispositivos legales en Seguridad y Salud Ocupacional. Es realizada por la autoridad competente. La inspección interna de Seguridad y Salud Ocupacional es realizada por el titular de actividad minera, las empresas contratistas mineras y las empresas contratistas de actividades conexas con personal capacitado en la identificación de peligros y evaluación de riesgos.
6. **Permiso escrito para trabajos de alto riesgo (PETAR).** Es un documento firmado para cada turno por el ingeniero supervisor y jefe de Área donde se realiza el trabajo mediante el cual se autoriza a efectuar trabajos en zonas o ubicaciones que son peligrosas y consideradas de alto riesgo.
7. **Política de seguridad y salud ocupacional.** Dirección y compromiso de una organización, relacionadas a su desempeño en Seguridad y Salud Ocupacional, expresada formalmente por la Alta Gerencia de la organización.
8. **Procedimientos escritos de trabajo seguro.** Documento que contiene la descripción específica de la forma cómo llevar a cabo o desarrollar una tarea de manera correcta desde el comienzo hasta el final, dividida en un conjunto de pasos consecutivos o sistemáticos. Resuelve la pregunta: ¿Cómo hacer el trabajo/tarea de manera correcta y segura?
9. **Zona de alto Riesgo.** Son áreas o ambientes de trabajo cuyas condiciones implican un alto potencial de daño grave a la salud o muerte del trabajador.

Según la Norma Técnica Peruana 399010-1-2015, señales de seguridad. En su apartado de definiciones indica términos que fueron utilizados en este trabajo de investigación:

1. **Señalización.** Es el conjunto de estímulos que condicionan la actuación del individuo que los recibe frente a unas circunstancias (riesgos, protecciones necesarias a utilizar, etc) que se pretende resaltar.
2. **Señal de advertencia o precaución.** Es la señal de seguridad que advierte de un peligro o de un riesgo.
3. **Señal de obligación.** Es la señal de seguridad que obliga al uso de implementos de seguridad personal.
4. **Señal de Prohibición.** Es la señal de seguridad que prohíbe un comportamiento susceptible de provocar un accidente y su mandato es total.
5. **Señales retroreflectantes.** Son aquellas señales que ante la presencia de un haz de luz lo reflecta sobre su superficie.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación tiene una finalidad aplicativa, puesto que se realiza la implementación de señalización en el área de operaciones mina del tajo Ferrobamba. En tanto el método de la manipulación de datos es cualitativo y cuantitativo, ya que no se realiza una estadística exhaustiva, sino de ver las ventajas que ofrece realizar la implementación de señalización.

El tipo de investigación es descriptivo, ya que consiste en realizar una investigación acerca de los problemas que se generan por la insuficiente señalización y de esta manera poder establecer las medidas correctivas para reducir los incidentes y accidentes en las operaciones mina del tajo Ferrobamba de la minera Las Bambas.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. Población

Para la ejecución del presente trabajo de investigación, la población está constituida por todas las vías y tramos de operaciones mina del tajo Ferrobamba en la minera Las Bambas - Apurímac.

3.2.2. Muestra

La muestra la constituyen todas las señalizaciones instaladas en las vías y tramos de operaciones mina del tajo Ferrobamba en la minera Las Bambas - Apurímac.

3.3. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Es muy importante determinar que técnicas se aplicaran y la verificación tendrá 2 etapas:

1. **Verificación en campo.** La cual se realizará por medio de la observación in situ, en donde identificaremos los principales peligros, incidentes y accidentes que se dan en las vías y tramos de operaciones mina. Dicha actividad implicará de manera directa en tomar las medidas correctivas para controlar los riesgos.
2. **Análisis documental.** Se registrará por todos los reportes recibidos semanalmente y serán registrados en la base de datos para su posterior reporte estadístico.

3.4. EJECUCIÓN DE LA IMPLEMENTACION DE SEÑALIZACIÓN

3.4.1. Fases de la implementación

Para realizar la implementación de la señalización en las operaciones mina del tajo Ferrobamba, se ha planificado desarrollarlas en tres fases:

3.4.1.1. Fase 1: Desarrollo, planeamiento y preparación

En esta primera fase de implementación, se realizan las observaciones en campo para por identificar los peligro potenciales que existen en las vías y tramos de operaciones mina del tajo Ferrobamba y ver el estado actual de las señaléticas existentes en esta área. Para ello se necesita:

1. Capacitación para ingreso a operaciones mina

Para poder ingresar y realizar trabajos en operaciones mina del tajo Ferrobamba el personal debe cumplir con las siguientes capacitaciones:

- Trabajos de alto riesgo (Trabajos en altura, excavaciones y zanjas).
- Curso de vigía de tránsito en mina.
- Manejo por la izquierda.
- Puntos ciegos de camión minero.

Además se deberá contar con una camioneta y conductor habilitados para ingresar a operaciones mina del tajo Ferrobamba.



Figura 24: Carnets de capacitación.

FUENTE: A&C Business Corporation S.A.

2. Observación directa

Una vez realizada todas las capacitaciones correspondientes, se programan las observaciones directas en campo en las vías y tramos de operaciones mina del tajo Ferrobamba, acompañados de los supervisores de área para poder ver la situación actual de la señalización y de esta manera poder identificar los principales peligros y riesgos, las

zonas con mayor transitabilidad y el estado en el que se encontraban las señalizaciones y la cantidad de letreros luminosos y delineadores disponibles.

3. **Planeamiento para la instalación de la señalización**

La planificación para realizar la instalación de señalización en las vías y tramos de operaciones mina del Tajo Ferrobamba se realiza en colaboración con la empresa especializada GMI, la cual previa coordinación nos proporciona los planos actualizados del tajo Ferrobamba con la información necesaria para poder identificar la ubicación exacta para realizar la instalación de la señalización previa coordinación con el área de operaciones mina y las prioridades que se dan durante la jornada de trabajo. En el caso de los delineadores la planificación se realizó utilizando la ubicación por GPS con ayuda de la aplicación móvil MAPS.ME teniendo un error de 1 a 2 metros.

- **Reuniones diarias de operaciones mina.** Es la reunión de los supervisores que realizan trabajos en operaciones mina y que se dan al final de la guardia. En esta reunión se informa de los avances del día y también se realizaba la planificación de trabajo para la siguiente jornada. En nuestro caso informamos el avance de la instalación de letreros y delineadores.

3.4.1.2. **Fase 2: Instalación de la señalización**

En esta fase se realiza la instalación de los delineadores y letreros reflectivos de acuerdo al planeamiento realizado anteriormente previa coordinación con los supervisores de área. A la vez también se priorizaba la instalación de letreros y delineadores en las áreas donde se presentaba mayor riesgo y se necesitaba tener la señalización instalada para facilitar los trabajos en el turno noche.

3.4.1.3. Fase 3: Mantenimiento y mejora continua

Al inicio de la fase de instalación, se tenía algunas dificultades al realizar las instalaciones debido a que en algunas vías y tramos existía mucha transitabilidad de equipos lo cual no nos permitía realizar los trabajos. Esto se mejoró al tener una comunicación más efectiva con los operadores de equipos a través del despacho y con el apoyo de los supervisores directos de MMG, los cuales lanzaban un mensaje por la radio advirtiéndolo que se están realizando trabajos de señalización en la vía y de esta manera darnos las facilidades para realizar la instalación o desinstalación. En esta fase se realizan las inspecciones y revisión de las señalizaciones en vías para su verificación y acciones correctivas para la mejora continua de esta implementación, además en temporadas de lluvias se debe realizar el monitoreo de la señalización debido a que los letreros y delineadores son tapados por el barro y no se pueden visualizar, para lo cual se debe realizar la limpieza inmediata de la señalización y de esta manera estar operativa.

3.5. VARIABLES A SER ANALIZADAS

3.5.1. Variable independiente (V.I.)

Implementación de señalización en las operaciones mina del tajo Ferrobamba en la minera Las Bambas - Apurímac.

3.5.2. Variable dependiente (V.D.)

Reducción de incidentes y accidentes en las operaciones mina del tajo Ferrobamba en la minera Las Bambas – Apurímac.

3.5.3. Operacionalización de variables

Tabla 1: Operacionalización de variables.

	VARIABLES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
INDEPENDIENTE	Implementación de señalización en las operaciones mina del tajo Ferrobamba en la minera Las Bambas - Apurímac.	Instalación de la señalización	<ul style="list-style-type: none"> • N° de letreros instalados. • N° de delineadores instalados.
DEPENDIENTE	Reducción de incidentes y accidentes en las operaciones mina del tajo Ferrobamba en la minera Las Bambas – Apurímac.	Identificación de peligros. Análisis de riesgos.	Número de incidentes y accidentes antes, durante y después de la implementación de señalización.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. EJECUCIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DE SEÑALIZACIÓN

La implementación de señalización, obedece al cuarto orden de jerarquía de control de riesgos (controles administrativos), el cual nos permite tener una herramienta importante para colaborar con la seguridad de los conductores y operadores que realizan sus actividades dentro de las vías y tramos de operaciones mina del tajo Ferrobamba. A lo largo de esta implementación, tras desarrollar cada una de las fases planteadas en el capítulo anterior, se vio una reducción progresiva en los incidentes y accidentes que se producían dentro de operaciones mina. A continuación le presentamos como se desarrollaron las fases de la implementación:

4.1.1. Antes de la implementación

Fase 1: Desarrollo, planeamiento y preparación

En esta fase se obtuvieron los datos preliminares como son la identificación de los peligros y análisis de riesgos, desarrollo de planos y preparación de los materiales necesarios para la instalación.

4.1.1.1. Identificación de peligros

En el trabajo de investigación la primera fase consistió en identificar los peligros relacionados a la falta de señalización en las vías y tramos de las operaciones mina del tajo Ferrobamba. A continuación presentamos una tabla con los peligros más significativos que se identificaron:

Tabla 2: Descripción de peligros.

N°	DESCRIPCIÓN DEL PELIGRO
1	Interacción de vehículos livianos con equipos auxiliares y maquinaria pesada
2	Descanso inadecuado del conductor y operador
3	Impericia y/o juventud del conductor y operador
4	Falta de conocimiento de las vías y tramos en operaciones mina
5	Exceso de velocidad de vehículos livianos, equipos y maquinaria pesada
6	Presencia de curvas cerradas, contra curvas, pendientes y puntos ciegos
7	Condiciones de vías y tramos (zona de derrumbes y presencia de reducciones de vía)

4.1.1.2. Análisis de riesgos

A través de la fase en la que se realizaron las observaciones, se ha efectuado un consolidado del nivel de daño que los peligros puedan o podrían causar al personal que trabaja en las vías y tramos de operaciones mina del tajo Ferrobamba.

Tabla 3: Análisis de riesgos.

N°	DESCRIPCIÓN DEL PELIGRO	RIESGO	CONSECUENCIA DEL RIESGO	NIVEL DE RIESGO
1	Interacción de vehículos livianos con equipos auxiliares y maquinaria pesada	<ul style="list-style-type: none"> •Choques por alcance o de frente •Atropellos •Volcaduras o cuneteos •Despistes o derrapes 	<ul style="list-style-type: none"> •Abolladuras en la unidad •Lesiones graves •Fatalidad simple o múltiple 	Alto
2	Descanso inadecuado del conductor y operador	<ul style="list-style-type: none"> •Choques por alcance o de frente •Atropellos •Volcaduras o cuneteos •Despistes o derrapes 	<ul style="list-style-type: none"> •Abolladuras en la unidad •Lesiones graves •Fatalidad simple o múltiple 	Alto
3	Impericia y/o juventud del conductor y operador	<ul style="list-style-type: none"> •Choques por alcance o de frente •Atropellos •Volcaduras o cuneteos •Despistes o derrapes 	<ul style="list-style-type: none"> •Abolladuras en la unidad •Lesiones graves •Fatalidad simple o múltiple 	Alto
4	Falta de conocimiento de las vías y tramos en operaciones mina	<ul style="list-style-type: none"> •Choques por alcance o de frente •Atropellos •Volcaduras o cuneteos •Despistes o derrapes 	<ul style="list-style-type: none"> •Abolladuras en la unidad •Lesiones graves •Fatalidad simple o múltiple 	Alto
5	Exceso de velocidad de vehículos livianos, equipos y maquinaria pesada	<ul style="list-style-type: none"> •Choques por alcance o de frente •Atropellos •Volcaduras o cuneteos •Despistes o derrapes 	<ul style="list-style-type: none"> •Abolladuras en la unidad •Lesiones graves •Fatalidad simple o múltiple 	Alto
6	Presencia de curvas cerradas, contra curvas, pendientes y puntos ciegos	<ul style="list-style-type: none"> •Choques por alcance o de frente •Atropellos •Volcaduras o cuneteos •Despistes o derrapes 	<ul style="list-style-type: none"> •Abolladuras en la unidad •Lesiones graves •Fatalidad simple o múltiple 	Alto
7	Condiciones de vías y tramos (zona de derrumbes y presencia de reducciones de vía)	<ul style="list-style-type: none"> •Choques por alcance o de frente •Choque con rocas •Volcaduras o cuneteos •Despistes o derrapes •Aplastamientos 	<ul style="list-style-type: none"> •Abolladuras en la unidad •Lesiones graves •Fatalidad simple o múltiple 	Alto

4.1.1.3. Incidentes y accidentes antes de la implementación

Se presentan las estadísticas durante los meses de agosto, setiembre y octubre del 2017, periodo en el que se realizó la primera fase de implementación.

Tabla 4: Estadística de incidentes y accidentes de agosto - octubre de 2017.

MES	INCIDENTES	ACCIDENTES		
		LEVES	INCAPACITANTE	MORTAL
AGOSTO (2017)	1	1	0	0
SETIEMBRE (2017)	5	3	1	0
OCTUBRE (2017)	3	1	0	1

De la tabla 4, podemos observar que durante los meses de agosto, setiembre y octubre, antes de realizar la implementación, se han acumulado un total de 8 incidentes y 5 accidentes reportados.

Tabla 5: Incidentes antes de la implementación.

ITEM	INCIDENTES	CANTIDAD
1	Cuasi choque por girar en U en zonas no autorizadas	1
2	Cuasi choque por invasión de carril	1
3	Cuasi choque por no ingresar al refugio	2
4	Cuasi choque por vías con puntos ciegos	3
5	Derrapes por exceso de velocidad	2
TOTAL		9

Tabla 6: Accidentes antes de la implementación.

ITEM	ACCIDENTES	CANTIDAD	
1	LEVES	• Choques	3
		• Volcadura o cuneteos	2
		• Despistes	0
2	INCAPACITANTES	• Choques	0
		• Volcadura o cuneteos	1
		• Despistes	0
3	MORTALES	• Choques	0
		• Volcadura o cuneteos	0
		• Despistes o caídas	1
TOTAL		7	

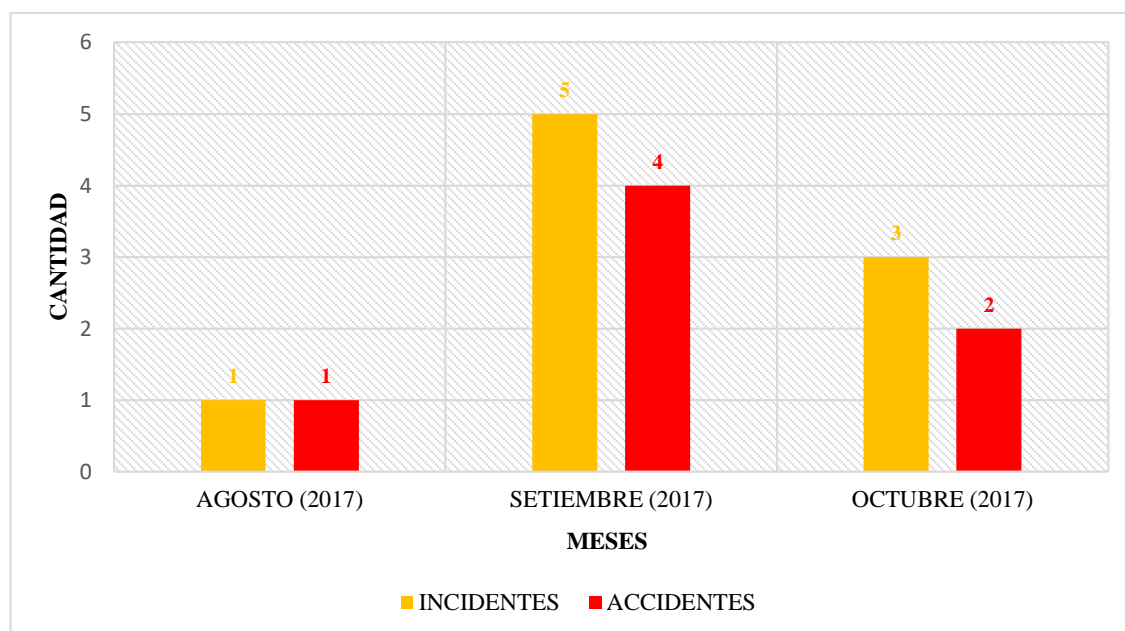


Figura 25: Gráfico de incidentes y accidentes antes de la implementación.

4.1.2. Durante la implementación

Fase 2: Instalación de señalización

En la fase 2 se realizó la instalación de letreros, delineadores y espejos convexos la cual se desarrolló desde el 2 de noviembre del 2017 al 31 de enero del 2018.

4.1.2.1. Instalación de letreros reflectivos

La instalación de letreros en las vías y tramos de operaciones mina del tajo Ferrobamba están definidos por la ubicación que se proporcionan en los planos que anteriormente se definieron en la planificación y también a la necesidad que se requiera en el momento, para ello el equipo de trabajo debe estar a disposición durante toda la guardia.

Para realizar la instalación de letreros reflectivos es necesario contar con el siguiente personal y herramientas:

1. Personal. Para realizar la instalación de delineadores se requiere:

- 01 supervisor
- 02 civiles
- 01 vigía de tránsito acreditado
- 01 conductor habilitado para operaciones mina

2. Equipos, materiales y herramientas

- Camioneta 4x4 habilitada para ingreso a operaciones mina.
- Letreros reflectivos
- Cilindros
- Cáncamos de 1 metro de longitud.
- Paletas de pare y siga
- Llaves mixtas
- Combas
- Nivel de mano
- Barretas
- Picos
- Palas
- Escalera telescópica

4.1.2.1.1. Procedimiento de instalación de letreros reflectivos

El procedimiento para realizar la instalación de los letreros reflectivos consta de 8 pasos los cuales son:

1. Documentación para inicio de trabajo. Antes del inicio de trabajo de instalación se deben tener la siguiente documentación:

- Autorización para trabajar APT
- Anexo 18
- IPERC Continuo
- Autorización para trabajo en altura
- PETS
- Check list de herramientas y arnés

2. Traslado de herramientas. Realizar el traslado de las herramientas necesarias para realizar la tarea.

3. Delimitación del área de trabajo. Se debe colocar conos para delimitar el área de trabajo, además se debe contar con un vigía de tránsito acreditado el cual debe tener las paletas de pare y siga.

4. Ascenso y descenso del muro de seguridad. El personal involucrado ascenderá y descenderá del muro de seguridad de las vías mediante escaleras telescópicas la cual estará sujeta a estacas fijas y para evitar su deslizamiento. La escalera deberá exceder en 1 metro la superficie del muro de seguridad.

5. **Instalación de cáncamos en el muro de seguridad.** Se coloca a un observador al pie del muro de seguridad, luego pondremos la escalera para ascender y poner los cáncamos en la superficie de trabajo como punto de anclaje. Una vez el personal está ubicado en la plataforma de trabajo (cresta del muro de seguridad), se debe mantener en todo momento anclado a los cáncamos instalados usando arnés y línea de restricción para dar inicio a la tarea.
6. **Apertura de agujeros para la colocación de cilindro.** Una vez realizado el trazo se procede a realizar al excavación manual con picos, palas y barretas. Esta excavación debe tener una profundidad de 60 cm.
7. **Instalación de letreros.** El personal involucrado comenzara a ensamblar el letrero de ser necesario, luego subirán el letrero al muro de seguridad en donde se mantendrá comunicación efectiva para levantar el letrero e introducirlo dentro del cilindro. Posteriormente se procederá a llenar el cilindro con material detrítico para afirmarlo a la superficie y concluir con la instalación.
8. **Fin de la tarea.** Se realiza el orden y limpieza del área de trabajo.

4.1.2.2. Instalación de delineadores

La instalación de delineadores se llevara acabo de acuerdo al planeamiento establecido y su ubicación está definida por ubicaciones de GPS e instaladas con la ayuda de la aplicación MAPS.ME y para ello es necesario contar con lo siguiente:

1. **Personal.** Para realizar la instalación de letreros se requiere:
 - 01 supervisor
 - 02 civiles

- 01 vigía de tránsito acreditado
- 01 conductor habilitado para operaciones mina
- 2. Equipos, materiales y herramientas**
- Camioneta 4x4 habilitado para ingreso a operaciones mina.
- Delineadores
- Cáncamos de 1 metro de longitud.
- Paletas de pare y siga
- Llaves mixtas
- Combas
- Nivel de mano
- Barretas
- Picos
- Palas
- Escalera telescópica
- Celular con GPS y app MAPS.ME

4.1.2.2.1. Procedimiento de instalación de delineadores

El procedimiento para realizar la instalación de los delineadores consta de 9 pasos los cuales son:

1. **Verificación del área de trabajo.** Realizar la inspección del área de trabajo para identificar peligros y riesgos.
2. **Documentación para inicio de trabajo.** Antes del inicio de trabajo de instalación se deben tener la siguiente documentación:
 - Autorización para trabajar APT
 - Anexo 18
 - IPERC Continuo
 - Autorización para trabajo en altura
 - PETS
 - Check list de herramientas y arnés
3. **Traslado de herramientas.** Realizar el traslado de las herramientas necesarias para realizar la tarea.
4. **Delimitación del área de trabajo.** Se debe colocar conos para delimitar el área de trabajo, además se debe contar con un vigía de tránsito acreditado el cual debe tener las paletas de pare y siga.
5. **Ascenso y descenso del muro de seguridad.** El personal involucrado ascenderá y descenderá del muro de seguridad de las vías mediante escaleras telescópicas la cual estará sujeta a estacas fijas y para evitar su deslizamiento. La escalera deberá exceder en 1 metro la superficie del muro de seguridad.
6. **Instalación de cáncamos en el muro de seguridad.** Se coloca a un observador al pie del muro de seguridad, luego pondremos la escalera para ascender y poner

los cáncamos en la superficie de trabajo como punto de anclaje. Una vez el personal está ubicado en la plataforma de trabajo (cresta del muro de seguridad), se debe mantener en todo momento anclado a los cáncamos instalados usando arnés y línea de restricción para dar inicio a la tarea.

7. **Apertura de agujeros para la colocación del delineador.** Una vez realizado el trazo se procede a realizar al excavación manual con picos, palas y barretas. Esta excavación debe tener una profundidad de 20 cm.
8. **Instalación de delineadores.** El personal involucrado comenzara a ascender al muro de seguridad en donde se colocara el delineador. Posteriormente se procederá a compactar el suelo para afirmarlo y terminar con la instalación.
9. **Fin de la tarea.** Se realiza el orden y limpieza del área de trabajo.

4.1.2.3. Incidentes y accidentes durante la implementación

Se presentan las estadísticas durante los meses de noviembre y diciembre del 2017 y enero de 2018, periodo que duro la instalación de la señalización en las operaciones mina del tajo Ferrobamba.

Tabla 7: Estadística de incidentes y accidentes de noviembre y diciembre de 2017.

MES	INCIDENTES	ACCIDENTES		
		LEVES	INCAPACITANTE	MORTAL
NOVIEMBRE (2017)	1	1	0	0
DICIEMBRE (2017)	1	0	1	0
ENERO (2018)	2	2	0	0

De la tabla 7, podemos observar que en los meses que duró la instalación, se redujo la cantidad de incidentes y accidentes a 4 y 4 respectivamente.

Tabla 8: Incidentes durante la implementación.

ITEM	INCIDENTES	CANTIDAD
1	Cuasi choque por girar en U en zonas no autorizadas	0
2	Cuasi choque por invasión de carril	1
3	Cuasi choque por no ingresar al refugio	0
4	Cuasi choque por vías con puntos ciegos	2
5	Derrapes por exceso de velocidad	1
TOTAL		4

Tabla 9: Accidentes durante la implementación.

ITEM	ACCIDENTES	CANTIDAD	
1	LEVES	• Choques	2
		• Volcadura o cuneteos	1
		• Despistes	0
2	INCAPACITANTES	• Choques	1
		• Volcadura o cuneteos	0
		• Despistes	0
3	MORTALES	• Choques	0
		• Volcadura o cuneteos	0
		• Despistes o caídas	0
TOTAL		4	

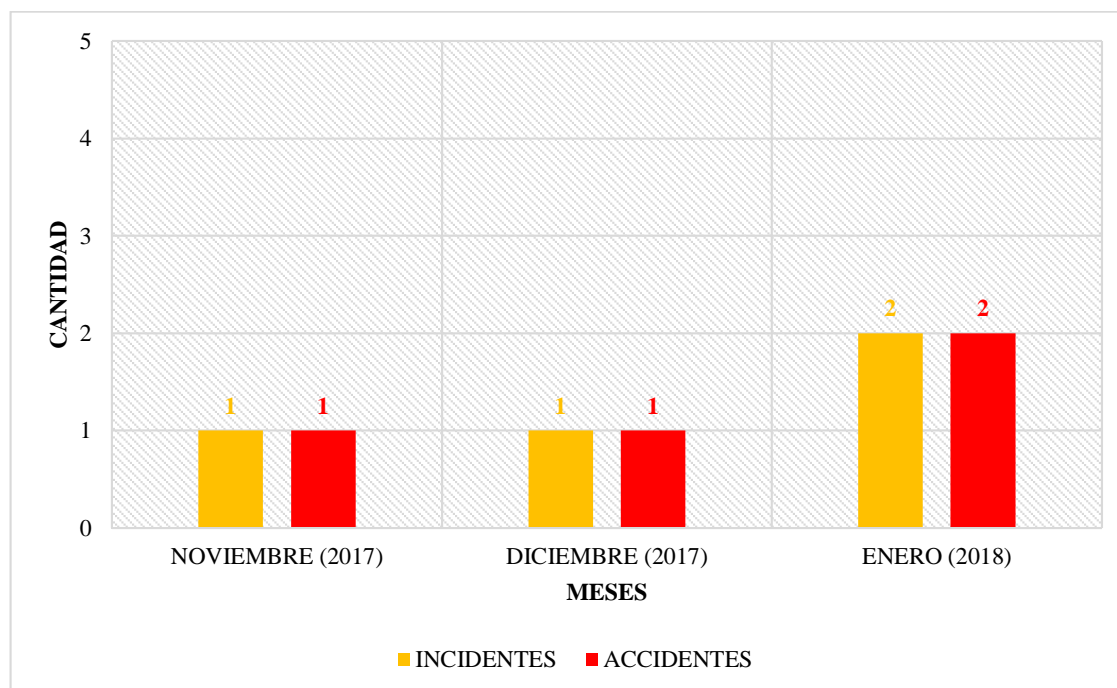


Figura 26: Gráfico de incidentes y accidentes durante la implementación.

4.1.3. Después de la implementación

Fase 3: Mantenimiento y mejora continua

La fase 3 consiste en revisar la eficacia y fallas de la implementación con inspecciones de campo por parte de supervisión de operaciones mina. Esta fase se desarrolló del 01 de febrero al 31 de agosto del 2018.

Durante el desarrollo de las fases de implementación también se notó una mejora en la transitabilidad y fluidez de los vehículos y equipos en las vías y tramos de las operaciones mina del tajo Ferrobamba.

4.1.3.1. Incidentes y accidentes después de la implementación

Después de realizada la implementación de la señalización tenemos los siguientes resultados:

Tabla 10: Estadísticas de incidentes ya accidentes de febrero - agosto de 2018.

MES	INCIDENTES	ACCIDENTES		
		LEVES	INCAPACITANTE	MORTAL
FEBRERO (2018)	0	0	0	0
MARZO (2018)	1	0	0	0
ABRIL (2018)	0	0	0	0
MAYO (2018)	0	0	0	0
JUNIO (2018)	0	1	0	0
JULIO (2018)	1	0	1	0
AGOSTO (2018)	0	1	0	0

De la tabla 10, podemos analizar que después de realizada la implementación se ve una reducción notable ya que solo se registraron 2 incidente y 3 accidentes.

Tabla 11: Incidentes después de la implementación.

ITEM	INCIDENTES	CANTIDAD
1	Cuasi choque por girar en U en zonas no autorizadas	0
2	Cuasi choque por invasión de carril	0
3	Cuasi choque por no ingresar al refugio	1
4	Cuasi choque por vías con puntos ciegos	1
5	Derrapes por exceso de velocidad	0
TOTAL		2

Tabla 12: Accidentes después de la implementación.

ITEM	ACCIDENTES	CANTIDAD	
1	LEVES	• Choques	1
		• Volcadura o cuneteos	1
		• Despistes	0
2	INCAPACITANTES	• Choques	1
		• Volcadura o cuneteos	0
		• Despistes	0
3	MORTALES	• Choques	0
		• Volcadura o cuneteos	0
		• Despistes o caídas	0
TOTAL		3	

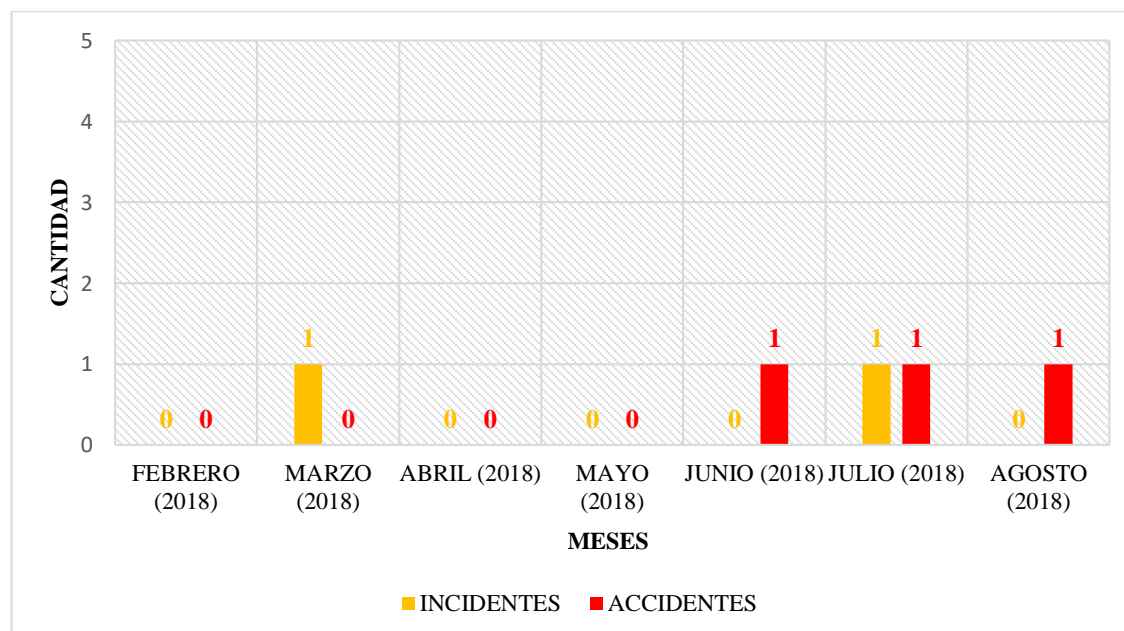


Figura 27: Gráfico de incidentes y accidentes después de la implementación.

4.2. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

A lo largo del tiempo que duro la implementación de la señalización en las vías y tramos de operaciones mina del tajo Ferrobamba podemos decir que:

1. Los incidentes en las vías y tramos de operaciones mina del tajo Ferrobamba, entre el antes y después de la implementación, se redujo en un 84.6%.
2. Los accidentes en las vías y tramos de operaciones mina del tajo Ferrobamba, entre el antes y después de la implementación, se redujo en un 76.9%.

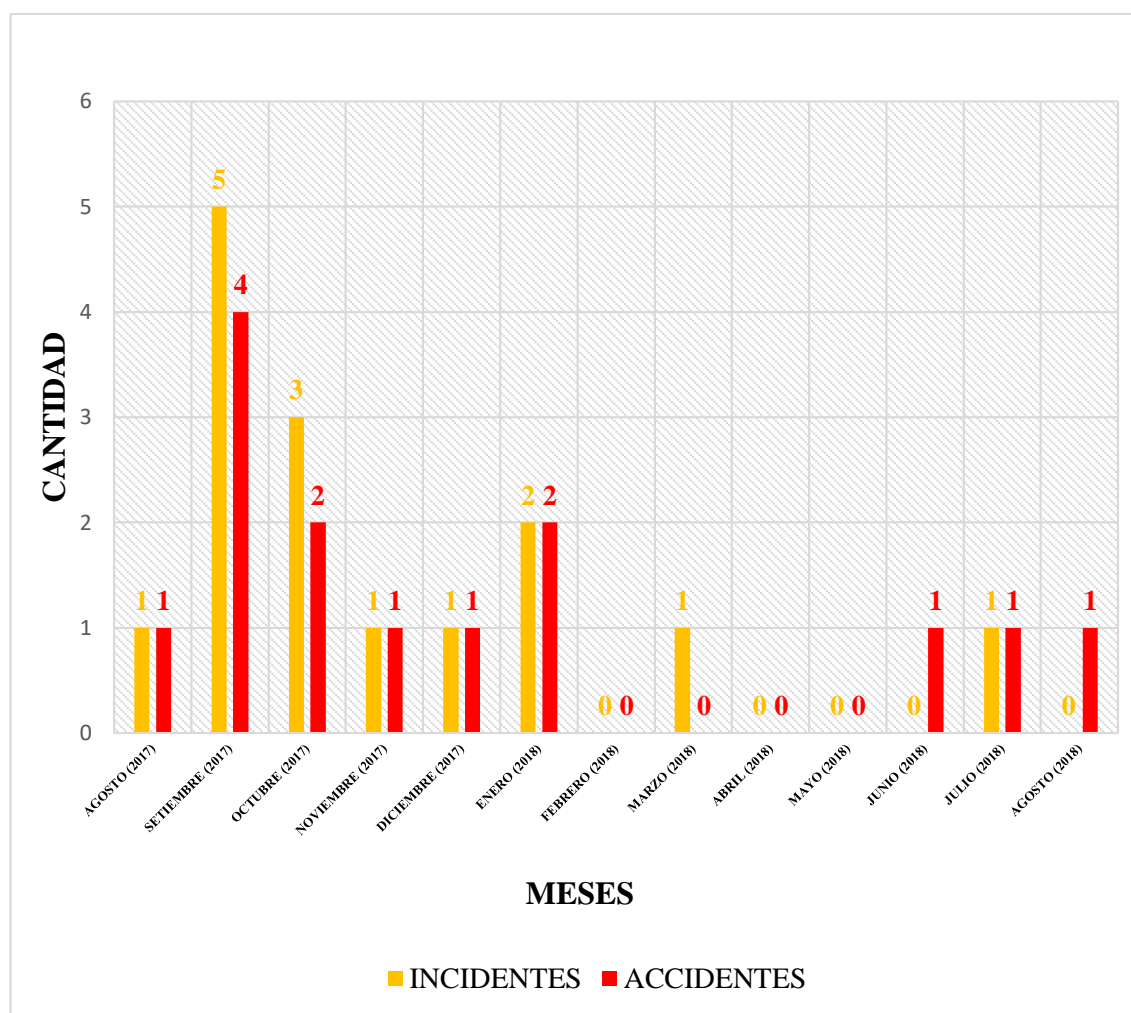


Figura 28: Interpretación de resultados.

Tabla 13: Comparación entre el antes y después de la implementación.

ITEM	RESULTADOS	INCIDENTES	ACCIDENTES
1	Antes y durante la implementación	13	11
2	Después de la implementación	2	3
% DE REDUCCION		84.6%	76.9%

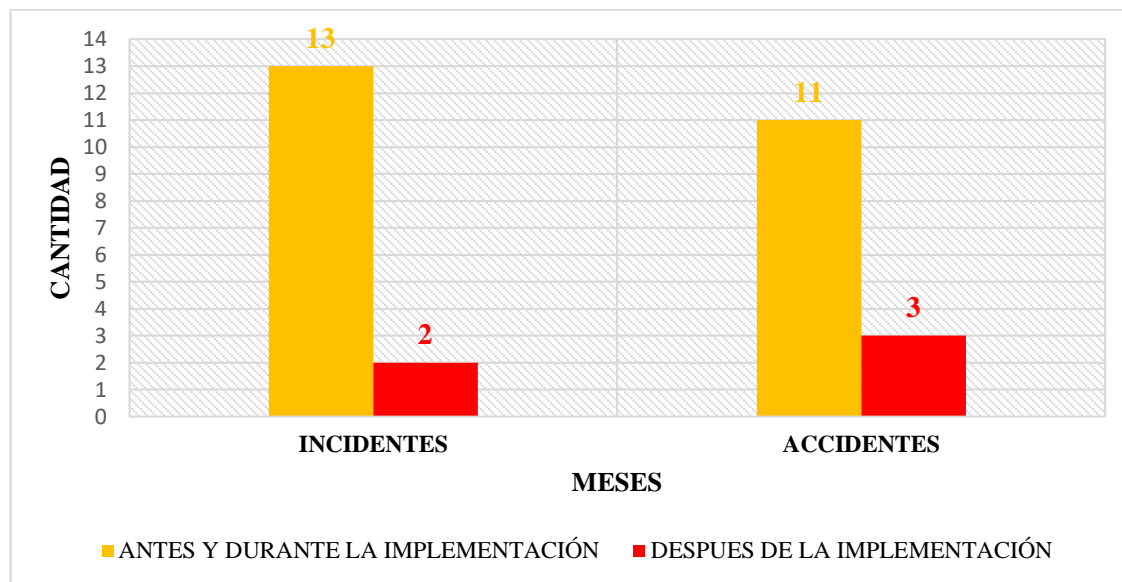


Figura 29: Gráfico de comparación entre el antes y después de la implementación.

4.3. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

4.3.1. Contrastación de la hipótesis general

H₀: Mediante la implementación de señalización se reducirán los incidentes y accidentes en las vías y tramos de operaciones mina del tajo Ferrobamba en la minera Las Bambas – Apurímac.

Se afirma que al implementar la señalización se redujeron los incidentes y accidentes en las vías y tramos de operaciones mina del tajo Ferrobamba al realizar una correcta y planificada instalación de letreros reflectivos, espejos convexos y delineadores.

4.3.2. Contrastación de hipótesis específicas

H₁: Conociendo los peligros nos permitirá analizar los riesgos en las vías y tramos de operaciones mina del tajo Ferrobamba en la minera Las Bambas - Apurímac.

Se afirma que realizando una correcta identificación de los peligros en las vías y tramos de operaciones mina del tajo Ferrobamba, nos permite analizar con más detalle los riesgos y de esta forma poder tomar las medidas correctivas para controlarlos.

H₂: Controlando los riesgos, nos permitirá reducir los incidentes y accidentes en las vías y tramos de operaciones mina del tajo Ferrobamba en la minera Las Bambas - Apurímac.

Se afirma que realizando un buen control de los riesgos en las vías y tramos de operaciones mina, se ha podido reducir los incidentes y accidentes que se producían en esta área.

4.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

(Gómez, 2015) citada en el subitem de antecedentes de esta investigación, concluye que: *“La escasa señalización vial en la ciudad de Huehuetenango es una de las principales causas de los accidentes de tránsito, por lo cual es importante la implementación y colocación de señales de peligro, reglamentarias e indicativas, además de marcas longitudinales y transversales que permitan un mejor ordenamiento del tránsito vehicular y contribuir así significativamente a la reducción de accidentes.”*

De esta conclusión se deduce que, la escasa señalización es una de las principales causas de accidentes, por lo que realizar una buena implementación de señalización ayuda

a reglamentar las vías de estudio y contribuyen significativamente a la reducción de accidentes.

(Narva & Ponce, 2014) citada en el subitem de antecedentes de esta investigación, concluye que: *“Se evaluaron los riesgos potenciales en la vía en estudio, con los que se encontró los puntos críticos de la misma.”*

De esta conclusión se deduce que es muy importante realizar el análisis de riesgos potenciales que se tiene en el área de estudio para poder realizar un buen control de los riesgos.

(Solano, 2018) citada en el subitem de antecedentes de esta investigación, concluye que: *“Se identificó las zonas con mayor índice de accidentabilidad concluyendo que el tramo N° VI, es el más crítico, con 17.56 mvk, debido a una inadecuada señalización vial, que en todos los tramos en estudio se requiere la implementación de señalización vial, ya que poseen un índice de accidentabilidad de la siguiente manera: tramo I 13.05 mvk, tramo II 5.50 mvk, tramo III 7.54 mvk, tramo IV 2.92 mvk, tramo V 3.54mvk, tramo VI 17.56 mvk y que se elaboró una propuesta de implementación de señalización vial para los tramos de estudio con el objeto de disminuir los índices de accidentabilidad, instalando 158 señales preventivas, 59 señales reglamentarias, 25 señales de información.”*

Desde nuestra investigación en lo que respecta a las zonas con más índice de accidentabilidad, se realizó la implementación de señalización en todas las vías y tramos de operaciones mina sin tomar en cuenta el índice de accidentabilidad en cada vía y tramo de operaciones mina, debido a que se realizó un trabajo general para analizar y comparar la cantidad de los incidentes y accidentes que se producían antes, durante y después de la implementación de señalización.

CONCLUSIONES

PRIMERA: A través de la implementación de señalización en las vías y tramos de operaciones mina del tajo Ferrobamba, se logró la reducción de incidentes y de accidentes de trabajo en un 84.6% y 76.9% respectivamente, mediante la instalación de señales verticales como letreros reflectivos (preventivos, reglamentarios, informativos y transitorios) y delineadores en todos las vías y tramos que presentaban mayor cantidad de peligros y riesgos para los conductores, operadores y trabajadores que realizan sus trabajos en esta área.

SEGUNDA: Con la implementación de la señalización, se ha logrado identificar los peligros más significativos que existen en las vías y tramos de operaciones mina del tajo Ferrobamba los cuales son:

- La interacción de vehículos livianos con equipos auxiliares y maquinaria pesada.
- La influencia de la fatiga y somnolencia en conductores y operadores.
- La conducta, experiencia y respeto frente a la señalización.

TERCERA: Finalmente el resultado del proceso de implementación de señalización en las vías y tramos de operaciones mina del tajo Ferrobamba, fueron positivas, porque se lograron reducir los incidentes y accidentes al identificar los peligros potenciales y posteriormente controlarlos aplicando la cuarta jerarquía de control de riesgos que consistió en realizar la instalación de letreros reflectivos de tipo preventivos, reglamentarios, informativos, transitorios así como la instalación de delineadores en todas las vías y tramos del tajo Ferrobamba.

RECOMENDACIONES

PRIMERA: Para determinar la efectividad de la implementación de señalización es necesario realizar inspecciones y auditorias que permitan establecer las no conformidades y realizar el respectivo seguimiento para lograr las metas y la mejora continua de la seguridad con respecto a la señalización de vías y tramos en el tajo Ferrobamba.

SEGUNDA: El proceso de implementación de señalización debe desarrollarse de manera constante y tener el compromiso de mejora continua, además se debe concientizar a los trabajadores respecto a la existencia de peligros que existen en las vías y tramos y de esta manera puedan aplicar las medidas preventivas para afrontar dichos peligros.

TERCERA: Todos los niveles jerárquicos de la organización deben estar comprometidos con la implementación de señalización, para que se cumplan con los objetivos establecidos por la minera Las Bambas.

BIBLIOGRAFÍA

- Davis, J. (2017). *Seguridad en práctica: herramienta de gestión de riesgos para organizaciones de ayuda humanitaria*. European Interagency Security Forum.
- Delgado, J. (2012). *Señalización y orientación en las operaciones mineras*. ISEM. Recuperado de www.revistaseguridadminera.com.
- D.S. 024-2016-EM (2016). *Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería*. Lima, Perú. Ministerio de Energía y Minas.
- D.S. 023-2017-EM (2017). *Modificación del Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería D.S. 024-EM*. Ministerio de Energía y Minas. Lima, Perú.
- Fernández, C. (2013). *Señalización y seguridad vial carretera interoceánica tramo IV*. Lima. Universidad de San Martín de Porres.
- Gómez, A. (2015). *La necesidad de la implementación de señalización vial para la prevención de accidentes de tránsito en la ciudad de Huehuetenango*. Huehuetenango, Guatemala. Universidad Rafael Landívar.
- Llenque, F. (2016). *El ciclo Deming: la mejora continua*. Chimbote. La Columna del Día.
- Minera Las Bambas (2016). *Reglamento Interno de Seguridad y Salud Ocupacional*. Apurímac.
- Narva, A. y Ponce, E. (2014). *Evaluación de los riesgos potenciales en carreteras por carencia de señalizaciones y propuesta de solución para la carretera Quinua –*

San Francisco (Km. 26 + 000 – Km. 78 + 500). Trujillo. Universidad Privada Antenor Orrego.

Norma Técnica Peruana 399.010-1: 2015. *SEÑALES DE SEGURIDAD. Colores, símbolos, formas y dimensiones de señales de seguridad. Lima. Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI.*

OHSAS 18001:2017. *Sistema de gestión de la seguridad y salud ocupacional – Requisitos versión en español. SGS Colombia.*

Paredes, A. (2012). *Gestión de la seguridad y salud en el trabajo. Cuba. Recuperado de www.gestiopolis.com.*

Ramos, J. (2017). *Implementación de herramienta de gestión IPERC para minimizar los incidentes y accidentes en la planta de beneficio de minerales de la Cooperativa Minera Metalúrgica CENAQUIMP-Rinconada. Puno. Universidad Nacional del Altiplano, Puno.*

Resolución Directoral N°16-2016-MTC/14 (2016). *Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras. Lima. Ministerio de Transportes y Comunicaciones.*

Rosas, E. (2018). *Proceso de mejora del programa de observadores para optimizar la gestión de seguridad y reducir la accidentabilidad en Compañía Minería Raura. Universidad Nacional San Agustín, Arequipa.*

Solano, J. (2018). *Implementación de señalización de tránsito para la prevención de accidentes en las avenidas Mesones Muro y Pakamuros de la ciudad de Jaén. Cajamarca. Universidad Nacional de Cajamarca.*

Superintendencia de Salud Y Seguridad SMCV. (2015). *Reglamento General de Transito de SMCV*. Arequipa. Sociedad Minera Cerro Verde.

Villegas, M. (2016). *Implementación del programa Yo Aseguro basado en el comportamiento humano para la reducción de accidentes – ALS PERÚ S.A. – Las Bambas*. Universidad Nacional San Agustín, Arequipa.

ANEXOS