



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica

Escuela Profesional de Ingeniería de Minas

**Aplicación de la metodología Bow Tie para la gestión de
controles críticos en uso de equipos móviles en la Unidad
Minera Alpamarca, 2023**

TESIS

Para optar el Título Profesional de Ingeniero de Minas

AUTOR

Edinzon David MAMANI OLIVEROS

ASESOR

Mg. Carlos Enrique RODRÍGUEZ VIGO

Lima, Perú

2025



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Mamani, E. (2025). *Aplicación de la metodología Bow Tie para la gestión de controles críticos en uso de equipos móviles en la Unidad Minera Alpamarca, 2023*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, Escuela Profesional de Ingeniería de Minas]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Edinzon David Mamani Oliveros
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	75781126
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0001-4136-149X
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Carlos Enrique Rodríguez Vigo
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	21555151
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-8865-525X
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Mario Fernando Cedrón Lassús
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	08801853
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Alejandro Mena Ayala
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	10451517
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Victor Hugo Ramírez Ponce
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	06163701

Datos de investigación	
Línea de investigación	C.0.6.7. Seguridad Minera y Gestión del Riesgo
Grupo de investigación	No Aplica
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Junín Provincia: Yauli Distrito: Santa Bárbara de Carhuacayán Latitud: -11.21642 Longitud: -76.45416
Año o rango de años en que se realizó la investigación	2022 - 2023
URL de disciplinas OCDE	Minería, Procesamiento de minerales https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.07.05



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
Universidad del Perú - Decana de América
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA, METALÚRGICA Y GEOGRÁFICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS

"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO DE MINAS**

En el auditorio de la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, el martes 3, de Junio del 2025 siendo las 15:30 horas, en presencia de los Señores Docentes designados como Miembros del Jurado Calificador:

MG. CEDRÓN LASSÚS, MARIO FERNANDO
DR. MENA AYALA, ALEJANDRO
ING. RAMÍREZ PONCE, VICTOR HUGO

(PRESIDENTE)
(SECRETARIO)
(MIEMBRO)

Reunidos para el Acto Académico Público de la Sustentación de la TESIS Titulada: "**APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BOW TIE PARA LA GESTIÓN DE CONTROLES CRÍTICOS EN USO DE EQUIPOS MÓVILES EN LA UNIDAD MINERA ALPAMARCA, 2023**" presentada por Don: **EDINZON DAVID MAMANI OLIVEROS**, Bachiller en Ingeniería Minas, para la obtención del Título Profesional de Ingeniero de Minas.

Los miembros del Jurado Calificador, escuchada la sustentación respectiva, plantearon al graduando las observaciones pertinentes, que fueron absueltas a:

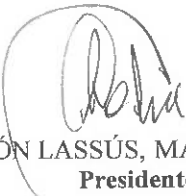
..... *Satisfacción*

Concluida la Sustentación de Tesis, el Jurado procedió a evaluar y calificar según el reglamento vigente, cuyo resultado fue la nota de: *17 (Diecisiete)*

Habiendo sido aprobada la Sustentación de la Tesis por el Jurado Calificador, el Presidente del Jurado, recomienda que la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, otorgue el **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE MINAS**, a Don: **EDINZON DAVID MAMANI OLIVEROS**.

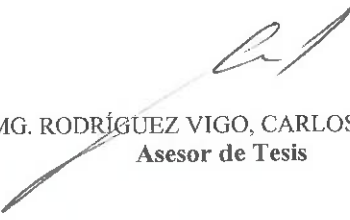
Siendo las *4, 20pm* horas, se dió por concluido el acto académico, expidiéndose cinco (5) Actas Originales de la Sustentación de Tesis.

Lima, 3 de junio del 2025


MG. CEDRÓN LASSÚS, MARIO FERNANDO
Presidente


DR. MENA AYALA, ALEJANDRO
Secretario


ING. RAMÍREZ PONCE, VICTOR HUGO
Miembro


MG. RODRÍGUEZ VIGO, CARLOS ENRIQUE
Asesor de Tesis



Anexo 1
CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo, Carlos Enrique Rodríguez Vigo en mi condición de asesor acreditado con la RESOLUCION RECTORAL N° 004453-2022-R/UNMSM de la tesis, cuyo título es “APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BOW TIE PARA LA GESTIÓN DE CONTROLES CRÍTICOS EN USO DE EQUIPOS MÓVILES EN LA UNIDAD MINERA ALPAMARCA, 2023” presentado por el bachiller EDINZON DAVID MAMANI OLIVEROS para optar el título de Ingeniero de Minas CERTIFICO que se ha cumplido con lo establecido en la Directiva de Originalidad y de Similitud de la Tesis. Según la revisión, análisis y evaluación mediante el software de similitud textual, el documento evaluado cuenta con el 7 % de similitud, nivel PERMITIDO para continuar con los trámites correspondientes y para su **publicación en el repositorio institucional**.

Se emite el presente certificado en cumplimiento de lo establecido en las normas vigentes, como uno de los requisitos para la obtención del título correspondiente.

Lima, 8 de mayo de 2025

Firma del Asesor

Nombres y Apellidos del asesor: Carlos Enrique Rodríguez Vigo

DNI: 21555151

* Según corresponda: bachiller, magíster, doctor; título profesional o título de segunda especialidad

La vigencia del presente certificado corresponde a un período de noventa (90) días desde la fecha de su emisión; siempre que no haya observaciones en el texto durante el proceso de revisión por el jurado informante o surja alguna contingencia.

DEDIDACATORIA

Este trabajo de investigación está dedicado a mi familia, quienes han sido fundamentales en mi formación y en el desarrollo de la persona que soy hoy en día. Muchos de mis logros son resultado de su apoyo y orientación.

AGRADECIMIENTO

Agradezco al equipo de la Unidad Minera Alpamarca de Compañía Minera Chungar SAC por brindarme la información pertinente para la elaboración del presente trabajo de investigación y sus conocimientos brindados, en especial al Ing. Edgardo Zamora Perez, Gerente de Operaciones de la Unidad Minera Alpamarca.

Agradezco especialmente a mi asesor por proporcionar las directrices fundamentales para llevar a cabo esta investigación. Asimismo, expreso mi sincero reconocimiento a todas las personas que, de manera indirecta, contribuyeron al desarrollo de este trabajo.

RESUMEN

La administración de controles críticos en el sector minero es esencial para evitar incidentes y asegurar operaciones seguras. En la Unidad Minera Alpamarca se detectó la necesidad de perfeccionar la gestión de riesgos, debido al aumento de eventos no deseados. El objetivo principal de la investigación fue implementar la metodología Bow Tie para mejorar la identificación, ejecución y seguimiento de dichos controles críticos.

Se adoptó un diseño cuantitativo no experimental, descriptivo y orientado a la aplicación práctica. La investigación incluyó la recolección de datos históricos de seguridad correspondientes al periodo entre 2020 y 2023, así como la conformación de equipos multidisciplinarios y la puesta en marcha del método Bow Tie. Los indicadores fundamentales evaluados fueron el índice de frecuencia (IF), el índice de severidad (IS) y el índice de accidentabilidad (IA).

Los resultados obtenidos en 2023 reflejaron una disminución del 12.3% en el IF en comparación con el año anterior, lo que evidencia una mejora considerable en la gestión de la seguridad. Esto permite concluir que la aplicación de la metodología Bow Tie contribuyó a estructurar de manera más efectiva los controles críticos, optimizando su funcionamiento y monitoreo. Para afianzar estos avances, es imprescindible continuar con la capacitación del personal, la incorporación de tecnologías para la supervisión y la estandarización de procesos, asegurando así la continuidad de las mejoras en seguridad minera.

Palabras clave: Gestión de riesgos, Metodología Bow Tie, Gestión de controles críticos y Índices de Seguridad

ABSTRACT

The management of critical controls in the mining sector is essential to avoid incidents and ensure safe operations. At the Alpamarca Mining Unit, the need to improve risk management was detected due to the increase of undesired events. The main objective of the research was to implement the Bow Tie methodology to improve the identification, execution and follow-up of these critical controls.

A non-experimental, descriptive and application-oriented quantitative design was adopted. The research included the collection of historical safety data corresponding to the period between 2020 and 2023, as well as the formation of multidisciplinary teams and the implementation of the Bow Tie method. The key indicators evaluated were the frequency index (FI), the severity index (SI) and the accident rate (AI).

The results obtained in 2023 reflected a 12.3% decrease in FI compared to the previous year, which shows a considerable improvement in security management. This leads to the conclusion that the application of the Bow Tie methodology contributed to a more effective structuring of critical controls, optimizing their operation and monitoring. To consolidate this progress, it is essential to continue with personnel training, the incorporation of advanced technologies for supervision and the standardization of processes, thus ensuring the continuity of improvements in mining safety.

Keywords: Risk management, Bow Tie a, Management of critical controls and Safety Indices.

ÍNDICE

Capítulo I: Introducción.....	1
1.1. Introducción.....	1
1.2 Planteamiento del Problema	2
1.2.1. Descripción de la Problemática	2
1.2.2. Formulación del Problema.....	5
1.3. Objetivos de la Investigación	5
1.4. Importancia y Alcance de la Investigación	6
1.5. Limitaciones de la Investigación.....	7
Capítulo II: Marco Teórico	7
2.1. Antecedentes de la Investigación.....	7
2.2. Bases Teóricas	13
2.2.1. Aplicación de la Metodología Bow Tie.....	13
2.2.1.1. Formación de equipos multidisciplinarios	14
2.2.1.2. Elaboración del Bow Tie.....	14
2.2.1.3. Ejecución del Bow Tie	19
2.2.2. Gestión de controles críticos.....	20
2.2.2.1. Implementación y Monitoreo de Controles Críticos	22
2.2.2.2. Disminución de eventos Top.....	23
2.2.2.3. Índices de seguridad de Equipos Móviles	24
2.3. Definición de Términos	25

Capítulo III: Hipótesis y Variables	27
3.1. Hipótesis	27
3.1.1. Hipótesis General.....	27
3.1.2. Hipótesis Específicas	27
3.2. Variables	27
3.3. Operacionalización de Variables.....	30
Capítulo IV: Materiales Y Métodos.....	32
4.1. Área de Estudio.....	32
4.1.1. Ubicación y acceso	33
4.1.2. Clima.....	34
4.2. Diseño Investigación.....	35
4.3. Población y Muestra	36
4.4. Procedimiento, Técnicas e Instrumentos de Recolección de Información	36
4.4.1. Procedimientos.....	36
4.4.2. Técnicas	37
4.4.3. Instrumentos	37
4.5. Análisis Estadístico.....	38
Capítulo V: Resultados	38
5.1. Metodología Bow Tie.....	38
5.1.1. Formación de Equipos Multidisciplinarios.....	38
5.1.1.1. Número de representantes de las áreas de trabajo vinculadas a equipos móviles	39

5.1.1.2. Número de especialistas en gestión de controles críticos.....	39
5.1.1.3. Promedio de las evaluaciones de las habilidades y conocimientos de los representantes	40
5.1.1.4. Número de capacitaciones anuales.....	41
5.1.1.5. Número de capacitados programados y ejecutados.....	41
5.1.2. Elaboración del Bow Tie	41
5.1.2.1. Número de eventos top identificados	43
5.1.2.2. Numero de causas y consecuencias identificadas	44
5.1.2.3. Número de controles críticos propuestos	45
5.1.2.4. Número de estándares de desempeño definidos.....	47
5.1.2.5. Porcentaje de aprobación del Bow Tie por el equipo multidisciplinario ...	64
5.1.3. Ejecución del Bow Tie.....	66
5.1.3.1. Número de controles críticos identificados	67
5.1.3.2. Número de estándares de desempeño cumplidos	70
5.1.3.3. Número de fallas o brechas técnicas en los controles críticos	71
5.2. Gestión de controles críticos en Equipos Móviles.....	72
5.2.1. Implementación y Monitoreo de Controles Críticos.....	73
5.2.1.1. Porcentaje de controles críticos implementados	74
5.2.1.2. Tiempo total empleado en el monitoreo de los controles críticos.....	75
5.2.1.3. Frecuencia de monitoreo de los controles críticos	76
5.2.1.4. Verificaciones realizadas entre verificaciones planificadas	81
5.2.2. Disminución de eventos Top en Minería.....	81

5.2.2.1. Porcentaje de eventos top mitigados	83
5.2.3. Índices de seguridad de Equipos Móviles.....	84
5.2.3.1. Índices de Frecuencia, Severidad y Accidentabilidad relacionados a Equipos Móviles durante el 2023	85
5.2.3.2. Índices de Frecuencia, Severidad y Accidentabilidad relacionados a Equipos Móviles durante el 2020-2023.....	89
Prueba de hipótesis	95
Discusión de Resultados	96
Conclusiones	99
Recomendaciones	101
Referencias Bibliográficas.....	102
Anexos	104

Capítulo I: Introducción

1.1. Introducción

La seguridad en el ámbito minero es fundamental, por lo que se requieren métodos efectivos para identificar y mitigar riesgos. Este estudio examina la aplicación de la metodología Bow Tie en la administración de controles críticos en la Unidad Minera Alpamarca, teniendo como meta ~~de~~ reducir incidentes y reforzar la seguridad operativa.

En primer lugar, se detalla la problemática a investigar, resaltando la necesidad de optimizar la gestión de riesgos en la Unidad Minera Alpamarca ante el aumento de incidentes asociados a equipos móviles. Además, se establecieron los objetivos generales y específicos para medir la efectividad del Bow Tie en la identificación e implementación de controles críticos.

En segundo término, se expone el marco teórico, donde se desarrollan los conceptos básicos de la metodología Bow Tie y su aplicación en el sector minero. Se citan antecedentes tanto a nivel nacional como internacional que demuestran su eficacia en la reducción de accidentes y la mejora de los procesos de seguridad.

En tercer lugar, se enuncia la hipótesis y se definen las variables de estudio, estableciendo la relación entre la implementación del Bow Tie y la optimización de la gestión de controles críticos en las operaciones mineras.

En cuarto lugar, se detalla la sección de Materiales y Métodos, describiendo el diseño de la investigación, el cual se fundamenta en un enfoque cuantitativo, con un diseño no experimental, de nivel descriptivo y de aplicación práctica. Además, se especifican el análisis de datos, incluyendo la evaluación de los indicadores de seguridad antes y después de la implementación de la metodología Bow Tie

En quinto lugar, se presenta el producto final tras la aplicación del Bow Tie, incluyendo la discusión de resultados, conclusiones, recomendaciones y las referencias bibliográficas, donde se destaca una notable reducción en el índice de frecuencia.

Finalmente, los resultados obtenidos en el estudio evidencian el impacto positivo de la metodología Bow Tie en la seguridad minera, y se sugiere evaluar su incorporación en futuras operaciones.

1.2 Planteamiento del Problema

1.2.1. Descripción de la Problemática

A escala global, el sector minero se enfrenta a retos cada vez mayores en la administración de la seguridad en el trabajo. La Organización Internacional del Trabajo (OIT, 2021) destaca a la minería como un trabajo muy peligroso, presentando índices de fatalidad que frecuentemente superan los de otras industrias. Este contexto demanda la incorporación de sistemas de gestión de la seguridad más robustos, siendo el modelo Bow Tie uno de los más efectivos para la prevención de accidentes, la evaluación de riesgos y, especialmente, para la instauración de controles críticos.

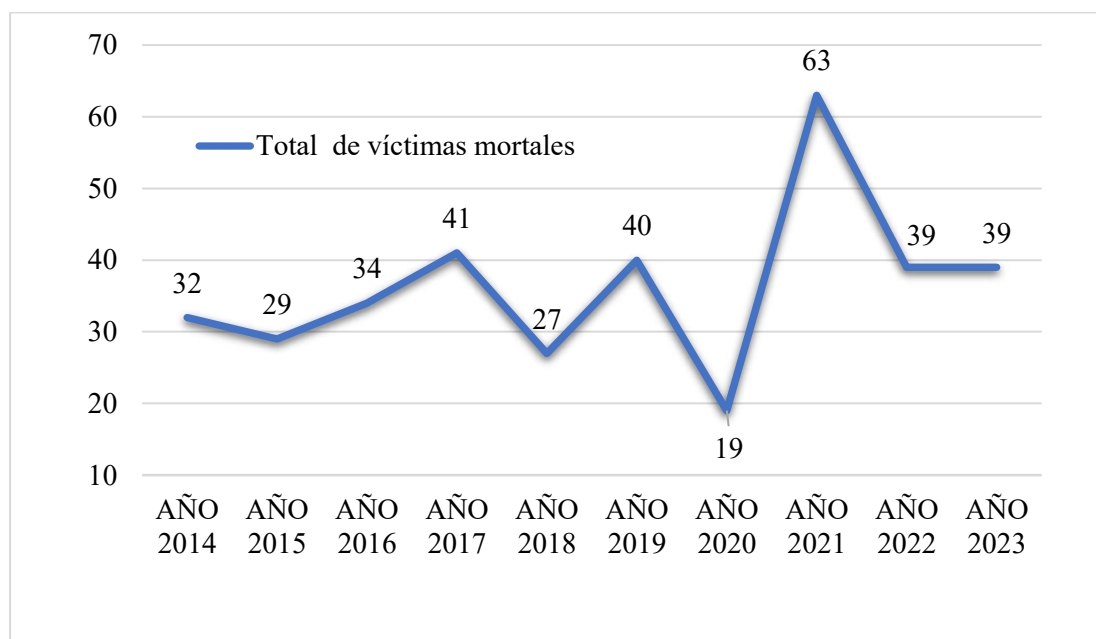
A nivel nacional, la actividad minera ha sido un sector fundamental para el desarrollo del país en las últimas décadas. La escasa mejora en los resultados de seguridad ha impulsado la creación e implementación de regulaciones y estándares de seguridad más exigentes. Sin embargo, muchas unidades mineras, incluida la Unidad Minera (UM) Alpamarca, siguen presentando deficiencias significativas en la gestión de riesgos.

Según el reporte del Ministerio de Energía y Minas (MINEM, 2023) en la Plataforma Digital Única del Estado Peruano, el sector minero formal ha registrado variaciones significativas en el número de accidentes mortales en la última década. Entre los años 2014 y

2023, se han reportado fluctuaciones en la cantidad de víctimas fatales, con un pico de 63 fallecidos en 2021 y una disminución en años posteriores. En el 2023, el total de víctimas mortales ascendió a 39, manteniéndose igual que en el 2022. La evolución de estos accidentes puede observarse en la Figura 1, la cual presenta un análisis de los datos históricos del MINEM.

Figura 1

Tendencia de accidentes mortales en el sector minero formal (2014-2023)



Los datos mostrados evidencian la persistencia de riesgos en las operaciones mineras, así como, la necesidad de adoptar metodologías de gestión de seguridad más efectivas. En este contexto, el uso de la metodología Bow Tie se presenta como una herramienta clave para fortalecer la identificación y control de riesgos críticos, minimizando la probabilidad de ocurrencia de accidentes y garantizando condiciones laborales óptimas.

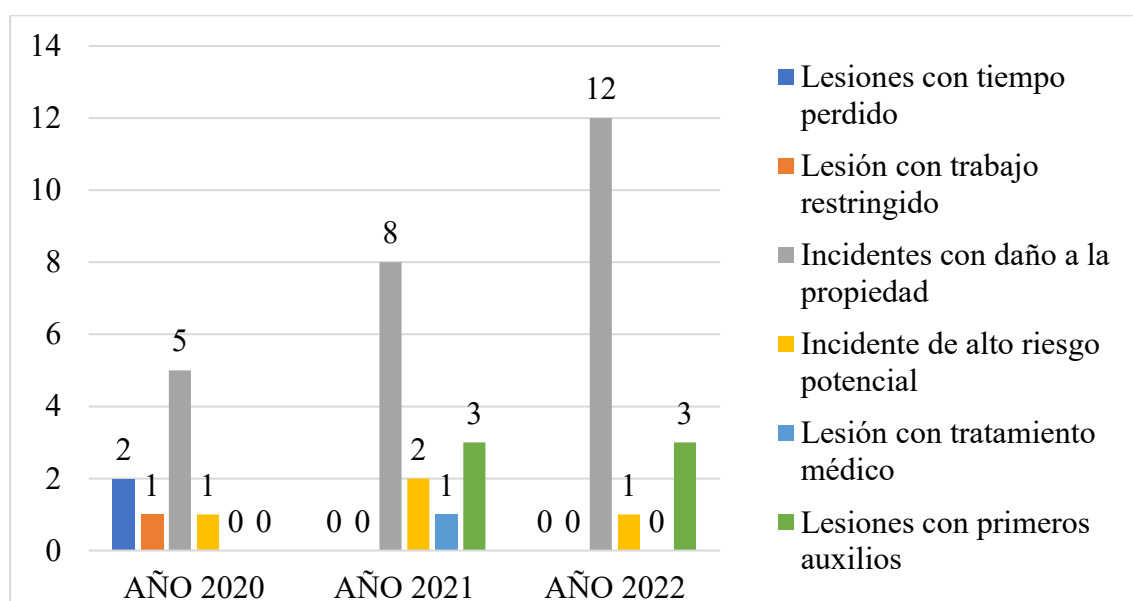
A nivel local, en la UM Alparmarca, se observa una falta de metodología efectiva para la gestión de controles críticos, lo que ha afectado el éxito en la mitigación de riesgos. Esta

situación ha generado la necesidad de controlar los riesgos para reducir la frecuencia de eventos, los que generalmente están asociados al uso de equipos móviles, como: volquetes, camionetas, vehículos de cama baja, excavadoras, etc.

Lo descrito sugiere que los controles críticos deben enfocarse especialmente en el manejo y mantenimiento de equipos móviles, para prevenir futuros incidentes y reforzar la seguridad en las operaciones de la UM Alpamarca. Por lo establecido, se hace necesario el uso de la metodología Bow Tie, cuya aplicación se muestra en la Figura 2 que muestra los accidentes reportados entre los años 2020-2022.

Figura 2

Registro de eventos de seguridad en la Unidad Minera Alpamarca (2020-2022)



En la figura mostrada se distingue la frecuencia de distintos tipos de incidentes en la Unidad Alpamarca. Destacan los incidentes con daño a la propiedad, que tiene tendencia ascendente y los demás siguen un comportamiento irregular, requiriéndose en ambos casos un mayor control.

Al evaluar la situación descrita se concluyó que se hacía necesario definir un proceso para elegir los controles críticos que ayuden a prevenir los accidentes. Ello se logrará en este

estudio desarrollando la metodología Bow Tie, que ha demostrado efectividad para la gestión de controles críticos. Este estudio permitirá que otras organizaciones puedan evaluar utilizar esta metodología para asegurar un mejor desempeño en la gestión preventiva.

1.2.2. Formulación del Problema

Problema General

¿Cómo aplicar la metodología Bow Tie para la gestión de los controles críticos en uso de Equipos Móviles en la Unidad Minera Alpamarca, 2023?

Problemas Específicos

1. ¿Cómo la formación de los equipos multidisciplinarios contribuye a la gestión de los controles críticos en uso de Equipos Móviles en la Unidad Minera Alpamarca, 2023?
2. ¿Cómo la elaboración del Bow Tie contribuye a la identificación y gestión de los controles críticos en uso de Equipos Móviles en la Unidad Minera Alpamarca, 2023?
3. ¿Cómo la ejecución del Bow Tie influye en los índices de seguridad en uso de Equipos Móviles en la Unidad Minera Alpamarca, 2023?

1.3.Objetivos de la Investigación

Objetivo General

Aplicar la metodología Bow Tie para la gestión de los controles críticos en uso de Equipos Móviles en la Unidad Minera Alpamarca, 2023.

Objetivos Específicos

1. Formar equipos multidisciplinarios que contribuyan a la gestión de controles críticos en uso de Equipos Móviles en la Unidad Minera Alpamarca, 2023.
2. Elaborar el Bow Tie para la identificación y gestión de los controles críticos en uso de Equipos Móviles en la Unidad Minera Alpamarca, 2023.

3. Analizar la ejecución del análisis Bow Tie y su influencia en los índices de seguridad en uso de Equipos Móviles de la Unidad Minera Alpamarca, 2023.

1.4.Importancia y Alcance de la Investigación

Este estudio sobre la aplicación de la metodología Bow Tie en la Unidad Minera Alpamarca busca aportar a una gestión de riesgos más efectiva, especialmente en lo que respecta a los equipos móviles. Su aporte es valioso tanto para la empresa como para el sector minero, en un momento donde la seguridad laboral es más crucial que nunca.

La implementación efectiva de la metodología Bow Tie permitirá establecer controles críticos que previenen accidentes y reducen lesiones, creando un ambiente laboral más seguro. Asimismo, la capacitación del personal en esta metodología fortalecerá la comprensión y la sensibilización sobre los riesgos, promoviendo una cultura de seguridad robusta en la unidad.

En cuanto al alcance de la investigación, el estudio se centrará en la gestión de controles críticos relacionados con el uso de equipos móviles en la Unidad Minera Alpamarca. Se realizará un diagnóstico detallado del escenario actual en materia de seguridad, evaluando la efectividad de los controles existentes y desarrollando un proceso estructurado para su selección y priorización, con el objetivo de optimizar la prevención de accidentes. Además, se busca involucrar a la gerencia, supervisores y trabajadores en el proceso, asegurando que la implementación sea integral y adaptada a las necesidades reales de la unidad.

1.5.Limitaciones de la Investigación

El estudio se limita a la determinación de controles críticos en el uso de equipos móviles de la Unidad Minera Alpamarca, por lo que sus resultados podrían no ser representativos de otras operaciones mineras debido a las características y cultura organizacional específicas.

La eficacia de la metodología Bow Tie depende en gran medida del nivel de capacitación, conocimiento y compromiso del equipo multidisciplinario involucrado. Con la formación correcta y experiencia suficiente, se garantiza una aplicación exitosa y beneficiosa de la metodología.

Capítulo II: Marco Teórico

2.1. Antecedentes de la Investigación

Internacionales

Franzen (2018) tuvo como objetivo mitigar incidentes fatales en la minería mediante una gestión innovadora de riesgos en AngloGold Ashanti (AGA), Sunrise Dam, Australia. Empleó un enfoque cualitativo con diseño de estudio de caso. La muestra fue de 26 empleados de distintos niveles jerárquicos en AGA, tanto en Sudáfrica como Australia. Para la recolección de datos, se aplican entrevistas semiestructuradas a clave personal, observaciones directas y análisis de información integrado en un sistema de Business Intelligence (BI). Los resultados evidenciaron una disminución del 25 % en riesgos de incendios subterráneos con el uso de AFFF y un 60 % menos incidentes por fallas en shotcrete. Además, se disminuirán en un 25 % los incidentes relacionados al control del terreno. Se concluyó que integrar controles críticos en los procesos existentes mejora la seguridad sin requerir sistemas nuevos, y que esta estrategia es escalable a otras operaciones mineras.

Lucas (2018) evaluó la implementación de la Gestión de Controles Críticos (CCM) en Sandvik Mining and Rock Technology (SMRT), con el objetivo de reducir eventos fatales en sus operaciones globales. Aplicó una metodología cualitativa con diseño descriptivo, analizando datos de seguridad y experiencias previas en múltiples ubicaciones. La muestra incluye supervisores y clave personal, usando métodos de recopilación mediante reuniones y análisis de registros de seguridad. Los resultados mostraron una reducción del 25 % en la tasa de lesiones con tiempo perdido (LTIFR) entre 2007 y 2018, pero sin un patrón claro de disminución en fatalidades, evidenciando la necesidad de controles específicos para incidentes graves. Se concluyó que la CCM mejora frente a métodos tradicionales al enfocarse en prevenir fatalidades, aunque su implementación enfrentó barreras culturales y operativas. Se recomendó fortalecer la capacitación, el monitoreo y la verificación de controles como medidas clave para avanzar hacia cero fatalidades.

Nacionales

Galarza (2023) realizó una investigación para examinar cómo influye la metodología Bow Tie en los índices de seguridad de la Sociedad Minera Austria Duvaz SAC, con el objetivo de evaluar su impacto en la mejora de la seguridad laboral. El estudio adoptó un enfoque aplicado, fundamentado en un análisis relacional y basado en un diseño no experimental correlacional, utilizando una muestra compuesta por 144 trabajadores. Para la obtención de datos se recurrió tanto a la aplicación de cuestionarios como al análisis de documentación, alcanzando una confiabilidad de 0.884 según el coeficiente de Cronbach. Los hallazgos evidenciaron una disminución en incidentes peligrosos, accidentes y días perdidos, además de una reducción en los índices de frecuencia (de 2.721 a 2.122), severidad (de 11.398 a 8.939) y accidentabilidad (de 0.032 a 0.020), aunque dichas variaciones no resultaron estadísticamente significativas (significancia > 0.05). Las dimensiones más influyentes fueron causas y

amenazas (28,32 %), control preventivo (25,69 %) y consecuencias (20,06 %). Se concluye que Bow Tie es eficaz para disminuir eventos no deseados y se recomienda su implementación en actividades críticas para fortalecer la seguridad minera.

Arroyo Lavado (2022) llevó a cabo una investigación centrada en la aplicación de controles mediante la metodología Bow Tie, con el fin de disminuir los accidentes en la empresa Pacífico, unidad minera Recuperada, ubicada en Huancavelica. Para ello, utilizó un enfoque correlacional, con un diseño no experimental y transversal, analizando una muestra de 46 trabajadores. El proceso desarrollado se fundamentó en la implementación de los ocho pasos que caracterizan el método Bow Tie: identificación de peligros, causas, formulación de controles preventivos y mitigantes, escalamiento e implementación global. Se identificaron 17 controles preventivos y 9 controles mitigantes aplicados rutinariamente en las operaciones de la empresa. La aplicación de Bow Tie logró reducir significativamente el índice de accidentabilidad de 8.70 a 0.51 y el número de accidentes de 4 a 2. Asimismo, los días perdidos disminuyeron de 18 a 2, evitando paralizaciones y pérdidas económicas, y mejorando la identificación de escenarios de alto riesgo.

Chañi (2022) analizó el efecto del método BowTie en la disminución de la accidentalidad durante el soldado de volquetes mineros de una empresa metalmecánica en Espinar. Para ello, adoptó una metodología de carácter descriptivo y transversal, basada en un diseño no experimental, y contó con la participación de 27 trabajadores involucrados en dicho proceso. Se aplicaron técnicas como el mapeo de procesos, análisis de registros estadísticos de accidentabilidad, y el uso de una matriz IPERC y diagramas BowTie generados con software especializado. Los resultados mostraron que la implementación de 30 barreras de seguridad eficaces redujo el índice de accidentabilidad en un 84.05 %, pasando de 31.98 en 2020 a 0.98

entre enero y mayo de 2022. Se concluyó que el método BowTie fue efectivo para identificar actividades críticas y establecer controles preventivos, demostrando su impacto positivo en la prevención de riesgos en las tareas de reparación por soldadura.

Vidal (2022) evidenció que la implementación de controles críticos junto con un programa de seguridad laboral robusto disminuyó la frecuencia de accidentes dentro de la empresa. Para ello, utilizó un diseño de investigación aplicada y correlacional con enfoque no experimental, basándose en datos históricos recopilados entre los años 2000 y 2020. La muestra incluyó cuatro unidades mineras de la compañía, y la recolección de datos se efectuó mediante auditorías y análisis de informes de seguridad. Los resultados revelaron mejoras notables en los indicadores de seguridad del año 2020, en comparación con el 2016: el ratio de accidentes con pérdidas de tiempo por cada millón de horas trabajadas se redujo en un 13.7%, la incidencia de lesiones incapacitantes disminuyó en un 49.4% y la tasa global de lesiones registradas presentó una caída del 47.4%. Se concluyó que la aplicación conjunta del modelo Bow Tie y la metodología ICAM resulta esencial para la detección de fallas en los controles y para prevenir eventos catastróficos.

Lozano y Pérez (2021) llevaron a cabo la implementación de la metodología Bow Tie con el fin de prevenir accidentes e incidentes generados por desprendimientos de rocas en la unidad minera Yauricocha. Para ello, emplearon un enfoque analítico-deductivo en el marco de una metodología aplicada, con un diseño experimental y un nivel explicativo. La recopilación de datos se efectuó mediante observación directa y el análisis de informes de seguridad correspondientes a todas las actividades en las labores mineras subterráneas. En el proceso, se identificaron y propusieron cinco controles críticos fundamentales: auditoría de competencias del personal, segregación y control de acceso, supervisión del diseño y disciplina

operativa, elaboración de un mapa de riesgos, y la implementación de un plan de respuesta a emergencias. Aunque no se tradujeron estos resultados en cifras porcentuales exactas, el estudio concluyó que, a través de la aplicación secuencial de controles preventivos y medidas mitigadoras, se logró una reducción del nivel de riesgo, evidenciando la efectividad del modelo Bow Tie en la prevención de riesgos asociados a desprendimientos de rocas.

Tapia (2020) se planteó como meta desarrollar un programa informático destinado a gestionar riesgos críticos en minas convencionales de Arequipa. El estudio, de carácter aplicativo y explicativo, utilizó un diseño cuasi-experimental, focalizándose en las operaciones de la unidad minera Yanaquihua SAC. Para la obtención de información se implementó una matriz IPER de línea base y se integró la metodología Bow Tie, estableciendo medidas de barrera tanto preventivas como mitigadoras. Con estos insumos, se diseñó una aplicación móvil que permite a los usuarios revisar los controles de seguridad, generar informes en formato PDF y capturar fotografías en tiempo real. Los resultados evidenciaron que el software facilita la identificación de incumplimientos y contribuye a incrementar la seguridad en el entorno laboral. En resumen, el aplicativo demostró tener un impacto favorable en la administración de riesgos, presentándose como una herramienta innovadora y práctica para el sector minero regional.

Palacios (2019) desarrolló una investigación orientada a identificar, gestionar y eliminar las principales fuentes de riesgo con el objetivo de disminuir la ocurrencia de incidentes y accidentes en la empresa contratista Robocon Servicios SAC (RSSAC), operando en la Unidad de Producción Andaychagua bajo la supervisión de Volcan Compañía Minera. La investigación adoptó un enfoque cuantitativo con un diseño no experimental de tipo descriptivo y una metodología basada en el análisis sintético. Se consideraron como muestra diez riesgos

críticos relevantes, entre ellos la caída de rocas, el manejo de sustancias químicas y la operación de vehículos móviles. La recolección de datos se realizó mediante observación directa y análisis de documentación técnica, procesándose posteriormente con el software SPSS Statistics 24.0, a partir del registro de eventos sucedidos durante los cuatro años previos. Los hallazgos revelaron una mejora sustancial en la seguridad, con una reducción del 50% en los incidentes por caída de rocas y la mitigación total de riesgos como los relacionados con el acarreo y transporte. Las acciones implementadas, entre ellas programas de capacitación y auditorías sistemáticas, fueron clave para alcanzar estos resultados, consolidando un entorno laboral más seguro y eficiente.

Pillpe (2018) llevó a cabo un estudio enfocado en la gestión de riesgos críticos en operaciones de minería subterránea, con la finalidad de examinar el estado actual del control de riesgos y plantear estrategias para disminuir la frecuencia de accidentes. El estudio adoptó un diseño correlacional no experimental, centrado en analizar la relación existente entre la forma en que se gestiona el riesgo y la ocurrencia de eventos accidentales, sin intervenir directamente sobre las variables del entorno. La muestra estuvo conformada por 150 trabajadores operativos y 18 supervisores pertenecientes a la unidad minera Atacocha. Se aplicó un enfoque metodológico mixto, integrando datos cuantitativos y cualitativos, a través de herramientas como observación directa, encuestas, entrevistas semiestructuradas y análisis documental, con el propósito de comprender las percepciones y actitudes del personal frente a los riesgos laborales. Los hallazgos evidenciaron que la incorporación de mecanismos formales de gestión contribuyó a una marcada disminución en la siniestralidad, destacando la reducción de accidentes mortales de 18 casos en el quinquenio 2005–2009 a solo 4 en el periodo 2010–2015. En síntesis, el estudio concluyó que una gestión de riesgos sólida, acompañada de supervisión constante, impacta positivamente en la seguridad de las labores mineras.

2.2. Bases Teóricas

Según Ortega (2023), resulta fundamental que las compañías mineras implementen una gestión sólida y estructurada de los controles críticos, no solo para mitigar los riesgos característicos de sus operaciones, sino también para potenciar la eficiencia operativa, el rendimiento organizacional y la seguridad integral en todos los niveles. Aunque la gestión de controles es una función importante en cualquier sector, en minería cobra una trascendencia particular debido a la alta exposición a peligros inherentes al entorno y tipo de actividades desarrolladas. En este marco, la metodología Bow Tie se consolida como una herramienta estratégica de gran valor, al facilitar la identificación, control y seguimiento de amenazas, contribuyendo de manera efectiva a la prevención de eventos no deseados.

2.2.1. Aplicación de la Metodología Bow Tie

La metodología Bow Tie constituye un enfoque estructurado para la gestión de riesgos, orientado a representar de manera gráfica y comprensible la relación entre un peligro, sus causas potenciales y las consecuencias que podrían derivarse si no se controlan adecuadamente. Esta técnica permite no solo identificar los factores de riesgo, sino también establecer medidas preventivas y de mitigación para evitar la ocurrencia de incidentes críticos. Su denominación proviene del diseño característico de su diagrama, que asemeja la figura de una corbata de lazo: al centro se encuentra el evento principal o "evento top", el cual está vinculado a las amenazas que lo originan y a los posibles efectos que puede desencadenar, a través de barreras o controles situados estratégicamente en ambos extremos (Lozano & Pérez, 2021).

2.2.1.1. Formación de equipos multidisciplinarios

El Consejo Internacional de Minería y Metales (ICMM, 2015) menciona que la formación de equipos multidisciplinarios es un componente clave en la gestión de controles críticos. Según la guía, estos equipos deben incluir representantes de diferentes disciplinas relevantes para garantizar una comprensión integral de los riesgos y controles asociados, además se deben considerar los siguientes aspectos clave:

- Selección de miembros: Formados por personal con conocimientos técnicos, operativos y gerenciales para abordar todas las dimensiones del riesgo.
- Claridad de roles: Es fundamental que los roles y responsabilidades estén bien definidos para cada miembro del equipo.
- Capacitación: Los participantes deben ser entrenados no solo en la metodología Bow Tie, sino también en los controles específicos asociados al protocolo de peligros mortal “Equipos Móviles”.
- Colaboración efectiva: La guía destaca que una comunicación abierta y un enfoque colaborativo son esenciales para identificar y priorizar controles críticos.

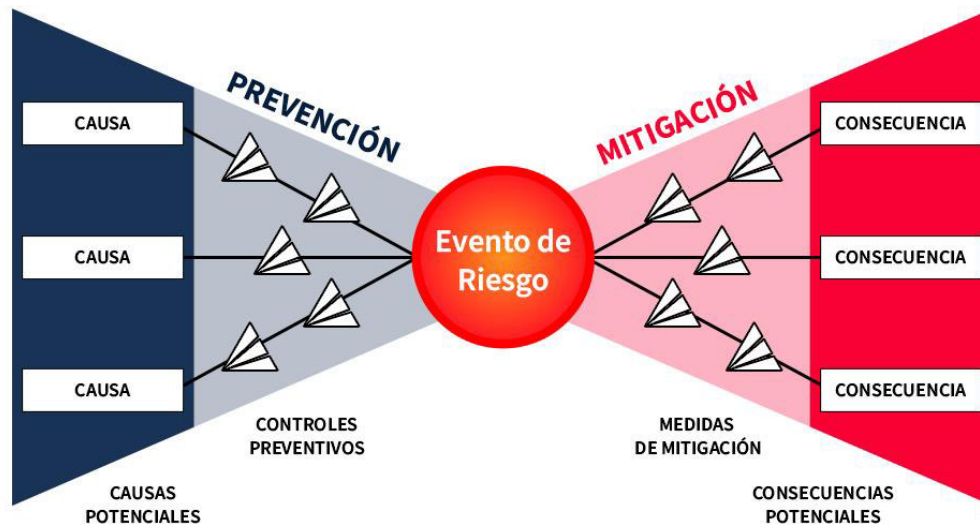
2.2.1.2. Elaboración del Bow Tie

De acuerdo con Prudencio (2021) la estrategia propuesta para la gestión de seguridad debe fundamentarse en el principio de promover prácticas laborales seguras y comportamientos que protejan la vida. La Figura 3 "Componentes del Bow Tie" ilustra la estructura fundamental de la metodología Bow Tie utilizada en la gestión de riesgos. En ella se representa gráficamente la relación entre los peligros identificados, las amenazas que pueden desencadenarlos y sus posibles consecuencias. Además, se destacan las barreras preventivas y de mitigación, que desempeñan un papel clave en la reducción de riesgos. Este enfoque visual permite comprender de manera clara y sistemática cómo se gestionan los controles críticos en un entorno minero u

otras industrias de alto riesgo. La Figura 3 muestra los componentes a analizar en la metodología Bow Tie.

Figura 3

Componentes del Bow Tie



Nota. Tomado de *BOW-TIE*, por Process Safety & Management, 2019.

De acuerdo con la Figura 3, los diagramas se elaboran a partir de la conformación de un equipo multidisciplinario y el uso de la técnica de lluvia de ideas. Lozano y Perez (2021) citan los pasos para la elaboración de un Bow Tie como se muestra a continuación:

El proceso inicia con la identificación del riesgo, también conocido como evento principal o evento top. Para ello, es necesario reconocer los principales peligros y situaciones no deseadas, verificar si estos eventos representan un riesgo considerable, y analizar si existe la posibilidad de eliminarlos mediante mejoras en el diseño. Asimismo, se debe describir detalladamente el evento no deseado, incluyendo el peligro involucrado, el mecanismo que podría liberarlo y sus posibles consecuencias.

En la segunda etapa se identifican las causas, entendidas como los mecanismos que pueden generar la liberación o exposición al peligro de forma no controlada. Este análisis suele realizarse a través de sesiones de lluvia de ideas lideradas por un comité multidisciplinario. Las

causas corresponden a todos los factores que podrían originar el evento top, por lo que deben ser listadas y, si es necesario, agrupadas en el lado izquierdo del esquema Bow Tie. Es importante resaltar que una causa no puede ser simplemente la falla de un control. Por ejemplo, la falta de una inspección previa puede tener como causa real un error humano no detectado o la falta de competencias adecuadas. Del mismo modo, la falta de compromiso puede deberse a una resistencia al cambio.

Posteriormente, se identifican las consecuencias, es decir, los eventos o cadenas de eventos que se desencadenan a partir de la liberación del peligro. Este análisis también se realiza mediante lluvia de ideas con el comité multidisciplinario y abarca posibles impactos en diversas áreas: seguridad, salud, medio ambiente, relaciones comunitarias, cumplimiento legal, imagen institucional y reputación.

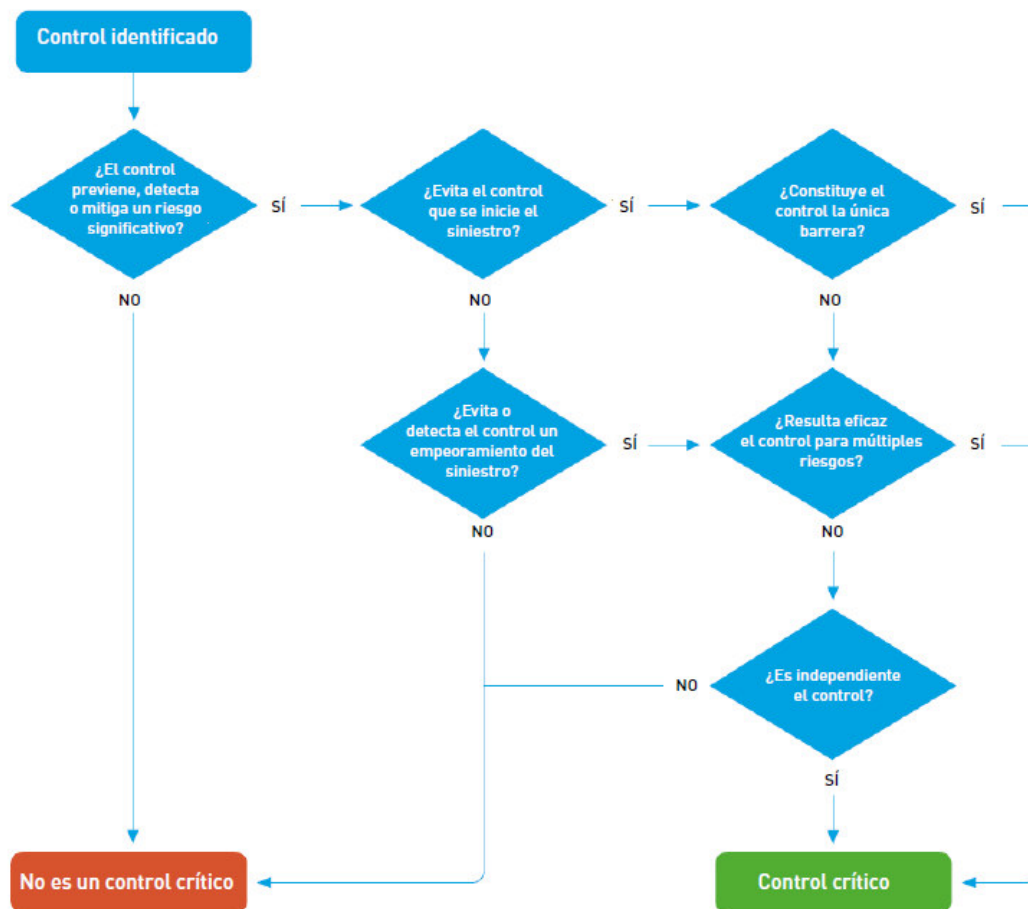
Seguidamente, se procede a la identificación de los controles preventivos y de mitigación. Los controles preventivos son aquellos que buscan evitar que la causa se concrete o que el evento top llegue a ocurrir, mientras que los controles de mitigación están orientados a reducir o eliminar las consecuencias una vez que estas se han materializado, incluyendo mecanismos que permitan una recuperación rápida. Estos controles pueden clasificarse en tres tipos: de ingeniería (por ejemplo, cámaras de retroceso o sensores de proximidad), de sistema (como procedimientos documentados o permisos de trabajo seguro), y controles complementarios que aplican en ambos casos, como prácticas de acompañamiento para operadores nuevos o análisis preliminar de riesgos.

En la quinta etapa, se seleccionan los controles críticos, que son esenciales para una adecuada gestión de los riesgos. La selección implica confirmar su aplicabilidad mediante un árbol de decisiones y resumir estos controles por cada causa y consecuencia identificada.

Finalmente, se realiza un análisis de la idoneidad de los controles críticos, con el fin de garantizar su eficacia para prevenir el evento o reducir su impacto. Esta evaluación abarca

cuatro dimensiones: diseño, administración, operabilidad/mantenibilidad y capacitación/competencia. En cuanto al diseño, se evalúa si es apropiado, si realmente controla el riesgo, si involucra a los trabajadores en su implementación y si está basado en estándares pertinentes. Desde el punto de vista administrativo, se analiza la responsabilidad asignada al control, la aplicación del sistema de gestión del contratista, la gestión del cambio y el nivel de documentación existente. En términos de operabilidad y mantenibilidad, se revisa su desempeño bajo condiciones normales, el impacto de posibles fallas, los métodos de mantenimiento utilizados y la supervisión continua del mismo. Por último, en el ámbito de la capacitación, se verifica la existencia de programas de formación, la evaluación de competencias del personal y la disponibilidad de recursos adecuados para dicha formación.

Según la guía del ICMM (2015) los controles preventivos y mitigantes deben pasar por un árbol de decisiones para poder determinar cuáles son críticos, el cual se muestra en la Figura 4.

Figura 4*Árbol de decisión sobre controles críticos*

En la figura 4 se muestra el árbol de decisión por el cual deben pasar todos los controles preventivos y mitigantes para poder identificar los controles críticos preventivos y mitigantes.

La clasificación de controles críticos puede variar según el tipo de riesgo y su ámbito de aplicación. Los principales tipos de controles en la minería incluyen:

- **Controles Operacionales:** Medidas que aseguran la correcta ejecución de las actividades diarias, como procedimientos de trabajo seguro, uso de equipos de protección personal (EPP), y protocolos de operación de maquinarias pesadas.

- **Controles Mecánicos:** Se refieren a los dispositivos físicos que previenen o mitigan fallas en equipos críticos, como sistemas de ventilación, válvulas de emergencia, o dispositivos de corte de energía.
- **Controles Ambientales:** Son acciones destinadas a prevenir la contaminación o impactos adversos en el ambiente circundante, tales como sistemas de contención de residuos, tratamiento de agua y monitoreo ambientales.

Controles Humanos o Conductuales: Involucran la capacitación y comportamiento de los trabajadores, quienes deben estar entrenados para identificar riesgos y actuar de manera segura. Un ejemplo son los comportamientos que salvan vidas implementados en diversas empresas mineras.

2.2.1.3. Ejecución del Bow Tie

La ejecución de la metodología Bow Tie consiste en la implementación práctica de los controles críticos identificados, integrándolos en los procesos operativos de la organización. Según Darling (2011), esta etapa requiere garantizar que las barreras sean efectivas, funcionales y monitoreadas de forma continua, lo cual se logra mediante la capacitación del personal y la realización de auditorías periódicas para verificar que los controles mitiguen adecuadamente los riesgos asociados a eventos críticos en entornos mineros.

Por su parte, Burgess-Limerick (2016) enfatiza que la ejecución del Bow Tie se estructura en varias fases esenciales:

- **Definición y Evaluación de Controles:** Se identifican y evalúan controles preventivos y mitigadores específicos para cada amenaza y consecuencia asociada al evento central (top event), considerando su funcionalidad, viabilidad y efectividad.

- Supervisión y Mantenimiento: Los controles deben ser supervisados de manera constante para evitar su deterioro o "decadencia", realizando ajustes según sea necesario.
- Capacitación y Comunicación: Es fundamental que los equipos involucrados comprendan las barreras y su rol en la aplicación de la metodología, lo que fortalece la ejecución efectiva de los controles.
- Incorporación de Tecnologías Prioritarias: La utilización de sistemas de detección, cámaras de video y monitoreo remoto facilita la supervisión y mejora la seguridad operativa.
- Evaluación de Resultados: Se recomienda realizar auditorías periódicas y analizar indicadores de desempeño para ajustar estrategias basadas en datos recopilados.

2.2.2. Gestión de controles críticos

Franzen (2018) enseña realizar la gestión de controles críticos de manera efectiva en operaciones mineras para prevenir fatalidades, destacando los siguientes puntos clave para su implementación:

- Diseño basado en la realidad operativa: El sistema debe ser adaptable a diferentes ambientes mineros y alinearse con los requisitos organizacionales. En su caso, el diseño se basó en entrevistas con *stakeholders* y prácticas de gestión de riesgos existentes.
- Integración con procesos existentes: En lugar de crear sistemas independientes, se recomienda integrar el CCM en procesos ya establecidos, lo que facilita la adopción y sostenibilidad del sistema.
- Generación de información para facilitar la toma de decisiones: Se modificaron los procesos de inspección para recopilar datos operativos sobre el rendimiento de los

controles críticos, integrándolos en un sistema de inteligencia empresarial. Esto permite generar indicadores clave tanto reactivos como proactivos.

- **Desafíos en factores humanos:** El estudio destaca que, aunque los controles reactivos puedan implementarse adecuadamente, su efectividad a menudo depende de factores humanos difíciles de medir.

Franzen (2018) concluye que la implementación exitosa de una gestión de controles críticos requiere condiciones adecuadas, como el soporte organizacional y un ambiente de trabajo adaptado para facilitar esta integración. Por otro lado, Sucasaca (2022) recomienda realizar un diagnóstico de gestión en forma mensual.

Marcellano, J. (2020) por su parte identifica indicadores clave que ayudan a monitorear y evaluar la efectividad de los controles críticos en minería. Entre estos índices se incluyen:

- **Cumplimiento de inspecciones**
Proporción de inspecciones realizadas en comparación con las planificadas para verificar el estado de los controles críticos.
- **Frecuencia de fallos en controles críticos**
Número de fallos identificados en los controles críticos dentro de un período específico, lo cual permite priorizar acciones correctivas.
- **Efectividad de los controles implementados**
Medición basada en la reducción de eventos indeseados (como desprendimientos de rocas) tras la aplicación de controles preventivos y mitigadores.
- **Índice de capacitación del personal**
Porcentaje de trabajadores capacitados en la comprensión e implementación de la metodología Bow Tie y los controles críticos asociados.
- **Impacto en la reducción de riesgos**

Evaluación del cambio en los niveles de riesgo tras implementar los controles, especialmente en áreas de alta peligrosidad como minas subterráneas o tajos abiertos. Estos indicadores permiten a las empresas mineras gestionar riesgos de manera más estructurada, alineándose con prácticas internacionales como las propuestas por la ICMM y personalizando los controles según las condiciones específicas del sitio de operación.

2.2.2.1. Implementación y Monitoreo de Controles Críticos

La implementación de controles críticos en minería es un proceso estructurado que sigue una metodología clara para asegurar su eficacia. Los pasos típicos incluyen:

- **Identificación de peligros y evaluación de riesgos:** El primer paso es identificar los eventos de alto potencial o materialmente no deseados que podrían ocurrir en la operación. Aquí se aplican metodologías como el Análisis Bow tie, una herramienta visual que muestra las causas y consecuencias de un riesgo y los controles que lo mitigan.
- **Selección de controles críticos:** Una vez identificados los riesgos, se seleccionan los controles que son cruciales para prevenir o mitigar esos riesgos. Para determinar si un control es crítico, se utiliza el Árbol de Decisiones de Identificación de Control, el cual ayuda a verificar si un control es observable, medible, auditable y fundamental para la seguridad.
- **Implementación de controles:** Los controles seleccionados se implementan en las operaciones, asegurando que cada uno de ellos sea efectivamente aplicado. Esto puede incluir desde medidas físicas, como sistemas de ventilación y detección de gases, hasta procedimientos de trabajo seguro y capacitaciones.
- **Monitoreo y evaluación continua:** Los controles críticos deben ser monitoreados de forma regular para garantizar que siguen siendo efectivos. Herramientas tecnológicas como el uso de sensores en equipos son claves para asegurar que los controles operen

dentro de los parámetros establecidos. La implementación de sistemas de análisis de datos permite identificar patrones y predecir fallas antes de que ocurran incidentes.

En la minería moderna, la tecnología juega un rol crucial en la gestión de controles críticos. Sistemas avanzados de monitoreo, como el uso de cámaras de retroceso y GPS monitoreadas desde una central de control, permiten un control más riguroso y preciso de los riesgos. Además, el uso de la aplicación Risk Manager facilita la visualización y gestión de los riesgos asociados a cada operación.

2.2.2.2. Disminución de eventos Top

Los eventos top en minería representan incidentes de alta severidad que pueden generar consecuencias graves para la integridad y cuidado de los trabajadores, las infraestructuras y la producción. Estos eventos suelen estar relacionados con fallas en los controles críticos y pueden derivar en accidentes catastróficos.

Detección de Eventos Top

La detección temprana de estos eventos es clave para su prevención y se basa en varios enfoques:

- **Monitoreo en Tiempo Real:** Uso de sensores y sistemas de alerta para detectar condiciones de riesgo (por ejemplo, cámaras dentro de buses de traslado de personal, combustible y concentrados que son monitoreadas desde una central de control).
- **Análisis de Datos y Modelos Predictivos:** Implementación de inteligencia artificial y estrategias de minería de datos para predecir fallas futuras en función de patrones previos.
- **Inspecciones de Seguridad:** Evaluaciones regulares en campo para identificar condiciones inseguras antes de que evolucionen en un evento top.
- **Reportes de Casi Accidentes:** Registro y análisis de situaciones de riesgo que no resultaron en accidentes, pero que evidencian fallos en los controles.

Disminución de Eventos Top

Para reducir la ocurrencia de estos eventos, es esencial implementar estrategias efectivas de control:

- **Gestión de Controles Críticos:** Aplicación de la metodología Bow Tie para identificar y fortalecer barreras de prevención y mitigación.
- **Capacitación y Cultura de Seguridad:** Programas de formación en identificación de riesgos y respuesta ante emergencias.
- **Automatización y Digitalización:** Uso de equipos autónomos y monitoreo remoto para disminuir la presencia de los trabajadores en zonas de alto peligro.
- **Mantenimiento Predictivo:** Inspección y mantenimiento preventivo de maquinaria y equipos para evitar fallas operacionales.
- **Gestión de Cambio:** Evaluación y mitigación de riesgos antes de implementar nuevos procesos o tecnologías en la operación minera.

2.2.2.3. Índices de seguridad de Equipos Móviles

Para Darling (2011) reducir los índices de seguridad en minería involucra medir las mejoras en el desarrollo de la seguridad mediante indicadores clave (KPI) que reflejen una disminución en la frecuencia, severidad y costos asociados a accidentes e incidentes. Los KPI más usados para medir la variable índice de seguridad están basados en las horas trabajadas en mina en un millón de horas trabajadas, como son:

- Índice de Frecuencia

Es el producto de la cantidad de accidentes ocurridos entre las horas trabajadas en el período de un año, multiplicado por un millón de horas hombre.

$$IF = \left(\frac{\text{Número de accidentes}}{\text{Horas trabajadas}} \right) \times 10^6 \quad \dots (a)$$

- Índice de Severidad (IS):

Cantidad de días perdidos o imputados por cada millón de horas-hombre trabajadas. Se determinará utilizando la siguiente fórmula:

$$IS = \left(\frac{\text{Nº días perdidos o cargados}}{\text{Horas trabajadas}} \right) \times 10^6 \quad \dots (b)$$

- Índice de Accidentabilidad (IA):

Este indicador es el cociente del IF por el IS dividido entre 1000, y se emplea como un criterio para clasificar a las compañías mineras.

$$IA = \frac{IF \times IS}{1000} \quad \dots (c)$$

Además de los índices propuestos también es recomendable comparar los indicadores antes y después de la implementación de medidas, en periodos equivalentes, así como también contrastar los resultados entre diferentes minas o áreas operativas para identificar mejores prácticas.

2.3. Definición de Términos

- **Categoría 05 – Catastrófico:** Accidente con consecuencias graves o mortales para varias personas, pérdida masiva de activos o daño severo a la operación.
- **Categoría 04 - Mayor:** Incidente que provoca lesiones graves (pero no fatales), pérdida significativa de equipo o infraestructura, o interrupción prolongada de la producción.
- **Categoría 03 LTI (Lost Time Injury - Incapacitante):** Lesión que resulta en la incapacidad del trabajador para realizar sus labores durante al menos un turno completo.

- **Categoría 02 RWI (Restricted Work Injury - Trabajo Restringido):** Lesión que limita la capacidad del trabajador para realizar sus actividades diarias, pero no causa ausencia total del trabajo.
- **Categoría 02 MTI (Medically Treated Injury - Leve):** Lesión que requiere tratamiento médico, pero no resulta en pérdida de tiempo de trabajo ni en tareas restringidas.
- **Categoría 01 FAI (First Aid Injury - Primeros auxilios):** Lesión menor que puede tratarse con primeros auxilios básicos, sin necesidad de atención médica adicional.
- **Control Crítico preventivo:** Son medidas diseñadas para evitar eventos no deseados, y deben estar vinculados a las causas del riesgo, ser aplicables en campo, cumplir con normas de seguridad, ser monitoreables y, preferiblemente, basados en ingeniería para minimizar la dependencia de la acción humana.
- **Control Crítico mitigante:** Son medidas orientadas a reducir el impacto de un evento no deseado, enfocadas en limitar sus consecuencias mediante una respuesta eficiente y directamente relacionada con los posibles daños.
- **Aplicación Risk Manager:** Herramienta de gestión para el registro de información. Es un sistema o aplicación que ayuda a gestionar los riesgos de una empresa.
- **Evento Top:** Evento no deseado o incidente central que ocurre si las barreras de control preventivas fallan. Se ubica en el centro del diagrama y representa la transición entre las causas (a la izquierda) y las consecuencias (a la derecha). Este evento es clave en el análisis de riesgos, ya que permite identificar tanto los factores que pueden desencadenarlo como los efectos que puede generar.

Capítulo III: Hipótesis y Variables

3.1. Hipótesis

3.1.1. *Hipótesis General*

La aplicación de la metodología Bow Tie contribuye significativamente a la gestión de los controles críticos en el uso de Equipos Móviles en la Unidad Minera Alpamarca.

3.1.2. *Hipótesis Específicas*

1. La formación de los equipos multidisciplinarios contribuye positivamente a la gestión de los controles críticos en el uso de Equipos Móviles en la Unidad Minera Alpamarca.
2. La adecuada elaboración de la metodología Bow Tie mejora la identificación y gestión de los controles críticos en el uso de Equipos Móviles en la Unidad Minera Alpamarca.
3. La ejecución efectiva de la metodología Bow Tie influye de manera positiva en la disminución de los índices de seguridad en el uso de Equipos Móviles en la Unidad Minera Alpamarca.

3.2. Variables

Para este estudio las variables para la hipótesis son las siguientes:

- Variable dependiente: Aplicación de la Metodología Bow Tie
- Variable independiente: Gestión de controles críticos en el uso de Equipos Móviles.

3.3.Operacionalización de Variables

En la Tabla 1 se resumen las variables, definiciones, dimensiones e indicadores definidas para ejecutar la investigación.

Tabla 1

Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Técnicas	Instrumentos
Aplicación de Metodología Bow Tie:	Técnica visual para identificar, analizar y gestionar riesgos mediante la implementación de controles críticos (J Chaw, s.f.)	Aplicación estructurada del modelo Bow Tie para identificar riesgos y establecer controles críticos preventivos y mitigadores, con el fin de mejorar la seguridad.	1. Formación de equipos multidisciplinario	1.1. Número de representantes de las áreas de trabajo vinculadas a Equipos Móviles.	Revisión Documental	Listado y fichas de registro del personal
				1.2. Número de especialistas en gestión de controles críticos.		
				1.3. Promedio de las evaluaciones de las habilidades y conocimientos de los representantes		
				1.4. Número de capacitaciones anuales		
				1.5. Número de capacitados programados y ejecutados.		
			2. Elaboración del Bow Tie	2.1. Número de eventos top identificados.	Evaluación Técnica	Pruebas escritas Registro de evaluaciones
				2.2. Número de causas y consecuencias registradas.		
				2.3. Número de controles críticos propuestos.		
				2.4. Número de estándares de desempeño definidos.		

			3. Ejecución del Bow Tie.	2.5. Porcentaje de aprobación del equipo multidisciplinario.		
				3.1. Número de controles críticos implementados.		
				3.2. Número de estándares de desempeño cumplidos.		
				3.3. Número de fallas o brechas técnicas en los controles críticos.		
Gestión de controles críticos en uso de Equipos Móviles	Antofagasta Minerals (2021) explica que es una serie de pasos con el objeto de reducir los riesgos de fatalidad, establecer controles críticos y estándares de desempeño, y asignar responsabilidad es para su gestión efectiva.	Evaluación de la eficacia de los controles críticos implementados en equipos móviles, mediante indicadores de seguridad y comparación de resultados históricos (2020–2023).	1. Implementación y Monitoreo de Controles Críticos.	4.1. Porcentaje de controles críticos implementados.	Revisión Documental	Listado de controles críticos
				4.2. Tiempo total empleado en el monitoreo de los controles críticos.		
				4.3. Frecuencia de monitoreo de los controles críticos.		Reportes supervisión
				4.4. Verificaciones realizadas entre verificaciones planificadas		
			2. Disminución de eventos top	5.1. Porcentaje de eventos top mitigados.	Registro de inspecciones	Cronograma de monitoreo
			3. Índices de seguridad en uso de Equipos Móviles	6.1. Índices de Frecuencia, Severidad y Accidentabilidad relacionados a Equipos Móviles		Reportes de accidentes

Es importante señalar que las dimensiones e indicadores deben estar alineadas al marco teórico y los resultados de la presente investigación.

Capítulo IV: Materiales Y Métodos

4.1. Área de Estudio

La investigación se desarrollará en toda la Unidad Minera Alpamarca, una mina superficial ubicada en la región Junín, Perú. Esta unidad minera opera bajo el tipo de explotación a rajo abierto y cuenta con un conjunto de protocolos de seguridad dirigidos a mitigar los riesgos asociados a la operación de equipos móviles. La investigación se centrará en la gestión de controles críticos aplicados a estos equipos móviles para reducir los riesgos laborales, utilizando como referencia los indicadores de seguridad de los años 2020, 2021 y 2022, y comparándolos con el año 2023, en el que se implementará la metodología Bow Tie.

Para contextualizar la operación minera, en la Figura 5 se presenta una imagen del tajo abierto de la Unidad Minera Alpamarca.

Figura 5

Tajo abierto de la Unidad Minera Alpamarca



Nota. Fotografía extraída del portal oficial de *Volcan*. URL

<https://www.volcan.com.pe/operaciones/mineria/alpamarca/>

Esta imagen permite visualizar las características geográficas y operativas del yacimiento, lo que es relevante para comprender el entorno en el que se desarrollan las actividades de los equipos móviles.

4.1.1. Ubicación y acceso

La Unidad Minera Alpamarca se localiza a una altitud de 4,700 metros sobre el nivel del mar, en el distrito de Santa Bárbara de Carhuacayán, provincia de Yauli, región Junín. Está a una distancia de 182 km al este de la ciudad de Lima. Este yacimiento es de tipo polimetálico, con vetas que contienen plomo, zinc, plata y cobre. La operación incluye el tajo abierto Alpamarca, una planta concentradora con una capacidad instalada de 2,500 toneladas por día (TPD) y el proyecto de expansión Romina. Para acceder al área de estudio, se dispone de dos rutas.

1. Ruta Lima - La Oroya - Cerro de Pasco - Alpamarca
 - Distancia total: 365 km
 - Tiempo de viaje: Aproximadamente 6 horas
 - Características: Pavimento asfaltado hasta el km 289 (desvío en Cerro de Pasco), seguido por 76 km de vía afirmada.
2. Ruta Lima - Canta - Alpamarca (Ruta preferida por la empresa)
 - Distancia total: 172 km
 - Tiempo de viaje: Aproximadamente 5 horas
 - Características: Pavimento asfaltado hasta Canta (110 km) y luego 62 km de vía afirmada hasta Alpamarca.

4.1.2. Clima

El clima en la Unidad Minera Alpamarca presenta condiciones extremas que pueden afectar directamente la seguridad y operatividad de los equipos móviles. La región experimenta dos estaciones bien definidas: una temporada seca, que abarca de mayo a septiembre, y una temporada de lluvias, que se extiende de octubre a abril, con mayor intensidad entre enero y marzo.

Impacto de la Temporada Seca (Mayo - Septiembre)

Bajas temperaturas nocturnas (-10°C)

- Dificultades en el arranque de motores diésel debido a la viscosidad del aceite y el congelamiento del combustible.
- Riesgo de congelamiento del agua en radiadores y sistemas hidráulicos si no cuentan con anticongelante adecuado.
- Mayor desgaste en neumáticos y suspensiones debido a la rigidez de los materiales a bajas temperaturas.

Temperaturas diurnas moderadas (5°C a 15°C)

- Menor evaporación de líquidos refrigerantes y lubricantes, lo que puede favorecer la eficiencia térmica de los motores.

Impacto de la Temporada de Lluvias (Octubre - Abril, con mayor intensidad entre Enero y Marzo)

Suelos saturados y lodo

- Disminuye la tracción de camiones y equipos de carguío, aumentando el consumo de combustible y reduciendo la productividad.
- Mayor desgaste de neumáticos y trenes de rodaje en maquinaria como excavadoras y tractores.

Inundaciones y erosión en vías de acarreo

- Afecta la transitabilidad, obligando a realizar mantenimientos frecuentes en caminos y rampas.
- Incremento del riesgo de accidentes por deslizamientos de tierra o derrumbes.

Alta humedad

- Aumenta la corrosión en estructuras metálicas y componentes eléctricos de los equipos.
- Puede afectar el funcionamiento de sensores y sistemas electrónicos.

Las condiciones climáticas extremas exigen un mantenimiento preventivo riguroso, el uso de lubricantes y combustibles adecuados para bajas temperaturas, así como estrategias para mejorar la estabilidad de los caminos y la protección de los equipos contra la humedad y la corrosión.

4.2. Diseño Investigación

Enfoque

El enfoque es cuantitativo porque permite evaluar el impacto de la metodología Bow Tie a través de datos objetivos y comparables como la reducción de accidentes y el cumplimiento de controles.

Diseño

El diseño de la investigación es no experimental, dado que no se realizó una manipulación directa de las variables. Únicamente se observarán los efectos que tiene la aplicación de la metodología Bow Tie sobre los indicadores de seguridad dentro de un periodo determinado en la Unidad Minera Alpamarca.

Tipo

La investigación es de tipo aplicada, porque utiliza conocimientos teóricos y metodológicos existentes para resolver un problema concreto en un contexto real: la gestión de controles críticos en el uso de equipos móviles en una unidad minera específica.

4.3. Población y Muestra

Dado que el enfoque de esta investigación es la gestión de controles críticos aplicados a equipos móviles en la Unidad Minera Alpamarca, se definió la población y la muestra de la siguiente manera:

- Población: Controles críticos relacionados a equipos móviles.
- Muestra: Controles críticos relacionados a equipos móviles.

4.4. Procedimiento, Técnicas e Instrumentos de Recolección de Información

4.4.1. Procedimientos

La investigación se desarrollará en cuatro fases:

1. Recolección de datos históricos (2020-2022)

- ✓ Revisión de registros de incidentes, inspecciones internas y reportes de seguridad.
- ✓ Identificación de indicadores clave de seguridad:
 - Índice de Frecuencia (IF).

- Índice de Severidad (IS).
 - Índice de Accidentabilidad (IA).
- ✓ Capacitación e implementación (2023)
2. Formación del personal en la metodología Bow Tie
- ✓ Identificación, selección e implementación de controles críticos específicos para los protocolos de Equipos Móviles.
- ✓ Monitoreo y recolección de datos actuales (2023):
3. Observación directa de la implementación de controles críticos en campo
- ✓ Registro de incidentes e inspecciones realizadas durante 2023.
4. Análisis comparativo
- ✓ Comparación de los indicadores de seguridad (IF, IS, IA) entre los cuatro años (2020-2023).

4.4.2. Técnicas

- Análisis documental: Revisión de registros históricos y actuales para identificar cambios en los indicadores de seguridad. En el Anexo 5 se presenta la ficha de análisis documental.
- Observación directa: Verificación en campo de la implementación de controles críticos durante 2023.

4.4.3. Instrumentos

- Lista de verificación: Para evaluar la implementación y cumplimiento de controles críticos en 2023.
- Ficha de análisis documental: Para sistematizar información histórica y actual sobre indicadores de seguridad.

- Entrevistas realizadas para medir el grado de satisfacción del personal y su percepción sobre la reducción de indicadores (se presentan en el Anexo 8).

4.5. Análisis Estadístico

El análisis de los datos se lleva a cabo utilizando métodos estadísticos, enfocados en la presentación y evaluación de la información obtenida durante el estudio. Este enfoque facilita la comprensión de la evolución de los índices de seguridad (IF, IS, IA), la identificación de patrones y tendencias, y la organización estructurada de los datos. Para ello, se utilizan herramientas como Excel en las etapas de recopilación y procesamiento.

Asimismo, se aplica estadística descriptiva para resumir y visualizar los datos mediante medidas de tendencia central, dispersión y representaciones gráficas, lo que contribuye a una interpretación y análisis más claros.

Capítulo V: Resultados

5.1. Metodología Bow Tie

5.1.1. Formación de Equipos Multidisciplinarios

La formación de equipos multidisciplinarios fue uno de los pasos clave en la implementación de la metodología Bow Tie en la Unidad Minera Alpamarca. Estos equipos integrados por representantes de diversas áreas operativas, técnicas y de gestión, desempeñaron un papel fundamental en la identificación, análisis y gestión de los controles críticos.

Primero, se fijaron ocho equipos multidisciplinarios para la elaboración y ejecución del Bow Tie, ya que la Unidad Minera está conformada por ocho áreas relacionadas a Equipos Móviles, se eligieron once integrantes bajo el criterio de seleccionar un representante por cada

área de trabajo y tres representantes del área de seguridad para que brinden apoyo en la elaboración, ejecución y verificación de los controles críticos.

Segundo, los requisitos para la selección de los integrantes son dos, ser jefe del área y tener dos años de experiencia en sus respectivos puestos de trabajo en la Unidad Minera Alpamarca con contrato de trabajo vigente en el periodo 2023, también se verificó que poseen al menos una capacitación en la metodología Bow Tie por un personal competente. Las capacitaciones fueron del tipo presencial en las oficinas de la unidad minera, no se encontraron carencias según lo planificado. En el Anexo 2 se presenta la lista de los representantes de los equipos multidisciplinarios.

5.1.1.1. Número de representantes de las áreas de trabajo vinculadas a equipos móviles

Se eligieron 11 representantes en total para las 8 áreas de trabajo que manejan Equipos Móviles, en principio los seleccionados manejaban conocimientos básicos de Seguridad y Salud Ocupacional y otras metodologías previamente usadas en la Unidad Minera Alpamarca como ICAM (Método de Análisis Causa de Incidentes).

En el Anexo 2, se detalla el equipo multidisciplinario encargado de esta gestión, especificando sus nombres, cargos y áreas de trabajo. Esta información permite visualizar la distribución de responsabilidades dentro de la unidad minera y su impacto en la seguridad y eficiencia operativa.

5.1.1.2. Número de especialistas en gestión de controles críticos

Para este caso los especialistas fueron los representantes que han obtenido un puntaje óptimo requerido (16-20) en las evaluaciones de la Metodología Bow Tie como se muestra en el Anexo 6.

5.1.1.3. Promedio de las evaluaciones de las habilidades y conocimientos de los representantes

El promedio de las evaluaciones del equipo multidisciplinario fue de 19.7 un puntaje muy alto que evidencia el nivel de preparación óptimo para llevar a cabo la elaboración del Bow Tie y la ejecución de controles críticos.

Además, para evaluar a los integrantes del equipo, se implementaron las siguientes estrategias de formación:

- **Cursos en mina:** También programados una vez al año, estos cursos permitieron reforzar los conocimientos en un entorno real de trabajo, enfocándose en la práctica operativa, inspección de equipos y respuesta ante situaciones de riesgo.
- **Capacitaciones antes de inicio de guardia:** Se realizaron diariamente antes del inicio de las labores abordando temas clave como seguridad en la operación de equipo móviles, procedimientos específicos de trabajo y actualización de protocolos.

Este esquema es suficiente debido a que la experiencia previa del equipo complementa la capacitación, además la evaluación y capacitación aseguró que todos los integrantes del equipo mantuvieran un nivel de preparación óptimo, minimizando riesgos y mejorando la eficiencia en la supervisión y operación de los equipos móviles en minería.

También dentro de la Unidad Minera Alpamarca se realizó una sesión de entrenamiento práctico en el entorno minero, donde se instruyó a los supervisores sobre la aplicación de la metodología Bow Tie para la gestión de riesgos. En el Anexo 10 se presentan los resultados de las evaluaciones a los equipos multidisciplinarios, donde se observa una calificación óptima para liderar la seguridad del área de trabajo. En el Anexo 11 se presentan los resultados de las evaluaciones a los trabajadores.

5.1.1.4. Número de capacitaciones anuales

Para fortalecer la cultura de seguridad en la operación de equipos móviles, se llevó a cabo 1 capacitación anual durante el año 2022-2023 dirigidas a operadores, supervisores y personal de mantenimiento. Estas sesiones incluyeron temas de seguridad, mantenimiento preventivo y procedimientos de respuesta ante emergencias como se detalla en el Anexo 4.

5.1.1.5. Número de capacitados programados y ejecutados

Del total de **110** trabajadores programados para recibir capacitación en seguridad y operación de equipos móviles, se logró capacitar a **108**, representando un cumplimiento del **98.2%**. De los **110** trabajadores programados para capacitarse, **2** no asistieron por motivos justificados (ausencias por temas de salud). Se realizó una sesión de recuperación para asegurar que recibieran la misma formación. La afectación operativa fue mínima y se evitó que asumieran tareas críticas hasta completar la capacitación. En el Anexo 11 se presenta la relación y evaluación de personal capacitado.

5.1.2. Elaboración del Bow Tie

En el contexto de esta investigación, el análisis Bow Tie fue aplicado para abordar cuatro eventos top: equipo en movimiento impacta a un peatón, a otro vehículo, a objeto(s) u otro vehículo móvil, todos con potencial de generar lesiones graves y pérdidas materiales significativas.

A continuación, se presenta la Figura 6 que muestra un esquema resumido del Bow Tie elaborado para este evento top, donde se destacan las principales causas, controles y consecuencias identificadas:

Figura 6

Diagrama Bow Tie – Equipos Móviles



Nota. El diagrama indica el número de causas, controles preventivos y controles mitigantes se identificaron en el diseño del Bow Tie.

Para aplicar la técnica, primero se identifica el peligro, es decir, la condición o situación que puede generar un evento adverso. Luego, se define el evento no deseado, que es el incidente que podría ocurrir si el peligro no es controlado. A continuación, se determinan las causas, que son los factores que pueden desencadenar el evento, y las consecuencias, que son los impactos negativos que pueden derivarse de su ocurrencia.

Una vez establecidas las causas y consecuencias, se implementan barreras preventivas para reducir la probabilidad de que el evento ocurra y barreras de mitigación para minimizar su impacto en caso de que llegue a suceder. Finalmente, se lleva a cabo un monitoreo y revisión de los controles para evaluar su efectividad y realizar mejoras cuando sea necesario.

5.1.2.1. Número de eventos top identificados

En la Tabla 2 se resume los criterios utilizados para identificar los eventos top y el número de eventos registrados.

Tabla 2

Eventos Top identificados

Evento Top	Fuente de información	Criterios de identificación
Vehículo impacta a un peatón	Reportes de incidentes, inspecciones de seguridad	Casos donde un vehículo golpeó a un peatón dentro de la mina
Vehículo impacta a otro vehículo	Reportes de colisiones, registros de accidentes	Colisiones entre vehículos en la operación
Vehículo impacta a un objeto	Inspecciones de daños, reportes de incidentes	Impactos contra estructuras, equipos u otros elementos fijos
Vehículo sufre volcadura	Reportes de accidentes, análisis de riesgos	Casos de pérdida de estabilidad del vehículo

Esta clasificación permite establecer criterios claros para la identificación de eventos críticos en seguridad vehicular, facilitando la implementación de controles preventivos. Además, está alineada con normativas vigentes, como el D.S. 024-2016-EM del Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería, que establece lineamientos para la gestión de riesgos en el transporte dentro de operaciones mineras.

5.1.2.2. Numero de causas y consecuencias identificadas

Se detalla las causas y consecuencias identificados para los eventos identificados, los cuáles se obtuvieron de los análisis del área de seguridad y salud en el trabajo de la unidad minera y los reportes de incidentes. En la Tabla 3 se detallan los resultados del análisis por el equipo multidisciplinario.

Tabla 3

Causas y consecuencias identificadas para el control de Equipos Móviles en la Unidad Minera Alpamarca

CAUSAS	CONSECUENCIAS
Estado de las vías de transporte: Mal estado de las vías	Deceso y/o accidentes severos de un grupo de 5 a más personas
Equipo inadecuado / deficiente: Deficiencias en el mantenimiento del vehículo destinado al transporte de personal.	Paralización temporal de las operaciones
Condiciones Psicosociales: Desempeño deficiente en la conducción debido a la fatiga o somnolencia del conductor, o por conducir en estado de ebriedad	Demandas legales y pérdida de reputación.
Interacción entre Peatón y vehículo: Aglomeración de personas en zonas de tránsito como puntos de embarque y estacionamientos, así como la presencia de peatones en áreas destinadas al tránsito vehicular.	Impacto en comunidades aledañas
Falla macizo rocoso: Desprendimiento de rocas en las vías en superficie	
Habilidad y destreza del conductor/operador de equipo móvil: El conductor carece de experiencia o no posee las habilidades necesarias para operar el vehículo.	
Distracciones al conducir: Uso del teléfono móvil o consumo de alimentos y bebidas mientras se conduce.	
Velocidades permitidas: Conducción por encima de los límites de velocidad establecidos.	
Factores Climatológicos y/o Entorno: Presencia de fenómenos meteorológicos	

adversos como neblina, exceso de sol, lluvias intensas, granizo o tormentas eléctricas.

Interacción entre equipos móviles: Interacción entre vehículos.

Es importante reconocer que en la aplicación de la metodología Bow Tie, la identificación de causas y consecuencias es un paso crítico que, si no se ejecuta con rigor, puede presentar varios fallos.

Abordar estos posibles fallos es fundamental para asegurar que el análisis Bow Tie refleje fielmente los riesgos y permita el diseño de controles efectivos para prevenir y mitigar eventos críticos.

5.1.2.3. Número de controles críticos propuestos

Es crucial que el proceso de identificación de causas y consecuencias sea riguroso, exhaustivo y actualizado, garantizando así que los controles críticos propuestos sean realmente robustos y eficaces en la gestión del riesgo. Para cada causa previamente mencionada se planificaron 12 controles críticos preventivos y 2 mitigantes como se presentan a continuación.

La Tabla 4 presenta los controles críticos preventivos y mitigantes propuestos por el equipo multidisciplinario.

Tabla 4

Controles críticos propuestos para Equipos Móviles

CAUSA	CONTROL CRÍTICO PREVENTIVO	CONTROL CRÍTICO MITIGANTE
Estado de las vías de transporte: Mal estado de las vías	Ejecución adecuada del plan de mantenimiento de las vías. Ejecutar un diseño, construcción y rediseño de vías.	Inicio del Protocolo de Acción a Accidentes en Equipos Móviles.

Equipo inadecuado / deficiente: Deficiencias en el mantenimiento del vehículo destinado al transporte de personal.	Aplicar el mantenimiento preventivo y correctivo a los equipos. Realización de inspecciones técnicas internas a los vehículos.	Uso de los equipos de seguridad y escape por salidas de emergencia
Condiciones Psicosociales: Desempeño deficiente en la conducción debido a la fatiga o somnolencia del conductor, o por conducir en estado de ebriedad.	Sistema de Detección de Cansancio y Sueño Realizar prueba de alcoholtest periódica a conductores (tomar acción correctiva ante desvíos).	
Interacción entre Peatón y vehículo: Aglomeración de personas en zonas de tránsito como puntos de embarque y estacionamientos, así como la presencia de peatones en áreas destinadas al tránsito vehicular.	Reconocer y señalar las áreas peatonales y vehiculares. Uso de cámaras de retroceso y sensores de proximidad Incluir en la etapa de planeamiento un diseño apropiado de las labores, tomando en cuenta la cantidad de equipos y personal, así como las dimensiones de los equipos y de las labores.	
Falla macizo rocoso: Desprendimiento de rocas en las vías en superficie	Cumplimiento al Programa de Perfilado.	
Habilidad y destreza del conductor/operador de equipo móvil: El conductor carece de experiencia o no posee las habilidades necesarias para operar el vehículo.		
Distracciones al conducir: Uso del teléfono móvil o consumo de alimentos y bebidas mientras se conduce.		
Velocidades permitidas: Conducción por encima de los límites de velocidad establecidos.		
Factores Climatológicos y/o Entorno: Presencia de fenómenos meteorológicos adversos como neblina, exceso de sol, lluvias	Supervisión del estado de los pararrayos en las áreas operativas en superficie.	

intensas, granizo o tormentas eléctricas.	
	Uso de cámaras de retroceso y sensores de proximidad
	Cumplimiento del mantenimiento del sistema de frenos y dirección de los vehículos.
Interacción entre equipos móviles: Interacción entre vehículos.	Cumplir con la inspección técnica interna del vehículo.
	Incluir en la etapa de planeamiento un diseño apropiado de las labores, tomando en cuenta la cantidad de equipos y personal, así como las dimensiones de los equipos y de las labores.

En total se plantearon 12 controles críticos preventivos y 2 mitigantes.

5.1.2.4. Número de estándares de desempeño definidos

Para definir estándares de desempeño de los controles críticos en minería, se sigue un proceso estructurado que asegura su eficacia y adecuación a las condiciones reales de operación como se muestra en la tabla 5.

Tabla 5

Etapas para poder definir estándares de desempeño

Etapas	Descripción
Identificación de controles críticos	Se identifican los controles clave para prevenir o mitigar eventos top, asegurando su aplicabilidad y eficiencia.
Definición de parámetros de evaluación	Se establecen criterios como frecuencia de inspección, cumplimiento normativo y efectividad del control
Validación de parámetros	Los parámetros se validan mediante consultas con el equipo multidisciplinario, revisión de normas nacionales e internacionales
Prueba piloto	Se realizan pruebas en campo para ajustar los estándares según resultados reales.

Elaboración y formalización del estándar	Con la información obtenida, se elabora un documento técnico que formaliza el estándar.
Implementación del sistema de monitoreo	Se implementa un sistema de monitoreo y mejora continua para actualizar los estándares ante cambios operativos o regulatorios

Este enfoque fue aplicado en la Unidad Minera Alpamarca para evaluar el cumplimiento de los controles críticos implementados.

CCP 01: Ejecución adecuada del plan de mantenimiento de las vías

El control crítico relacionado con el mantenimiento de vías es esencial para garantizar la seguridad en las operaciones dentro de la mina, ya que las irregularidades en las vías pueden poner en riesgo la operatividad de los equipos y la seguridad del personal. A continuación, se presenta la tabla 6 con los detalles del cumplimiento de este control:

Tabla 6

Estándar de desempeño de Control Ejecución adecuada del plan de mantenimiento de las vías

Especificación	Control Crítico: CCP 01
Peligro catastrófico	COLISIÓN DE VEHÍCULOS/ PÉRDIDA DE CONTROL
Objetivo	Asegurar la menor irregularidad posible de las vías en interior mina y superficie.
Disponibilidad	Se realiza de manera mensual, el cumplimiento es del 100%
Confiabilidad	85%
Frecuencia de Inspección	Mensual
Actividad de Verificación	Verificación de cumplimiento del plan de mantenimiento de vías
Frecuencia de Verificación	Trimestral
Responsable	Arturo Matutti
Resultado	Con el Ejecución adecuada del plan de mantenimiento de las vías, el equipo de movimiento de tierra tiene una disponibilidad de 85 % a más.

Un punto para destacar es la confiabilidad del 85%, lo que sugiere que aún hay margen de mejora en la consistencia del mantenimiento. También se menciona que la disponibilidad del equipo de movimiento de tierra se mantiene por encima del 85%, lo cual es un resultado positivo, pero que podría optimizarse aún más con una mayor periodicidad en la verificación o el uso de tecnologías de monitoreo en tiempo real.

CCP 02: Ejecución de Diseño, Construcción y Rediseño de Vías

Este control crítico asegura que las vías dentro de la mina sean seguras y funcionales para el tránsito de equipos. Se supervisa su diseño, construcción y mantenimiento para detectar y corregir fallas a tiempo. Esto no solo reduce riesgos operacionales, sino que también mejora la eficiencia logística y el cuidado de la infraestructura vial.

La Tabla 7 presenta el estándar de desempeño del Control Crítico CCP 02, enfocado en la ejecución del diseño, construcción y rediseño de vías. Su objetivo es garantizar que el levantamiento topográfico de las áreas ejecutadas se alinee con el diseño de planeamiento. Se especifican parámetros como disponibilidad, confiabilidad, frecuencia de inspección y verificación, además del responsable del control.

Tabla 7

Estándar de desempeño de Control de la Ejecución de Diseño, Construcción y Rediseño de Vías

Especificación	Control Crítico: CCP 02
Peligro catastrófico	COLISIÓN DE VEHÍCULOS/ PÉRDIDA DE CONTROL
Objetivo	Levantamiento topográfico del área ejecutada para conciliar con el diseño de planeamiento.
Disponibilidad	En la ejecución de cada labor, cumplimiento al 100%
Confiabilidad	100%
Frecuencia de Inspección	Mientras la tarea sea desarrollada
Actividad de Verificación	Verificar el cumplimiento del diseño, construcción y rediseño de vías de acuerdo al estándar.
Frecuencia de Verificación	Trimestral
Responsable	Juan Morales
Resultado	Diseño de labores está incluido en el planeamiento de corto, mediano y largo plazo.

En esta tabla destaca la disponibilidad del 100% en la ejecución de cada labor, lo que refleja un alto nivel de cumplimiento. Asimismo, la confiabilidad también es del 100%, lo que sugiere que el proceso está bien estructurado y controlado.

CCP 03: Cumplimiento del Mantenimiento Preventivo y Correctivo de Vehículos

El mantenimiento de vehículos es un control crítico que garantiza la seguridad y confiabilidad de los equipos móviles en la mina. Su enfoque está en cumplir rigurosamente los programas de mantenimiento preventivo y correctivo, esto ayuda a encontrar y corregir problemas antes de que ocurran incidentes. Se realizan inspecciones periódicas, revisiones técnicas y reparaciones oportunas, asegurando el buen estado de los vehículos. Además, se implementan programas de mantenimiento que favorecen la prolongación de la vida operativa de los equipos y mejorar la eficiencia operativa. Este control se complementa con registros e inspecciones internas que permiten verificar su cumplimiento y efectividad, protegiendo así tanto a los operadores como al resto del personal.

A continuación se presenta la tabla 8 con los detalles del cumplimiento de este control:

Tabla 8

Estándar de desempeño del Cumplimiento del Mantenimiento Preventivo y Correctivo de Vehículos

Especificación	Control Crítico: CCP 03
Peligro catastrófico	COLISIÓN DE VEHÍCULOS/ PÉRDIDA DE CONTROL
Objetivo	Programa de mantenimiento semanal y periódico que cubra el mantenimiento de todos los equipos en unidad.
Disponibilidad	El programa de mantenimiento aplica a todos los equipos y es de cumplimiento obligatorio.
Confiabilidad	90%
Frecuencia de Inspección	Mensualmente
Actividad de Verificación	Verificar el cumplimiento del mantenimiento preventivo y correctivo
Frecuencia de Verificación	Trimestral
Responsable	Juan Morales
Resultado	A partir del programa de mantenimiento preventivo y correctivo de vehículos, lograr un cumplimiento mayor al 95%.

Se destaca que el programa es obligatorio para todos los equipos y que la confiabilidad del sistema es del 90%, lo cual es un buen indicador, aunque podría aspirarse a un valor aún mayor.

CCP 04: Cumplimiento de la Inspección Técnica Interna del Vehículo

Este control es esencial para asegurar que los vehículos utilizados en la minería operen de manera segura y eficiente. Se enfoca en realizar inspecciones técnicas regulares y rigurosas, siguiendo los protocolos establecidos. El objetivo es detectar de manera anticipada cualquier problema, como anomalías o desgastes, que puedan generar fallos operativos o riesgos de

seguridad. Las revisiones abarcan aspectos mecánicos, eléctricos y de seguridad, garantizando que cada vehículo cumpla con los estándares de calidad y las normativas vigentes.

La Tabla 9 describe el estándar de desempeño del Control Crítico CCP 04, orientado al cumplimiento de la inspección técnica interna del vehículo.

Tabla 9

Estándar de desempeño del Cumplimiento de la Inspección Técnica Interna del Vehículo.

Especificación	Control Crítico: CCP 04
Peligro catastrófico	COLISIÓN DE VEHÍCULOS/ PÉRDIDA DE CONTROL
Objetivo	Garantizar la operatividad de los equipos
Disponibilidad	Cumplimiento al 100% de vehículos
Confiabilidad	90%
Frecuencia de Inspección	Mensualmente
Actividad de Verificación	Verificar el cumplimiento de la inspección interna del vehículo.
Frecuencia de Verificación	Trimestral
Responsable	Juan Morales
Resultado	Se requiere un programa inicial, infraestructura, equipo y personal calificado.

La confiabilidad del 90% sugiere que aún existe un margen de mejora. Sería recomendable implementar verificaciones adicionales y la implementación de tecnologías avanzadas, como los sistemas de monitoreo en tiempo real, con el objetivo de optimizar este indicador.

CCP 05: Sistema de Detección de Cansancio y Sueño

El sistema de monitoreo activo en la Unidad Minera Alparmarca detecta signos de fatiga o somnolencia en los operadores utilizando cámaras y sensores biométricos. Si se identifican síntomas, se activa una alerta para el operador y su supervisor, permitiendo pausas o cambios de actividad para reducir riesgos. Este sistema incluye el PRISM, una aplicación móvil con un

test de fatiga para conductores de vehículos como camionetas, volquetes, excavadores, entre otros. Además, el Sistema Antifatiga (SAF) monitorea a los operadores de buses de transporte de personal, MATPEL y concentrados mediante cámaras y sensores biométricos, todo supervisado desde un centro de control.

La Tabla 10 presenta el estándar de desempeño del Control Crítico CCP 05, relacionado con el Sistema de Detección de Cansancio y Sueño

Tabla 10

Estándar de desempeño del Sistema de Detección de Cansancio y Sueño

Especificación	Control Crítico: CCP 05
Peligro catastrófico	COLISIÓN DE VEHÍCULOS/ PÉRDIDA DE CONTROL
Objetivo	Garantizar que los conductores se encuentren en las condiciones de manejo óptimos para asegurar la seguridad de las operaciones
Disponibilidad	Deben aplicarse este control de manera inesperada
Confiabilidad	100%
Frecuencia de Inspección	Arbitraria – al menos dos veces por semana
Actividad de Verificación	Verificar la instalación del Sistema de Detección de Cansancio y Sueño
Frecuencia de Verificación	Cada semana
Responsable	Juan Morales
Resultado	Se mantuvo al personal en buenas condiciones

El estándar establece que estos controles deben realizarse de forma sorpresiva, lo cual es una ventaja, ya que impide que los conductores se preparen con antelación, permitiendo así una evaluación más precisa de su estado real. Además, la confiabilidad del 100% garantiza que este control sea altamente efectivo.

CCP 06: Realizar prueba de alcohotest periódica a conductores (tomar acción correctiva ante desvíos).

Implementar pruebas de detección de alcohol en sangre de manera periódica para conductores de vehículos y equipos. Si se detectan resultados positivos, se toman acciones inmediatas, como el retiro inmediato por ser considerado falta grave. De la experiencia se aprende a asegurar que las pruebas sean sorpresivas para evitar la preparación anticipada, designar personal capacitado para realizar las pruebas con dispositivos certificados, establecer políticas claras sobre sanciones y rehabilitación para infracciones detectadas y mantener un registro de todas las pruebas realizadas para inspecciones de seguridad.

En la tabla 11 se detalla del cumplimiento de este control:

Tabla 11

Estándar de desempeño para realizar prueba de alcohotest periódica a conductores

Especificación	Control Crítico: CCP 06
Peligro catastrófico	COLISIÓN DE VEHÍCULOS/ PÉRDIDA DE CONTROL
Objetivo	Asegurar que el personal esté bajo efectos del alcohol.
Disponibilidad	Se realiza al ingreso a la unidad de días libres.
Confiabilidad	100%
Frecuencia de Inspección	Quincenal
Actividad de Verificación	Verificar el cumplimiento a la prueba de alcohotest para conductores ante desvíos.
Frecuencia de Verificación	Trimestral
Responsable	Juan Morales
Resultado	Inspecciones por parte de seguridad patrimonial

El hecho de contar con una confiabilidad del 100% garantiza que el control sea efectivo, siempre y cuando los equipos de monitoreo se utilicen de manera adecuada y estén debidamente calibrados.

CCP 07: Reconocer y señalizar las áreas peatonales y vehiculares

Diseño e instalación de señalización clara y visible que delimite áreas específicas para peatones y vehículos en toda la operación minera. La señalización debe incluir semáforos, cruces, barandas y señalizaciones reflectantes para prevenir accidentes. Es recomendable utilizar pintura reflectante y señalización vertical y horizontal claro en todas las áreas, implementar barreras físicas en zonas de alto tráfico para separar peatones de vehículos, reforzar la señalización con sistemas de semáforos o luces de advertencia en cruces críticos y finalmente revisar y actualizar la señalización cada 6 meses o después de cambios en la operación.

La Tabla 12 define el estándar de desempeño del Control Crítico CCP 07.

Tabla 12

Estándar de desempeño para la Identificación y señalización de zonas peatonales y zonas vehiculares

Especificación	Control Crítico: CCP 07
Peligro catastrófico	COLISIÓN DE VEHÍCULOS/ PÉRDIDA DE CONTROL
Objetivo	Evitar interacción entre equipo persona, equipo - equipo y equipo – infraestructura
Disponibilidad	100%, deben señalarse las zonas peatonales y vehiculares mapeadas.
Confiabilidad	80%
Frecuencia de Inspección	Mensualmente
Actividad de Verificación	Verificar la señalización en zonas peatonales y zonas vehiculares (paraderos, comedores, talleres, oficinas, puntos de embarque y estacionamientos, refugios mineros, etc)
Frecuencia de Verificación	Trimestral
Responsable	Juan Morales
Resultado	Se requiere de señalética, así como de personal para su instalación.

La adecuada identificación y señalización de estas zonas es crucial para minimizar el riesgo de accidentes en operaciones mineras. No obstante, se observa que la confiabilidad es del 80%, lo cual indica un margen de mejora. Se podrían implementar señaléticas más visibles, con materiales reflectantes o luminiscentes, y reforzar las campañas de concienciación entre los trabajadores.

Otro punto clave es que la inspección es mensual, pero la verificación del cumplimiento es trimestral. En entornos de alto tráfico vehicular, una mayor frecuencia de verificación, como bimestral o mensual, podría mejorar la seguridad operativa.

Finalmente, el resultado menciona que se requiere señalética y personal para la instalación, lo que sugiere que aún hay deficiencias en la implementación. Se recomienda asegurar que haya un stock suficiente de señalización y un equipo de mantenimiento que realice revisiones continuas para evitar la pérdida o desgaste de la señalética instalada.

CCP 08: Uso de cámaras de retroceso y sensores de proximidad

Equipar los vehículos y maquinaria pesada con cámaras de retroceso y sensores que detecten obstáculos o personas en puntos ciegos. Estos dispositivos generan alarmas sonoras y visuales para evitar colisiones y accidentes por falta de visibilidad.

En este control se aprendió a seleccionar equipos con certificación industrial y resistencia al entorno minero, verificar regularmente el estado y calibración de las cámaras y sensores, capacitar a los operadores en la interpretación de alertas y acciones ante obstáculos e incluir simulacros de uso en los programas de entrenamiento de seguridad vehicular.

En la tabla 13 se detalla el cumplimiento de este control:

Tabla 13

Estándar de desempeño del Uso de cámaras de retroceso y sensores de proximidad

Especificación	Control Crítico: CCP 08
Peligro catastrófico	COLISIÓN DE VEHÍCULOS/ PÉRDIDA DE CONTROL
Objetivo	Evitar una colisión
Disponibilidad	100%, Se encuentra instalado en los equipos móviles.
Confiabilidad	100%
Frecuencia de Inspección	Diario
Actividad de Verificación	Verificación de uso de cámaras de retroceso y sensores de proximidad.
Frecuencia de Verificación	Trimestral
Responsable	Juan Morales
Resultado	Inspección diaria realizada por el operador.

El uso de cámaras de retroceso y sensores de proximidad es una medida eficaz para reducir accidentes en áreas mineras. La inspección diaria realizada por el operador es una buena práctica, ya que permite detectar fallas en los sensores o cámaras antes de iniciar la operación.

Sin embargo, aunque la inspección es diaria, la verificación del cumplimiento es trimestral, lo que puede generar brechas de seguridad si los reportes diarios no se analizan adecuadamente.

Se recomienda implementar una verificación mensual o bimestral, además de establecer un sistema de reporte digital para registrar las inspecciones diarias y agilizar la detección de fallas recurrentes.

CCP 09: Incluir en la etapa de planeamiento un diseño apropiado de las labores, tomando en cuenta la cantidad de equipos y personal, así como las dimensiones de los equipos y de las labores.

Planificación previa del diseño de labores mineras, tomando en cuenta factores como espacio para maniobras, número de trabajadores por área, y dimensiones adecuadas de equipos y accesos para garantizar la seguridad operativa y evitar cuellos de botella.

Es importante incluir estudios ergonómicos y de espacio en el diseño para mejorar la seguridad y eficiencia, establecer reuniones periódicas entre el área de planeamiento y seguridad para validar diseños, incorporar simulaciones digitales para prever cuellos de botella y riesgos potenciales y ajustar los diseños según las recomendaciones de inspecciones y observaciones en campo.

La Tabla 14 presenta el estándar de desempeño del Control Crítico CCP 09, enfocado en el planeamiento adecuado del diseño de labores para evitar colisiones de vehículos y pérdida de control.

Tabla 14

Estándar de desempeño del Planeamiento adecuado del diseño de labores

Especificación	Control Crítico: CCP 09
Peligro catastrófico	COLISIÓN DE VEHÍCULOS/ PÉRDIDA DE CONTROL
Objetivo	Mapear desde el planeamiento diseño de rampas optimas de acuerdo con estándar, equipos, personal y dimensiones
Disponibilidad	100%
Confiabilidad	90%
Frecuencia de Inspección	Semanal
Actividad de Verificación	Verificar el cumplimiento del diseño de vías desde el planeamiento, considerando número de equipos, dimensión de los equipos, dimensión de las labores, etc.
Frecuencia de Verificación	Trimestral
Responsable	Ángel Vega
Resultado	Revisión de funcionamiento.

El correcto planeamiento del diseño de labores es clave para la seguridad y eficiencia operativa. Un diseño adecuado de rampas, intersecciones y áreas de tránsito minimiza el riesgo de accidentes y optimiza el flujo vehicular en la mina.

CCP 10: Cumplimiento al Programa de Perfilado

Implementación de un programa regular de perfilado de vías y accesos en las operaciones para mantener superficies niveladas y estables. Esto previene deslizamientos, mejora la tracción y minimiza el riesgo de vuelcos o accidentes de tránsito en áreas mineras.

- Dentro del desarrollo del control se aprendió y se recomienda:
- Crear un cronograma de perfilado que se ajuste a la frecuencia de uso de las vías.
- Documentar todas las actividades de perfilado para un control histórico del estado de las vías.

En la tabla 15 se detalla el cumplimiento de este control:

Tabla 15

Estándar de desempeño del Cumplimiento al Programa de Perfilado

Especificación	Control Crítico: CCP 10
Peligro catastrófico	COLISIÓN DE VEHÍCULOS/ PÉRDIDA DE CONTROL
Objetivo	Garantizar la confiabilidad del cumplimiento del Programa de perfilado.
Disponibilidad	Aplica a todos los frentes, pues es parte del ciclo de minado.
Confiabilidad	90%, depende del diseño
Frecuencia de Inspección	Quincenalmente
Actividad de Verificación	Verificación del cumplimiento con el Programa de Perfilado.
Frecuencia de Verificación	Trimestral
Responsable	Ángel Vega
Resultado	Revisión de funcionamiento.

El perfilado es una actividad crucial para mantener las dimensiones y estabilidad de las labores mineras, garantizando la seguridad en el tránsito de vehículos y equipos. Este estándar es clave para mantener la seguridad y eficiencia en las labores mineras, pero podría fortalecerse con una mayor frecuencia de verificación y la inclusión de criterios de calidad más detallados.

CCP 11: Supervisión del estado de los pararrayos en las áreas operativas en superficie

La vigilancia constante y la intervención rápida ante fallas aseguran que los pararrayos estén en condiciones óptimas para desviar descargas eléctricas, reduciendo los riesgos asociados a fenómenos atmosféricos en la minería en superficie. Este control se enfoca en mantener el correcto funcionamiento de los pararrayos, garantizando que cumplan con los estándares de seguridad y protejan las instalaciones, equipos y personal. Se implementa un proceso de monitoreo continuo con inspecciones periódicas, pruebas y mantenimiento preventivo para detectar a tiempo cualquier anomalía o deterioro en el sistema.

En la tabla 16 se detalla el cumplimiento de este control:

Tabla 16

Estándar de desempeño del Monitoreo de pararrayos en las instalaciones de las operaciones en superficie

Especificación	Control Crítico: CCP 11
Peligro catastrófico	COLISIÓN DE VEHÍCULOS/ PÉRDIDA DE CONTROL
Objetivo	Evitar interacción de descargas eléctricas con personas y/o equipos
Disponibilidad	Cobertura a todas las vías en superficie.
Confiabilidad	90%, al ser un sistema automático
Frecuencia de Inspección	Quincenalmente
Actividad de Verificación	Verificar el cumplimiento de la inspección de pararrayos en las operaciones de superficie.

Frecuencia de Verificación	Trimestral
Responsable	Juan Morales
Resultado	Revisión de funcionamiento.

Es importante incluir un mecanismo de alerta temprana en caso de fallas en el sistema.

CCP 12: Ejecutar el mantenimiento del sistema de frenos y direccionamiento de los equipos.

Este control crítico se enfoca en asegurar que los sistemas de frenos y dirección de todos los vehículos operativos se encuentren en óptimas condiciones mediante el cumplimiento riguroso de los programas de mantenimiento preventivo y correctivo.

El mantenimiento adecuado de estos sistemas es fundamental para garantizar la seguridad en las operaciones, ya que cualquier fallo en los frenos o en el sistema de dirección puede provocar incidentes graves, comprometiendo tanto la integridad del operador como la de otros trabajadores.

En la tabla 17 se detalla el cumplimiento de este control:

Tabla 17

Estándar de desempeño del Ejecutar el mantenimiento del sistema de frenos y direccionamiento de los equipos

Especificación	Control Crítico: CCP 12
Peligro catastrófico	COLISIÓN DE VEHÍCULOS/ PÉRDIDA DE CONTROL
Objetivo	Garantizar el correcto funcionamiento del sistema de frenos y dirección mediante la verificación y mantenimiento periódico de los vehículos.
Disponibilidad	Todos los equipos móviles operan siempre y cuando se valide el correcto funcionamiento del sistema de frenos y dirección.

Confiabilidad	90%, depende de las condiciones operativas también.
Frecuencia de Inspección	Diariamente
Actividad de Verificación	Verificación del cumplimiento con el mantenimiento del sistema de frenos y dirección de los vehículos
Frecuencia de Verificación	Trimestral
Responsable	Juan Morales
Resultado	Inspecciones periódicas de equipos Revisiones técnicas Contar con repuestos críticos en sistema de frenos y dirección de vehículos

Si bien la inspección es diaria y la verificación es trimestral, podría ser útil complementar con inspecciones aleatorias o revisión de registros de mantenimiento.

CCM 01.- Inicio del Protocolo de Acción a Accidentes en Equipos Móviles (VM)

Un siniestro en VM se refiere a cualquier accidente, incidente o situación de emergencia que involucre a un vehículo móvil en las operaciones. Esto puede incluir colisiones, volcaduras, impactos con objetos o peatones, fallas mecánicas críticas u otros eventos que generen daños materiales o personales y la continuidad de las operaciones. En esencia, es cualquier evento no deseado que compromete el funcionamiento normal y seguro de los vehículos móviles.

En la tabla 18 se detalla el cumplimiento de este control:

Tabla 18

Estándar de desempeño de la Inicio del Protocolo de Acción a Accidentes en Equipos Móviles

Especificación	Control Crítico: CCM 01
Peligro catastrófico	COLISIÓN DE VEHÍCULOS/ PÉRDIDA DE CONTROL
Objetivo	Activación del plan de respuesta a emergencias para siniestros en equipos móviles
Disponibilidad	Disponibilidad de equipos y dispositivos de emergencia (vehículos, estaciones)
Confiabilidad	90%

Frecuencia de Inspección	Trimestral
Actividad de Verificación	Verificación del cumplimiento del programa de simulacros e inspección de equipos de emergencia.
Frecuencia de Verificación	Trimestral
Responsable	Juan Morales
Resultado	Simulacros y seguimiento a cumplimiento a planes de acción de simulacros realizados

Es importante considerar algunos aspectos adicionales que pueden fortalecer su aplicabilidad y efectividad en el contexto operativo como la precisión en la identificación de riesgo, la frecuencia de inspección y verificación, y la medición de la efectividad de los simulacros.

CCM 02.- Uso del cinturón de seguridad, extintor, martillo rompe lunas, salidas de emergencia y bolsa de aire

Supervisión del cumplimiento del uso obligatorio de cinturones de seguridad en los vehículos, así como de la disponibilidad de extintores, martillos rompe lunas, salidas de emergencia y bolsas de aire en buen estado. Estos elementos garantizan una rápida respuesta ante emergencias, minimizando lesiones y mejorando las posibilidades de evacuación segura.

- Verificar mensualmente la funcionalidad de extintores, martillos y sistemas de seguridad.
- Incluir inspecciones de equipos de seguridad en el check list previo al uso de vehículos.
- Realizar simulacros de evacuación, uso de extintores y martillos rompe lunas cada trimestre.

La Tabla 19 presenta un marco de control adecuado para la seguridad en equipos móviles.

Tabla 19

Estándar de desempeño del Uso de los equipos de seguridad y escape por salidas de emergencia

Especificación	Control Crítico: CCM 02
Peligro catastrófico	COLISIÓN DE VEHÍCULOS/ PÉRDIDA DE CONTROL
Objetivo	El control crítico cumple la función de mitigar los daños que causan el EVENTO TOP
Disponibilidad	100% de equipos móviles
Confiabilidad	100%
Frecuencia de Inspección	Diariamente
Actividad de Verificación	Verificación al cumplimiento del Programa de OPT's a los conductores y operadores
Frecuencia de Verificación	Trimestral
Responsable	Juan Morales
Resultado	Inspección inopinadas y periódicas

Si bien el control es efectivo, su éxito depende de la capacitación y concienciación del personal. No basta con tener los dispositivos; es crucial que los operadores sepan cómo y cuándo usarlos correctamente. Además, se podrían implementar simulacros para evaluar la reacción ante un evento real.

5.1.2.5. Porcentaje de aprobación del Bow Tie por el equipo multidisciplinario

El equipo multidisciplinario, conformado por representantes de las áreas de seguridad, geomecánica, operaciones, planeamiento, mantenimiento y gestión humana, evalúa la efectividad de los controles identificados y su aplicabilidad en las condiciones operativas de la mina. Durante este proceso detallado en el Anexo 3, se analizan posibles brechas en los controles propuestos y se realizan ajustes para garantizar su viabilidad técnica y operativa.

Antes de ejecutar el Bow Tie, la elaboración de la metodología fue evaluada por el equipo multidisciplinario con el fin de comprobar de que se hayan considerado todos los controles críticos pertinentes como se muestra en la tabla 20.

Tabla 20

Aprobación del Bow Tie por el equipo multidisciplinario

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	PUESTO	ÁREA	APROBÓ (X)
1	CAPANI QUISPE JERSON FRANCISCO	JEFE DE ASUNTOS AMBIENTALES	ASUNTOS AMBIENTALES	X
2	VEGA CARHUAZ EDUARDO ANGEL	JEFE DE GEOMECANICA	GEOMECANICA	X
3	CORDOVA URCOS EMVER TROY	JEFE DE MINA	MINA	X
4	IPARRAGUIRRE GUERRERO ALEX	JEFE DE GUARDIA TAJO	MINA	X
5	MATUTTI ROJAS ARTURO OSCAR	JEFE DE PROYECTOS	PROYECTOS	X
6	VASQUEZ CHAVEZ VICTOR	SUPERVISOR DE EMERGENCIA	SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	X
7	MORALES NORABUENA HULDARICO JUAN	JEFE DE MANTENIMIENTO	MANTENIMIENTO	X
8	DAZA DIAZ JEFFERSON	JEFE DE PLANTA	PROCESOS METALURGICOS	X
9	REYES DEL RIO ALBERTO ALEJANDRO ANTONIO	INGENIERO SENIOR DE SEGURIDAD	SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	X
10	SUERO RIOS VILMA LIA	JEFE DE SEGURIDAD	SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	X
11	CORTEZ MENDOZA CARLOS ALBERTO	JEFE DE GESTION HUMANA	GESTIÓN HUMANA	X

La aprobación del *Bow Tie* tuvo una aprobación del 100% por el equipo multidisciplinario.

Asimismo, se aplicaron encuestas para evaluar la metodología *Bow Tie*, cuyos resultados se presentan en el Anexo 8. En ellas se resalta que la mayoría de los encuestados conoce y valora positivamente la metodología *Bow Tie*, destacando su utilidad para identificar riesgos y reducir incidentes. Se reconoce una implementación efectiva de controles críticos y una buena percepción de su impacto. Aunque algunos mencionan necesidad de mayor capacitación, se evidencia un compromiso organizacional con la mejora continua y una disposición del personal a aplicar la herramienta de forma más activa.

5.1.3. Ejecución del Bow Tie

La ejecución del análisis *Bow Tie* en la Unidad Minera Alpamarca consistió en la aplicación práctica de los controles críticos identificados para la prevención y mitigación de eventos no deseados. Este proceso permitió evaluar la eficacia de las barreras establecidas, garantizar el cumplimiento de estándares de desempeño y detectar posibles fallas o brechas en los controles implementados. A través del monitoreo continuo y la retroalimentación del personal operativo, se llevaron a cabo ajustes para optimizar la gestión de riesgos en la operación minera. En la Figura 7 se muestra el proceso de supervisión de las unidades de transporte de supervisión.

Figura 7

Supervisión de Equipos Móviles en la Unidad Minera Alpamarca



Se comprobó que las unidades móviles (camionetas) cuentan con las condiciones adecuadas en cumplimiento al control crítico.

5.1.3.1. Número de controles críticos identificados

Para la identificación de controles críticos en la gestión de riesgos mediante la metodología *Bow Tie*, se siguen los siguientes criterios:

Los controles críticos se enfocan en prevenir o mitigar eventos top, como la interacción de vehículos con peatones u objetos. Deben ser efectivos en reducir riesgos, cumplir con normativas de seguridad, y clasificarse como preventivos o mitigantes. Además, deben ser monitoreables y mantenerse actualizados según su desempeño.

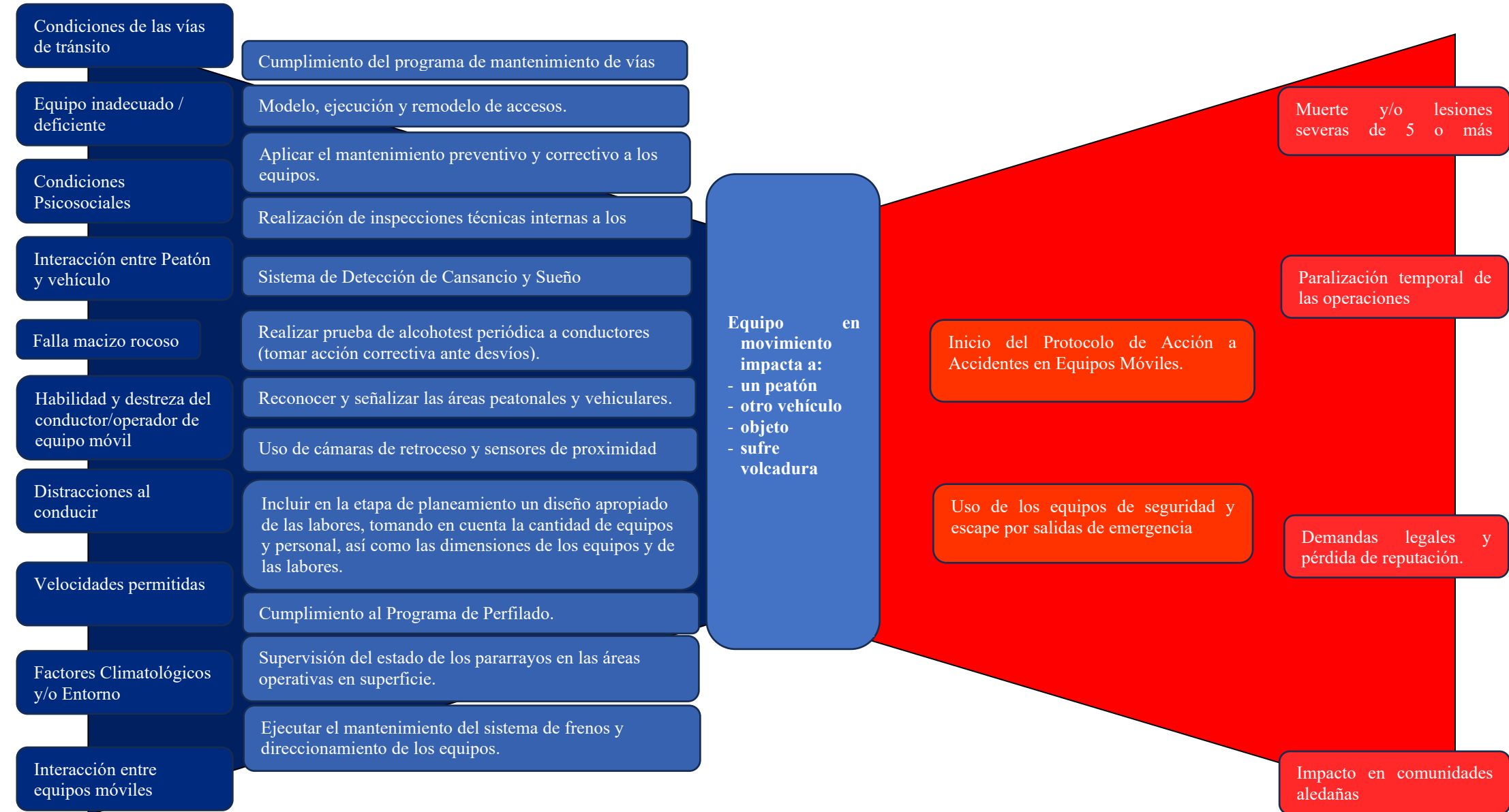
Los resultados de la identificación de controles críticos se vinculan con los indicadores de la matriz operacional mediante la medición de su efectividad en la reducción de riesgos y mejora de la seguridad.

En 2023, el análisis *Bow Tie* no identificó eventos inesperados, por lo que se mantuvieron los controles críticos previamente planificados. Estos incluyen medidas técnicas, operativas y administrativas, categorizadas como barreras preventivas y mitigadoras, buscando reducir la ocurrencia de accidentes y mitigar sus consecuencias.

La figura 8 muestra el diagrama Bow Tie para prevenir incidentes relacionados con la interacción entre vehículos móviles y otros objetos en la Unidad Minera Alpamarca. En el centro del diagrama se encuentra el evento no deseado, representado por la ocurrencia de un impacto a persona, otro vehículo, objeto o volcadura de un vehículo móvil.

Figura 8

Diagrama Bow Tie para la Gestión de Controles Críticos en Equipos Móviles en la Unidad Minera Alpamarca, 2023.



En el lado izquierdo (zona azul) se muestran las causas o amenazas, como condiciones inadecuadas de la vía y fallas en el equipo, junto con los controles preventivos para reducir su probabilidad. En el lado derecho (zona roja) se ilustran las consecuencias del evento, como lesiones y daños, y los controles de mitigación para minimizar sus efectos. Esta representación visual permite detectar riesgos y evaluar la efectividad de los controles críticos, apoyando el proceso de toma de decisiones.

5.1.3.2. Número de estándares de desempeño cumplidos

En la evaluación de los controles críticos, se verificó el cumplimiento de los 14 estándares de desempeño establecidos por la normativa interna de la unidad minera y las regulaciones vigentes. Estos estándares incluyeron el mantenimiento y rediseño de vías, la correcta gestión de vehículos, procedimientos de respuesta ante emergencias y medidas de protección ambiental. La validación de estos estándares aseguró que las barreras de control fueran efectivas y operativamente viables

La Tabla 21 presenta un resumen del cumplimiento de los estándares de desempeño, diferenciando entre controles preventivos y mitigantes. Se evidencia que todos los controles han sido cumplidos, lo que refleja un compromiso con la seguridad operativa.

Tabla 21

Número de estándares de desempeño cumplidos

N.º	TIPO	ESTANDAR DE DESEMPEÑO	CUMPLIDO (X)
1	Preventivo	CCP 01: Ejecución adecuada del plan de mantenimiento de las vías	X
2	Preventivo	CCP 02: Ejecución de Diseño, Construcción y Rediseño de Vías	X
3	Preventivo	CCP 03: Cumplimiento del Mantenimiento Preventivo y Correctivo de Vehículos	X

4	Preventivo	CCP 04: Cumplimiento de la Inspección Técnica Interna del Vehículo	X
5	Preventivo	CCP 05: Sistema de Detección de Cansancio y Sueño	X
6	Preventivo	CCP 06: Realizar prueba de alcohótest periódica a conductores (tomar acción correctiva ante desvíos).	X
7	Preventivo	CCP 07: Reconocer y señalizar las áreas peatonales y vehiculares.	X
8	Preventivo	CCP 08: Uso de cámaras de retroceso y sensores de proximidad	X
9	Preventivo	CCP 09: Incluir en la etapa de planeamiento un diseño apropiado de las labores, tomando en cuenta la cantidad de equipos y personal, así como las dimensiones de los equipos y de las labores.	X
10	Preventivo	CCP 10: Cumplimiento al Programa de Perfilado.	X
11	Preventivo	CCP 11: Supervisión del estado de los pararrayos en las áreas operativas en superficie.	X
12	Preventivo	CCP 12: Ejecutar el mantenimiento del sistema de frenos y direccionamiento de los equipos.	X
13	Mitigante	CCM 01: Activación del Plan de Respuesta a Emergencia para siniestros en VM	X
14	Mitigante	CCM 02.- Uso de los equipos de seguridad y escape por salidas de emergencia	X

El cumplimiento de estos estándares es fundamental para mantener la integridad del personal y la eficiencia de las operaciones.

5.1.3.3. Número de fallas o brechas técnicas en los controles críticos

Durante la ejecución del Bow Tie, se detectaron 2 brechas técnicas en los controles críticos implementados. Estas deficiencias ocurrieron en los siguientes controles críticos:

- CCP 02: Ejecución de Diseño, Construcción y Rediseño de Vías

Los detalles de la falla indican que se identificó una falla técnica en la gestión del control crítico, esto ocasionó interacción entre vehículos, por lo que se planteó una oportunidad de mejora que consiste en elaborar cronogramas de mantenimiento de vías.

- CCP 07: Reconocer y señalizar las áreas peatonales y vehiculares.

De igual manera se determinó una falla técnica en la gestión de este control crítico por falta de señalización de caminos peatonales y vehicular, por lo que se planteó la acción correctiva de realizar un programa de mantenimiento de señalización peatonal y vehicular.

5.2. Gestión de controles críticos en Equipos Móviles

La gestión de controles críticos en minería permite prevenir riesgos mediante la identificación, implementación y monitoreo de barreras efectivas. En la Unidad Minera Alpamarca, se aplica el análisis *Bow Tie* para asegurar que estos controles cumplan con los estándares de seguridad establecidos. En la siguiente tabla 22 se clasifican los controles críticos.

Tabla 22

Clasificación de los controles críticos

Nº	CLASIFICACIÓN DEL CONTROL	CONTROL CRÍTICO
1	OPERACIONAL	Ejecución adecuada del plan de mantenimiento de las vías
2	OPERACIONAL	Ejecución de Diseño, Construcción y Rediseño de Vías
3	OPERACIONAL	Cumplimiento del Mantenimiento Preventivo y Correctivo de Vehículos
4	MECÁNICO	Cumplimiento de la Inspección Técnica Interna del Vehículo
5	HUMANO/ CONDUCTUAL	Sistema de Detección de Cansancio y Sueño
6	HUMANO/ CONDUCTUAL	Realizar prueba de alcohótest periódica a conductores (tomar acción correctiva ante desvíos)
7	OPERACIONAL	Reconocer y señalizar las áreas peatonales y vehiculares
8	MECÁNICO	Uso de cámaras de retroceso y sensores de proximidad
9	OPERACIONAL	Incluir en la etapa de planeamiento un diseño apropiado de las labores, tomando en cuenta la cantidad de equipos y

		personal, así como las dimensiones de los equipos y de las labores.
10	OPERACIONAL	Cumplimiento al Programa de Perfilado.
11	OPERACIONAL	Supervisión del estado de los pararrayos en las áreas operativas en superficie.
12	MECÁNICO	Ejecutar el mantenimiento del sistema de frenos y direccionamiento de los equipos
13	OPERACIONAL	Activación del Plan de Respuesta a Emergencia para siniestros en VM.
14	HUMANO/ CONDUCTUAL	Uso de los equipos de seguridad y escape por salidas de emergencia

Esta clasificación es clave para gestionar la seguridad en minería e industria, pero debe complementarse con inspecciones y simulacros para evaluar su efectividad real.

5.2.1. Implementación y Monitoreo de Controles Críticos

Para garantizar la efectividad de los controles críticos, durante el año 2023 se llevó a cabo un proceso estructurado de implementación y monitoreo, el cual incluyó la verificación de su correcta aplicación, el seguimiento periódico de su desempeño y la ejecución de inspecciones para evaluar su eficacia operativa. Los controles críticos se implementaron durante el primer trimestre del año y su monitoreo se realizó cada 3 meses tal como indica la siguiente tabla.

La Tabla 23 muestra un cronograma de implementación de controles críticos (CCP y CCM) en un periodo trimestral (enero-marzo). Este enfoque distribuye la ejecución de medidas preventivas y correctivas en el tiempo.

Tabla 23

Implementación de controles críticos

CONTROLES CRÍTICOS IMPLEMENTADOS		
ENERO	FEBRERO	MARZO
CCP 1	CCP 2	CCP 3
CCP 4	CCP 5	CCP 6
CCP 7	CCP 8	CCP 9
CCP 10	CCM 1	CCP 11
CCP 12		CCM 2

Sin embargo, es importante que la implementación de los controles no se limite solo a su ejecución inicial, sino que se garantice su mantenimiento, inspección y mejora continua para su real efectividad en la gestión de riesgos.

5.2.1.1. Porcentaje de controles críticos implementados

Se logró la implementación del **100%** de los controles críticos definidos en el análisis Bow Tie, asegurando que las barreras establecidas fueran operativas y funcionales dentro de la unidad minera. El porcentaje obtenido muestra el nivel de ejecución del plan de seguridad y ayuda a reconocer oportunidades para optimizar la gestión de riesgos.

Asimismo, se aplicaron evaluaciones sobre el cumplimiento de los controles críticos, cuyos resultados se detallan en el Anexo 7. La evaluación evidenció un alto nivel de cumplimiento, destacándose avances en el mantenimiento, las inspecciones, la implementación de tecnologías preventivas y la respuesta ante emergencias. Se fortaleció la seguridad operativa mediante controles técnicos y acciones preventivas, como pruebas de alcoholemia y monitoreo de fatiga. También se verificó una señalización adecuada y el uso de equipos de seguridad, consolidando así un enfoque preventivo integral alineado con las buenas prácticas en gestión de riesgos.

5.2.1.2. Tiempo total empleado en el monitoreo de los controles críticos

El proceso de implementación de los controles críticos tomó un tiempo total de 11 horas, considerando actividades como la adecuación de procedimientos, adquisición de equipos de seguridad, capacitación del personal y pruebas operativas. Este tiempo de ejecución es clave para evaluar la eficiencia del proceso y optimizar futuros despliegues de controles de seguridad.

La Tabla 24 presenta el tiempo de monitoreo dedicado a cada control crítico, sumando un total de 11 horas.

Tabla 24

Tiempo de implementación de los controles críticos

Nº	CONTROL CRÍTICO	TIEMPO DE MONITOREO (HORAS)
1	Ejecución adecuada del plan de mantenimiento de las vías	1
2	Ejecución de Diseño, Construcción y Rediseño de Vías	1
3	Cumplimiento del Mantenimiento Preventivo y Correctivo de Vehículos	0.5
4	Cumplimiento de la Inspección Técnica Interna del Vehículo	0.5
5	Sistema de Detección de Cansancio y Sueño	0.5
6	Realizar prueba de alcoholtest periódica a conductores (tomar acción correctiva ante desvíos)	1
7	Reconocer y señalizar las áreas peatonales y vehiculares	1
8	Uso de cámaras de retroceso y sensores de proximidad	0.5
9	Incluir en la etapa de planeamiento un diseño apropiado de las labores, tomando en cuenta la cantidad de equipos y personal, así como las dimensiones de los equipos y de las labores.	0.5
10	Cumplimiento al Programa de Perfilado	1
11	Supervisión del estado de los pararrayos en las áreas operativas en superficie	1
12	Ejecutar el mantenimiento del sistema de frenos y direccionamiento de los equipos	1
13	Inicio del Protocolo de Acción a Accidentes en Equipos Móviles	1
14	Uso de los equipos de seguridad y escape por salidas de emergencia	0.5
TOTAL		11

Es esencial asegurar que los tiempos de monitoreo sean adecuados para identificar y corregir fallas antes de que se transformen en incidentes.

5.2.1.3. Frecuencia de monitoreo de los controles críticos

El monitoreo de los controles críticos se realizó con una frecuencia trimestral, para los controles críticos preventivos y mitigadores.

La Tabla 25 detalla las actividades de verificación de los controles críticos, permitiendo evaluar su correcto cumplimiento.

Tabla 25

Actividades de verificación para los controles críticos de la Unidad Minera Alpamarca 2023

Ítem	CONTROL CRÍTICO	ACTIVIDAD DE VERIFICACIÓN
1	Ejecución adecuada del plan de mantenimiento de las vías	Verificación de cumplimiento del plan de mantenimiento de vías
2	Modelo, ejecución y remodelo de accesos.	Verificar el cumplimiento del diseño, construcción y rediseño de vías de acuerdo con el estándar.
3	Aplicar el mantenimiento preventivo y correctivo a los equipos.	Verificar el cumplimiento del mantenimiento preventivo y correctivo
4	Realización de inspecciones técnicas internas a los vehículos.	Verificar el cumplimiento de la inspección interna del vehículo.
5	Sistema de Detección de Cansancio y Sueño	Verificar la instalación del Sistema de Detección de Cansancio y Sueño
6	Realizar prueba de alcoholtest periódica a conductores (tomar acción correctiva ante desvíos).	Verificar el cumplimiento a la prueba de alcoholtest para conductores ante desvíos.
7	Reconocer y señalizar las áreas peatonales y vehiculares.	Verificar la señalización en zonas peatonales y zonas vehiculares (paraderos, comedores, talleres, oficinas, puntos de embarque y estacionamientos, refugios mineros, etc)
8	Uso de cámaras de retroceso y sensores de proximidad	Verificación de uso de cámaras de retroceso y sensores de proximidad.

9	Incluir en la etapa de planeamiento un diseño apropiado de las labores, tomando en cuenta la cantidad de equipos y personal, así como las dimensiones de los equipos y de las labores.	Verificar el cumplimiento del diseño de vías desde el planeamiento, considerando número de equipos, dimensión de los equipos, dimensión de las labores, etc.
10	Cumplimiento al Programa de Perfilado.	Verificación del cumplimiento con el Programa de Perfilado.
11	Supervisión del estado de los pararrayos en las áreas operativas en superficie.	Verificar el cumplimiento de la inspección de pararrayos de las operaciones en superficie.
12	Ejecutar el mantenimiento del sistema de frenos y direccionamiento de los equipos.	Verificación del cumplimiento con el mantenimiento del sistema de frenos y dirección de los vehículos
13	Inicio del Protocolo de Acción a Accidentes en Equipos Móviles.	Verificación del cumplimiento del programa de simulacros e inspección de equipos de emergencia.
14	Uso de los equipos de seguridad y escape por salidas de emergencia	Verificación al cumplimiento del Programa de OPT's a los conductores y operadores

La frecuencia de monitoreo trimestral puede ser adecuada para ciertos controles, equilibrando esfuerzo y control sin sobrecargar operaciones. Sin embargo, puede ser insuficiente ante riesgos altos o eventos inesperados. Se recomienda ajustar la frecuencia según la criticidad: semanal o quincenal para actividades de alto riesgo, mensual o bimestral para equipos clave, y trimestral para inspecciones generales o análisis de tendencias.

La tabla 26 presenta un programa de verificación de los controles críticos de la unidad minera.

Tabla 26

Frecuencia de monitoreo de los controles críticos

ACTIVIDAD DE VERIFICACIÓN	FRECUENCIA DE VERIFICACIÓN	ENE	FEB	MAR	ABR	MAYO	JUN	JUL	AG	SET	OCT	NOV	DIC
Verificación de cumplimiento del plan de mantenimiento de vías	Trimestral	x			x			X			x		
Verificar el cumplimiento del diseño, construcción y rediseño de vías de acuerdo al estándar.	Trimestral		x			x			x			x	
Verificar el cumplimiento del mantenimiento preventivo y correctivo	Trimestral			X			x			x			
Verificar el cumplimiento de la inspección interna del vehículo.	Trimestral	x			x			X			x		
Verificar la instalación del Sistema de Detección de Cansancio y Sueño	Trimestral		x			x			x			x	
Verificar el cumplimiento a la prueba de alcohótest para conductores ante desvíos.	Trimestral			X			x			x			
Verificar la señalización en zonas peatonales y zonas vehiculares (paraderos, comedores, talleres, oficinas, puntos de embarque y estacionamientos, refugios mineros, etc)	Trimestral	x			x			X			x		

Verificación de uso de cámaras de retroceso y sensores de proximidad.	Trimestral	x		x		x		x	
Verificar el cumplimiento del diseño de vías desde el planeamiento, considerando número de equipos, dimensión de los equipos, dimensión de las labores, etc.	Trimestral		x		x		x		
Verificación del cumplimiento con el Programa de Perfilado.	Trimestral	x		x		X		x	
Verificar el cumplimiento de la inspección de pararrayos de las operaciones en superficie.	Trimestral		x		x		x		
Verificación del cumplimiento con el mantenimiento del sistema de frenos y dirección de los vehículos	Trimestral	x		x		X		x	
Verificación del cumplimiento del programa de simulacros e inspección de equipos de emergencia.	Trimestral		x		x		x		x
Verificación al cumplimiento del Programa de OPT's a los conductores y operadores	Trimestral		x		x		x		

5.2.1.4. Verificaciones realizadas entre verificaciones planificadas

Durante el periodo de estudio, se programaron 51 verificaciones internas para evaluar el cumplimiento de los controles críticos. Se llevaron a cabo las 51 verificaciones planeadas, representando un 100% de ejecución. Estas verificaciones permitieron identificar fallas/brechas técnicas, reforzar protocolos y optimizar la gestión de riesgos en la operación minera. Además, se realizaron informes de las verificaciones para los controles críticos mensualmente como se muestra a continuación, cabe aclarar que se presenta una representación del folder de informes de verificación, el cuál una parte de ellos se presentarán en Anexos. El Anexo 12 muestra un informe de verificación de eficacia de controles críticos realizada a cumplimiento de programa de perfilado donde el resultado es aprobado sin observaciones.

5.2.2. Disminución de eventos Top en Minería

Los eventos top (Consecuencias de Alto Potencial) representan los incidentes con mayor probabilidad de generar consecuencias graves en la operación minera. La implementación de controles críticos permitió reducir la ocurrencia de estos eventos, mejorando significativamente la seguridad en la unidad minera. En el siguiente cuadro se describen los eventos top ocurridos durante la gestión 2023. La Tabla 27 muestra un registro de Eventos Top ocurridos durante la gestión de controles críticos en el 2023.

Tabla 27

Eventos Top ocurridos durante la gestión de controles críticos en el 2023

Título del Evento	Descripción	Evento Top
Fisura de parabrisa delantero	Durante el tránsito de la camioneta BNH-907, en el Km 13.5 de la Vía Nacional, tramo Chungar – Alpamarca, a horas 07:05, la luna del parabrisa delantero de la camioneta sufrió una pequeña rajadura producto del impacto de gravilla de roca proyectada por otro vehículo que transitaba en sentido contrario del carril opuesto. El conductor se orilló y detuvo la camioneta, luego verificó el daño de la luna del parabrisa, posteriormente reanuda la conducción y reporta el incidente en Alpamarca debido a que en el lugar del evento no hubo señal de celular y radio. No ocurrieron lesiones personales.	Vehículo móvil impacta a objeto
Rotura de mica de faro posterior derecho	A las 05:00 horas, el conductor de la camioneta (BMT-917) llegó al Tajo Centro, Banco 4595 (Pared Este) para inspeccionar los taludes. En ese instante, al girar y retroceder para poder retornar, impacta la mica del faro posterior del lado derecho de la camioneta contra una señalética de seguridad, ocasionando su trizadura en su parte inferior. No se registraron lesiones personales.	Vehículo móvil impacta a objeto
Rajadura de mica de faro delantero derecho del cargador frontal N° 6	En circunstancias que el operador del tractor de orugas N°9 se encontraba acumulando material fino (relave) en la tolva de gruesos (Stock Pile 02), repentinamente dicho tractor de orugas sufre un atollamiento, motivo por el cual el operador del tractor de orugas se comunica con el operador del cargador frontal, el cual se encontraba en la misma zona, para que lo pueda apoyar liberando el material acumulado delante del tractor y pueda continuar realizando su actividad. A las 16:00 horas en circunstancias que el cargador frontal había realizado la última palada (cuarta) de liberación de material, el operador al retroceder escucha un sonido extraño e inmediatamente detiene el equipo y procede a revisar observando que la mica del faro delantero del lado derecho se encontraba rajado, inmediatamente reporta a su supervisor quien reporta al área de seguridad. Se conforma un equipo multidisciplinario para realizar la investigación. No ocurrieron lesiones personales.	Vehículo móvil impacta a objeto

Impacto de camioneta contra módulo Compromiso de Campamento Lomas	A las 06:00 h, cuando el conductor de la camioneta de placa U1N-779 asignado al Proyecto Romina se encontraba retrocediendo para estacionar su vehículo al costado del Módulo Compromiso en el Campamento Las Lomas, en ese momento el conductor escucha un sonido extraño, inmediatamente detiene su vehículo y procede a revisar el área, al ir por la parte posterior identifica una abolladura en la parte inferior derecha del protector de esquina módulo Compromiso y ruptura en la parte inferior de la tubería de drenaje de agua pluvial. No se tuvo lesiones personales.	Vehículo móvil impacta a objeto
Rajadura de parabrisas delantero de camioneta por impacto con partícula rocosa	A las 14:18 h, Una camioneta de Volcan, retornaba de una comisión realizada en Cerro de Pasco, por la carretera Canta – Huayllay Km 183, frente al poblado Chuquirpay en un tramo recto se cruzó con un vehículo particular que transitaba en sentido contrario el cual proyectó una partícula que impactó en el lado izquierdo del parabrisas delantero provocando la rajadura del mismo. No se presentaron daños personales. El conductor de la camioneta no informó oportunamente esta ocurrencia.	Vehículo móvil impacta a objeto
Rotura de mica del faro de camioneta por impacto con mesa metálica	A las 6:30 horas, cuando se realizaba el carguío de una mesa metálica en la tolva de la camioneta W6X-933 de la Empresa Panaservice, frente a la puerta de ingreso a sus oficinas en el comedor de Alpamarca, una de las patas de la mesa impacta contra la mica del faro posterior izquierdo generando su rotura. No se presentaron daños personales solo materiales.	Vehículo móvil impacta a objeto

Este tipo de tablas permite un seguimiento detallado de los incidentes, facilitando la identificación de riesgos y la implementación de medidas correctivas para evitar futuros accidentes en la operación minera.

5.2.2.1. Porcentaje de eventos top mitigados

Se logró mitigar un 75% de los eventos TOP definidos en la metodología Bow Tie. Esta reducción se debe a la implementación efectiva de controles críticos, la mejora en la capacitación del personal y la optimización de procedimientos operativos en las áreas de mayor

exposición al riesgo. En la Tabla 28 se presentan los eventos top identificados en la gestión de riesgos, indicando el porcentaje de mitigación alcanzado durante la gestión 2023.

Tabla 28

Porcentaje de eventos top mitigados

EVENTO TOP	MITIGADO GESTIÓN 2023 (X)	PORCENTAJE DEL LOGRO (%)
Vehículo móvil impacta a un peatón	X	25
Vehículo móvil impacta a otro vehículo	X	25
Vehículo móvil sufre volcadura	X	25
Vehículo móvil impacta a objeto		0
TOTAL		75

Como se observa en la Tabla 28, se logró mitigar un 75% de los eventos top identificados, destacando la reducción de incidentes relacionados con impactos a peatones y volcadura de vehículos. No obstante, persisten eventos sin mitigar, como el impacto contra objetos, lo que sugiere oportunidades de mejora en la gestión de riesgos.

5.2.3. Índices de seguridad de Equipos Móviles

El uso de equipos móviles en minería representa un riesgo significativo debido a la interacción con personal, la operación en terrenos irregulares y la exposición a condiciones adversas. Por ello, se evaluaron indicadores clave de seguridad para medir el desempeño y la efectividad de los controles implementados.

5.2.3.1. Índices de Frecuencia, Severidad y Accidentabilidad relacionados a Equipos Móviles durante el 2023

Se analizaron los IF, IS e IA relacionados con incidentes en equipos móviles durante el año 2023 donde inició la implementación de los controles críticos. Estos índices reflejan la efectividad de las medidas preventivas y permiten ajustar estrategias de seguridad para minimizar riesgos operativos.

En la siguiente tabla 29 se reportan los accidentes con tiempos perdidos,

Tabla 29

Accidentes con tiempos perdidos en la Unidad Minera Alpamarca durante el año 2023

Mes	Número de accidentes	Horas hombre trabajadas
Enero	0	79,061
Febrero	1	75,506
Marzo	1	84,544
Abril	0	80,587
Mayo	1	85,346
Junio	0	88,139
Julio	1	86,818
Agosto	1	84,869
Septiembre	0	80,708
Octubre	1	76,299
Noviembre	0	72,372
Diciembre	0	37,918
TOTAL	6	932,167

Aplicamos la fórmula:

$$IF = \left(\frac{\text{Número de accidentes}}{\text{Horas trabajadas}} \right) \times 10^6$$

Considerando el total de 6 incidentes ocasionados por Equipos Móviles durante el 2023

$$IF = \left(\frac{6}{932,167} \right) \times 10^6$$

$$IF = 6.44$$

Un índice de frecuencia de 6.44 significa que, por cada millón de horas-hombre trabajadas, se han registrado 6.44 incidentes ocasionados por equipos móviles, también que la empresa ha tenido un nivel de accidentes relativamente bajo o moderado, aunque su gravedad dependerá del estándar de la industria.

De igual manera se harán los cálculos para el índice de severidad, teniendo en cuenta los días perdidos a causa de los accidentes registrados para el índice de frecuencia.

En la Tabla 30 se presentan los días perdidos por accidentes en la Unidad Minera Alpamarca en el período 2023, junto con el total de horas hombre trabajadas en cada mes.

Tabla 30

Total de días perdidos por mes a causa de accidentes

Mes	Días perdidos por accidentes	Horas hombre trabajadas
Enero	0	79,061
Febrero	0	75,506
Mar.	0	84,544
Abr.	0	80,587
May.	0	85,346
Jun.	0	88,139
Jul.	0	86,818
Agos.	0	84,869
Sept.	0	80,708
Octub.	0	76,299
Nov.	0	72,372
Dic.	0	37,918

TOTAL	0	932,167
--------------	----------	----------------

$$IS = \left(\frac{\text{Días perdidos por accidente}}{\text{Horas trabajadas}} \right) \times 10^6$$

$$IS = \left(\frac{0}{932,167} \right) \times 10^6$$

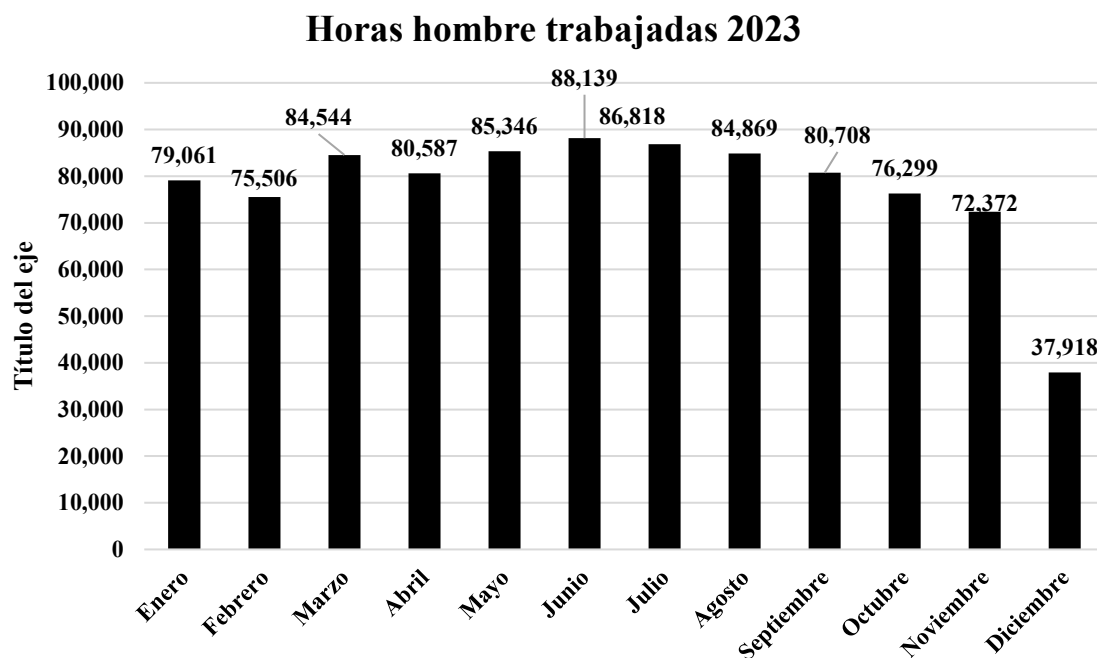
$$IS = 0$$

A pesar de haberse trabajado un número significativo de horas, no hubo días perdidos por incapacidad debido a accidentes de trabajo. Esto refleja un desempeño excelente en términos de la gravedad de los accidentes.

La Figura 9 muestra la distribución mensual de las horas hombre trabajadas durante el año, destacando las fluctuaciones en la carga laboral por mes.

Figura 9

Gráfica de barras de las horas hombre trabajadas – Unidad Minera Alpamarca 2023



En el mes de diciembre hubo una baja debido a una paralización de operación por cumplimiento del programa de minado autorizado anual.

En resumen, durante el año 2023 en la Unidad Minera Alpamarca ocurrieron 6 incidentes que generaron un total de 0 días perdidos en la planificación anual de minado, lo que ocasionó un IF de "6.44" y un IS igual a 0, con los que calcularemos el índice de accidentabilidad (IA).

$$IA = \frac{IF \times IS}{1000}$$

$$IA = \frac{6.44 \times 0}{1000}$$

$$IA = 0$$

Finalmente se obtiene un índice de accidentabilidad de cero, lo que indica una buena gestión de los controles críticos mitigantes.

5.2.3.2. Índices de Frecuencia, Severidad y Accidentabilidad relacionados a Equipos Móviles durante el 2020-2023

Las fichas de análisis documental y los resultados obtenidos durante la gestión de la Unidad Minera Alpamarca en el año 2023, tanto de los índices claves como el *Número de Accidentes y los Días Perdidos* se han resumido en tablas de Excel.

En la siguiente Tabla 31 y Figura 10 se presenta el número de accidentes y días perdidos por el uso de equipos móviles en la Unidad Minera Alpamarca durante el periodo 2020-2023. Se observa que el año 2020 registró la mayor cantidad de días perdidos (19), mientras que en los años posteriores no se reportaron días perdidos por accidentes. Por otro lado, el mayor número de accidentes se registró en 2022, con un total de 11 eventos.

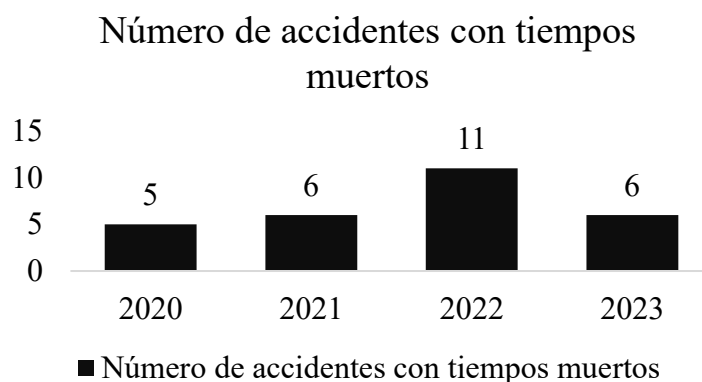
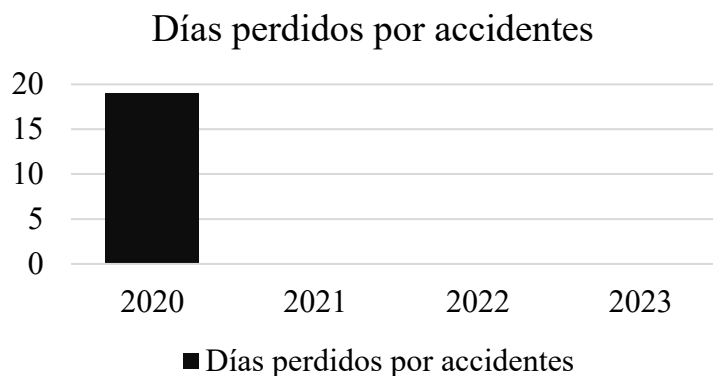
Tabla 31

Número de Accidentes y Días Perdidos por Equipos Móviles en la Unidad Minera Alpamarca durante los años 2020-2023

Año	Días perdidos	Año	Número de accidentes por equipos móviles
2020	19	2020	5
2021	0	2021	6
2022	0	2022	11
2023	0	2023	6
TOTAL	19	TOTAL	28
PROMEDIO	4.75	PROMEDIO	7

Figura 10

Estadísticas de Accidentes y Días Perdidos por Equipos Móviles durante los años 2020-2023



Los datos muestran que, aunque el número de accidentes con equipos móviles ha variado a lo largo de los años, no se registraron días perdidos por este tipo de eventos desde 2021 en adelante. Esto podría deberse a una mejora en las condiciones de seguridad, a una menor severidad de los accidentes o a la implementación de medidas efectivas de mitigación y respuesta. Sin embargo, el incremento de accidentes en 2022 sugiere la necesidad de seguir reforzando la seguridad operativa en el uso de equipos móviles.

La Tabla 32 y Figura 11 muestran la evolución del IF, IS e IA en la Unidad Minera Alpamarca durante el periodo 2020-2023.

Tabla 32

Evolución del IF, IS e IA

Año	IF
2020	4.7

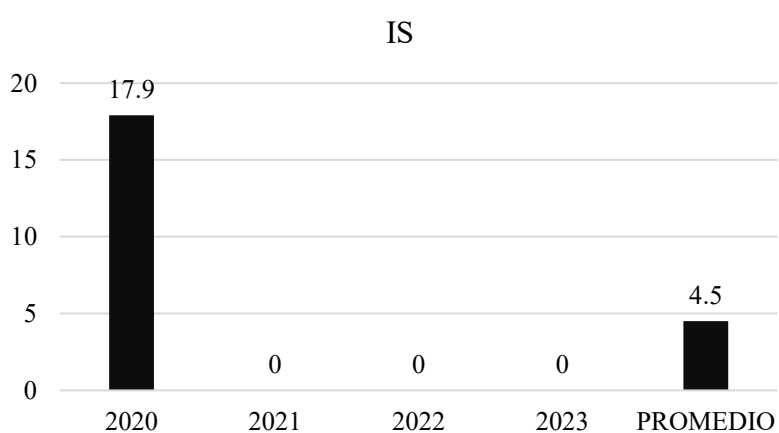
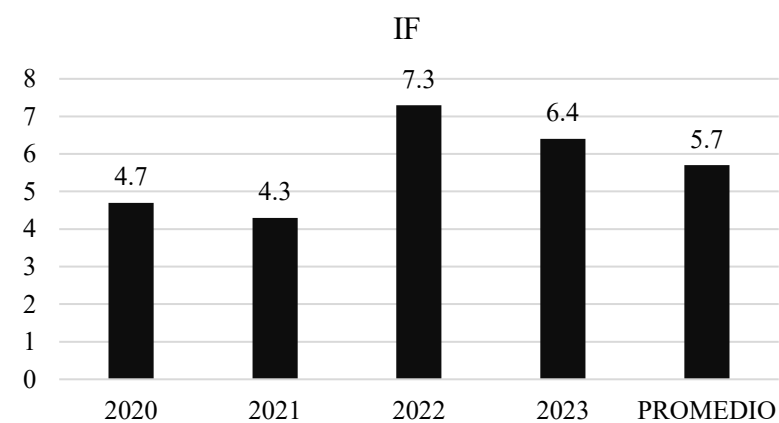
2021	4.3
2022	7.3
2023	6.4
PROMEDIO	5.7

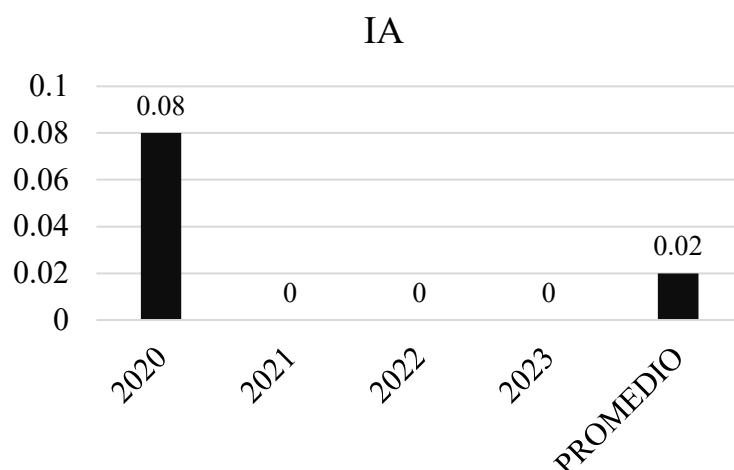
Año	IS
2020	17.9
2021	0
2022	0
2023	0
PROMEDIO	4.5

Año	IA
2020	0.08
2021	0
2022	0
2023	0
PROMEDIO	0.02

Figura 11

Estadísticas del IF, IS e IA durante 2020-2023





Durante el período 2020-2023, la Unidad Minera Alpamarca ha mostrado variaciones significativas en sus indicadores clave de seguridad:

- **Días perdidos:** Se observó un cambio drástico y constante en cero desde el año 2021, lo que demuestra un cambio en la gestión de los controles críticos de los Equipos Móviles.
- **Número de accidentes:** La cifra de 11 accidentes en 2022 destaca como una posible falla en los controles críticos preventivos. Este aumento puede deberse a factores específicos, como fallas en la gestión de riesgos o condiciones de trabajo, lo que ocasionó la necesidad de implementar la Metodología BowTie.
- **IF (Índice de Frecuencia):** En 2020 y 2021, el IF se mantuvo relativamente bajo, con valores de 4.7 y 4.3, respectivamente. En 2022, el IF aumentó considerablemente a 7.3, lo que representa el año con mayor cantidad de accidentes por millón de horas-hombre trabajadas. En 2023, el IF disminuyó a 6.4, aunque sigue siendo superior al promedio de los primeros dos años.
- **IS (Índice de Severidad):** La tendencia general refleja una constante de cero, lo que refleja la necesidad de continuar con las prácticas para mitigar días perdidos.

- IA (Índice de Accidentabilidad): La tasa de accidentabilidad ha experimentado una reducción sostenida, evidenciando un impacto positivo de las estrategias de seguridad implementadas.

En la Tabla 33 se presentan los parámetros de gestión de seguridad de la Unidad Minera Alpamarca durante el periodo 2020-2023, incluyendo la clasificación de incidentes, índices de seguridad y registros de felicitaciones y eventos de riesgo.

Tabla 33

Parámetros de Gestión de Seguridad de la Unidad Minera Alpamarca período 2020-2023

ALPAMARCA				
	2020	2021	2022	2023
Cat. 05	0	0	0	0
Cat. 04	0	0	0	0
Cat. 3 LTI	1	0	0	0
Cat. 2 RWI	0	0	0	0
Cat. 2 MTI	0	0	0	0
Cat. 1 FAI	0	0	1	0
Número de Accidentes por equipos móviles	5	6	11	6
NMRI - Near Miss Risk Incidents	25	478	594	399
PARE's	0	0	1222	631
Felicitaciones	0	0	287	196
Horas Hombre Trabajadas	1,061,121	1,394,775	1,514,112	932,167
Días perdidos por accidentes	19	0	0	0
ÍNDICES DE EQUIPOS MÓVILES				
	2020	2021	2022	2023
IF	4.712	4.302	7.265	6.437
IS	17.91	0	0	0
ÍA	0.08	0	0	0

La Tabla 33 muestra una tendencia positiva en la gestión de seguridad, reflejada en la ausencia de accidentes incapacitantes y la reducción del índice de accidentabilidad a partir de

2021. Sin embargo, el aumento en los incidentes NMRI (Near Miss Risk Incidents) en 2023 sugiere la necesidad de continuar fortaleciendo los controles de seguridad para prevenir accidentes graves. Asimismo, el incremento de felicitaciones puede indicar una mayor cultura de seguridad dentro de la operación minera.

Prueba de hipótesis

El producto de la investigación nos permite afirmar las siguientes hipótesis:

Hipótesis General

La aplicación de la metodología Bow Tie contribuye significativamente a la gestión de los controles críticos en el uso de Equipos Móviles en la Unidad Minera Alpamarca, 2023, mitigando el 75% de eventos críticos.

Hipótesis Específicas

1. La formación de los equipos multidisciplinarios contribuye positivamente a la gestión de los controles críticos en el uso de Equipos Móviles en la Unidad Minera Alpamarca, 2023, ya que permitió identificar, implementar, verificar y mejorar los controles críticos sin pérdidas de tiempo operativas. Es importante recalcar que la evaluación promedio de los conocimientos del equipo respecto a la metodología Bow Tie, fue de 19.5/20, un indicador clave del nivel de formación para una adecuada gestión.

2. La adecuada elaboración de la metodología Bow Tie mejora la identificación y gestión de los controles críticos en el uso de Equipos Móviles en la Unidad Minera Alpamarca, 2023, ya que nos permitió definir la mayor cantidad de causas y consecuencias posibles para planificar los mejores controles críticos preventivos y mitigantes.

3. La ejecución efectiva de la metodología Bow Tie influye de manera positiva en la disminución de los índices de seguridad en el uso de Equipos Móviles en la Unidad Minera Alpamarca, 2023, ya que el IF se disminuyó en un 12.3% respecto de la gestión del año 2022 y los indicadores IS e IA se mantuvieron en 0.

Discusión de Resultados

La implementación de la metodología Bow Tie en la Unidad Minera Alparamarca mejoró significativamente la gestión de controles críticos, logrando una reducción del 12.3% en el índice de frecuencia de accidentes. La capacitación al equipo multidisciplinario fue efectiva, con una calificación promedio de 19.7/20 en conocimientos sobre Bow Tie. Los controles preventivos y mitigadores implementados fueron clave para reducir eventos de alto potencial. Estos resultados se alinean con estudios nacionales e internacionales que respaldan la eficacia del enfoque Bow Tie en la mejora de la seguridad operativa en minería. A continuación, se comparan los hallazgos de Alparamarca con antecedentes similares en el sector.

Franzen (2018) encontró que la gestión de controles críticos en AngloGold Ashanti redujo los riesgos de incendios en un 25% y los incidentes de control del terreno en un 60%. Aunque en Alparamarca la reducción del IF fue menor (12.3%), ambos estudios coinciden en que una implementación estructurada de controles críticos mejora significativamente la seguridad en operaciones mineras. Sin embargo, el estudio de Franzen abarcó una mayor diversidad de riesgos, mientras que en Alparamarca se centró específicamente en equipos móviles, lo que sugiere que la especialización podría influir en la efectividad de los controles.

Lucas (2018) destacó que, si bien la gestión de controles críticos redujo las lesiones con tiempo perdido en un 25%, no se observó una tendencia clara en la disminución de fatalidades. En el caso de Alparamarca, la reducción del IF no ha sido tan pronunciada, pero la implementación de Bow Tie ha permitido optimizar la identificación y monitoreo de riesgos críticos, alineándose con la conclusión de Lucas sobre la necesidad de verificaciones constantes para garantizar su efectividad. Además, la aplicación en Alparamarca se enfocó en una operación específica, mientras que Lucas evaluó su impacto en diversas operaciones globales, lo que podría explicar la variabilidad en los resultados.

Galarza (2023) reportó una reducción del 21.9% en el IF y del 20.2% en el IA en la Sociedad Minera Austria Duvaz tras aplicar Bow Tie. Aunque en Alpamarca la reducción del IF fue menor (12.3%), ambos estudios muestran tendencias positivas en la mejora de seguridad mediante esta metodología. Sin embargo, Galarza aplicó Bow Tie a diversas actividades mineras, mientras que en Alpamarca se enfocó exclusivamente en equipos móviles. Esta diferencia podría explicar por qué los resultados de Galarza muestran una reducción más significativa, ya que un enfoque más amplio podría abordar un espectro más variado de riesgos.

Arroyo (2022) logró una reducción del índice de accidentabilidad de 8.70 a 0.51 en la Unidad Minera Recuperada. La diferencia con Alpamarca radica en que Arroyo enfocó su estudio en una implementación más amplia de controles preventivos y mitigantes, mientras que en Alpamarca se priorizó el monitoreo de equipos móviles. Esto refuerza la idea de que una aplicación general de Bow Tie puede generar impactos más significativos en los indicadores globales de seguridad.

Chañi (2022) respalda la idea de que concentrar la metodología Bow Tie en una sola actividad puede ser más efectivo. Su investigación se centró exclusivamente en la reparación por soldadura en camiones mineros, logrando una reducción del 84.05% en el índice de accidentabilidad al implementar 30 barreras de seguridad específicas. En el caso de la Unidad Minera Alpamarca, donde el Bow Tie se enfocó en equipos móviles, la reducción del índice de frecuencia del 12.3% confirma la validez de esta estrategia con 14 barreras de controles críticos.

Vidal (2022) demostró que el uso combinado de Bow Tie e ICAM redujo la frecuencia de accidentes en un 47.4%. En Alpamarca, la reducción ha sido menor, pero se alinea con la evidencia de que la combinación de metodologías podría potenciar los resultados. Esto sugiere que la aplicación de Bow Tie podría complementarse con otras técnicas de análisis de incidentes para mejorar aún más la seguridad en la operación.

Lozano y Pérez (2021) implementaron Bow Tie para la prevención de desprendimientos de rocas, logrando reducir el nivel de riesgo con la aplicación de cinco controles críticos. Este estudio confirma que la efectividad de Bow Tie depende de la correcta identificación y aplicación de controles, lo que también se observó en Alpamarca.

Tapia (2020) desarrolló un software basado en Bow Tie para mejorar la gestión de riesgos en minera subterránea. En el caso de Alpamarca se implementó una aplicación *Risk Manager* la cuál permitía registros y seguimientos de los controles críticos, además enviaba alertas vía correo para realizar las verificaciones, esto ayudo a llevar un buen control, seguimiento y análisis de las verificaciones de los controles críticos.

Palacios (2019) evidenció una reducción del 50% en incidentes y accidentes por caída de rocas en la Unidad Andaychagua, destacando la importancia de auditorías y capacitaciones. En Alpamarca, también se observó que la formación de equipos multidisciplinarios y verificaciones periódicas son factores clave para la efectividad de Bow Tie y una reducción del 75% de los eventos top.

Pillpe (2018) determinó que una mejor gestión de riesgos redujo los accidentes mortales de 18 a 4 en la Unidad Minera Atacocha. En Alpamarca, se mantuvo en cero la cantidad de accidentes mortales y tuvo una reducción del 100% en las lesiones incapacitantes y leves, pero la tendencia sugiere que el fortalecimiento de controles críticos contribuiría a una disminución de eventos de alta severidad.

Los resultados obtenidos reafirman que Bow Tie es una herramienta eficaz para mejorar la seguridad minera. Su aplicación en la Unidad Minera Alpamarca ha permitido optimizar la gestión de controles críticos en equipos móviles, reducir accidentes incapacitantes y mejorar la supervisión de riesgos operacionales.

Conclusiones

- El proceso comenzó con la conformación de un equipo multidisciplinario de 11 representantes de distintas áreas relacionadas con equipos móviles. Este equipo, con un alto nivel de especialización y un promedio de evaluación de 19.7 sobre 20, identificó, implementó, monitoreó y verificó 14 controles críticos preventivos y mitigadores durante 2023. Su experiencia, reforzada por una capacitación intensiva, fue clave para el éxito del proyecto. Además, se capacitó a 108 trabajadores en seguridad y operación de equipos móviles, fortaleciendo así la cultura preventiva en la operación.
- La formación de equipos multidisciplinarios contribuyó a implementar el 100% de los controles críticos identificados en todas las áreas operativas, en un tiempo total de 11 horas de monitoreo con una frecuencia trimestral, además de realizar el 100% de verificaciones planeadas.
- El análisis Bow Tie permitió identificar 4 Eventos Top, junto con 10 causas principales y 4 consecuencias relevantes relacionadas con equipos móviles. A partir de estos hallazgos, el equipo multidisciplinario propuso 12 controles críticos preventivos y 2 mitigantes, desarrollando 14 estándares de desempeño para evaluar su eficacia. El análisis fue aprobado en su totalidad por el equipo, y durante la implementación se cumplieron todos los controles y estándares planificados, lo que evidencia la efectividad de la metodología. No obstante, se identificaron 2 brechas técnicas, lo que sugiere que podría complementarse el análisis con metodologías adicionales como ICAM.

- La ejecución de controles críticos mediante el análisis Bow Tie redujo el índice de frecuencia (IF) en Alpamarca un 12.3% en 2023 respecto a 2022, sostuvo los índices de severidad (IS) y índice de accidentabilidad (IA) . Aunque el IF fue mayor que en 2020 y 2021, no se registraron accidentes incapacitantes ni pérdidas por lesiones. Los 6 incidentes reportados fueron daños menores a equipos móviles, todos relacionados con el Evento Top “Vehículo móvil impacta a objeto”. La metodología previno el 75% de los Eventos Top, evidenciando mejoras en la gestión de controles críticos en equipos móviles.

Recomendaciones

- Se recomienda mantener y ampliar los programas de formación, no solo para el equipo multidisciplinario, sino para todo el personal operativo, de modo que se refuerce el conocimiento y la aplicación práctica de la metodología Bow Tie en la identificación y gestión de controles críticos. Además, se recomienda desplegar la metodología Bow Tie en todas las actividades críticas.
- Incluir al menos a un representante de los operadores dentro de los equipos multidisciplinario para mejorar la identificación de causas, la implementación y gestión de controles críticos en uso de Equipos Móviles.
- Dado que se detectaron dos brechas técnicas en el proceso, sería beneficioso integrar otras metodologías complementarias, como ICAM, para optimizar la identificación de riesgos y enriquecer la gestión de controles críticos.
- Aunque se realizó el 100% de las verificaciones planificadas, se sugiere implementar un sistema de monitoreo más frecuente o en tiempo real que permita detectar desviaciones o fallas en los controles de forma inmediata, asegurando su eficacia constante.

Referencias Bibliográficas

- Antofagasta Minerals. (2021). Estrategia de controles: Operaciones de perforación. Recuperado de https://www.aminerals.cl/docs/default-source/archivo/estrategia-de-controles/12-estrategia---operaciones-de-perforacio-n-%2821-05-21%29.pdf?sfvrsn=83e3afac_5
- Burgess-Limerick, R. (2016). *BowTie analysis of mining fatalities to identify priority control technologies*. Recuperado de <https://espace.library.uq.edu.au/view/UQ:690323>
- Chañi Quispe, R. J. (2022). Evaluación de la Influencia del Método BowTie en la Reducción de Índices de Accidentabilidad para el Proceso de Reparación por Soldadura en Camiones Mineros en una Empresa Metalmeccánica; Espinar - 2022 [Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica del Perú]. Repositorio UTP. https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/6116/R.Cha%C3%B1i_Tesis_Titulo_Profesional_2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Chaw, J. (s.f.). El rol del Bow Tie en la Gestión de la Seguridad. Recuperado de https://www.tema.com.pe/media/pdf-talleres-seguridad/1.-tema_juan-chaw-rev-0.pdf.
- Darling, P. (2011). *SME mining engineering handbook* (3ª ed.). SME Society for Mining, Metallurgy, and Exploration. Recuperado de <https://books.google.com.pe/books?id=5uq-kdfHLWUC>
- Franzen, S. (2018). *Application of critical controls for fatality prevention in mining operations*. Recuperado de <https://aaltodoc.aalto.fi/server/api/core/bitstreams/b9564408-d1e5-4893-8ec2-d10f8a00ccc8/content>
- Gestión de controles críticos: Manejo de sustancias peligrosas. Recuperado de <https://www.sigweb.cl/wp-content/uploads/2011/08/SIGO-Gestion-de-Controles-Criticos.-Manejo-de-Sustancias-Peligrosas.pdf>
- International Council on Mining and Metals (ICMM). (2015). *Critical control management implementation guide*. Recuperado de <https://www.bcforestsafesafe.org/wp-content/uploads/2021/01/ICMMCriticalControlManagementImplementation-1.pdf>
- Lozano, A., & Condor, L. (2021). *Implementación de la metodología Bow Tie para la prevención de accidentes e incidentes por desprendimiento de rocas, Unidad Minera Yauricocha*. Universidad Continental. Recuperado de https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/10442/1/IV_FIN_110_TE_Lozano_Perez_2021.pdf
- Maddison, L. (2018). *Critical control implementation program*. Recuperado de https://espace.library.uq.edu.au/view/UQ:73385fb/Lucas_Maddison_Thesis.pdf
- Marcellano, J. (2020). *Uso de la metodología BowTie para el proceso de gestión de controles críticos*. [Video]. YouTube. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=ROFB9hMyU3I>

- Ministerio de Energía y Minas del Perú. (2023). Estadísticas de accidentes mortales en el sector minero. Plataforma Digital Única del Estado Peruano. <https://www.gob.pe/institucion/minem/informes-publicaciones/4646331-estadisticas-de-accidentes-mortales-en-el-sector-minero>
- Ministerio de Energía y Minas del Perú (MINEM). (2024). *Decreto Supremo N° 024-2016-EM y modificatorias: Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería*. Recuperado de <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/6437172/5631689-rsso-2024%282%29.pdf>
- Ortega, J. (2023). *Gestión de controles críticos en la reducción de accidentes de trabajo en el proyecto Yumpag*. Revista de Investigación en Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica. Recuperado de <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/25829>
- Palacios, C. (2019). *Implementación de controles de riesgos críticos para la reducción de incidentes y accidentes en la Empresa Contratista Robocon Servicios S.A.C., U.P. Andaychagua*. Universidad Nacional del Centro del Perú. Recuperado de https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5070/T010_71558709_T.pdf
- Pillpe, C. (2018). *Gestión de riesgos críticos de seguridad y salud ocupacional en minería subterránea*. Universidad Científica del Sur. Recuperado de <https://repositorio.cientifica.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12805/1967/TM-Pillpe%20C-Ext.pdf>
- Prudencio, V. (2021). *Estrategias de seguridad basado en el trabajo seguro en Volcán Compañía Minera S.A.A.* Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Recuperado de http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/2679/1/T026_46480844_M.pdf
- Sucasaca, J. (2022). *Programa anual de seguridad y salud ocupacional adecuado al último reglamento D.S. 024-2016-EM y su modificatoria D.S. 023-2017-EM, en minera Alpamarca – Yauli, Junín*. Universidad Nacional de San Agustín. Recuperado de <https://repositorio.unsa.edu.pe/items/adcf763a-d1e1-40b6-a91f-170ce11d44a6>
- Tapia, R. (2020). *Diseño de software para el control de riesgos críticos en minas convencionales, Arequipa (2019)*. Universidad Tecnológica del Perú. Recuperado de <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/3775>
- Vidal, M. (2022). *Gestión de controles críticos y trabajo seguro en la prevención de eventos no deseados en Volcan Compañía Minera S.A.A.* Universidad Nacional del Centro del Perú. Recuperado de https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/7631/T010_70104586_M.pdf

Anexos

Anexo 1: Matriz General de Consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA				
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES
				Indicadores (Ix)
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable independiente (X)	
¿Cómo aplicar la metodología Bow Tie para la implementación de los controles críticos en uso de Equipos Móviles en la Unidad Minera Alpamarca, 2023?	Aplicar la metodología Bow Tie para la implementación de los controles críticos en uso de Equipos Móviles en la Unidad Minera Alpamarca durante el año 2023.	La aplicación de la metodología Bow Tie contribuye significativamente a la gestión de los controles críticos en el uso de Equipos Móviles en la Unidad Minera Alpamarca.	Aplicación de Metodología Bow Tie	1.1. Número de representantes de las áreas de trabajo vinculadas a Equipos Móviles. 1.2. Número de especialistas en el tema de gestión de controles críticos. 1.3. Promedio de las evaluaciones de las habilidades y conocimientos de los representantes 1.4. Número de capacitaciones anuales 1.5. Número de capacitados programados y ejecutados

- 2.1. Número de *eventos top* identificados.
- 2.2. Numero de causas y consecuencias identificados.
- 2.3. Número de controles críticos propuestos.
- 2.4. Número de estándares de desempeño.
- 2.5. Aprobación del Bow Tie por el equipo multidisciplinario.

- 3.1. Número de controles críticos identificados.
- 3.2. Número de estándares de desempeño cumplidos.
- 3.3. Número de fallas o brechas técnicas en los controles críticos.

Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas	Indicadores (Iy)
1. ¿Cómo la formación de los equipos multidisciplinarios contribuye a la implementación de los controles críticos en Equipos Móviles en la	1. Formar equipos multidisciplinarios que contribuyan a la implementación de controles críticos en Equipos Móviles en la Unidad Minera Alpamarca, 2023.	H1: La formación de los equipos multidisciplinarios contribuyó positivamente a la gestión de los controles críticos en el uso de Equipos Móviles en la Unidad Minera Alpamarca.	4.1. Porcentaje de controles críticos implementados. 4.2. Tiempo total empleado en el monitoreo de los controles críticos.

Unidad Minera Alpamarca, 2023?			Variable dependiente (Y) Gestión de controles críticos en uso de Equipos Móviles	4.3. Frecuencia de monitoreo de los controles críticos. 4.4. Verificaciones realizadas entre verificaciones planificadas 5.1. Porcentaje de eventos top mitigados.
2. ¿Cómo la elaboración del Bow Tie contribuye a la identificación e implementación de los controles críticos en uso de Equipos Móviles en la Unidad Minera Alpamarca, 2023?	2. Elaborar el Bow Tie para la identificación e implementación de los controles críticos en uso de Equipos Móviles en la Unidad Minera Alpamarca, 2023.	H2: La adecuada elaboración de la metodología Bow Tie mejoró la identificación y gestión de los controles críticos en el uso de Equipos Móviles en la Unidad Minera Alpamarca.		6.1. Índices de Frecuencia, Severidad y Accidentabilidad relacionados a Equipos Móviles
3. ¿Cómo la ejecución del Bow Tie influye en los índices de seguridad en uso de Equipos Móviles en la Unidad Minera Alpamarca, 2023?	3. Analizar la ejecución del análisis Bow Tie y su influencia en los índices de seguridad en uso de Equipos Móviles de la Unidad Minera Alpamarca, 2023.	H3: La ejecución efectiva de la metodología Bow Tie influye de manera positiva en la disminución de los índices de seguridad en el uso de Equipos Móviles en la Unidad Minera Alpamarca.		

ANEXO 2: Equipo multidisciplinario para la Gestión de Controles Críticos de Equipos Móviles

Nº	DNI	Cía / Contratistas	APELLIDOS Y NOMBRES	PUESTO	ÀREA
1	47028211	Cía	CAPANI QUISPE JERSON FRANCISCO	JEFE DE ASUNTOS AMBIENTALES	ASUNTOS AMBIENTALES
2	21102901	Cía	VEGA CARHUAZ EDUARDO ANGEL	JEFE DE GEOMECANICA	GEOMECANICA
3	4067990	Cía	CORDOVA URCOS EMVER TROY	JEFE DE MINA	MINA
4	42998045	Cía	IPARRAGUIRRE GUERRERO ALEX	JEFE DE GUARDIA TAJO	MINA
5	42365565	Cía	MATUTTI ROJAS ARTURO OSCAR	JEFE DE PROYECTOS	PROYECTOS
6	75781126	Cía	VASQUEZ CHAVEZ VICTOR	SUPERVISOR DE EMERGENCIA	SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL
7	15665388	Cía	MORALES NORABUENA HULDARICO JUAN	JEFE DE MANTENIMIENTO	MANTENIMIENTO
8	42827593	Cía	DAZA DIAZ JEFFERSON	JEFE DE PLANTA	PROCESOS METALURGICOS
9	42513047	Cía	REYES DEL RIO ALBERTO ALEJANDRO ANTONIO	INGENIERO SENIOR DE SEGURIDAD	SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL
10	42492705	Cía	SUERO RIOS VILMA LIA	JEFE DE SEGURIDAD	SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL
11	43250911	Cía	CORTEZ MENDOZA CARLOS ALBERTO	JEFE DE GESTION HUMANA	GESTIÓN HUMANA

ANEXO 3: Proceso de aprobación del Bow Tie por el equipo multidisciplinario**1. Revisión Preliminar**

- ✓ El equipo de seguridad y gestión de riesgos elabora un primer borrador del análisis *Bow Tie*, identificando los peligros, eventos no deseados, barreras preventivas y mitigadoras.}
- ✓ Se realiza una validación interna para verificar la coherencia del análisis y la alineación con los estándares de seguridad de la unidad minera.

2. Convocatoria y Presentación al Equipo Multidisciplinario

- ✓ Se convoca a una reunión con representantes de las áreas de operaciones, seguridad, geomecánica, planeamiento y mantenimiento para la evaluación del análisis.
- ✓ Durante la sesión, se presenta el diagrama Bow Tie, explicando cada uno de los elementos y los controles propuestos.

3. Evaluación Técnica y Ajustes

- ✓ El equipo multidisciplinario analiza la viabilidad técnica de los controles críticos, considerando factores como operatividad, costos, impacto en la producción y compatibilidad con los procedimientos existentes.
- ✓ Se identifican posibles brechas o mejoras en las barreras de control, realizando ajustes en tiempo real.
- ✓ Se definen responsables y acciones correctivas para fortalecer los controles propuestos.

4. Prueba Piloto y Validación en Campo

- ✓ Se implementa una prueba piloto en un sector controlado de la operación minera, verificando la efectividad de las barreras en condiciones reales.
- ✓ Se recogen observaciones del personal operativo y supervisores para ajustar la estrategia antes de su implementación completa.

5. Aprobación Final y Oficialización

- ✓ Con base en los resultados de la validación en campo, el equipo multidisciplinario emite su aprobación final del análisis Bow Tie.
- ✓ El documento se formaliza y se integra a los procedimientos de seguridad y planificación operativa.
- ✓ Se difunde el análisis aprobado a todo el personal involucrado, asegurando su correcta aplicación a través de capacitaciones y monitoreo continuo.

ANEXO 4: Datos generales de capacitaciones

El número de capacitaciones fue definido en función de un análisis de riesgo preliminar realizado sobre la operación de equipos móviles, donde se identificó que el factor humano constituía una de las principales amenazas que podrían conducir a incidentes operacionales. Por ello, se estableció como mínimo una capacitación anual obligatoria para todo el personal relacionado (operadores, supervisores y personal de mantenimiento). La frecuencia (01 por año) se determinó considerando los siguientes criterios:

- ✓ Disponibilidad operativa del personal, evitando interferencias con turnos críticos de operación.
- ✓ Carga de trabajo de mantenimiento programado, para garantizar participación sin afectar la continuidad operativa.
- ✓ Revisión de eventos e incidentes anteriores, que no evidenciaban recurrencia alta, permitiendo una frecuencia anual como medida preventiva suficiente.

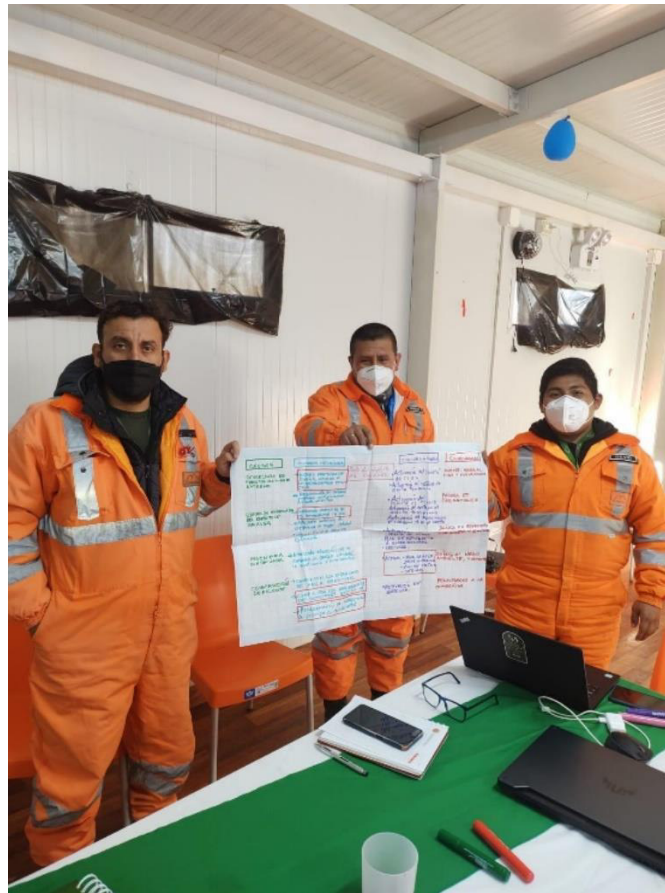
En cuanto al horario de capacitación, se establecieron horarios según los turnos establecidos (mañana, tarde y noche), garantizando que cada grupo tuviera acceso sin comprometer la operación. Las capacitaciones se programaron en jornadas de 4 horas, y en algunos casos se utilizaron sesiones rotativas para cubrir al 100% de los trabajadores objetivo. Los contenidos fueron definidos con base en:

- ✓ Revisión de procedimientos operativos y estándares.
- ✓ Resultados del análisis Bow Tie realizado previamente.
- ✓ Temas exigidos por normativas legal nacional.
- ✓ Lecciones aprendidas de eventos anteriores.
- ✓ Procedimiento de Respuesta a Emergencia.

En la figura 12 muestra una sesión de capacitación dirigida al equipo multidisciplinario, reforzando los conocimientos en seguridad y gestión de riesgos dentro de la Unidad Minera Alpamarca.

Figura 12

Equipo Multidisciplinario



La imagen demuestra el esfuerzo por capacitar al personal en seguridad, lo cual refuerza la cultura de la organización y ayuda a disminuir los riesgos operativos. La preparación de equipos multidisciplinarios es esencial para implementar controles críticos y avanzar en la mejora constante.

ANEXO 5: Ficha de análisis documental: Para sistematizar información histórica y actual sobre indicadores de seguridad.

ALPAMARCA					
ACCIDENTES	2020	2021	2022	2023	2024
Categoría 05 - Catastrófico	0	0	0	0	0
Categoría 04 - Mayor	0	0	0	0	0
Categoría 03 LTI - Incapacitante	2	0	0	0	3
Categoría 02 RWI - Trabajo Restringido	1	0	0	0	1
Categoría 02 MTI - Leve	0	1	0	0	0
Categoría 01 FAI - Primeros auxilios	0	3	3	0	0
Accidentes por equipos móviles	5	6	11	6	5
NMRI - Near Miss Risk Incidents	25	478	594	399	101
PARE's	0	0	1222	631	124
Felicitaciones	0	0	287	196	220
ÍNDICES	2020	2021	2022	2023	2024
LTIFR - Lost Time Injury Frequency	1.88	0.00	0.00	0.00	2.86
DISR - Disabling Injury Severity Rate	106	0.00	0.00	0.00	159
TRIFR - Total Recordable Injury	2.83	0.72	0.00	0.00	3.82
Frecuencia Daños por Equipo Móviles	4.71	4.30	7.26	6.44	4.77
Horas Hombre Trabajadas	1,061,121	1,394,775	1,514,112	932,167	1,047,988
Días perdidos por accidentes	113	0	0	0	167

ALPAMARCA												
ACCIDENTES	Ene-20	Feb-20	Mar-20	Abr-20	May-20	Jun-20	Jul-20	Ago-20	Set-20	Oct-20	Nov-20	Dic-20
Categoría 05 - Catastrófico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Categoría 04 - Mayor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Categoría 03 LTI - Incapacitante	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Categoría 02 RWI - Trabajo Restringido	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Categoría 02 MTI - Leve	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Categoría 01 FAI - Primeros auxilios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Accidentes por equipos móviles	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1
NMRI - Near Miss Risk Incidents	0	0	1	0	0	0	4	5	15	0	0	0
PARE's	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Felicitaciones	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ÍNDICES	Ene-20	Feb-20	Mar-20	Abr-20	May-20	Jun-20	Jul-20	Ago-20	Set-20	Oct-20	Nov-20	Dic-20
LTIFR - Lost Time Injury Frequency	0.00	9.81	0.00	0.00	0.00	0.00	10.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DISR - Disabling Injury Severity Rate	0	147	381	1688	426	0	176	19	0	0	0	0
TRIFR - Total Recordable Injury	0.00	9.81	0.00	0.00	0.00	0.00	10.36	0.00	9.49	0.00	0.00	0.00
Frecuencia Daños por Equipo Móviles	10.05	0.00	12.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.19	8.98	8.86
Horas Hombre Trabajadas	99,552	101,927	81,261	17,768	42,302	76,594	96,549	106,694	105,357	108,832	111,381	112,904
Días perdidos por accidentes	0	15	31	30	18	0	17	2	0	0	0	0

[illegible]

[illegible]

[illegible]

ANEXO 6: Evaluación en gestión de controles críticos de equipo multidisciplinario

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	PUESTO	ÀREA	NOTA
1	CAPANI QUISPE JERSON FRANCISCO	JEFE DE ASUNTOS AMBIENTALES	ASUNTOS AMBIENTALES	20
2	VEGA CARHUAZ EDUARDO ANGEL	JEFE DE GEOMECANICA	GEOMECANICA	20
3	CORDOVA URCOS EMVER TROY	JEFE DE MINA	MINA	20
4	IPARRAGUIRRE GUERRERO ALEX	JEFE DE GUARDIA TAJO	MINA	20
5	MATUTTI ROJAS ARTURO OSCAR	JEFE DE PROYECTOS	PROYECTOS	18
6	VASQUEZ CHAVEZ VICTOR	SUPERVISOR	SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	16
7	MORALES NORABUENA HULDARICO JUAN	JEFE DE MANTENIMIENTO ELECTRICO	MTTO ELECTRICO	20
8	DAZA DIAZ JEFFERSON	JEFE DE PLANTA	PROCESOS METALURGICOS	20
9	REYES DEL RIO ALBERTO ALEJANDRO ANTONIO	INGENIERO SENIOR DE SEGURIDAD	SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	18
10	SUERO RIOS VILMA LIA	JEFE DE SEGURIDAD	SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	20
11	CORTEZ MENDOZA CARLOS ALBERTO	JEFE DE GESTION HUMANA	GESTIÓN HUMANA	20
PROMEDIO				19.7

ANEXO 7: Lista de verificación: Para evaluar la implementación y cumplimiento de controles críticos en 2023.

	ALPAMARCA	Código:	REG-ALP-SEG-COP-002
		Revisión:	01
	Evaluación de la Implementación y Cumplimiento de Controles Críticos (2023)	Área:	SSO
		Páginas:	01

LISTA DE VERIFICACIÓN	
Nombre del verificador: <i>David Mamani Oñeros</i>	DNI: <i>75481126</i>
Unidad Minera: Alpacamarca	Firma: 

Nº	Pregunta	Cumplimiento	Observaciones
1	Cumplimiento del programa de mantenimiento de vías	SI	Se cuenta con programa de mantenimiento de vías, el cual es ejecutado por el área de Operaciones Teja.
2	Ejecutar un diseño, construcción y rediseño de vías.	SI	Realizado por Ingeniería y Planeamiento.
3	Cumplimiento del Mantenimiento preventivo al vehículo y correctivo encontrado.	SI	Inspecciones mensuales mínimas, mantenimiento correctivo y preventivo - 100%.
4	Cumplir con la inspección técnica interna del vehículo.	SI	Inspecciones internas (mensuales) - 100%.
5	Sistema de Detección de Fatiga y Somnolencia.	SI	Se cuenta con sistema de fatiga y somnolencia.
6	Realizar prueba de alcohol test periódica a conductores (tomar acción correctiva ante desvíos).	SI	Las pruebas se realizan antes de inicio de cada guardia por los Agentes de Seguridad Patrimonial.
7	Identificación y señalización de zonas peatonales y zonas vehiculares (paraderos, comedores, talleres, oficinas, puntos de embarque y estacionamientos, refugios mineros, etc).	SI	Los encargados del mantenimiento de áreas peatonales y vehiculares con los dueños de cada área.
8	Uso de cámaras de retroceso y sensores de proximidad	SI	El camión tiene la cantidad de cámaras de retroceso y sensores, en caso no, ambiente PARE.
9	Considerar desde el planeamiento, el diseño adecuado de las labores, considerando número de equipos, número de trabajadores, dimensión de los equipos, dimensión de las labores, etc.	SI	Realizado por Ingeniería y Planeamiento.
10	Cumplimiento al Programa de Perfilado.	SI	Operaciones Teja ejecuta el perfilado a P&A.
11	Monitorear pararrayos en las instalaciones de las operaciones en superficie.	SI	El monitoreo de pararrayos efectivo previene incidentes.
12	Cumplimiento del mantenimiento del sistema de frenos y dirección de los vehículos.	SI	Realizado por mantenimiento T&E.
13	Activación del Plan de Respuesta a Emergencia para siniestros en Vehículos Móviles.	SI	Cumplimiento de programa de Simulacros.
14	Uso del cinturón de seguridad, extintor, martillo rompe lunas, salidas de emergencia y bolsa de aire.	SI	Utilizar los dispositivos de seguridad, de manera obligatoria.

ANEXO 8: Entrevistas para conocer el grado de satisfacción del equipo multidisciplinario y su percepción sobre la reducción de indicadores.

	CHUNGAR	Código:	
		Revisión:	
	ENCUESTA	Área:	
		Páginas:	

DATOS DEL ENCUESTADOR		
Nombre:		DNI:
Unidad Minera: Alpamarca		

DATOS DEL ENCUESTADO		
Nombre:		DNI:
Cargo:		Área:
Unidad Minera: Alpamarca		Firma:

Evaluación de la Metodología Bow Tie y su Impacto en la Seguridad

N°	Pregunta	Respuesta	Observaciones
1	¿Conoce la metodología Bow Tie y su propósito en la gestión de seguridad?	Sí / No	
2	¿Cómo calificaría su nivel de conocimiento sobre la metodología Bow Tie?	Bajo / Medio / Alto	
3	¿Considera que la implementación del Bow Tie ha mejorado la identificación de riesgos en su área de trabajo?	Sí / No	
4	¿Siente que la metodología Bow Tie ha ayudado a reducir incidentes y accidentes en la operación?	Sí / No	
5	¿Ha recibido capacitación específica sobre la aplicación del Bow Tie en la empresa?	Sí / No	
6	En una escala del 1 al 5, ¿cómo evaluaría la efectividad de la metodología en la reducción de riesgos?	1 – 2 – 3 – 4 – 5	
7	¿Considera que los controles críticos identificados en el Bow Tie se implementan correctamente?	Sí / No	
8	¿Ha notado mejoras en la respuesta ante eventos de riesgo desde la implementación del Bow Tie?	Sí / No	
9	¿Qué barreras o dificultades ha identificado en la aplicación de esta metodología?		
10	¿Qué sugerencias haría para mejorar la aplicación del Bow Tie en la empresa?		

	ALPAMARCA	Código:	REG-ALP-SEG-COP-001
		Revisión:	01
	ENCUESTA	Área:	SSO
		Páginas:	01

DATOS DEL ENCUESTADOR		
Nombre:	David Mamani Oliveros	DNI: 75781126
Unidad Minera: Alparamar		

DATOS DEL ENCUESTADO		
Nombre:	MORILES NORABUENA JUAN	DNI: 15665388
Cargo:	JEFE MANTENIMIENTO	Área: MANTENIMIENTO
Unidad Minera: Alparamar	Firma:	

Evaluación de la Metodología Bow Tie y su Impacto en la Seguridad

Nº	Pregunta	Respuesta	Observaciones
1	¿Conoce la metodología Bow Tie y su propósito en la gestión de seguridad?	☒ Sí / No	
2	¿Cómo calificaría su nivel de conocimiento sobre la metodología Bow Tie?	Bajo / Medio / ☒ Alto	
3	¿Considera que la implementación del Bow Tie ha mejorado la identificación de riesgos en su área de trabajo?	☒ Sí / No	
4	¿Siente que la metodología Bow Tie ha ayudado a reducir incidentes y accidentes en la operación?	☒ Sí / No	
5	¿Ha recibido capacitación específica sobre la aplicación del Bow Tie en la empresa?	☒ Sí / No	
6	En una escala del 1 al 5, ¿cómo evaluaría la efectividad de la metodología en la reducción de riesgos?	1 - 2 - 3 - 4 - ☒ 5	
7	¿Considera que los controles críticos identificados en el Bow Tie se implementan correctamente?	☒ Sí / No	
8	¿Ha notado mejoras en la respuesta ante eventos de riesgo desde la implementación del Bow Tie?	☒ Sí / No	
9	¿Qué barreras o dificultades ha identificado en la aplicación de esta metodología?	AL PRINCIPIO CUESTA QUE TODOS PARTICIPEN ACTIVAMENTE EN LA ELABORACION PERO UNA VEZ QUE VEN SU UTILIDAD, LA ACEPTACIÓN MEJORA	
10	¿Qué sugerencias haría para mejorar la aplicación del Bow Tie en la empresa?	ALGO QUE HA FUNCIONADO BIEN ES CUANDO HACEMOS TALLERES PRACTICOS CON EJEMPLOS REALES	

	ALPAMARCA	Código:	REG-ALP-SEG-COP-001
		Revisión:	01
	ENCUESTA	Área:	SSO
		Páginas:	01

DATOS DEL ENCUESTADOR

Nombre:	David Mamani Oliveras	DNI:	73781126
Unidad Minera:	Alpamarca		

DATOS DEL ENCUESTADO

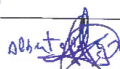
Nombre:	Vilma Lía Suarez Rios	DNI:	42492705
Cargo:	Jefe de Seguridad	Área:	Seguridad
Unidad Minera:	Alpamarca	Firma:	

Evaluación de la Metodología Bow Tie y su Impacto en la Seguridad

Nº	Pregunta	Respuesta	Observaciones
1	¿Conoce la metodología Bow Tie y su propósito en la gestión de seguridad?	Si / No	
2	¿Cómo calificaría su nivel de conocimiento sobre la metodología Bow Tie?	Bajo / Medio / Alto	
3	¿Considera que la implementación del Bow Tie ha mejorado la identificación de riesgos en su área de trabajo?	Si / No	
4	¿Siente que la metodología Bow Tie ha ayudado a reducir incidentes y accidentes en la operación?	Si / No	
5	¿Ha recibido capacitación específica sobre la aplicación del Bow Tie en la empresa?	Si / No	
6	En una escala del 1 al 5, ¿cómo evaluaría la efectividad de la metodología en la reducción de riesgos?	1 - 2 - 3 - 4 - 5	
7	¿Considera que los controles críticos identificados en el Bow Tie se implementan correctamente?	Si / No	
8	¿Ha notado mejoras en la respuesta ante eventos de riesgo desde la implementación del Bow Tie?	Si / No	
9	¿Qué barreras o dificultades ha identificado en la aplicación de esta metodología?	Se requiere de práctica para la identificación correcta de los controles críticos.	
10	¿Qué sugerencias haría para mejorar la aplicación del Bow Tie en la empresa?	Desarrollar talleres para generar experiencia en el desarrollo de Bow Tie.	

	ALPAMARCA	Código:	REG-ALP-SEG-COP-001
		Revisión:	01
	ENCUESTA	Área:	SSO
		Páginas:	01

DATOS DEL ENCUESTADOR			
Nombre:	David Mamani Oliveros	DNI:	75181126
Unidad Minera: Alparmarca			

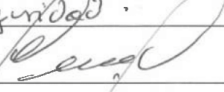
DATOS DEL ENCUESTADO			
Nombre:	ALBERTO A. A. REYES DEL R.º	DNI:	42513047
Cargo:	Int. Sn. SSO	Área:	SSO
Unidad Minera: Alparmarca	Firma:		

Evaluación de la Metodología Bow Tie y su Impacto en la Seguridad

Nº	Pregunta	Respuesta	Observaciones
1	¿Conoce la metodología Bow Tie y su propósito en la gestión de seguridad?	☒ Sí / No	
2	¿Cómo calificaría su nivel de conocimiento sobre la metodología Bow Tie?	Bajo / Medio / <u>Alto</u>	
3	¿Considera que la implementación del Bow Tie ha mejorado la identificación de riesgos en su área de trabajo?	☒ Sí / No	
4	¿Siente que la metodología Bow Tie ha ayudado a reducir incidentes y accidentes en la operación?	☒ Sí / No	
5	¿Ha recibido capacitación específica sobre la aplicación del Bow Tie en la empresa?	☒ Sí / No	
6	En una escala del 1 al 5, ¿cómo evaluaría la efectividad de la metodología en la reducción de riesgos?	1 - 2 - 3 - 4 - <u>5</u>	
7	¿Considera que los controles críticos identificados en el Bow Tie se implementan correctamente?	☒ Sí / No	
8	¿Ha notado mejoras en la respuesta ante eventos de riesgo desde la implementación del Bow Tie?	☒ Sí / No	
9	¿Qué barreras o dificultades ha identificado en la aplicación de esta metodología?	Nos ayudó a visualizar mejor los riesgos y explicar a los trabajadores por qué ciertos controles son esenciales	
10	¿Qué sugerencias haría para mejorar la aplicación del Bow Tie en la empresa?	Reforzar el uso del árbol de decisiones	

	ALPAMARCA	Código:	REG-ALP-SEG-COP-001
		Revisión:	01
	ENCUESTA	Área:	SSO
		Páginas:	01

DATOS DEL ENCUESTADOR			
Nombre:	David Mamani Oliveros	DNI:	75181126
Unidad Minera: Alpamarca			

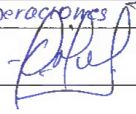
DATOS DEL ENCUESTADO			
Nombre:	Vicente Vasquez Chavez	DNI:	10050103
Cargo:	Supervisor de Seguridad	Área:	Seguridad
Unidad Minera: Alpamarca	Firma:		

Evaluación de la Metodología Bow Tie y su Impacto en la Seguridad

Nº	Pregunta	Respuesta	Observaciones
1	¿Conoce la metodología Bow Tie y su propósito en la gestión de seguridad?	~~Si / No~~	
2	¿Cómo calificaría su nivel de conocimiento sobre la metodología Bow Tie?	~~Bajo / Medio / Alto~~	
3	¿Considera que la implementación del Bow Tie ha mejorado la identificación de riesgos en su área de trabajo?	~~Si / No~~	
4	¿Siente que la metodología Bow Tie ha ayudado a reducir incidentes y accidentes en la operación?	~~Si / No~~	
5	¿Ha recibido capacitación específica sobre la aplicación del Bow Tie en la empresa?	~~Si / No~~	
6	En una escala del 1 al 5, ¿cómo evaluaría la efectividad de la metodología en la reducción de riesgos?	~~1 - 2 - 3 - 4 - 5~~	
7	¿Considera que los controles críticos identificados en el Bow Tie se implementan correctamente?	~~Si / No~~	
8	¿Ha notado mejoras en la respuesta ante eventos de riesgo desde la implementación del Bow Tie?	~~Si / No~~	
9	¿Qué barreras o dificultades ha identificado en la aplicación de esta metodología?	La metodología nos ha dado un enfoque más claro, pero a veces siento que se vuelve demasiado detallado.	
10	¿Qué sugerencias haría para mejorar la aplicación del Bow Tie en la empresa?	Es una buena herramienta, pero si no le damos seguimiento y actualización constante, pierde valor.	

	ALPAMARCA	Código:	REG-ALP-SEG-COP-001
		Revisión:	01
	ENCUESTA	Área:	SSO
		Páginas:	01

DATOS DEL ENCUESTADOR			
Nombre:	David Mamani Oliveros	DNI:	75491126
Unidad Minera: Alpamarca			

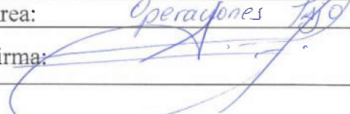
DATOS DEL ENCUESTADO			
Nombre:	Emmer Troy Cordoro Urcos.	DNI:	04067990
Cargo:	Jefe de Mina.	Área:	Operaciones No 010
Unidad Minera: Alpamarca	Firma:		

Evaluación de la Metodología Bow Tie y su Impacto en la Seguridad

Nº	Pregunta	Respuesta	Observaciones
1	¿Conoce la metodología Bow Tie y su propósito en la gestión de seguridad?	☒ Sí / No	
2	¿Cómo calificaría su nivel de conocimiento sobre la metodología Bow Tie?	Bajo / ☒ Medio / Alto	
3	¿Considera que la implementación del Bow Tie ha mejorado la identificación de riesgos en su área de trabajo?	☒ Sí / No	
4	¿Siente que la metodología Bow Tie ha ayudado a reducir incidentes y accidentes en la operación?	☒ Sí / No	
5	¿Ha recibido capacitación específica sobre la aplicación del Bow Tie en la empresa?	☒ Sí / No	
6	En una escala del 1 al 5, ¿cómo evaluaría la efectividad de la metodología en la reducción de riesgos?	1 - 2 - 3 - ☒ 4 - 5	
7	¿Considera que los controles críticos identificados en el Bow Tie se implementan correctamente?	☒ Sí / No	
8	¿Ha notado mejoras en la respuesta ante eventos de riesgo desde la implementación del Bow Tie?	☒ Sí / No	
9	¿Qué barreras o dificultades ha identificado en la aplicación de esta metodología?	Es una herramienta útil, pero depende mucho de la capacitación y el compromiso del equipo	
10	¿Qué sugerencias haría para mejorar la aplicación del Bow Tie en la empresa?	Usar herramientas digitales para visualizarlo mejor y actualizarlo.	

	ALPAMARCA	Código:	REG-ALP-SEG-COP-001
		Revisión:	01
	ENCUESTA	Área:	SSO
		Páginas:	01

DATOS DEL ENCUESTADOR			
Nombre:	David Mamani Oliveros	DNI:	75781126
Unidad Minera: Alpamarca			

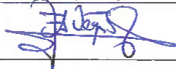
DATOS DEL ENCUESTADO			
Nombre:	Alex Jarrayurre Guerrero	DNI:	42998045
Cargo:	Ing. Jefe de Guardia Lajo	Área:	Operaciones
Unidad Minera: Alpamarca		Firma:	

Evaluación de la Metodología Bow Tie y su Impacto en la Seguridad

Nº	Pregunta	Respuesta	Observaciones
1	¿Conoce la metodología Bow Tie y su propósito en la gestión de seguridad?	☒ Sí / No	
2	¿Cómo calificaría su nivel de conocimiento sobre la metodología Bow Tie?	Bajo / ☒ Medio / Alto	
3	¿Considera que la implementación del Bow Tie ha mejorado la identificación de riesgos en su área de trabajo?	☒ Sí / No	
4	¿Siente que la metodología Bow Tie ha ayudado a reducir incidentes y accidentes en la operación?	☒ Sí / No	
5	¿Ha recibido capacitación específica sobre la aplicación del Bow Tie en la empresa?	☒ Sí / No	
6	En una escala del 1 al 5, ¿cómo evaluaría la efectividad de la metodología en la reducción de riesgos?	1 - 2 - 3 - ☒ 4 - 5	
7	¿Considera que los controles críticos identificados en el Bow Tie se implementan correctamente?	☒ Sí / No	
8	¿Ha notado mejoras en la respuesta ante eventos de riesgo desde la implementación del Bow Tie?	☒ Sí / No	
9	¿Qué barreras o dificultades ha identificado en la aplicación de esta metodología?	Desde que implementamos Bow Tie hemos mejorado la identificación de riesgos, pero al inicio nos tomó tiempo acostumbrarnos	
10	¿Qué sugerencias haría para mejorar la aplicación del Bow Tie en la empresa?	Incentivar la participación de todo el personal involucrado	

	ALPAMARCA	Código:	REG-ALP-SEG-COP-001
		Revisión:	01
	ENCUESTA	Área:	SSO
		Páginas:	01

DATOS DEL ENCUESTADOR			
Nombre:	David Mamani Oliveros	DNI:	75781116
Unidad Minera: Alpamarca			

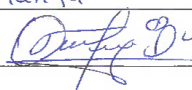
DATOS DEL ENCUESTADO			
Nombre:	Angel Vega Canhuay	DNI:	21102901
Cargo:	Jefe de Geomecánica	Área:	Geomecánica
Unidad Minera: Alpamarca	Firma:		

Evaluación de la Metodología Bow Tie y su Impacto en la Seguridad

Nº	Pregunta	Respuesta	Observaciones
1	¿Conoce la metodología Bow Tie y su propósito en la gestión de seguridad?	☒ Sí / No	
2	¿Cómo calificaría su nivel de conocimiento sobre la metodología Bow Tie?	Bajo / Medio / ☒ Alto	
3	¿Considera que la implementación del Bow Tie ha mejorado la identificación de riesgos en su área de trabajo?	☒ Sí / No	
4	¿Siente que la metodología Bow Tie ha ayudado a reducir incidentes y accidentes en la operación?	☒ Sí / No	
5	¿Ha recibido capacitación específica sobre la aplicación del Bow Tie en la empresa?	☒ Sí / No	
6	En una escala del 1 al 5, ¿cómo evaluaría la efectividad de la metodología en la reducción de riesgos?	1 - 2 - 3 - ☒ 4 - 5	
7	¿Considera que los controles críticos identificados en el Bow Tie se implementan correctamente?	☒ Sí / No	
8	¿Ha notado mejoras en la respuesta ante eventos de riesgo desde la implementación del Bow Tie?	☒ Sí / No	
9	¿Qué barreras o dificultades ha identificado en la aplicación de esta metodología?	Ser constantes en la identificación de los peligros y riesgos	
10	¿Qué sugerencias haría para mejorar la aplicación del Bow Tie en la empresa?	Realizar simulacros.	

	ALPAMARCA	Código:	REG-ALP-SEG-COP-001
		Revisión:	01
	ENCUESTA	Área:	SSO
		Páginas:	01

DATOS DEL ENCUESTADOR			
Nombre:	David Mamani Oliveros	DNI:	75391126
Unidad Minera: Alpamarca			

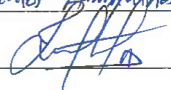
DATOS DEL ENCUESTADO			
Nombre:	Jefferson Daza Díaz	DNI:	42827593
Cargo:	Jeefe de Planta	Área:	Planta
Unidad Minera: Alpamarca		Firma:	

Evaluación de la Metodología Bow Tie y su Impacto en la Seguridad

Nº	Pregunta	Respuesta	Observaciones
1	¿Conoce la metodología Bow Tie y su propósito en la gestión de seguridad?	~~Si~~ / No	
2	¿Cómo calificaría su nivel de conocimiento sobre la metodología Bow Tie?	Bajo / Medio / ~~Alto~~	
3	¿Considera que la implementación del Bow Tie ha mejorado la identificación de riesgos en su área de trabajo?	~~Si~~ / No	
4	¿Siente que la metodología Bow Tie ha ayudado a reducir incidentes y accidentes en la operación?	~~Si~~ / No	
5	¿Ha recibido capacitación específica sobre la aplicación del Bow Tie en la empresa?	~~Si~~ / No	
6	En una escala del 1 al 5, ¿cómo evaluaría la efectividad de la metodología en la reducción de riesgos?	1 - 2 - 3 - ~~4~~ - 5	
7	¿Considera que los controles críticos identificados en el Bow Tie se implementan correctamente?	~~Si~~ / No	
8	¿Ha notado mejoras en la respuesta ante eventos de riesgo desde la implementación del Bow Tie?	~~Si~~ / No	
9	¿Qué barreras o dificultades ha identificado en la aplicación de esta metodología?	Ninguna	
10	¿Qué sugerencias haría para mejorar la aplicación del Bow Tie en la empresa?	Ninguna	

	ALPAMARCA	Código:	REG-ALP-SEG-COP-001
		Revisión:	01
	ENCUESTA	Área:	SSO
		Páginas:	01

DATOS DEL ENCUESTADOR			
Nombre:	David Román Olivares	DNI:	7378116
Unidad Minera: Alparmarca			

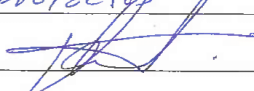
DATOS DEL ENCUESTADO			
Nombre:	Jerson Francisco Gami Quispe	DNI:	47078211
Cargo:	Jege de Asunto Ambientales	Área:	Autor Ambiental
Unidad Minera: Alparmarca	Firma: 		

Evaluación de la Metodología Bow Tie y su Impacto en la Seguridad

Nº	Pregunta	Respuesta	Observaciones
1	¿Conoce la metodología Bow Tie y su propósito en la gestión de seguridad?	☒ Sí / No	
2	¿Cómo calificaría su nivel de conocimiento sobre la metodología Bow Tie?	Bajo / ☒ Medio / Alto	
3	¿Considera que la implementación del Bow Tie ha mejorado la identificación de riesgos en su área de trabajo?	☒ Sí / No	
4	¿Siente que la metodología Bow Tie ha ayudado a reducir incidentes y accidentes en la operación?	☒ Sí / No	
5	¿Ha recibido capacitación específica sobre la aplicación del Bow Tie en la empresa?	☒ Sí / No	
6	En una escala del 1 al 5, ¿cómo evaluaría la efectividad de la metodología en la reducción de riesgos?	1 - 2 - 3 - ☒ 4 - 5	
7	¿Considera que los controles críticos identificados en el Bow Tie se implementan correctamente?	☒ Sí / No	
8	¿Ha notado mejoras en la respuesta ante eventos de riesgo desde la implementación del Bow Tie?	☒ Sí / No	
9	¿Qué barreras o dificultades ha identificado en la aplicación de esta metodología?	En general, nos ha dado un enfoque más claro, pero siento que se vuelve demasiado detallado	
10	¿Qué sugerencias haría para mejorar la aplicación del Bow Tie en la empresa?	Hacer seguimiento a los controles de manera frecuente nos ayudaría bastante	

	ALPAMARCA	Código:	REG-ALP-SEG-COP-001
		Revisión:	01
	ENCUESTA	Área:	SSO
		Páginas:	01

DATOS DEL ENCUESTADOR			
Nombre:	David Mamani Olivares	DNI:	75191126
Unidad Minera: Alpamarca			

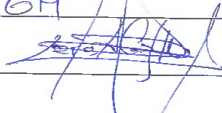
DATOS DEL ENCUESTADO			
Nombre:	Arturo Matelli R	DNI:	42365565
Cargo:	Jefe de Proyectos	Área:	Proyectos
Unidad Minera: Alpamarca		Firma:	

Evaluación de la Metodología Bow Tie y su Impacto en la Seguridad

Nº	Pregunta	Respuesta	Observaciones
1	¿Conoce la metodología Bow Tie y su propósito en la gestión de seguridad?	☒ Sí / No	
2	¿Cómo calificaría su nivel de conocimiento sobre la metodología Bow Tie?	Bajo / ☒ Medio / Alto	
3	¿Considera que la implementación del Bow Tie ha mejorado la identificación de riesgos en su área de trabajo?	☒ Sí / No	
4	¿Siente que la metodología Bow Tie ha ayudado a reducir incidentes y accidentes en la operación?	☒ Sí / No	
5	¿Ha recibido capacitación específica sobre la aplicación del Bow Tie en la empresa?	☒ Sí / No	
6	En una escala del 1 al 5, ¿cómo evaluaría la efectividad de la metodología en la reducción de riesgos?	1 - 2 - 3 - ☒ 4 - 5	
7	¿Considera que los controles críticos identificados en el Bow Tie se implementan correctamente?	☒ Sí / No	
8	¿Ha notado mejoras en la respuesta ante eventos de riesgo desde la implementación del Bow Tie?	☒ Sí / No	
9	¿Qué barreras o dificultades ha identificado en la aplicación de esta metodología?	El éxito del Bow Tie depende mucho del compromiso del equipo	
10	¿Qué sugerencias haría para mejorar la aplicación del Bow Tie en la empresa?	Participación y reforzamiento de conocimiento del equipo mediante el taller	

	ALPAMARCA	Código:	REG-ALP-SEG-COP-001
		Revisión:	01
	ENCUESTA	Área:	SSO
		Páginas:	01

DATOS DEL ENCUESTADOR			
Nombre:	David Mamani Oliveros	DNI:	75481126
Unidad Minera: Alpamarca			

DATOS DEL ENCUESTADO			
Nombre:	José Alberto Ortiz Merales	DNI:	43850911
Cargo:	Jefe de G.H.	Área:	GH
Unidad Minera: Alpamarca	Firma:		

Evaluación de la Metodología Bow Tie y su Impacto en la Seguridad

Nº	Pregunta	Respuesta	Observaciones
1	¿Conoce la metodología Bow Tie y su propósito en la gestión de seguridad?	☒ Sí / No	
2	¿Cómo calificaría su nivel de conocimiento sobre la metodología Bow Tie?	Bajo / ☒ Medio / Alto	
3	¿Considera que la implementación del Bow Tie ha mejorado la identificación de riesgos en su área de trabajo?	☒ Sí / No	
4	¿Siente que la metodología Bow Tie ha ayudado a reducir incidentes y accidentes en la operación?	☒ Sí / No	
5	¿Ha recibido capacitación específica sobre la aplicación del Bow Tie en la empresa?	☒ Sí / No	
6	En una escala del 1 al 5, ¿cómo evaluaría la efectividad de la metodología en la reducción de riesgos?	1 - 2 - 3 - 4 - ☒ 5	
7	¿Considera que los controles críticos identificados en el Bow Tie se implementan correctamente?	☒ Sí / No	
8	¿Ha notado mejoras en la respuesta ante eventos de riesgo desde la implementación del Bow Tie?	☒ Sí / No	
9	¿Qué barreras o dificultades ha identificado en la aplicación de esta metodología?	Entender la metodología de elaboración y aplicación en campo	
10	¿Qué sugerencias haría para mejorar la aplicación del Bow Tie en la empresa?	Seguir con los formatos establecidos para la VCC en campo	

ANEXO 9: Capacitación en Gestión de Controles Críticos - 2022

	VOLCAN		Código:	REG-VOL-GLO-07-01		
	SISTEMA DE GESTIÓN SSOMAC		Revisión:	02		
	Título:		Área:	SSO		
	Acta de Asistencia		Páginas:	1		
N° Corr.						
DATOS DEL EMPLEADOR						
Razon Social: <u>Compañía Minero Chongor JAC</u>		RUC:	Actividad Económica:			
Unidad Operativa: <u>Alpamarca</u>						
N° de Trabajadores en el Centro Laboral:						
Domicilio:	Provincia:	Distrito:	Departamento:			
DATOS DEL EVENTO						
Tema: <u>Gestión de controles críticos bajo la guía del IOM</u>		Fecha: <u>21/09/2022</u>	☐ Inducción ☒ Capacitación ☐ Simulacros ☐ Entrenamiento ☐ Reunión			
Lugar: <u>CASA CONTA</u>		Interna ☒				
Capacitador (es): <u>Luis Kessa Soto</u>		Externa ☐				
H.I.: <u>7:30 am</u>	H.F.: <u>2:00 pm</u>	DURACIÓN:				
No.	APELLIDOS Y NOMBRES (Completo con letra imprenta)	DNI	FIRMA	EMPRESA	AREA	U. PRODUCCION
1	<u>Vega Carhuaz E. Angel</u>	<u>211025101</u>	<u>[Firma]</u>	<u>Chongor</u>	<u>Geotecnia</u>	<u>Alpamarca</u>
2	<u>Matutti Rojas Arturo</u>	<u>42365565</u>	<u>[Firma]</u>	<u>Chongor</u>	<u>Proyectos</u>	<u>Alpamarca</u>
3	<u>Alvarado Llama Daniel</u>	<u>70897994</u>	<u>[Firma]</u>	<u>Chongor</u>	<u>Autobombas</u>	<u>Alpamarca</u>
4	<u>Mendoza Pórtia José</u>	<u>18105124</u>	<u>[Firma]</u>	<u>Chongor</u>	<u>Planta</u>	<u>Alpamarca</u>
5	<u>Apella Zumbi Gisela</u>	<u>70864449</u>	<u>[Firma]</u>	<u>Chongor</u>	<u>Montañas</u>	<u>Alpamarca</u>
6	<u>Copani Quispe Jorge F.</u>	<u>47028211</u>	<u>[Firma]</u>	<u>Chongor</u>	<u>Al-Amb.</u>	<u>Alpamarca</u>
7	<u>Valeriano Huanco PEDRO</u>	<u>41825607</u>	<u>[Firma]</u>	<u>Chongor</u>	<u>Planificación</u>	<u>Alpamarca</u>
8	<u>Uguzo Arcof Alan Mon. Bryan</u>	<u>72425424</u>	<u>[Firma]</u>	<u>Chongor</u>	<u>Geotecnia</u>	<u>Alpamarca</u>
9	<u>Frausto Frías, Nils</u>	<u>43677788</u>	<u>[Firma]</u>	<u>Chongor</u>	<u>SSO</u>	<u>Alpamarca</u>
10	<u>TRUJILLO MOLINA CHRISTIAN</u>	<u>41797282</u>	<u>[Firma]</u>	<u>CHONGOR</u>	<u>SSO</u>	<u>ALPAMARCA</u>
11	<u>Calderin Munante Jaime Fernando</u>	<u>07880785</u>	<u>[Firma]</u>	<u>Chongor</u>	<u>Logística</u>	<u>Alpamarca</u>
12	<u>Santillan Vargas Jorge Jesus</u>	<u>40677551</u>	<u>[Firma]</u>	<u>Chongor</u>	<u>Logística</u>	<u>Alpamarca</u>
13	<u>Rocha Mejia Hesse</u>	<u>20057913</u>	<u>[Firma]</u>	<u>Chongor</u>	<u>OP. Tajo</u>	<u>Alpamarca</u>
14	<u>Daza Diaz Jefferson</u>	<u>42825593</u>	<u>[Firma]</u>	<u>Chongor</u>	<u>Planta</u>	<u>Alpamarca</u>
15	<u>Felix Mejia Cesar Daniel</u>	<u>21288425</u>	<u>[Firma]</u>	<u>Chongor</u>	<u>SSO</u>	<u>Alpamarca</u>
16	<u>PAREDES HUARCAYA, Daniel</u>	<u>27649775</u>	<u>[Firma]</u>	<u>CHONGOR</u>	<u>GEOTECNIA</u>	<u>ALPAMARCA</u>
17	<u>IPARRAGUIRRE GUERRERO Alex</u>	<u>42998045</u>	<u>[Firma]</u>	<u>CHONGOR</u>	<u>OPERACIONES</u>	<u>ALPAMARCA</u>
18	<u>PRETEU PEREZ ALFREDO</u>	<u>7000100</u>	<u>[Firma]</u>	<u>Chongor</u>	<u>G.H.</u>	<u>Alpamarca</u>
19	<u>Córdova Ines Emery</u>	<u>24067990</u>	<u>[Firma]</u>	<u>Chongor</u>	<u>Tajo</u>	<u>Alpamarca</u>
20	<u>Ariles Quispe Luciane</u>	<u>8400868</u>	<u>[Firma]</u>	<u>Chongor</u>	<u>Geotecnia</u>	<u>Alpamarca</u>
21	<u>Lamara Lopez Carlos</u>	<u>40479115</u>	<u>[Firma]</u>	<u>Chongor</u>	<u>Mantenimiento</u>	<u>Alpamarca</u>
22	<u>SUSPE PAUGAR Franklin</u>	<u>41703212</u>	<u>[Firma]</u>	<u>Chongor</u>	<u>Mantenimiento</u>	<u>Alpamarca</u>
23	<u>Inocente Gavilan Kogui</u>	<u>20057728</u>	<u>[Firma]</u>	<u>Chongor</u>	<u>GG HH</u>	<u>Alpamarca</u>
24	<u>Chavez Alegre Gino</u>	<u>41592886</u>	<u>[Firma]</u>	<u>Chongor</u>	<u>GG HH</u>	<u>Alpamarca</u>
25						
26						
27						
28						
29						
30						
N° DE PARTICIPANTES (A):		DURACIÓN (B):		HH DE CAPACITACIÓN (AxB):		
CAPACITADOR:				RESPONSABLE DEL REGISTRO		
NOMBRES: <u>Luis Kessa Soto</u>				NOMBRES:		
CARGO: <u>CAPACITADOR</u>				CARGO:		
FIRMA:				FIRMA:		
				FECHA:		

ANEXO 10: Evaluación del equipo multidisciplinario en el tema de Gestión de Controles Críticos del área de Equipos Móviles – 2023 (parte del personal total capacitado)



Revisión N° 001

EVALUACION "EQUIPOS MOVILES"

Vega Farfán, Eduardo Angel
Empresa: Chungar.

Fecha: 03/4/23

1. ¿Cuál es la definición que describe alcoholemia?
 - a. Evento con lesiones personales y/o pérdidas de materiales.
 - ☒ b. Examen o prueba para detectar presencia de alcohol en la sangre de una persona.
 - c. Falla mecánica de los vehículos en tránsito.
 - d. Descuido de los peatones en su interacción con equipos en movimiento.
2. Marque la opción incorrecta con respecto a vehículos móviles de transporte liviano.
 - a. Camionetas Pick-Up.
 - b. Ambulancias.
 - c. Minibús (entre 17 a 33 asientos).
 - ☒ d. Camión Semi tráiler.
3. ¿Cuál es la definición de ROPS?
 - a. Sistema de protección contra caída de objetos.
 - ☒ b. Sistema de protección para volcamientos.
 - c. Sistema de proximidad con objetos.
 - d. Sistema contra incendios.
4. ¿Cuál es el requisito para obtener la Autorización Interna de Manejo?
 - a. Licencia de Conducir emitida por el MTC.
 - b. Récord del conductor actualizado a la fecha de la solicitud.
 - c. Aprobar la evaluación escrita y práctica.
 - ☒ d. Todas las anteriores.
5. Señale los requisitos que deben cumplir todos los equipos móviles.
 - a. Acceso y salida del operador.
 - b. 03 puntos de apoyo.
 - c. Ventana y/o puerta de emergencia.
 - ☒ d. Todas las anteriores.
6. Con respecto al número de identificación del vehículo dentro de las operaciones mineras ¿Quién genera dicho número de identificación?
 - a. El MTC.
 - b. La gerencia de SSO.
 - ☒ c. El sistema SAP.
 - d. El dueño del vehículo.
7. Señale los requisitos a cumplir antes de conducir un vehículo o equipo móvil:
 - a. Completar el check list de conducción.
 - b. Identificar aspectos de fatiga y somnolencia.



Revisión N° 001

- c. Completar la DDJJ de fatiga y somnolencia.
d. Todas las anteriores.
8. Indique el documento que complementa al estándar "Equipamiento en Seguridad para Equipos Móviles".
a. RITRA Rev. 04.
b. Ley N°29783.
c. Reglamento nacional de tránsito.
d. NFPA 70B.
9. ¿Cuál es el vehículo dentro de las operaciones mineras, que tiene la prioridad de paso vehicular en situaciones de emergencia?
a. Camiones volquetes.
b. Equipos pesados y auxiliares.
c. Ambulancia y vehículos de rescate.
d. Vehículos livianos.
10. Señale la(s) responsabilidad(es) de los pasajeros que utilizan los vehículos de transporte de personal dentro de las operaciones mineras:
a. Colocarse el cinturón de seguridad.
b. No viajar de pie.
c. Conducta adecuada hacia el conductor y compañeros.
d. Todas las anteriores.



Emrei Cordova Urros



Revisión N° 001

EVALUACION "EQUIPOS MOVILES"

03-11-23

CHUNGAB

1. ¿Cuál es la definición que describe alcoholemia?
 - a. Evento con lesiones personales y/o pérdidas de materiales.
 - ☒ b. Examen o prueba para detectar presencia de alcohol en la sangre de una persona.
 - c. Falla mecánica de los vehículos en tránsito.
 - d. Descuido de los peatones en su interacción con equipos en movimiento.
2. Marque la opción incorrecta con respecto a vehículos móviles de transporte liviano.
 - a. Camionetas Pick-Up.
 - b. Ambulancias.
 - c. Minibús (entre 17 a 33 asientos).
 - ☒ d. Camión Semi tráiler.
3. ¿Cuál es la definición de ROPS?
 - a. Sistema de protección contra caída de objetos.
 - ☒ b. Sistema de protección para volcamientos.
 - c. Sistema de proximidad con objetos.
 - d. Sistema contra incendios.
4. ¿Cuál es el requisito para obtener la Autorización Interna de Manejo?
 - a. Licencia de Conducir emitida por el MTC.
 - b. Récord del conductor actualizado a la fecha de la solicitud.
 - c. Aprobar la evaluación escrita y práctica.
 - ☒ d. Todas las anteriores.
5. Señale los requisitos que deben cumplir todos los equipos móviles.
 - a. Acceso y salida del operador.
 - b. 03 puntos de apoyo.
 - c. Ventana y/o puerta de emergencia.
 - ☒ d. Todas las anteriores.
6. Con respecto al número de identificación del vehículo dentro de las operaciones mineras ¿Quién genera dicho número de identificación?
 - a. El MTC.
 - b. La gerencia de SSO.
 - ☒ c. El sistema SAP.
 - d. El dueño del vehículo.
7. Señale los requisitos a cumplir antes de conducir un vehículo o equipo móvil:
 - a. Completar el check list de conducción.
 - b. Identificar aspectos de fatiga y somnolencia.



Revisión N° 001

- ☒ c. Completar la DDJJ de fatiga y somnolencia.
 - ☒ d. Todas las anteriores.
8. Indique el documento que complementa al estándar "Equipamiento en Seguridad para Equipos Móviles".
- ☒ a. RITRA Rev. 04.
 - b. Ley N°29783.
 - c. Reglamento nacional de tránsito.
 - d. NFPA 70B.
9. ¿Cuál es el vehículo dentro de las operaciones mineras, que tiene la prioridad de paso vehicular en situaciones de emergencia?
- a. Camiones volquetes.
 - b. Equipos pesados y auxiliares.
 - ☒ c. Ambulancia y vehículos de rescate.
 - d. Vehículos livianos.
10. Señale la(s) responsabilidad(es) de los pasajeros que utilizan los vehículos de transporte de personal dentro de las operaciones mineras:
- a. Colocarse el cinturón de seguridad.
 - b. No viajar de pie.
 - c. Conducta adecuada hacia el conductor y compañeros.
 - ☒ d. Todas las anteriores.



20

Revisión N° 001

EVALUACION "EQUIPOS MOVILES"

Jonas Francisco Capari Quispe Fecha: 04-11-2023
Compañía Minera Chuquibambilla

1. ¿Cuál es la definición que describe alcoholemia?
 - a. Evento con lesiones personales y/o pérdidas de materiales.
 - ☒ b. Examen o prueba para detectar presencia de alcohol en la sangre de una persona.
 - c. Falla mecánica de los vehículos en tránsito.
 - d. Descuido de los peatones en su interacción con equipos en movimiento.
2. Marque la opción incorrecta con respecto a vehículos móviles de transporte liviano.
 - a. Camionetas Pick-Up.
 - b. Ambulancias.
 - c. Minibús (entre 17 a 33 asientos).
 - ☒ d. Camión Semi tráiler.
3. ¿Cuál es la definición de ROPS?
 - a. Sistema de protección contra caída de objetos.
 - ☒ b. Sistema de protección para volcamientos.
 - c. Sistema de proximidad con objetos.
 - d. Sistema contra incendios.
4. ¿Cuál es el requisito para obtener la Autorización Interna de Manejo?
 - a. Licencia de Conducir emitida por el MTC.
 - b. Récord del conductor actualizado a la fecha de la solicitud.
 - c. Aprobar la evaluación escrita y práctica.
 - ☒ d. Todas las anteriores.
5. Señale los requisitos que deben cumplir todos los equipos móviles.
 - a. Acceso y salida del operador.
 - b. 03 puntos de apoyo.
 - c. Ventana y/o puerta de emergencia.
 - ☒ d. Todas las anteriores.
6. Con respecto al número de identificación del vehículo dentro de las operaciones mineras ¿Quién genera dicho número de identificación?
 - a. El MTC.
 - b. La gerencia de SSO.
 - ☒ c. El sistema SAP.
 - d. El dueño del vehículo.
7. Señale los requisitos a cumplir antes de conducir un vehículo o equipo móvil:
 - a. Completar el check list de conducción.
 - b. Identificar aspectos de fatiga y somnolencia.



Revisión N° 001

- c. Completar la DDJJ de fatiga y somnolencia.
- ☒ d. Todas las anteriores.

8. Indique el documento que complementa al estándar "Equipamiento en Seguridad para Equipos Móviles".

- ☒ a. RITRA Rev. 04.
- b. Ley N°29783.
- c. Reglamento nacional de tránsito.
- d. NFPA 70B.

9. ¿Cuál es el vehículo dentro de las operaciones mineras, que tiene la prioridad de paso vehicular en situaciones de emergencia?

- a. Camiones volquetes.
- b. Equipos pesados y auxiliares.
- ☒ c. Ambulancia y vehículos de rescate.
- d. Vehículos livianos.

10. Señale la(s) responsabilidad(es) de los pasajeros que utilizan los vehículos de transporte de personal dentro de las operaciones mineras:

- a. Colocarse el cinturón de seguridad.
- b. No viajar de pie.
- c. Conducta adecuada hacia el conductor y compañeros.
- ☒ d. Todas las anteriores.



Revisión N° 001

Vilma Lía Suero Ríos
Compañía Minera Chuquar S.A.C.

EVALUACION "EQUIPOS MOVILES"

04-11-2023

1. ¿Cuál es la definición que describe alcoholemia?
 - a. Evento con lesiones personales y/o pérdidas de materiales.
 - ☒ b. Examen o prueba para detectar presencia de alcohol en la sangre de una persona.
 - c. Falla mecánica de los vehículos en tránsito.
 - d. Descuido de los peatones en su interacción con equipos en movimiento.
2. Marque la opción incorrecta con respecto a vehículos móviles de transporte liviano.
 - a. Camionetas Pick-Up.
 - b. Ambulancias.
 - c. Minibús (entre 17 a 33 asientos).
 - ☒ d. Camión Semi tráiler.
3. ¿Cuál es la definición de ROPS?
 - ☒ a. Sistema de protección contra caída de objetos.
 - ☒ b. Sistema de protección para volcamientos.
 - c. Sistema de proximidad con objetos.
 - d. Sistema contra incendios.
4. ¿Cuál es el requisito para obtener la Autorización Interna de Manejo?
 - a. Licencia de Conducir emitida por el MTC.
 - b. Récord del conductor actualizado a la fecha de la solicitud.
 - c. Aprobar la evaluación escrita y práctica.
 - ☒ d. Todas las anteriores.
5. Señale los requisitos que deben cumplir todos los equipos móviles.
 - a. Acceso y salida del operador.
 - b. 03 puntos de apoyo.
 - c. Ventana y/o puerta de emergencia.
 - ☒ d. Todas las anteriores.
6. Con respecto al número de identificación del vehículo dentro de las operaciones mineras ¿Quién genera dicho número de identificación?
 - a. El MTC.
 - b. La gerencia de SSO.
 - ☒ c. El sistema SAP.
 - d. El dueño del vehículo.
7. Señale los requisitos a cumplir antes de conducir un vehículo o equipo móvil:
 - a. Completar el check list de conducción.
 - b. Identificar aspectos de fatiga y somnolencia.



Revisión N° 001

- c. Completar la DDJJ de fatiga y somnolencia.
- ☒ d. Todas las anteriores.

8. Indique el documento que complementa al estándar "Equipamiento en Seguridad para Equipos Móviles".

- ☒ a. RITRA Rev. 04.
- b. Ley N°29783.
- c. Reglamento nacional de tránsito.
- d. NFPA 70B.

9. ¿Cuál es el vehículo dentro de las operaciones mineras, que tiene la prioridad de paso vehicular en situaciones de emergencia?

- a. Camiones volquetes.
- b. Equipos pesados y auxiliares.
- ☒ c. Ambulancia y vehículos de rescate.
- d. Vehículos livianos.

10. Señale la(s) responsabilidad(es) de los pasajeros que utilizan los vehículos de transporte de personal dentro de las operaciones mineras:

- a. Colocarse el cinturón de seguridad.
- b. No viajar de pie.
- c. Conducta adecuada hacia el conductor y compañeros.
- ☒ d. Todas las anteriores.



Revisión N° 001

EVALUACION "EQUIPOS MOVILES"

PARRA GUERRA GUERRERO Alex.

02-11-2023

1. ¿Cuál es la definición que describe alcoholemia?
 - a. Evento con lesiones personales y/o pérdidas de materiales.
 - ☒ b. Examen o prueba para detectar presencia de alcohol en la sangre de una persona.
 - c. Falla mecánica de los vehículos en tránsito.
 - d. Descuido de los peatones en su interacción con equipos en movimiento.
2. Marque la opción incorrecta con respecto a vehículos móviles de transporte liviano.
 - a. Camionetas Pick-Up.
 - b. Ambulancias.
 - c. Minibús (entre 17 a 33 asientos).
 - ☒ d. Camión Semi tráiler.
3. ¿Cuál es la definición de ROPS?
 - a. Sistema de protección contra caída de objetos.
 - ☒ b. Sistema de protección para volcamientos.
 - c. Sistema de proximidad con objetos.
 - d. Sistema contra incendios.
4. ¿Cuál es el requisito para obtener la Autorización Interna de Manejo?
 - a. Licencia de Conducir emitida por el MTC.
 - b. Récord del conductor actualizado a la fecha de la solicitud.
 - c. Aprobar la evaluación escrita y práctica.
 - ☒ d. Todas las anteriores.
5. Señale los requisitos que deben cumplir todos los equipos móviles.
 - a. Acceso y salida del operador.
 - b. 03 puntos de apoyo.
 - c. Ventana y/o puerta de emergencia.
 - ☒ d. Todas las anteriores.
6. Con respecto al número de identificación del vehículo dentro de las operaciones mineras ¿Quién genera dicho número de identificación?
 - a. El MTC.
 - b. La gerencia de SSO.
 - ☒ c. El sistema SAP.
 - d. El dueño del vehículo.
7. Señale los requisitos a cumplir antes de conducir un vehículo o equipo móvil:
 - a. Completar el check list de conducción.
 - b. Identificar aspectos de fatiga y somnolencia.



Revisión N° 001

- c. Completar la DDJJ de fatiga y somnolencia.
- ☒ d. Todas las anteriores.

8. Indique el documento que complementa al estándar "Equipamiento en Seguridad para Equipos Móviles".

- ☒ a. RITRA Rev. 04.
- b. Ley N°29783.
- c. Reglamento nacional de tránsito.
- d. NFPA 70B.

9. ¿Cuál es el vehículo dentro de las operaciones mineras, que tiene la prioridad de paso vehicular en situaciones de emergencia?

- a. Camiones volquetes.
- b. Equipos pesados y auxiliares.
- ☒ c. Ambulancia y vehículos de rescate.
- d. Vehículos livianos.

10. Señale la(s) responsabilidad(es) de los pasajeros que utilizan los vehículos de transporte de personal dentro de las operaciones mineras:

- a. Colocarse el cinturón de seguridad.
- b. No viajar de pie.
- c. Conducta adecuada hacia el conductor y compañeros.
- ☒ d. Todas las anteriores.



Revisión N° 001

EVALUACION "EQUIPOS MOVILES"

Matute Rojas Arturo Osan

1. ¿Cuál es la definición que describe alcoholemia?
 - a. Evento con lesiones personales y/o pérdidas de materiales.
 - ☒ b. Examen o prueba para detectar presencia de alcohol en la sangre de una persona.
 - c. Falla mecánica de los vehículos en tránsito.
 - d. Descuido de los peatones en su interacción con equipos en movimiento.
2. Marque la opción incorrecta con respecto a vehículos móviles de transporte liviano.
 - a. Camionetas Pick-Up.
 - b. Ambulancias.
 - c. Minibús (entre 17 a 33 asientos).
 - ☒ d. Camión Semi tráiler.
3. ¿Cuál es la definición de ROPS?
 - a. Sistema de protección contra caída de objetos.
 - ☒ b. Sistema de protección para volcamientos.
 - c. Sistema de proximidad con objetos.
 - d. Sistema contra incendios.
4. ¿Cuál es el requisito para obtener la Autorización Interna de Manejo?
 - a. Licencia de Conducir emitida por el MTC.
 - b. Récord del conductor actualizado a la fecha de la solicitud.
 - c. Aprobar la evaluación escrita y práctica.
 - ☒ d. Todas las anteriores.
5. Señale los requisitos que deben cumplir todos los equipos móviles.
 - a. Acceso y salida del operador.
 - b. 03 puntos de apoyo.
 - c. Ventana y/o puerta de emergencia.
 - ☒ d. Todas las anteriores.
6. Con respecto al número de identificación del vehículo dentro de las operaciones mineras ¿Quién genera dicho número de identificación?
 - a. El MTC.
 - ☒ b. La gerencia de SSO.
 - c. El sistema SAP.
 - d. El dueño del vehículo.
7. Señale los requisitos a cumplir antes de conducir un vehículo o equipo móvil:
 - a. Completar el check list de conducción.
 - b. Identificar aspectos de fatiga y somnolencia.



Revisión N° 001

- ☐ c. Completar la DDJJ de fatiga y somnolencia.
 - ☒ d. Todas las anteriores.
8. Indique el documento que complementa al estándar "Equipamiento en Seguridad para Equipos Móviles".
- ☒ a. RITRA Rev. 04.
 - ☐ b. Ley N°29783.
 - ☐ c. Reglamento nacional de tránsito.
 - ☐ d. NFPA 70B.
9. ¿Cuál es el vehículo dentro de las operaciones mineras, que tiene la prioridad de paso vehicular en situaciones de emergencia?
- ☐ a. Camiones volquetes.
 - ☐ b. Equipos pesados y auxiliares.
 - ☒ c. Ambulancia y vehículos de rescate.
 - ☐ d. Vehículos livianos.
10. Señale la(s) responsabilidad(es) de los pasajeros que utilizan los vehículos de transporte de personal dentro de las operaciones mineras:
- ☐ a. Colocarse el cinturón de seguridad.
 - ☐ b. No viajar de pie.
 - ☐ c. Conducir adecuada hacia el conductor y compañeros.
 - ☒ d. Todas las anteriores.



Revisión N° 001

EVALUACION "EQUIPOS MOVILES"

Morales Norabuena Hualdarico Juan

1. ¿Cuál es la definición que describe alcoholemia?
 - a. Evento con lesiones personales y/o pérdidas de materiales.
 - ☒ b. Examen o prueba para detectar presencia de alcohol en la sangre de una persona.
 - c. Falla mecánica de los vehículos en tránsito.
 - d. Descuido de los peatones en su interacción con equipos en movimiento.
2. Marque la opción incorrecta con respecto a vehículos móviles de transporte liviano.
 - a. Camionetas Pick-Up.
 - b. Ambulancias.
 - c. Minibús (entre 17 a 33 asientos).
 - ☒ d. Camión Semi tráiler.
3. ¿Cuál es la definición de ROPS?
 - a. Sistema de protección contra caída de objetos.
 - ☒ b. Sistema de protección para volcamientos.
 - c. Sistema de proximidad con objetos.
 - d. Sistema contra incendios.
4. ¿Cuál es el requisito para obtener la Autorización Interna de Manejo?
 - a. Licencia de Conducir emitida por el MTC.
 - b. Récord del conductor actualizado a la fecha de la solicitud.
 - c. Aprobar la evaluación escrita y práctica.
 - ☒ d. Todas las anteriores.
5. Señale los requisitos que deben cumplir todos los equipos móviles.
 - a. Acceso y salida del operador.
 - b. 03 puntos de apoyo.
 - c. Ventana y/o puerta de emergencia.
 - ☒ d. Todas las anteriores.
6. Con respecto al número de identificación del vehículo dentro de las operaciones mineras ¿Quién genera dicho número de identificación?
 - a. El MTC.
 - b. La gerencia de SSO.
 - ☒ c. El sistema SAP.
 - d. El dueño del vehículo.
7. Señale los requisitos a cumplir antes de conducir un vehículo o equipo móvil:
 - a. Completar el check list de conducción.
 - ☒ b. Identificar aspectos de fatiga y somnolencia.



Revisión N° 001

- c. Completar la DDJJ de fatiga y somnolencia.
 - ☒ d. Todas las anteriores.
8. Indique el documento que complementa al estándar "Equipamiento en Seguridad para Equipos Móviles".
- ☒ a. RITRA Rev. 04.
 - b. Ley N°29783.
 - c. Reglamento nacional de tránsito.
 - d. NFPA 70B.
9. ¿Cuál es el vehículo dentro de las operaciones mineras, que tiene la prioridad de paso vehicular en situaciones de emergencia?
- a. Camiones volquetes.
 - b. Equipos pesados y auxiliares.
 - ☒ c. Ambulancia y vehículos de rescate.
 - d. Vehículos livianos.
10. Señale la(s) responsabilidad(es) de los pasajeros que utilizan los vehículos de transporte de personal dentro de las operaciones mineras:
- a. Colocarse el cinturón de seguridad.
 - b. No viajar de pie.
 - c. Conducta adecuada hacia el conductor y compañeros.
 - ☒ d. Todas las anteriores.



Revisión N° 001

EVALUACION "EQUIPOS MOVILES"

Daza Díaz Jefferson

1. ¿Cuál es la definición que describe alcoholemia?
 - a. Evento con lesiones personales y/o pérdidas de materiales.
 - ☒ b. Examen o prueba para detectar presencia de alcohol en la sangre de una persona.
 - c. Falla mecánica de los vehículos en tránsito.
 - d. Descuido de los peatones en su interacción con equipos en movimiento.
2. Marque la opción incorrecta con respecto a vehículos móviles de transporte liviano.
 - a. Camionetas Pick-Up.
 - b. Ambulancias.
 - c. Minibús (entre 17 a 33 asientos).
 - ☒ d. Camión Semi tráiler.
3. ¿Cuál es la definición de ROPS?
 - a. Sistema de protección contra caída de objetos.
 - ☒ b. Sistema de protección para volcamientos.
 - c. Sistema de proximidad con objetos.
 - d. Sistema contra incendios.
4. ¿Cuál es el requisito para obtener la Autorización Interna de Manejo?
 - a. Licencia de Conducir emitida por el MTC.
 - b. Récord del conductor actualizado a la fecha de la solicitud.
 - c. Aprobar la evaluación escrita y práctica.
 - ☒ d. Todas las anteriores.
5. Señale los requisitos que deben cumplir todos los equipos móviles.
 - a. Acceso y salida del operador.
 - b. 03 puntos de apoyo.
 - c. Ventana y/o puerta de emergencia.
 - ☒ d. Todas las anteriores.
6. Con respecto al número de identificación del vehículo dentro de las operaciones mineras ¿Quién genera dicho número de identificación?
 - a. El MTC.
 - b. La gerencia de SSO.
 - ☒ c. El sistema SAP.
 - d. El dueño del vehículo.
7. Señale los requisitos a cumplir antes de conducir un vehículo o equipo móvil:
 - a. Completar el check list de conducción.
 - b. Identificar aspectos de fatiga y somnolencia.



Revisión N° 001

- c. Completar la DDJJ de fatiga y somnolencia.
☒ d. Todas las anteriores.
8. Indique el documento que complementa al estándar "Equipamiento en Seguridad para Equipos Móviles".
☒ a. RITRA Rev. 04.
b. Ley N°29783.
c. Reglamento nacional de tránsito.
d. NFPA 70B.
9. ¿Cuál es el vehículo dentro de las operaciones mineras, que tiene la prioridad de paso vehicular en situaciones de emergencia?
a. Camiones volquetes.
b. Equipos pesados y auxiliares.
☒ c. Ambulancia y vehículos de rescate.
d. Vehículos livianos.
10. Señale la(s) responsabilidad(es) de los pasajeros que utilizan los vehículos de transporte de personal dentro de las operaciones mineras:
a. Colocarse el cinturón de seguridad.
b. No viajar de pie.
c. Conducta adecuada hacia el conductor y compañeros.
☒ d. Todas las anteriores.



Rioy del Rio, Marcelo Alejandro

18

04-11-23

Revisión N° 001

EVALUACION "EQUIPOS MOVILES"

1. ¿Cuál es la definición que describe alcoholemia?
 - a. Evento con lesiones personales y/o pérdidas de materiales.
 - ☒ b. Examen o prueba para detectar presencia de alcohol en la sangre de una persona.
 - c. Falla mecánica de los vehículos en tránsito.
 - d. Descuido de los peatones en su interacción con equipos en movimiento.
2. Marque la opción incorrecta con respecto a vehículos móviles de transporte liviano.
 - a. Camionetas Pick-Up.
 - b. Ambulancias.
 - c. Minibús (entre 17 a 33 asientos).
 - ☒ d. Camión Semi tráiler.
3. ¿Cuál es la definición de ROPS?
 - a. Sistema de protección contra caída de objetos.
 - ☒ b. Sistema de protección para volcamientos.
 - c. Sistema de proximidad con objetos.
 - d. Sistema contra incendios.
4. ¿Cuál es el requisito para obtener la Autorización Interna de Manejo?
 - a. Licencia de Conducir emitida por el MTC.
 - b. Récord del conductor actualizado a la fecha de la solicitud.
 - c. Aprobar la evaluación escrita y práctica.
 - ☒ d. Todas las anteriores.
5. Señale los requisitos que deben cumplir todos los equipos móviles.
 - a. Acceso y salida del operador.
 - b. 03 puntos de apoyo.
 - c. Ventana y/o puerta de emergencia.
 - ☒ d. Todas las anteriores.
6. Con respecto al número de identificación del vehículo dentro de las operaciones mineras ¿Quién genera dicho número de identificación?
 - a. El MTC.
 - b. La gerencia de SSO.
 - ☒ c. El sistema SAP.
 - d. El dueño del vehículo.
7. Señale los requisitos a cumplir antes de conducir un vehículo o equipo móvil:
 - a. Completar el check list de conducción.
 - b. Identificar aspectos de fatiga y somnolencia.



Revisión N° 001

- c. Completar la DDJJ de fatiga y somnolencia.
- ☒ d. Todas las anteriores.

8. Indique el documento que complementa al estándar "Equipamiento en Seguridad para Equipos Móviles".

- ☒ a. RITRA Rev. 04.
- b. Ley N°29783.
- c. Reglamento nacional de tránsito.
- d. NFPA 70B.

9. ¿Cuál es el vehículo dentro de las operaciones mineras, que tiene la prioridad de paso vehicular en situaciones de emergencia?

- a. Camiones volquetes.
- b. Equipos pesados y auxiliares.
- ☒ c. Ambulancia y vehículos de rescate.
- d. Vehículos livianos.

10. Señale la(s) responsabilidad(es) de los pasajeros que utilizan los vehículos de transporte de personal dentro de las operaciones mineras:

- a. Colocarse el cinturón de seguridad.
- ☒ b. No viajar de pie.
- c. Conducta adecuada hacia el conductor y compañeros.
- d. Todas las anteriores.



Revisión N° 001

EVALUACION "EQUIPOS MOVILES"

Cortez Mendoza Carlos Alberto

04-11-23

1. ¿Cuál es la definición que describe alcoholemia?
 - a. Evento con lesiones personales y/o pérdidas de materiales.
 - ☒ b. Examen o prueba para detectar presencia de alcohol en la sangre de una persona.
 - c. Falla mecánica de los vehículos en tránsito.
 - d. Descuido de los peatones en su interacción con equipos en movimiento.
2. Marque la opción incorrecta con respecto a vehículos móviles de transporte liviano.
 - a. Camionetas Pick-Up.
 - b. Ambulancias.
 - c. Minibús (entre 17 a 33 asientos).
 - ☒ d. Camión Semi tráiler.
3. ¿Cuál es la definición de ROPS?
 - a. Sistema de protección contra caída de objetos.
 - ☒ b. Sistema de protección para volcamientos.
 - c. Sistema de proximidad con objetos.
 - d. Sistema contra incendios.
4. ¿Cuál es el requisito para obtener la Autorización Interna de Manejo?
 - a. Licencia de Conducir emitida por el MTC.
 - b. Récord del conductor actualizado a la fecha de la solicitud.
 - c. Aprobar la evaluación escrita y práctica.
 - ☒ d. Todas las anteriores.
5. Señale los requisitos que deben cumplir todos los equipos móviles.
 - a. Acceso y salida del operador.
 - b. 03 puntos de apoyo.
 - c. Ventana y/o puerta de emergencia.
 - ☒ d. Todas las anteriores.
6. Con respecto al número de identificación del vehículo dentro de las operaciones mineras ¿Quién genera dicho número de identificación?
 - a. El MTC.
 - b. La gerencia de SSO.
 - ☒ c. El sistema SAP.
 - d. El dueño del vehículo.
7. Señale los requisitos a cumplir antes de conducir un vehículo o equipo móvil:
 - a. Completar el check list de conducción.
 - b. Identificar aspectos de fatiga y somnolencia.



Revisión N° 001

- c. Completar la DDJJ de fatiga y somnolencia.
☒ d. Todas las anteriores.
8. Indique el documento que complementa al estándar "Equipamiento en Seguridad para Equipos Móviles".
☒ a. RITRA Rev. 04.
☐ b. Ley N°29783.
☐ c. Reglamento nacional de tránsito.
☐ d. NFPA 70B.
9. ¿Cuál es el vehículo dentro de las operaciones mineras, que tiene la prioridad de paso vehicular en situaciones de emergencia?
☐ a. Camiones volquetes.
☐ b. Equipos pesados y auxiliares.
☒ c. Ambulancia y vehículos de rescate.
☐ d. Vehículos livianos.
10. Señale la(s) responsabilidad(es) de los pasajeros que utilizan los vehículos de transporte de personal dentro de las operaciones mineras:
☐ a. Colocarse el cinturón de seguridad.
☐ b. No viajar de pie.
☐ c. Conducta adecuada hacia el conductor y compañeros.
☒ d. Todas las anteriores.

ANEXO 11: Relación y evaluación de trabajadores de compañía capacitados en el tema de Gestión de Controles Críticos del área de Equipos Móviles – 2023 (parte del personal total capacitado)

	Chungar		Código:	REG- VOL-GLO-07-01			
			Revisión:	03			
	Acta de Asistencia		Área:	GH			
			Páginas:	1			
N° Corr.							
DATOS DEL EMPLEADOR							
Razon Social: Compañía Minera Chungar SAC		RUC:	20514608041				
Unidad Operativa: Alpamarca							
DATOS DE LA ACCIÓN FORMATIVA							
Tema: <u>Equipos Móviles</u>		Fecha: <u>02-11-23</u>		Tipo ☐ Inducción ☒ Capacitación ☐ Entrenamiento ☐ Reunión ☐ Otro			
Expositor (es): <u>Guillermo Padilla Cortez</u>		Interna ☐					
DNI: <u>70121514</u>	Lugar: <u>Sala Capacitación</u>	Externa ☒					
Empresa: <u>Eagle Consulting</u>							
H.I.: <u>07:00</u>	H.F.: <u>11:00</u>	DURACIÓN: <u>04</u>					
No.	APELLIDOS Y NOMBRES (Completo con letra imprenta)	DNI	EMPRESA	AREA	UNIDAD	PUESTO	FIRMA
20	Poma Muñoz Dani Noel	43083619	Vulcan	Energia	Lmq	Senior de Sist. Elct	
20	QUISPE PAUCAR Franklin	41703712	CHUNGAR	Mantto	Alpamarca	Supervisión	
20	Contreras Ramirez Hildelasio	10251429	Chungar	Mantto	RIP	Tec. Mec	
16	LOZANO CHEPPE HAROLD	42447666	CHUNGAR	MANTTO	Alp.	TEL. MEC	
20	Oliveros Castro, Daniela	76602340	Chungar	Geología	Alp.	Pacheco	
20	Bogaraño Gomez Jany	45145937	Chungar	Geología	Alp.	Muestreo	
20	CHACON ROJAS Benjamin	47135406	CHUNGAR	MANTTO	Alp.	Electricista	
20	Lopez Carazas Eder	45066304	Chungar	Mantto	Alpamarca	Electricista	
18	RECUAY HUAMAN KEVIN	72718019	Chungar	Mantto	Alpamarca	Electricista	
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
N° DE PARTICIPANTES (A):		DURACION (B):		HH DE CAPACITACION (AxB):			
FIRMA DEL EXPOSITOR				OBSERVACIONES			
 EAGLE CONSULTING S.A.C. Luis Guillermo Padilla Cortez INSTRUCTOR							



Revisión N° 001

EVALUACION "EQUIPOS MOVILES"

Nombres y Apellidos: KEVIN RECUAY HUAMAN 02/11/2023
 Chungar SAC

1. ¿Cuál es la definición que describe alcoholemia?
 - a. Evento con lesiones personales y/o perdidas de materiales.
 - ☒ b. Examen o prueba para detectar presencia de alcohol en la sangre de una persona.
 - c. Falla mecánica de los vehículos en tránsito.
 - d. Descuido de los peatones en su interacción con equipos en movimiento.
2. Marque la opción incorrecta con respecto a vehículos móviles de transporte liviano.
 - a. Camionetas Pick-Up.
 - b. Ambulancias.
 - c. Minibús (entre 17 a 33 asientos).
 - ☒ d. Camión Semi tráiler.
3. ¿Cuál es la definición de ROPS?
 - a. Sistema de protección contra caída de objetos.
 - ☒ b. Sistema de protección para volcamientos.
 - c. Sistema de proximidad con objetos.
 - d. Sistema contra incendios.
4. ¿Cuál es el requisito para obtener la Autorización Interna de Manejo?
 - a. Licencia de Conducir emitida por el MTC.
 - b. Récord del conductor actualizado a la fecha de la solicitud.
 - c. Aprobar la evaluación escrita y práctica.
 - ☒ d. Todas las anteriores.
5. Señale los requisitos que deben cumplir todos los equipos móviles.
 - a. Acceso y salida del operador.
 - b. 03 puntos de apoyo.
 - c. Ventana y/o puerta de emergencia.
 - ☒ d. Todas las anteriores.
6. Con respecto al número de identificación del vehículo dentro de las operaciones mineras ¿Quién genera dicho número de identificación?
 - a. El MTC.
 - ☒ b. La gerencia de SSO.
 - c. El sistema SAP.
 - d. El dueño del vehículo.
7. Señale los requisitos a cumplir antes de conducir un vehículo o equipo móvil:
 - a. Completar el check list de conducción.
 - b. Identificar aspectos de fatiga y somnolencia.



Revisión N° 001

- c. Completar la DDJJ de fatiga y somnolencia.
 - d. Todas las anteriores.
8. Indique el documento que complementa al estándar "Equipamiento en Seguridad para Equipos Móviles".
- a. RITRA Rev. 04.
 - b. Ley N°29783.
 - c. Reglamento nacional de tránsito.
 - d. NFPA 70B.
9. ¿Cuál es el vehículo dentro de las operaciones mineras, que tiene la prioridad de paso vehicular en situaciones de emergencia?
- a. Camiones volquetes.
 - b. Equipos pesados y auxiliares.
 - c. Ambulancia y vehículos de rescate.
 - d. Vehículos livianos.
10. Señale la(s) responsabilidad(es) de los pasajeros que utilizan los vehículos de transporte de personal dentro de las operaciones mineras:
- a. Colocarse el cinturón de seguridad.
 - b. No viajar de pie.
 - c. Conducta adecuada hacia el conductor y compañeros.
 - d. Todas las anteriores.



16

Revisión N° 001

EVALUACION "EQUIPOS MOVILES"

HAROLD LOZANO CHEPPE
CHUNGOR - ALPANDERA

F-02-11-23

1. ¿Cuál es la definición que describe alcoholemia?
 - a. Evento con lesiones personales y/o pérdidas de materiales.
 - ☒ b. Examen o prueba para detectar presencia de alcohol en la sangre de una persona.
 - c. Falla mecánica de los vehículos en tránsito.
 - d. Descuido de los peatones en su interacción con equipos en movimiento.
2. Marque la opción incorrecta con respecto a vehículos móviles de transporte liviano.
 - a. Camionetas Pick-Up.
 - b. Ambulancias.
 - c. Minibús (entre 17 a 33 asientos).
 - ☒ d. Camión Semi tráiler.
3. ¿Cuál es la definición de ROPS?
 - a. Sistema de protección contra caída de objetos.
 - ☒ b. Sistema de protección para volcamientos.
 - c. Sistema de proximidad con objetos.
 - d. Sistema contra incendios.
4. ¿Cuál es el requisito para obtener la Autorización Interna de Manejo?
 - a. Licencia de Conducir emitida por el MTC.
 - b. Récord del conductor actualizado a la fecha de la solicitud.
 - c. Aprobar la evaluación escrita y práctica.
 - ☒ d. Todas las anteriores.
5. Señale los requisitos que deben cumplir todos los equipos móviles.
 - a. Acceso y salida del operador.
 - b. 03 puntos de apoyo.
 - c. Ventana y/o puerta de emergencia.
 - ☒ d. Todas las anteriores.
6. Con respecto al número de identificación del vehículo dentro de las operaciones mineras ¿Quién genera dicho número de identificación?
 - a. El MTC.
 - b. La gerencia de SSO.
 - ☒ c. El sistema SAP.
 - d. El dueño del vehículo.
7. Señale los requisitos a cumplir antes de conducir un vehículo o equipo móvil:
 - a. Completar el check list de conducción.
 - b. Identificar aspectos de fatiga y somnolencia.



Revisión N° 001

- c. Completar la DDJJ de fatiga y somnolencia.
- ☒ d. Todas las anteriores.

8. Indique el documento que complementa al estándar "Equipamiento en Seguridad para Equipos Móviles".

- a. RITRA Rev. 04.
- ☒ b. Ley N°29783.
- c. Reglamento nacional de tránsito.
- d. NFPA 70B.

9. ¿Cuál es el vehículo dentro de las operaciones mineras, que tiene la prioridad de paso vehicular en situaciones de emergencia?

- a. Camiones volquetes.
- ☒ b. Equipos pesados y auxiliares.
- c. Ambulancia y vehículos de rescate.
- d. Vehículos livianos.

10. Señale la(s) responsabilidad(es) de los pasajeros que utilizan los vehículos de transporte de personal dentro de las operaciones mineras:

- a. Colocarse el cinturón de seguridad.
- b. No viajar de pie.
- c. Conducta adecuada hacia el conductor y compañeros.
- ☒ d. Todas las anteriores.



Revisión N° 001

EVALUACION "EQUIPOS MOVILES"

Eder Lopez Caragas 62-11-23
Chungor

1. ¿Cuál es la definición que describe alcoholemia?
 - a. Evento con lesiones personales y/o perdidas de materiales.
 - ☒ b. Examen o prueba para detectar presencia de alcohol en la sangre de una persona.
 - c. Falla mecánica de los vehículos en tránsito.
 - d. Descuido de los peatones en su interacción con equipos en movimiento.
2. Marque la opción incorrecta con respecto a vehículos móviles de transporte liviano.
 - a. Camionetas Pick-Up.
 - b. Ambulancias.
 - c. Minibús (entre 17 a 33 asientos).
 - ☒ d. Camión Semi tráiler.
3. ¿Cuál es la definición de ROPS?
 - a. Sistema de protección contra caída de objetos.
 - ☒ b. Sistema de protección para volcamientos.
 - c. Sistema de proximidad con objetos.
 - d. Sistema contra incendios.
4. ¿Cuál es el requisito para obtener la Autorización Interna de Manejo?
 - a. Licencia de Conducir emitida por el MTC. ✓
 - b. Récord del conductor actualizado a la fecha de la solicitud.
 - c. Aprobar la evaluación escrita y práctica. ✓
 - ☒ d. Todas las anteriores.
5. Señale los requisitos que deben cumplir todos los equipos móviles.
 - a. Acceso y salida del operador. ✓
 - b. 03 puntos de apoyo. ✓
 - c. Ventana y/o puerta de emergencia. ✓
 - ☒ d. Todas las anteriores.
6. Con respecto al número de identificación del vehículo dentro de las operaciones mineras ¿Quién genera dicho número de identificación?
 - a. El MTC.
 - b. La gerencia de SSO.
 - ☒ c. El sistema SAP.
 - d. El dueño del vehículo.
7. Señale los requisitos a cumplir antes de conducir un vehículo o equipo móvil:
 - a. Completar el check list de conducción. ✓
 - b. Identificar aspectos de fatiga y somnolencia. ✓



Revisión N° 001

- c. Completar la DDJJ de fatiga y somnolencia.
- d. Todas las anteriores.

8. Indique el documento que complementa al estándar "Equipamiento en Seguridad para Equipos Móviles".
- a. RITRA Rev. 04.
 - b. Ley N°29783.
 - c. Reglamento nacional de tránsito.
 - d. NFPA 70B.
9. ¿Cuál es el vehículo dentro de las operaciones mineras, que tiene la prioridad de paso vehicular en situaciones de emergencia?
- a. Camiones volquetes.
 - b. Equipos pesados y auxiliares.
 - c. Ambulancia y vehículos de rescate.
 - d. Vehículos livianos.
10. Señale la(s) responsabilidad(es) de los pasajeros que utilizan los vehículos de transporte de personal dentro de las operaciones mineras:
- a. Colocarse el cinturón de seguridad.
 - b. No viajar de pie.
 - c. Conducta adecuada hacia el conductor y compañeros.
 - d. Todas las anteriores.



Revisión N° 001

EVALUACION "EQUIPOS MOVILES"
 Nombre: Laly Bejarano Gomez Empresa: Chungor

02-11-2023

1. ¿Cuál es la definición que describe alcoholemia?
 - a. Evento con lesiones personales y/o pérdidas de materiales.
 - ☒ b. Examen o prueba para detectar presencia de alcohol en la sangre de una persona.
 - c. Falla mecánica de los vehículos en tránsito.
 - d. Descuido de los peatones en su interacción con equipos en movimiento.
2. Marque la opción incorrecta con respecto a vehículos móviles de transporte liviano.
 - a. Camionetas Pick-Up.
 - b. Ambulancias.
 - c. Minibús (entre 17 a 33 asientos).
 - ☒ d. Camión Semi tráiler.
3. ¿Cuál es la definición de ROPS?
 - a. Sistema de protección contra caída de objetos.
 - ☒ b. Sistema de protección para volcamientos.
 - c. Sistema de proximidad con objetos.
 - d. Sistema contra incendios.
4. ¿Cuál es el requisito para obtener la Autorización Interna de Manejo?
 - a. Licencia de Conducir emitida por el MTC.
 - b. Récord del conductor actualizado a la fecha de la solicitud.
 - c. Aprobar la evaluación escrita y práctica.
 - ☒ d. Todas las anteriores.
5. Señale los requisitos que deben cumplir todos los equipos móviles.
 - a. Acceso y salida del operador.
 - b. 03 puntos de apoyo.
 - ☒ c. Ventana y/o puerta de emergencia.
 - d. Todas las anteriores.
6. Con respecto al número de identificación del vehículo dentro de las operaciones mineras ¿Quién genera dicho número de identificación?
 - a. El MTC.
 - b. La gerencia de SSO.
 - ☒ c. El sistema SAP.
 - d. El dueño del vehículo.
7. Señale los requisitos a cumplir antes de conducir un vehículo o equipo móvil:
 - a. Completar el check list de conducción.
 - ☒ b. Identificar aspectos de fatiga y somnolencia.



Revisión N° 001

- ☒ c. Completar la DDJJ de fatiga y somnolencia.
 - ☒ d. Todas las anteriores.
8. Indique el documento que complementa al estándar "Equipamiento en Seguridad para Equipos Móviles".
- ☒ a. RITRA Rev. 04.
 - ☐ b. Ley N°29783.
 - ☐ c. Reglamento nacional de tránsito.
 - ☐ d. NFPA 70B.
9. ¿Cuál es el vehículo dentro de las operaciones mineras, que tiene la prioridad de paso vehicular en situaciones de emergencia?
- ☐ a. Camiones volquetes.
 - ☐ b. Equipos pesados y auxiliares.
 - ☒ c. Ambulancia y vehículos de rescate.
 - ☐ d. Vehículos livianos.
10. Señale la(s) responsabilidad(es) de los pasajeros que utilizan los vehículos de transporte de personal dentro de las operaciones mineras:
- ☐ a. Colocarse el cinturón de seguridad.
 - ☐ b. No viajar de pie.
 - ☐ c. Conducir adecuada hacia el conductor y compañeros.
 - ☒ d. Todas las anteriores.



Revisión N° 001

EVALUACION "EQUIPOS MOVILES"

Daniela Eliana Olivares Castro

02-10-2023

1. ¿Cuál es la definición que describe alcoholemia?
 - a. Evento con lesiones personales y/o pérdidas de materiales.
 - ☒ b. Examen o prueba para detectar presencia de alcohol en la sangre de una persona.
 - c. Falla mecánica de los vehículos en tránsito.
 - d. Descuido de los peatones en su interacción con equipos en movimiento.
2. Marque la opción incorrecta con respecto a vehículos móviles de transporte liviano.
 - a. Camionetas Pick-Up.
 - b. Ambulancias.
 - c. Minibús (entre 17 a 33 asientos).
 - ☒ d. Camión Semi tráiler.
3. ¿Cuál es la definición de ROPS?
 - a. Sistema de protección contra caída de objetos.
 - ☒ b. Sistema de protección para volcamientos.
 - c. Sistema de proximidad con objetos.
 - d. Sistema contra incendios.
4. ¿Cuál es el requisito para obtener la Autorización Interna de Manejo?
 - a. Licencia de Conducir emitida por el MTC.
 - b. Récord del conductor actualizado a la fecha de la solicitud.
 - c. Aprobar la evaluación escrita y práctica.
 - ☒ d. Todas las anteriores.
5. Señale los requisitos que deben cumplir todos los equipos móviles.
 - a. Acceso y salida del operador.
 - b. 03 puntos de apoyo.
 - c. Ventana y/o puerta de emergencia.
 - ☒ d. Todas las anteriores.
6. Con respecto al número de identificación del vehículo dentro de las operaciones mineras ¿Quién genera dicho número de identificación?
 - a. El MTC.
 - b. La gerencia de SSO.
 - ☒ c. El sistema SAP.
 - d. El dueño del vehículo.
7. Señale los requisitos a cumplir antes de conducir un vehículo o equipo móvil:
 - a. Completar el check list de conducción.
 - b. Identificar aspectos de fatiga y somnolencia.



Revisión N° 001

- c. Completar la DDJJ de fatiga y somnolencia.
- ☒ d. Todas las anteriores.

8. Indique el documento que complementa al estándar "Equipamiento en Seguridad para Equipos Móviles".

- ☒ a. RITRA Rev. 04.
- b. Ley N°29783.
- c. Reglamento nacional de tránsito.
- d. NFPA 70B.

9. ¿Cuál es el vehículo dentro de las operaciones mineras, que tiene la prioridad de paso vehicular en situaciones de emergencia?

- a. Camiones volquetes.
- b. Equipos pesados y auxiliares.
- ☒ c. Ambulancia y vehículos de rescate.
- d. Vehículos livianos.

10. Señale la(s) responsabilidad(es) de los pasajeros que utilizan los vehículos de transporte de personal dentro de las operaciones mineras:

- a. Colocarse el cinturón de seguridad.
- b. No viajar de pie.
- c. Conducta adecuada hacia el conductor y compañeros.
- ☒ d. Todas las anteriores.



70

Revisión N° 001

EVALUACION "EQUIPOS MOVILES"

QUISPE PAUCAR Franklin

02.11.2023

Cia. Minerca CHUNBAR

1. ¿Cuál es la definición que describe alcoholemia?
 - a. Evento con lesiones personales y/o pérdidas de materiales.
 - ☒ b. Examen o prueba para detectar presencia de alcohol en la sangre de una persona.
 - c. Falla mecánica de los vehículos en tránsito.
 - d. Descuido de los peatones en su interacción con equipos en movimiento.
2. Marque la opción incorrecta con respecto a vehículos móviles de transporte liviano.
 - a. Camionetas Pick-Up.
 - b. Ambulancias.
 - c. Minibús (entre 17 a 33 asientos).
 - ☒ d. Camión Semi tráiler.
3. ¿Cuál es la definición de ROPS?
 - a. Sistema de protección contra caída de objetos.
 - ☒ b. Sistema de protección para volcamientos.
 - c. Sistema de proximidad con objetos.
 - d. Sistema contra incendios.
4. ¿Cuál es el requisito para obtener la Autorización Interna de Manejo?
 - a. Licencia de Conducir emitida por el MTC.
 - b. Récord del conductor actualizado a la fecha de la solicitud.
 - c. Aprobar la evaluación escrita y práctica.
 - ☒ d. Todas las anteriores.
5. Señale los requisitos que deben cumplir todos los equipos móviles.
 - a. Acceso y salida del operador.
 - b. 03 puntos de apoyo.
 - c. Ventana y/o puerta de emergencia.
 - ☒ d. Todas las anteriores.
6. Con respecto al número de identificación del vehículo dentro de las operaciones mineras ¿Quién genera dicho número de identificación?
 - a. El MTC.
 - b. La gerencia de SSO.
 - ☒ c. El sistema SAP.
 - d. El dueño del vehículo.
7. Señale los requisitos a cumplir antes de conducir un vehículo o equipo móvil:
 - a. Completar el check list de conducción.
 - b. Identificar aspectos de fatiga y somnolencia.



Revisión N° 001

- c. Completar la DDJJ de fatiga y somnolencia.
- ☒ d. Todas las anteriores.

8. Indique el documento que complementa al estándar "Equipamiento en Seguridad para Equipos Móviles".

- ☒ a. RITRA Rev. 04.
- b. Ley N°29783.
- c. Reglamento nacional de tránsito.
- d. NFPA 70B.

9. ¿Cuál es el vehículo dentro de las operaciones mineras, que tiene la prioridad de paso vehicular en situaciones de emergencia?

- a. Camiones volquetes.
- b. Equipos pesados y auxiliares.
- ☒ c. Ambulancia y vehículos de rescate.
- d. Vehículos livianos.

10. Señale la(s) responsabilidad(es) de los pasajeros que utilizan los vehículos de transporte de personal dentro de las operaciones mineras:

- a. Colocarse el cinturón de seguridad.
- b. No viajar de pie.
- c. Conducta adecuada hacia el conductor y compañeros.
- ☒ d. Todas las anteriores.



70

Revisión N° 001

EVALUACION "EQUIPOS MOVILES"

Danilo Poma Ruíz

Fecha: 02/11/2023

Empresa: Volcan Compañía Minera.

1. ¿Cuál es la definición que describe alcoholemia?
 - a. Evento con lesiones personales y/o pérdidas de materiales.
 - ☒ b. Examen o prueba para detectar presencia de alcohol en la sangre de una persona.
 - c. Falla mecánica de los vehículos en tránsito.
 - d. Descuido de los peatones en su interacción con equipos en movimiento.
2. Marque la opción incorrecta con respecto a vehículos móviles de transporte liviano.
 - a. Camionetas Pick-Up.
 - b. Ambulancias.
 - c. Minibús (entre 17 a 33 asientos).
 - ☒ d. Camión Semi tráiler.
3. ¿Cuál es la definición de ROPS?
 - a. Sistema de protección contra caída de objetos.
 - ☒ b. Sistema de protección para volcamientos.
 - c. Sistema de proximidad con objetos.
 - d. Sistema contra incendios.
4. ¿Cuál es el requisito para obtener la Autorización Interna de Manejo?
 - a. Licencia de Conducir emitida por el MTC.
 - b. Récord del conductor actualizado a la fecha de la solicitud.
 - c. Aprobar la evaluación escrita y práctica.
 - ☒ d. Todas las anteriores.
5. Señale los requisitos que deben cumplir todos los equipos móviles.
 - a. Acceso y salida del operador.
 - b. 03 puntos de apoyo.
 - c. Ventana y/o puerta de emergencia.
 - ☒ d. Todas las anteriores.
6. Con respecto al número de identificación del vehículo dentro de las operaciones mineras ¿Quién genera dicho número de identificación?
 - a. El MTC.
 - b. La gerencia de SSO.
 - ☒ c. El sistema SAP.
 - d. El dueño del vehículo.
7. Señale los requisitos a cumplir antes de conducir un vehículo o equipo móvil:
 - a. Completar el check list de conducción.
 - b. Identificar aspectos de fatiga y somnolencia.



Revisión N° 001

- ☒ c. Completar la DDJJ de fatiga y somnolencia.
 - ☒ d. Todas las anteriores.
8. Indique el documento que complementa al estándar "Equipamiento en Seguridad para Equipos Móviles".
- ☒ a. RITRA Rev. 04.
 - ☒ b. Ley N°29783.
 - ☒ c. Reglamento nacional de tránsito.
 - ☒ d. NFPA 70B.
9. ¿Cuál es el vehículo dentro de las operaciones mineras, que tiene la prioridad de paso vehicular en situaciones de emergencia?
- ☒ a. Camiones volquetes.
 - ☒ b. Equipos pesados y auxiliares.
 - ☒ c. Ambulancia y vehículos de rescate.
 - ☒ d. Vehículos livianos.
10. Señale la(s) responsabilidad(es) de los pasajeros que utilizan los vehículos de transporte de personal dentro de las operaciones mineras:
- ☒ a. Colocarse el cinturón de seguridad.
 - ☒ b. No viajar de pie.
 - ☒ c. Conducta adecuada hacia el conductor y compañeros.
 - ☒ d. Todas las anteriores.



Revisión N° 001

EVALUACION "EQUIPOS MOVILES"

Benjamin Cheddi Rojas.
CIA CHUNBAR

02/11/23

1. ¿Cuál es la definición que describe alcoholemia?
 - a. Evento con lesiones personales y/o perdidas de materiales.
 - ☒ b. Examen o prueba para detectar presencia de alcohol en la sangre de una persona.
 - c. Falla mecánica de los vehículos en tránsito.
 - d. Descuido de los peatones en su interacción con equipos en movimiento.
2. Marque la opción incorrecta con respecto a vehículos móviles de transporte liviano.
 - a. Camionetas Pick-Up.
 - b. Ambulancias.
 - c. Minibús (entre 17 a 33 asientos).
 - ☒ d. Camión Semi tráiler.
3. ¿Cuál es la definición de ROPS?
 - a. Sistema de protección contra caída de objetos.
 - ☒ b. Sistema de protección para volcamientos.
 - c. Sistema de proximidad con objetos.
 - d. Sistema contra incendios.
4. ¿Cuál es el requisito para obtener la Autorización Interna de Manejo?
 - a. Licencia de Conducir emitida por el MTC.
 - b. Récord del conductor actualizado a la fecha de la solicitud.
 - c. Aprobar la evaluación escrita y práctica.
 - ☒ d. Todas las anteriores.
5. Señale los requisitos que deben cumplir todos los equipos móviles.
 - a. Acceso y salida del operador.
 - b. 03 puntos de apoyo.
 - c. Ventana y/o puerta de emergencia.
 - ☒ d. Todas las anteriores.
6. Con respecto al número de identificación del vehículo dentro de las operaciones mineras ¿Quién genera dicho número de identificación?
 - a. El MTC.
 - b. La gerencia de SSO.
 - ☒ c. El sistema SAP.
 - d. El dueño del vehículo.
7. Señale los requisitos a cumplir antes de conducir un vehículo o equipo móvil:
 - a. Completar el check list de conducción.
 - b. Identificar aspectos de fatiga y somnolencia.



Revisión N° 001

- c. Completar la DDJJ de fatiga y somnolencia.
- ☒ d. Todas las anteriores.

8. Indique el documento que complementa al estándar "Equipamiento en Seguridad para Equipos Móviles".

- ☒ a. RITRA Rev. 04.
- b. Ley N°29783.
- c. Reglamento nacional de tránsito.
- d. NFPA 70B.

9. ¿Cuál es el vehículo dentro de las operaciones mineras, que tiene la prioridad de paso vehicular en situaciones de emergencia?

- a. Camiones volquetes.
- b. Equipos pesados y auxiliares.
- ☒ c. Ambulancia y vehículos de rescate.
- d. Vehículos livianos.

10. Señale la(s) responsabilidad(es) de los pasajeros que utilizan los vehículos de transporte de personal dentro de las operaciones mineras:

- a. Colocarse el cinturón de seguridad.
- b. No viajar de pie.
- c. Conducta adecuada hacia el conductor y compañeros.
- ☒ d. Todas las anteriores.



Revisión N° 001

EVALUACION "EQUIPOS MOVILES"

Hildiponso F. Contreras Ramirez 02-11-23 - Alameda

1. ¿Cuál es la definición que describe alcoholemia?
 - a. Evento con lesiones personales y/o pérdidas de materiales.
 - ☒ b. Examen o prueba para detectar presencia de alcohol en la sangre de una persona.
 - c. Falla mecánica de los vehículos en tránsito.
 - d. Descuido de los peatones en su interacción con equipos en movimiento.
2. Marque la opción incorrecta con respecto a vehículos móviles de transporte liviano.
 - a. Camionetas Pick-Up.
 - b. Ambulancias.
 - ☒ c. Minibús (entre 17 a 33 asientos).
 - d. Camión Semi tráiler.
3. ¿Cuál es la definición de ROPS?
 - a. Sistema de protección contra caída de objetos.
 - ☒ b. Sistema de protección para volcamientos.
 - c. Sistema de proximidad con objetos.
 - d. Sistema contra incendios.
4. ¿Cuál es el requisito para obtener la Autorización Interna de Manejo?
 - a. Licencia de Conducir emitida por el MTC.
 - b. Récord del conductor actualizado a la fecha de la solicitud.
 - ☒ c. Aprobar la evaluación escrita y práctica.
 - d. Todas las anteriores.
5. Señale los requisitos que deben cumplir todos los equipos móviles.
 - a. Acceso y salida del operador.
 - b. 03 puntos de apoyo.
 - c. Ventana y/o puerta de emergencia.
 - ☒ d. Todas las anteriores.
6. Con respecto al número de identificación del vehículo dentro de las operaciones mineras ¿Quién genera dicho número de identificación?
 - a. El MTC.
 - b. La gerencia de SSO.
 - ☒ c. El sistema SAP.
 - d. El dueño del vehículo.
7. Señale los requisitos a cumplir antes de conducir un vehículo o equipo móvil:
 - a. Completar el check list de conducción.
 - b. Identificar aspectos de fatiga y somnolencia.



Revisión N° 001

- c. Completar la DDJJ de fatiga y somnolencia.
 - ☒ d. Todas las anteriores.
- 8. Indique el documento que complementa al estándar "Equipamiento en Seguridad para Equipos Móviles".
 - ☒ a. RITRA Rev. 04.
 - b. Ley N°29783.
 - c. Reglamento nacional de tránsito.
 - d. NFPA 70B.
- 9. ¿Cuál es el vehículo dentro de las operaciones mineras, que tiene la prioridad de paso vehicular en situaciones de emergencia?
 - a. Camiones volquetes.
 - b. Equipos pesados y auxiliares.
 - ☒ c. Ambulancia y vehículos de rescate.
 - d. Vehículos livianos.
- 10. Señale la(s) responsabilidad(es) de los pasajeros que utilizan los vehículos de transporte de personal dentro de las operaciones mineras:
 - a. Colocarse el cinturón de seguridad.
 - b. No viajar de pie.
 - c. Conducta adecuada hacia el conductor y compañeros.
 - ☒ d. Todas las anteriores.

ANEXO 12: Informes de verificación de la eficacia de los controles críticos

	VOLCAN SISTEMA DE GESTIÓN SSOMAC	Código	REG-VOL-GLO-GRO-037
		Revisión	00
	Informe de Verificación de Controles Críticos	Área	HSEC
		Páginas	1 de 4

Información General			
Nombre del control crítico	Cumplimiento al Programa de Perfilado. 12852		
Nombre del dueño del control:	Emver Cordova Urcos.		
PPM o Estándar de Seguridad relacionado	Equipos Móviles		
Nombre del verificador nivel 1	Angel Vega Carhuaz	Fecha de verificación nivel 1	08/10/2023
Nombre del verificador nivel 2		Fecha de verificación nivel 2	

Leyenda de resultado de verificación:

Clasificación de resultado de la verificación de controles críticos	
Control crítico con resultados esperados (100% de cumplimiento) - Durante la verificación no se identifican fallas. - El control crítico se ejecuta de acuerdo con lo especificado en el estándar de desempeño.	Aprobado
Control crítico con resultados esperados al 70-99% de cumplimiento - Se identificó una falla técnica o de gestión en el control crítico que es rectificado de forma inmediata. - El desvío no incrementa la probabilidad de ocurrencia de un incidente.	Brecha técnica
Control crítico no implementado o con resultados esperados al 0-69% de cumplimiento - Durante la verificación se identifica la ausencia o falla del control crítico. - El desvío incrementa la probabilidad de ocurrencia de un incidente.	Falla crítica de control

1. RESUMEN DE VERIFICACIÓN

Verificación del Control Crítico				
Actividades de Verificación (según estándar de desempeño)	Resultado nivel 1	Comentarios del Verificador nivel 1	Resultado nivel 2	Comentarios del Verificador nivel 2
Verificación del cumplimiento con el Programa de Perfilado.	 Aprobado  Brecha técnica  Falla crítica de control	Se verificó el cumplimiento del plan de Desatado de rocas en el Tajo Centro Pared Oeste.	 Aprobado  Brecha técnica  Falla crítica de control	

En caso de obtener un resultado de Verificación de Eficacia "Brecha técnica" o "Falla crítica del control" indique el detalle de las acciones correctivas en la sección 3. Plan de Acción Correctivo.

	VOLCAN SISTEMA DE GESTIÓN SSOMAC	Código	REG-VOL-GLO-GRO-037
		Revisión	00
	Informe de Verificación de Controles Críticos	Área	HSEC
		Páginas	2 de 4

2. EVIDENCIAS DE VERIFICACIÓN DEL CONTROL CRÍTICO

Completar con registro fotográfico, tablas y/o tendencias de la evidencia relevante de la verificación de control en gabinete y/o campo. Los elementos incluidos en esta sección deberán de contar con breves descripciones.

DESATADO DE ROCAS BANCO MINERO BANCO MINERO							
	L	M	M	J	V	S	D
DESATADO DE ROCAS	X	X	X		X	X	X
- El desate se realiza con la recomendación Geomecanica - El desate de rocas se realiza unicamente los dias de explotacion del banco en trabajo - El desate de rocas se realiza continuamente en el frente de minado Banco de trabajo							

Programa de Desatado de Rocas en Tajo Centro Pared Oeste, Elaborado por Operaciones Tajo.



Evidencia de desatado banco 4660 al 4665 Banco Minero.

	VOLCAN SISTEMA DE GESTIÓN SSOMAC	Código	REG-VOL-GLO-GRO-037
		Revisión	00
	Informe de Verificación de Controles Críticos	Área	HSEC
		Páginas	3 de 4



Evidencia de desatado banco 4665 al 4670 Banco Minero.

CHUNGAR		INSPECCIÓN DE TALUD BANCOS, INTERAMPAS Y GLOBAL		TRABAJO SEGURO	
Ubicación: <u>Alfaro</u> Proyecto: <u>Proyecto de Construcción de la Carretera</u> Actividad: <u>Desatado de banco</u> Fecha: <u>20/05/2023</u> Horario: <u>08:00 a 12:00</u>		Alfaro Supervisor: <u>Ing. [Nombre]</u> Operario: <u>Ing. [Nombre]</u> Asesor: <u>Ing. [Nombre]</u>		Trabajo Seguro Checklist de Seguridad: 1. Antes de comenzar: ☐ Verificar el estado del equipo. ☐ Verificar el estado del terreno. ☐ Verificar el estado del clima. ☐ Verificar el estado de la señalización. 2. Durante el trabajo: ☐ Mantener la distancia de seguridad. ☐ Evitar el uso de alcohol. ☐ Evitar el uso de drogas. ☐ Evitar el uso de celulares. ☐ Evitar el uso de herramientas sin licencia. ☐ Evitar el uso de herramientas sin mantenimiento. ☐ Evitar el uso de herramientas sin certificación. ☐ Evitar el uso de herramientas sin seguro. ☐ Evitar el uso de herramientas sin licencia. ☐ Evitar el uso de herramientas sin mantenimiento. ☐ Evitar el uso de herramientas sin certificación. ☐ Evitar el uso de herramientas sin seguro. 3. Después del trabajo: ☐ Verificar el estado del equipo. ☐ Verificar el estado del terreno. ☐ Verificar el estado del clima. ☐ Verificar el estado de la señalización.	
Descripción del trabajo: <u>Desatado de banco 4665 al 4670 Banco Minero.</u>		Medidas de seguridad: <u>Señalización de zona de trabajo.</u> <u>Uso de casco y chaleco reflectante.</u> <u>Uso de cinturón de seguridad.</u> <u>Uso de botas de seguridad.</u> <u>Uso de guantes de seguridad.</u> <u>Uso de gafas de seguridad.</u> <u>Uso de audífonos de seguridad.</u> <u>Uso de mascarilla de seguridad.</u> <u>Uso de protector solar de seguridad.</u> <u>Uso de repelente de insectos de seguridad.</u> <u>Uso de botiquín de primeros auxilios de seguridad.</u> <u>Uso de kit de primeros auxilios de seguridad.</u> <u>Uso de kit de mantenimiento de seguridad.</u> <u>Uso de kit de herramientas de seguridad.</u> <u>Uso de kit de señalización de seguridad.</u> <u>Uso de kit de limpieza de seguridad.</u> <u>Uso de kit de almacenamiento de seguridad.</u> <u>Uso de kit de transporte de seguridad.</u> <u>Uso de kit de comunicación de seguridad.</u> <u>Uso de kit de documentación de seguridad.</u> <u>Uso de kit de mantenimiento de seguridad.</u> <u>Uso de kit de herramientas de seguridad.</u> <u>Uso de kit de señalización de seguridad.</u> <u>Uso de kit de limpieza de seguridad.</u> <u>Uso de kit de almacenamiento de seguridad.</u> <u>Uso de kit de transporte de seguridad.</u> <u>Uso de kit de comunicación de seguridad.</u> <u>Uso de kit de documentación de seguridad.</u>		Observaciones: <u>Se realizó el desatado de banco 4665 al 4670 Banco Minero.</u> <u>Se observó el uso de casco y chaleco reflectante.</u> <u>Se observó el uso de cinturón de seguridad.</u> <u>Se observó el uso de botas de seguridad.</u> <u>Se observó el uso de guantes de seguridad.</u> <u>Se observó el uso de gafas de seguridad.</u> <u>Se observó el uso de audífonos de seguridad.</u> <u>Se observó el uso de mascarilla de seguridad.</u> <u>Se observó el uso de protector solar de seguridad.</u> <u>Se observó el uso de repelente de insectos de seguridad.</u> <u>Se observó el uso de botiquín de primeros auxilios de seguridad.</u> <u>Se observó el uso de kit de primeros auxilios de seguridad.</u> <u>Se observó el uso de kit de mantenimiento de seguridad.</u> <u>Se observó el uso de kit de herramientas de seguridad.</u> <u>Se observó el uso de kit de señalización de seguridad.</u> <u>Se observó el uso de kit de limpieza de seguridad.</u> <u>Se observó el uso de kit de almacenamiento de seguridad.</u> <u>Se observó el uso de kit de transporte de seguridad.</u> <u>Se observó el uso de kit de comunicación de seguridad.</u> <u>Se observó el uso de kit de documentación de seguridad.</u>	

Check list de recepción de banco 4670 Banco Minero.

