



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



**REDUCCIÓN DE LA FRECUENCIA DE ACCIDENTES E
INCIDENTES IMPLEMENTANDO LA SEGURIDAD BASADA EN
EL COMPORTAMIENTO EN LA PLANTA DE PRE
CONCENTRACIÓN DE LA U.M. SAN RAFAEL
TESIS**

PRESENTADA POR:

Bach. EDER DIAZ CCANCCAPA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO DE MINAS

PUNO - PERÚ

2019



DEDICATORIA

Un profundo reconocimiento a mi padre Sebastián, quien dio su vida y dedicación para el logro de mi formación profesional, y es razón de este esfuerzo.

Con todo mi aprecio
Eder Diaz Ccancapa



AGRADECIMIENTO

Agradecer a mi alma mater “Universidad Nacional del Altiplano”, a mi Facultad de Ingeniería de Minas.

La gratitud es un magnífico valor relativamente fácil de demostrar, mi gratitud a mi madre Justina y a mis hermanas, quienes estuvieron en la realización de esta meta tan importante para mí. Agradecerles su apoyo incondicional pese a las adversidades e inconvenientes.

¡Muchas Gracias!



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
ÍNDICE FIGURAS	
ÍNDICE TABLAS	
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS	
RESUMEN	12
ABSTRACT	13

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Descripción del problema	14
1.2. Formulación del problema.....	15
1.2.1. Problema general	15
1.2.2. Problemas específicos.....	15
1.3. Objetivos de la investigación.....	15
1.3.1. Objetivo general	15
1.3.2. Objetivos específicos	15
1.4. Justificación de la investigación	16
1.5. Limitaciones del estudio	16

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes de la investigación.....	17
2.2. Marco teórico.....	20
2.2.1. La pre-concentración del mineral (<i>ore sorting</i>).....	20
2.2.1.1. Conceptualización	20
2.2.1.2. Uso y aplicación del <i>ore sorting</i>	21
2.2.1.3. Proceso operativo	22
2.2.1.4. El <i>ore sorting</i> en la operación de concentración.....	23
2.2.2. Seguridad y salud ocupacional en minería	24
2.2.2.1. ¿Qué es la seguridad y salud ocupacional?	24
2.2.2.2. Riesgo y accidente	25
2.2.2.3. Tipos de accidentes.....	25
2.2.2.4. Causa de los accidentes	26



2.2.2.5. Índices matemáticos que miden los accidentes	27
2.2.2.6. Los PETS y estándares de seguridad	28
2.2.2.7. El IPERC	30
2.2.3. Seguridad basada en el comportamiento (SBC)	30
2.2.3.1. Concepto y definición	30
2.2.3.2. La actitud sobre la conducta y el comportamiento	31
2.2.3.3. Ámbito de aplicación de la SBC	31
2.2.3.4. Teoría tricondicional de la SBC	32
2.2.3.5. Principios y fundamentos de la SBC	33
2.2.3.6. Proceso de aplicación de la SBC	35
2.2.4. La seguridad basada en el comportamiento dentro del SIG	37
2.2.4.1. Herramientas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo	38
2.3. Formulación de la hipótesis	39
2.3.1. Hipótesis general	39
2.3.2. Hipótesis específicas	39

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Diseño metodológico	40
3.1.1. Tipo de investigación	40
3.1.2. Alcance	40
3.1.3. Diseño de la investigación	41
3.2. Población y muestra	41
3.2.1. La población	41
3.2.2. La muestra	41
3.3. Definición y operacionalización de variables	42
3.4. Técnicas de recolección de datos	42

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Caracterización del área de estudio	44
4.1.1. Ubicación y acceso	44
4.1.2. Geología del yacimiento	45
4.1.2.1. Geología regional	45
4.1.2.2. Geología local	45
4.1.2.3. Geología económica	46



4.1.3.	Proceso de concentración del mineral	47
4.1.4.	La pre-concentración del mineral (<i>ore sorting</i>).....	49
4.2.	Implementando la seguridad basada en el comportamiento en la planta de pre-concentración de la Mina San Rafael	50
4.2.1.	Diagnóstico de la seguridad.....	50
4.2.2.	Inducción y charlas de seguridad.....	52
4.2.3.	Observación del comportamiento seguro	56
4.2.4.	Evaluación y mejora continua	63
4.3.	Evaluando la frecuencia de accidentes e incidentes habiéndose promovido un comportamiento seguro en la planta de pre concentración.....	71
4.3.1.	Frecuencia de accidentes e incidentes en el año 2018.....	71
4.3.2.	Evaluación de la frecuencia de accidentes e incidentes.....	73
4.3.3.	Evaluación de los índices de accidentes o de seguridad.....	75
4.4.	Discusión de los resultados.....	76
	CONCLUSIONES	79
	RECOMENDACIONES.....	80
	REFERENCIAS	81
	ANEXOS	83

Área: Ingeniería de Minas.

Tema: Seguridad y Salud Ocupacional en Minería.

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 21-11-2019



ÍNDICE FIGURAS

Figura 2.1: Paso del mineral y desmonte conjunto por el circuito <i>ore sorting</i>	21
Figura 2.2: Separación del mineral en el circuito <i>ore sorting</i>	22
Figura 2.3: Proceso completo el circuito <i>ore sorting</i>	23
Figura 2.4: El uso de EPP como estándar de seguridad.	28
Figura 2.5: Un PETS para el transporte de relave con volquete.	29
Figura 2.6: Un IPERC continuo establecido por San Rafael. Minsur S.A.	30
Figura 2.7: Esquema de la teoría tricondicional del comportamiento seguro.	32
Figura 2.8: Modelo de aprendizaje ABC.	34
Figura 3.1: Esquema de recolección de datos para la variable dependiente.	43
Figura 3.2: Esquema de recolección de datos para la variable independiente.	43
Figura 4.1: Casiterita botroidal y Casiterita en forma de aureolas.	47
Figura 4.2: Vista esquemática de la etapa 1 del procesamiento.	48
Figura 4.3: Vista esquemática de la etapa 2 del procesamiento.	48
Figura 4.4: Vista esquemática de la etapa 3 del procesamiento.	49
Figura 4.5: Vista esquemática de la etapa 4 del procesamiento.	49
Figura 4.6: Distribución porcentual de los accidentes en el año 2017.	51
Figura 4.7: Inducción de seguridad en la mina San Rafael.	53
Figura 4.8: Charlas de seguridad dirigido a la zona 1 de la planta de pre concentración.	55
Figura 4.9: Charlas de seguridad dirigido a la zona 2 de la planta de pre concentración.	56
Figura 4.10: Cartilla de observación para el Caso I.	59
Figura 4.11: Cartilla de observación para el caso II.	61
Figura 4.12: Indicadores del comportamiento seguro del mes de enero 2018 con conductas riesgosas prevalentes.	64
Figura 4.13: Mal uso de los guantes por la empresa Ramis.	65
Figura 4.14: IPERC continuo sin evaluación del riesgo residual por parte de Confipetrol.	66
Figura 4.15: Herramienta de poder siendo usado en mal estado por parte de Confipetrol.	67
Figura 4.16: Indicadores del comportamiento seguro del mes de julio 2018 con conductas riesgosas prevalentes.	68



Figura 4.17: Evolución en mejora del comportamiento seguro en la planta de pre concentración.....	70
Figura 4.18: Distribución porcentual de los accidentes en el año 2018.	72
Figura 4.19: Comparativo del año 2017 vs el año 2018.....	74
Figura 4.20: Comparativo porcentual de las características de seguridad.....	75



ÍNDICE TABLAS

Tabla 3.1.: Modos y tiempo de accesibilidad a la Mina San Rafael.....	42
Tabla 4.1.: Modos y tiempo de accesibilidad a la Mina San Rafael.....	45
Tabla 4.2.: Accidentes ocurridos por empresas que laboran en la planta de pre concentración en el año 2017.	50
Tabla 4.3.: Índices de accidentes ocurridos en la planta de pre concentración del 2017.	52
Tabla 4.4.: Cronograma de observación del mes de Mayo del 2018.....	57
Tabla 4.5.: Responsables de la observación del mes de Mayo del 2018.	57
Tabla 4.6.: Tareas observadas por cada empresa.....	57
Tabla 4.7.: Resumen cuantitativo del comportamiento seguro del caso I.	60
Tabla 4.8.: Condicionalidad del comportamiento seguro del caso I.....	60
Tabla 4.9.: Resumen cuantitativo del comportamiento seguro del caso II.....	62
Tabla 4.10.: Condicionalidad del comportamiento seguro del caso I.....	62
Tabla 4.11.: Corrección realiza en el caso I y la descripción de la observación.	63
Tabla 4.12.: Corrección realiza en el caso II y la descripción de la observación.....	63
Tabla 4.13.: Indicadores porcentuales del comportamiento seguro en el 2018.....	70
Tabla 4.14.: Accidentes ocurridos por empresas que laboran en la planta de pre concentración en el año 2018.	71
Tabla 4.15.: Índices de accidentes ocurridos en la planta de pre concentración del 2018.	73
Tabla 4.16.: Varianza de los accidentes registrados en el 2017 y 2018 en la planta de pre concentración.....	73
Tabla 4.17.: Comparación entre porcentajes de las causas de los accidentes con el %PCS.	74
Tabla 4.18.: Varianza de los índices de accidentes en el 2017 y 2018 en la planta de pre concentración.....	75



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

ORE SORTING	: Clasificación de minerales.
SBC	: Seguridad basada en el comportamiento.
%PCS	: Porcentaje de comportamiento seguro
CR	: Comportamiento riesgoso
IS	: Índice de severidad
IF	: Índice de frecuencia
IA	: Índice de accidentabilidad
UM	: Unidad minera
IPERC	: Identificación de peligro evaluación de riesgos y medida de control
SIG	: Sistema integrado de gestión
POS	: Programa de observadores
PETS	: Procedimiento escrito de trabajo seguro
PETAR	: Permiso escrito para trabajos de alto riesgo
EPPS	: Equipo de protección personal
PDCA	: Plan do check act
SST	: Seguridad y salud en el trabajo
VCT	: Verificación de ciclo de trabajo
RITRAN	: Reglamento interno de transito
OT	: Orden de trabajo
MS	: Minsur
CP	: Confipetrol
CM	: Comin
RA	: Ramis



RESUMEN

El presente trabajo de investigación trata sobre la reducción de la frecuencia de accidentes e incidentes implementando la seguridad basada en el comportamiento en la planta pre concentración de la U.M. San Rafael. Ubicado en el Distrito de Antauta, Provincia de Melgar, Departamento de Puno. Realiza la concentración del mineral utilizando un sensor de rayos X. En esta planta de pre concentración se procesa 200 TM/h de mineral y en el cual laboran 40 trabajadores en dos guardias por día. Estos 40 trabajadores se componen de las siguientes empresas: Minsur, Confipetrol, Comin y Ramis. En el año 2017 para la planta de pre concentración se han registrado 7 accidentes en total, de los cuales 6 tuvieron como causa el comportamiento riesgoso de los trabajadores; mientras que solo 1 fue por una causa básica. Esto significa que el 86% de los accidentes en la planta de pre concentración fueron a causa de un comportamiento riesgoso. Es por ello que, el objetivo de esta investigación fue aplicar la seguridad basada en el comportamiento para reducir la frecuencia de accidentes e incidentes causados por conductas riesgosas en la planta pre-concentración de la U.M. San Rafael. Para ello, esta investigación fue de tipo descriptivo - aplicativo con un diseño experimental, en el que primero se implementó la seguridad basada en el comportamiento (SBC) que estuvo compuesto de cuatro etapas: el diagnóstico, las inducciones y charlas de seguridad, la observación del comportamiento seguro, y la evaluación de la observación; identificándose así 4 conductas riesgosas prevalentes en enero del 2018 que para el mes de diciembre del 2018 se redujeron a 2. Esto se pudo lograr aumentando el porcentaje del comportamiento seguro (%PCS) de 86.5% a 92.1%; es decir que, el %PCS se incrementó en un 5.6% en promedio. Después, se hizo una evaluación de la frecuencia de accidentes e incidentes del año 2018 en los que se registraron 4 accidentes totales, de los cuales 3 de estos accidentes tuvieron como causa un comportamiento riesgoso. Comparando el año 2017 con el año 2018, se ha determinado que los accidentes totales se redujeron en un 42.9% y los accidentes por un comportamiento riesgoso decrecieron en un 50%; asimismo, el IF disminuyó de 1.35 a 0.58, es decir, se redujo en un 57.1%; el IS decreció de 121.80 a 3.87, presentando una reducción de 96.8%, y el IA disminuyó de 0.165 a 0.002, es decir, se redujo hasta un 98.6%.

Palabras clave: Seguridad minera, conductas riesgosas, conductas seguras, frecuencia de accidentes, mina San Rafael.



ABSTRACT

The present research deals about reduction of the frequency of accidents and incidents by implementing behavior based safety in the pre concentration plant of U.M. San Rafael's. Located in the District of Antauta, Province of Melgar, Department of Puno. In this pre-processing plant, 200 TM/h of ore is processed and in which 40 workers work in two guards per day; These 40 workers are made up of four companies such as Minsur, Confipetrol, Comin and Ramis. In the year 2017, seven accidents were registered in total for the pre-processing plant, which six were caused by the risky behavior of the workers; while only one was for a basic cause. This means that 86% of the accidents in the pre-processing plant were due to risky behavior. Therefore, the objective of this research was to apply Behavior-based safety in order to reduce the frequency of accidents and incidents that are caused by a risky behavior in the U.M. San Rafael's pre-processing plant. To achieve this objective, this research was of a descriptive and applicative type with an experimental design, in which first the behavior-based safety (SBC) was implemented. The behavior-based safety (SBC) was composed of four stages: diagnosis, inductions and safety talks, observation of safe behavior, and the evaluation of observation. Through of the SBC could identifying four risky behaviors prevalent in January 2018 that for the month of December 2018 were reduced to two. This could be achieved by increasing the safety behavior percentage (%PCS) from 86.5% to 92.1%; that is, the % PCS increased by 5.6% on average. Then, the frequency of accidents and incidents for the year 2018 was assessed, by recording four total accidents, which three of these accidents were caused by risky behavior. Comparing the year 2017 with the year 2018, it has been determined that total accidents decreased by 42.9% and accidents due to risky behavior decreased by 50%. Likewise, the IF decreased from 1.35 to 0.58, that is, it was reduced by 57.1%; the IS decreased from 121.80 to 3.87, presenting a reduction of 96.8%, and the AI decreased from 0.165 to 0.002, that is, it was reduced to 98.6%.

Keywords: Mining safety, risky behaviors, safety behaviors, accidents frequency, San Rafael mine.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Descripción del problema

La unidad minera San Rafael – Minsur S.A, es una de las productoras de estaño más importantes del mundo y es una empresa con estándares de clase mundial en lo referente en seguridad y medio ambiente. En todas sus unidades mineras la empresa Minsur S.A. valora y prioriza el recurso humano, es decir, sus trabajadores; ya que ellos representan la fuerza más importante para su producción. Por ello, Minsur S.A., ha establecido un sistema integrado de gestión de seguridad y salud ocupacional para todas sus unidades mineras, con la finalidad de tener una producción de mineral a la par de altos estándares de seguridad que no solo prioricen la producción, sino también la seguridad de sus trabajadores.

La planta de pre – concentración o también conocida como “*Ore Sorting*” de la U.M. San Rafael realiza la pre-concentración del mineral mediante una lámpara que irradia rayos X. La operación de esta planta de pre – concentración inicia en el año 2017, integrando así un nuevo proceso productivo y nuevos trabajadores a la mina San Rafael. En el año 2017, a causa del inicio de las operaciones, la herramienta de la seguridad basada en el comportamiento no se utilizaba en el sistema de gestión de la seguridad para la planta de pre – concentración, ocasionando que en el año 2017 se registraran 7 accidentes e incidentes, de los cuales 6 tenían como causa principal un comportamiento riesgoso por parte de los trabajadores que laboraban planta de pre – concentración. El comportamiento riesgoso representó 86% en promedio, mientras que solo 14% era por una causa básica.



Para reducir la frecuencia de accidentes e incidentes causados por un comportamiento riesgoso en los trabajadores que trabajan planta de pre – concentración, será necesario implementar la herramienta de gestión de la Seguridad Basada en el Comportamiento (SBC) en la planta de pre – concentración. Con esta herramienta se lograría cambiar las conductas riesgosas por conductas seguras en los trabajadores que laboran planta de pre – concentración, lográndose así mejorar el comportamiento seguro y finalmente reducir la frecuencia de incidentes y accidentes que son causados por conductas riesgosas.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cómo reducimos la frecuencia de accidentes e incidentes implementando la seguridad basada en el comportamiento en la planta de pre concentración de la U.M. San Rafael?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Se conseguirá cambiar el comportamiento riesgoso por un comportamiento seguro implementando la seguridad basada en el comportamiento en el personal que trabaja la planta pre concentración en U.M. San Rafael?
- ¿Al promoverse el comportamiento seguro al personal que labora en la planta pre concentración en U.M. San Rafael se logrará reducir la frecuencia de accidentes e incidentes causados por el comportamiento riesgoso?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Reducir la frecuencia de accidentes e incidentes causados por conductas riesgosas implementando la seguridad basada en el comportamiento en la planta pre-concentración de la U.M. San Rafael.

1.3.2. Objetivos específicos

- Implementar la seguridad basada en el comportamiento para cambiar el comportamiento riesgoso por un comportamiento seguro en el personal que trabaja en la planta pre concentración de la U.M. San Rafael.



- Evaluar la frecuencia de accidentes e incidentes causados por el comportamiento riesgoso habiendo promovido un comportamiento seguro al personal que labora en la planta pre concentración de la U.M. San Rafael.

1.4. Justificación de la investigación

El estudio es de gran importancia para la Unidad Minera San Rafael, dado que la mayoría de accidentes que se produce en la planta de pre-concentración, son por factores netamente humanos; por lo tanto, se propone la aplicación de la seguridad basada en la observación de comportamientos riesgosos para promover conductas seguras, para así minimizar los accidentes e incidentes en la planta de pre-concentración.

Así como refieren Alvarez *et al.* (2015), la seguridad basada en el comportamiento (SBC), es una herramienta de gestión de la seguridad que forma parte y ayuda al programa de seguridad y salud ocupacional en el cumplimiento de sus objetivos. Ya que el SBC te proporciona un cómo para lograr cumplir los estándares de seguridad.

Por ello, el presente trabajo de investigación con la implementación de la observación de comportamientos riesgosos de los trabajadores que laboran en la planta de pre-concentración, tiene por finalidad generar una cultura de seguridad en cada uno de estos trabajadores, para lograr una producción con cero accidentes. Si bien implementar el programa de SBC puede significar un costo adicional, realmente es una inversión que alineara una buena producción en cumplimiento de todos los estándares de seguridad la planta de pre-concentración de la Unidad Minera San Rafael – Minsur S.A.

1.5. Limitaciones del estudio

Las limitaciones de este estudio básicamente son:

- Muchos datos de la mina San Rafael no pueden ser dispuestos fácilmente, por lo que el estudio, se ha limitado a mostrar de meses específicos como: Enero, Julio y Diciembre.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes de la investigación

Se tienen los siguientes antecedentes para esta investigación:

Ccosi (2019): El presente trabajo tiene por objetivo reducir los índices de seguridad mediante las herramientas de gestión en la Cooperativa Minera Limata Ltda – Ananea. Esta investigación fue de tipo descriptivo y aplicativo de diseño experimental; en el cual se realiza la aplicación de varias herramientas de gestión, así como también se hace un cumplimiento estricto del programa anual de seguridad y salud ocupacional esto en la Cooperativa Minera. Esta investigación concluye que los índices de seguridad en el año 2018 como el IF, IS e IA disminuyen a cero en comparación del año 2017. Ello se debió a un cumplimiento del 66% del plan anual de seguridad, salud ocupación y medio ambiente. Asimismo, este logro se debe a un correcto llenado de la herramienta de gestión IPERC por parte de todos los involucrados en el proceso productivo que en promedio para el año 2018 fueron 34 por mes. Por último, un incremento de las horas de capacitación de 1584 horas a 4,056 horas a todo el personal, ha ayudado en la consecución de la reducción de los índices de seguridad para el año 2018.

Huisa (2019): El presente trabajo tiene por objetivo evaluar el Sistema de Gestión de Seguridad en la unidad minera Tacaza– CIEMSA, de tal forma que contribuya a minimizar los factores de riesgo y mejorar los niveles de cumplimiento en el proceso de operaciones mineras. Esta investigación fue de tipo cuantitativo – correlacional – descriptivo de diseño transversal; en el cual se realiza la evaluación de la aplicación del sistema de gestión de la seguridad en la mina Tacaza. Para ello, se utiliza la estadística de



del cumplimiento de SIG tanto para los trabajadores como para los supervisores. Asimismo, se recalca el uso de la herramienta de gestión IPERC continuo para un adecuado y correcto cumplimiento sistema de gestión de la seguridad. Este estudio concluye que los índices de seguridad 2015 y 2016 disminuyen para el año 2017, ello por una mejor aplicación y control del sistema de gestión de la seguridad en la mina Tacaza, reduciéndose el IF de 6.07 a 4.30, el IS de 882.98 a 25.81, y el IA de 5.36 a 0.11.

Rosales (2015): El presente trabajo tiene por objetivo contribuir a la reducción de los accidentes mediante la sistematización del Programa la Seguridad Basada en el Comportamiento. Esta investigación fue de tipo aplicado y adaptativo descriptivo de diseño experimental; en el cual se implementa el sistema y enfoque *DuPont* para realizar un análisis exhaustivo de la línea de base de la aplicación del programa de seguridad y salud ocupacional en la operación de la mina El Brocal del año 2012. En esta línea de base se identificaron fortalezas y muchos aspectos a mejorarse; para lo cual se aplicó el procedimiento del “Libro Rojo de *DuPont*”, dividiendo el análisis en los 12 puntos de DuPont. El resultado de la línea de base de acuerdo al gráfico Bardley fue que la aplicación del programa de seguridad y salud ocupacional en la operación de la mina El Brocal del año 2012 se encontraba en área “reactiva”. Asimismo, de acuerdo a las estadísticas de accidentes del año 2012; hubo 2 accidentes mortales, 14 accidentes incapacitantes y un costo total de US\$ 338,038. No se detalla la aplicación de la seguridad basada del comportamiento, pero de acuerdo al enfoque de *DuPont* esta forma parte del proceso de los 12 puntos. Este estudio concluye que, el SBC mejora la del programa de seguridad y salud ocupacional, reduciéndose para el año 2013 a cero los accidentes mortales, a 9 los accidentes incapacitantes, teniéndose un costo de solo US\$ 242,580; lo cual hace que el índice de accidentabilidad (IA) se reduzca en un 88%.

Delgado (2016): El presente trabajo tiene por objetivo implementar el programa de observadores de seguridad (POS) en la Compañía Minera Raura S.A. con la finalidad de reducir, prevenir, controlar, y evaluar el comportamiento seguro de los trabajadores y consolidar una cultura de seguridad. Esta investigación fue de tipo descriptivo – aplicativo; en el cual se implementa la seguridad basada en el comportamiento mediante un programa de observadores de seguridad (POS). Este estudio se enfoca principalmente en los observadores que se capacitan a través de charlas de seguridad realizadas por un coordinador de seguridad, así como en el campo de la psicología; ello para poder observadas, retroalimentar y evaluar de mejor manera las conductas riesgosas de los trabajadores. En esta investigación se concluye que el comportamiento seguro se



incrementa de 50% a 90%, pero en los resultados no muestra datos específicos de la mina Raura.

Villanueva (2017): El presente trabajo tiene por objetivo implementar un sistema de seguridad basada en el comportamiento humano para la prevención de accidentes e incidentes en la mina María Angélica I. Esta investigación fue de tipo descriptivo de diseño no experimental; en el cual se da lineamientos y herramientas para implementar el programa de seguridad y salud ocupacional basada en el comportamiento. Este estudio recalca que es importante el compromiso de la empresa y de los trabajadores para que el SBC pueda reducir los accidentes e incidentes ocasionados por actos inseguros por parte de los obreros. Asimismo, para una exitosa implementación de la herramienta de seguridad de SBC este debe seguir un proceso bien definido. Finalmente, la seguridad basada en el comportamiento (SBC), forma parte del Sistema Integrado de Gestión de seguridad y salud ocupacional; por lo que, si el sistema presenta falencias es muy probable que el SBC no pueda reducir los accidente e incidentes, no obstante, si puede ayudar a mejor el SIG.

Alvarez (2015): El presente trabajo tiene por objetivo verificar la efectividad del programa de gestión de comportamiento seguro y su influencia positiva en la disminución de incidentes y accidentes en Minera San Juan de Chorunga. Esta investigación fue de tipo descriptivo de diseño no experimental; en el cual se evaluó el comportamiento de los trabajadores frente a sus tareas asignadas. Para ello se utilizó herramientas de gestión de seguridad que permitían evaluar a cada trabajador en un lapso máximo de 15 min en una labor rutinaria que hacia el trabajador. Esta evaluación del comportamiento seguro de cada trabajador se hacía mediante un cronograma establecido mensualmente con varios revisadores y en base a estándares de seguridad y los PETS. Este estudio concluye principalmente que, en los tres meses donde se aplicó la seguridad basada en el comportamiento (SBC) en la unidad minera Chorunga; 7,457 fueron comportamientos seguros y 659 fueron comportamientos riesgosos. Asimismo, del total de comportamientos riesgosos; el 80% fue de la condición no quiere, siendo el 70% de este por presiones de la misma empresa por terminar el trabajo. El 15% fue por la condición de no puede y solo el 5% por la condición de no sabe. Entonces, la mayor cantidad de los accidentes e incidentes sucedía por presión de la empresa al priorizar la producción.

Pariona y Ruiz (2015): El presente trabajo tiene por objetivo determinar la contribución al comportamiento seguro por efecto de la capacitación audio visual y práctico para la reducción de accidentes en los trabajadores mineros de la zona Cerro Rico



Nivel 1840 en la unidad de producción Alpacay - Minera Yanaquihua S.A.C. Esta investigación fue de tipo aplicada de diseño descriptivo - correlacional; en el cual se busca reducir los 33 accidentes leves, 14 accidentes incapacitantes y 01 accidentes fatales del año 2013 de la unidad de producción Alpacay. Para ello, principalmente se opta por realizar una capacitación audio visual de todos los trabajadores y empleados. Si bien no muestra específicamente los riesgos y peligros mediante un IPERC base, si detalla como la observación de comportamientos se convierte en la parte práctica de la capacitación audio visual. Este estudio concluye básicamente que, si se logró reducir los accidentes en el año 2014 después de aplicar la capacitación audio – visual y practico, ya que estos disminuyeron a: 04 accidentes leves, 03 accidentes incapacitantes y 0 accidentes fatales. Ello, mediante el índice de accidentabilidad (IA) refiere una reducción en un 22.81%, es decir, de un IA = 49.1 del 2013 a un IA = 11.2 del 2014. Asimismo, cabe mencionar que este logro se debió a que el comportamiento seguro de los trabajadores subió de 86% a 99% después de realizar capacitaciones constantes.

2.2. Marco teórico

2.2.1. La pre-concentración del mineral (*ore sorting*)

2.2.1.1. Conceptualización

Conforme a Minsur (2017), el *ore sorting* es un clasificador que utiliza un sensor con un potente procesador de datos para separar determinado mineral de las demás partículas.

Es *ore sorting* posee cierta analogía a la recuperación por amalgama que utiliza la diferencia de pesos para concentrar el oro usando mercurio.

No obstante, el *ore sorting* a través de la tecnología, utiliza sensores que reconocen el material objetivo sobre la base de características físicas como: color, densidad atómica, transparencia y/o conductividad que proviene del procesador, para luego con aire comprimido seleccionar el mineral objetivo.

El *ore sorting* se utiliza para concentrar: oro, plata, zinc, níquel, diamantes, calcita, dolomita y otros más.

2.2.1.2. Uso y aplicación del *ore sorting*

De acuerdo a Minsur (2017), el *ore sorting* se utiliza para pre-concentrar minerales de baja ley y también marginales para aumentar su ley promedio.

Esto permite aumentar de cierta manera la ley cabeza de la planta y por supuesto beneficiar a la operación minera ya que aumenta el valor del yacimiento y prolonga la vida útil de la mina.

Asimismo, el *ore sorting* aumenta la disponibilidad de la capacidad de la planta, puesto que se elimina de un 40% a 80% el stock de mineral esto al eliminar el desmonte que se asocia al mineral por la dilución del minado.

Esto reduce los costos operativos del procesamiento, al evitar tratar desmonte, al consumir menos agua y energía en procesos posteriores. Véase las siguientes imágenes:

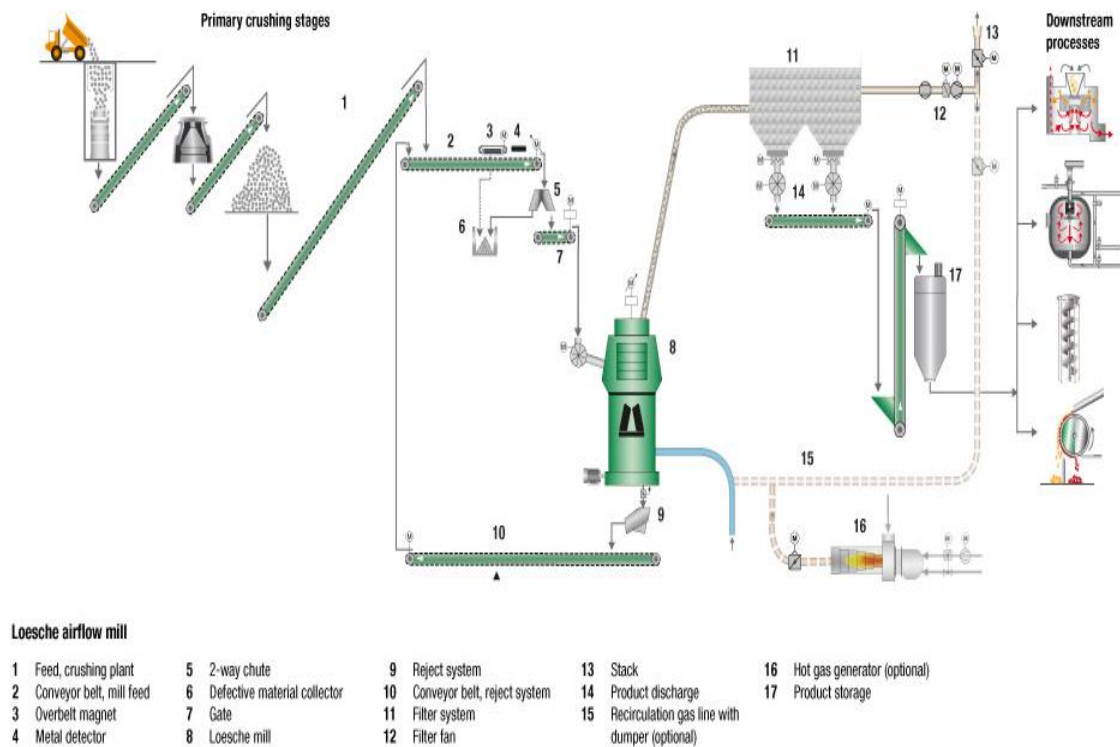


Figura 2.1: Paso del mineral y desmonte conjunto por el circuito *ore sorting*.
Fuente: (CommodasUltrasort, 2012).

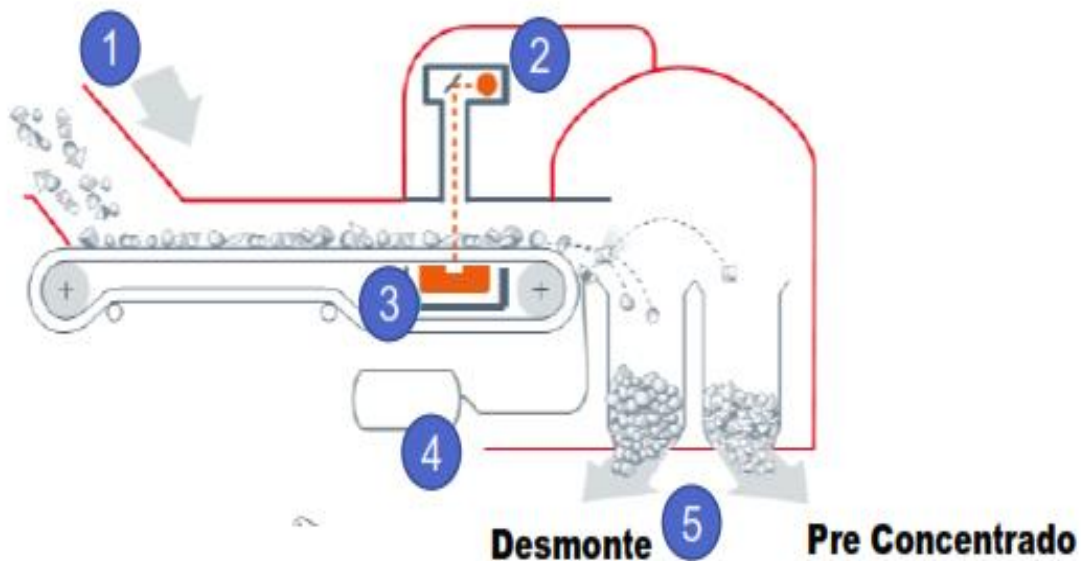


Figura 2.2: Separación del mineral en el circuito *ore sorting*.
Fuente: (CommodasUltrasort, 2012).

2.2.1.3. Proceso operativo

Según se refiere en Minsur (2017), el *ore sorting* (OS) posee un proceso sistemático complejo, el cual se describe a continuación:

a: Ingreso del mineral:

El mineral chancado es puesto al circuito OS mediante una tolva que en primera instancia encuentra al alimentador vibratorio. El alimentador vibratorio sacude al material de tal manera que los fragmentos estén separados.

b: Transporte del mineral:

Después de ser separado el mineral con alimentador vibratorio, esta pasa a las fajas transportadoras donde cumple el recorrido que inicia en el alimentador, pasa por los sensores, por el clasificador y termina en el depósito de desmonte.

c: Reconocimiento y análisis del mineral:

Se conoce como la zona *sorter*, esta zona es el más relevante y se compone principalmente de sensores que pueden ser electromagnéticos, de fluorescencia y otros, los cuales emiten rayos X que escanean el mineral en interés. La señal del análisis es enviada a un potente procesador que lo analiza de acuerdo a una propiedad en específica.

El mineral transportado por la faja pasa por esta zona para ser reconocido y analizado; para luego proseguir su línea de transporte.

d: Clasificación:

El procesador esta conectaba también a un inyector de aire comprimido. Este inyector se ubica al final del ciclo de la faja transportadora. Su función es separar el mineral seleccionado con una potente efusión de aire cuando el material está en caída libre al depósito de desmonte. El mineral seleccionado cae sobre un contenedor del cual es transportado al área de concentración o planta de procesamiento. Véase la siguiente imagen del proceso del *ore sorting*:

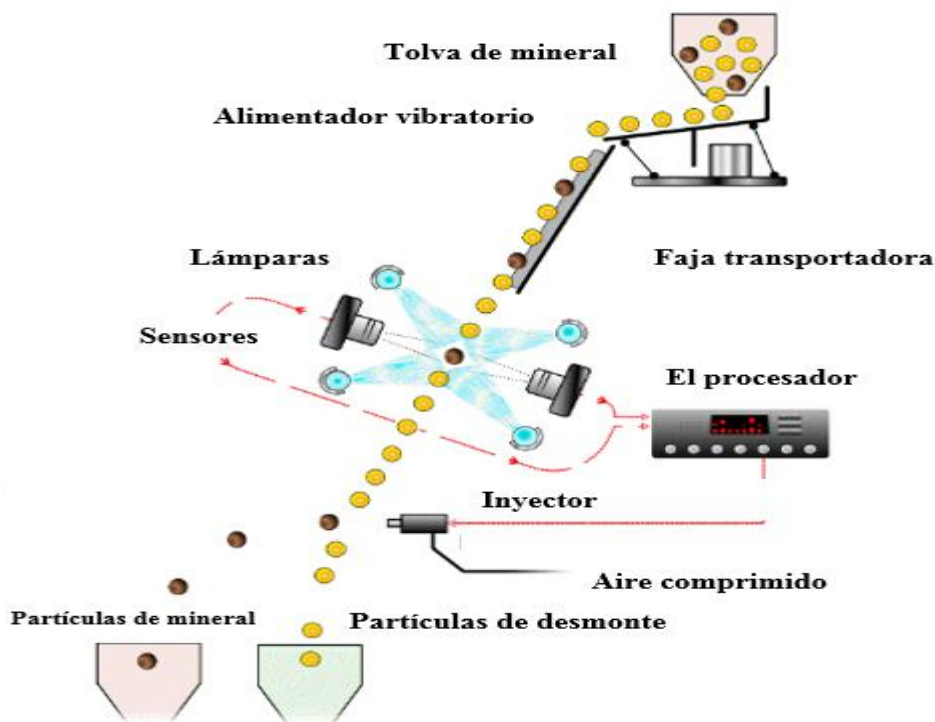


Figura 2.3: Proceso completo el circuito ore sorting.

Fuente: (CommodasUltrasort, 2012).

2.2.1.4. El ore sorting en la operación de concentración

De acuerdo a Cjanahuri (2017), la pre-concentración del mineral no es un proceso aislado de la concentración del mineral, sino que forma parte del macro proceso de concentración del mineral fungiendo como un componente más. Entonces la operación de concentración con el ore sorting se compone del siguiente proceso:



1. Zona del stock de mineral:

En esta parte se almacena el mineral para luego ser puesto a la tolva de mineral por un cargador frontal para iniciar el proceso de chancado.

2. Chancado primario.

En el chancado primario se reduce el tamaño de fragmentos del mineral mediante un proceso que inicia con el zarandeo del mineral, prosigue con el transporte por medio de fajas transportadoras, para luego ser chancado. Este proceso tiene un target de tamaño de fragmentos que son transportados hacia tolvas de mineral.

3. Proceso operativo sorting.

En el que realiza la clasificación y pre-concentración del mineral que es puesto en una pila.

4. Chancado secundario y terciario.

El chancado de mineral pre-concentrado prosigue en el chancado secundario y terciario con el mismo proceso del chancado primario.

5. Molienda.

Se reduce el mineral de tal manera que pueda ser acondicionado y flotado.

6. Flotación.

Es un proceso complejo que consta de acondicionadores, hidrociclones, celdas de flotas, espesadores y otros recursos que tienen la finalidad de lograr el concentrado de mineral.

2.2.2. Seguridad y salud ocupacional en minería

2.2.2.1. ¿Qué es la seguridad y salud ocupacional?

De acuerdo al amplio desarrollo del D.S. N° 024-EM (2016), la seguridad y salud ocupacional es promover una cultura de prevención de riesgos y accidentes, así como la mejora de las condiciones de trabajo por medio de mecanismos y acciones de tal manera



que los trabajadores laboren en condiciones que no dañen su integridad física, mental y social; y por ende no perjudiquen al proceso productivo.

Por ello, el objetivo fundamental de la seguridad y salud ocupacional es prevenir la ocurrencia de incidentes y accidentes.

2.2.2.2. Riesgo y accidente

Según refiere el D.S. N° 024-EM (2016), el riesgo es la probabilidad de que un peligro se materialice en determinadas condiciones y genere daños a las personas, equipos y el ambiente. Así pues, cuando un trabajador realiza una acción u maniobra que no está referido en el PETS, se expone a un riesgo.

En tanto, el accidente es un suceso repentino que produce en el trabajador una lesión orgánica, una perturbación funcional, una invalidez y en peor de los casos la muerte. Así pues, el trabajador le sucedió un accidente cuando el peligro al que se expuso se materializó.

2.2.2.3. Tipos de accidentes

Según el D.S. N° 024-EM (2016), los tipos de accidentes se clasifican de acuerdo a la gravedad de la lesión producida por el accidente en el trabajador; estos son:

1. Accidente leve: suceso cuya lesión en el accidentado, después de la evaluación médica, genera un descanso breve, con retorno máximo al día siguiente a sus labores habituales.

2. Accidente incapacitante: suceso cuya lesión en el accidentado, resultado de la evaluación médica, da lugar a descanso, ausencia justificada al trabajo y tratamiento. Para fines estadísticos, no se tomará en cuenta el día de ocurrido el accidente. Según el grado de la lesión los tipos de accidentes incapacitantes de trabajo pueden ser:

- a) **Parcial temporal:** cuando la lesión genera en el accidentado la imposibilidad parcial de utilizar su organismo; se otorgará tratamiento médico hasta su plena recuperación.
- b) **Total temporal:** cuando la lesión genera en el accidentado la imposibilidad total de utilizar su organismo; se otorgará tratamiento médico hasta su plena recuperación.



c) **Parcial permanente:** cuando la lesión genera la pérdida parcial de un miembro u órgano o de las funciones del mismo.

d) **Total permanente:** cuando la lesión genera la pérdida anatómica o funcional total de un miembro u órgano, o de las funciones del mismo. Se considera a partir de la pérdida del dedo meñique.

3. Accidente mortal: suceso cuyas lesiones producen la muerte del trabajador. Para efectos estadísticos debe considerarse la fecha del deceso.

2.2.2.4. Causa de los accidentes

En el D.S. N° 024-EM (2016), se define que para que sucedan los accidentes, existen tres causas principales los cuales son:

1. La falta de control; el cual está referido a la deficiencia o ausencia de un programa de seguridad y salud ocupacional.

2. Causas básicas; que se refieren a la ocurrencia de accidentes de forma paulatina debido a factores personales y factores de trabajo:

a) Factores Personales: referidos a limitaciones en experiencias, fobias y tensiones presentes en el trabajador. También son factores personales los relacionados con la falta de habilidades, conocimientos, actitud, condición físico - mental y psicológica de la persona.

b) Factores del Trabajo: referidos al trabajo, las condiciones y medio ambiente de trabajo: organización, métodos, ritmos, turnos de trabajo, maquinaria, equipos, materiales, dispositivos de seguridad, sistemas de mantenimiento, ambiente, procedimientos, comunicación, liderazgo, planeamiento, ingeniería, logística, estándares, supervisión, entre otros.

3. Causas inmediatas; que se refieren a la ocurrencia de accidentes de forma repentina debido a actos y condiciones subestándar:

a. Condiciones Subestándares: son todas las condiciones en el entorno del trabajo que se encuentre fuera del estándar y que pueden causar un accidente de trabajo.

- b. Actos Subestándares: son todas las acciones o prácticas incorrectas (riesgosas) ejecutadas por el trabajador que no se realizan de acuerdo al Procedimiento Escrito de Trabajo Seguro (PETS) o estándar establecido y que pueden causar un accidente.

2.2.2.5. Índices matemáticos que miden los accidentes

De acuerdo al D.S. N° 024-EM (2016), existen tres índices matemáticos que miden el efecto de los accidentes sobre el proceso productivo. El proceso productivo mide su eficiencia por la generación de bienes materiales que utiliza un recurso limitado que es el tiempo de trabajo. Un accidente sobre determinado trabajador hace que las horas de trabajo se pierdan en un determinado número que se define por la severidad del accidente. Asimismo, si la frecuencia de accidentes es alta, los efectos adversos sobre el proceso productivo también crecen. Estos índices de trabajo son:

a: Índice de Frecuencia de Accidentes (IF):

Se determina relacionando el número de accidentes mortales e incapacitantes por cada millón de horas hombre trabajadas. Véase la siguiente fórmula:

$$IF = \frac{N^{\circ} \text{ de accidentes (mortales + incapacitantes)} \times 1'000,000}{\text{Horas hombre trabajadas}}$$

b: Índice de Severidad de Accidentes (IS):

Se determina relacionando el número de días perdidos o cargados por cada millón de horas hombre trabajadas. Véase la siguiente fórmula:

$$IS = \frac{N^{\circ} \text{ de días perdidos o cargados} \times 1'000,000}{\text{Horas hombre trabajadas}}$$

c: Índice de Accidentabilidad (IA):

Se determina relacionando el índice de frecuencia de accidentes (IF) y el índice de severidad de accidentes (IS). Este indicador es utilizado para clasificar a las empresas mineras. Véase la siguiente fórmula:

$$IA = \frac{IF \times IS}{1,000}$$

2.2.2.6. Los PETS y estándares de seguridad

Según refiere Milpo (2015), los estándares son todas las herramientas de gestión dirigidas a mitigar los riesgos. Son básicamente parámetros medidos en funcionamiento que evitan cualquier riesgo por el simple hecho de utilizar, emplear y proceder de acuerdo a los establecido como estándar. Su uso generalmente va contenido en los PETS y también en el IPER Base y Continuo. Cabe mencionar que para que los estándares sean efectivos, requieren la intervención del colaborador. Véase la siguiente imagen ejemplo de un estándar:

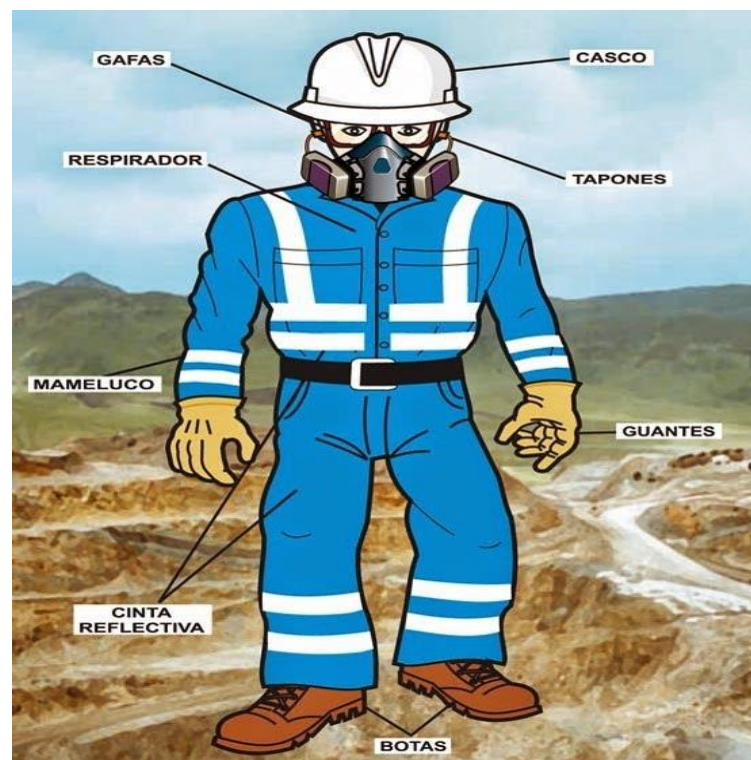



Figura 2.4: El uso de EPP como estándar de seguridad.

Fuente: Minsur S.A.

Es un estándar general utilizar el casco de seguridad, los zapatos punta de acero, guantes y lentes. Si el trabajador no usara algún elemento de este estándar, estaría realizando un acto subestándar.

En tanto, los PETS es la sigla abreviada de procedimiento escrito de trabajo seguro. Un PETS es un documento establecido en aras del sistema integral de gestión de seguridad y salud ocupación, el cual contiene una secuencia de pasos de una tarea en particular que indican los controles, actos, y estándares a ser utilizados por el trabajador

para realizar un trabajo sin riesgos y que puedan causar un accidente. Véase la siguiente imagen:

	PETS: TRANSPORTE DE RELAVE CON VOLQUETE		U.E.A HUACHOCOLPA UNO
	AREA / DPTO.: PLANTA		
	CODIGO: PETS-SGKIE-PLANTA-002	VERSION: 003	PÁGINA 1 de 2 REV. 01/10/2017

<p>1. PERSONAL</p> <p>1.1. Supervisor de Turno. 1.2. Operador de Volquete.</p> <p>2. EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL</p> <p>2.1. Casco tipo Jockey. 2.2. Barbiquejo de Seguridad. 2.3. Anteojos de seguridad. 2.4. Protector auditivo. (Tapones auditivos / orejeras) 2.5. Respirador para Polvo. 2.6. Mameluco con cinta reflectiva. 2.7. Chalecos con cinta reflectiva. 2.8. Guantes de badana 2.9. Zapatos de cuero con punta de acero.</p> <p>3. EQUIPO / HERRAMIENTAS / MATERIALES</p> <p>3.1. Volquetes. 3.2. Lámpara minera (turno noche) 3.3. 02 tacos de seguridad. 3.4. 02 conos de seguridad con cintas reflectivas de 0.80m de altura. 3.5. Extintor de 09 Kg. 3.6. Lampa y pico 3.7. Cable de Remolque. 3.8. Botiquín de Primeros Auxilios. 3.9. Gata hidráulica. 3.10. Medidor de aire para neumáticos. 3.11. Llanta de repuesto. 3.12. Kit anti derrame</p>
<p>4. PROCEDIMIENTO</p> <p>4.1. El Operador de Volquete asistirá al instructivo (10 minutos), con el uso adecuado de su EPP (Equipo de Protección Personal) portando su autorización interna de manejo de volquete (Fotocheck).</p> <p>4.2. El supervisor coordinará con el jefe de Guardia y/o Supervisor turno del Área, luego realizará la entrega del orden de trabajo a los operadores especificando el trabajo a realizar con el Croquis respectivo.</p> <p>4.3. El Operador rellenara el Check List de pre uso del volquete verificando las condiciones generales del equipo como niveles de aceite, fugas y dispositivos de seguridad (Baliza, alarma de retroceso, extintor, cinturón) y deberá realizar el IPERC respectivo, para que su Supervisor pueda firmar dichas herramientas de gestión.</p> <p>4.4. Para la operación del Equipo el Operador debe considerar:</p> <ul style="list-style-type: none">- Para subir o bajar de su equipo deberá utilizar los tres puntos de apoyo.- Por ningún motivo abandone su unidad con el motor encendido.- Para dar inicio de sus actividades propia de la operación deberá encender su baliza

Figura 2.5: Un PETS para el transporte de relave con volquete.

Fuente: Kiebrani SAC.

En la figura 2.6, se puede apreciar las partes que componen generalmente un PETS, como: el personal involucrado, el EPP a usar, los materiales – equipos – herramientas empleados en la tarea, y el procedimiento a seguir para la tarea.

2.2.2.7. EL IPERC

Según refiere Minsur S.A. (2016), el IPERC es la abreviatura del proceso sistemático utilizado para identificar los peligros, evaluar los riesgos y sus impactos para implementar los controles adecuados. Con el propósito de reducir los riesgos a niveles establecidos según las normas vigentes. Existen dos tipos de IPERC: de línea base y continuo. El IPERC de línea base contiene una evaluación en general y resumida de los peligros y riesgos de la tarea. Mientras que, el IPERC continuo, está sujeto a la variabilidad de la faena realizada y el cual se verifica en campo efectuada por el líder post entrenamiento del colaborador y permite evaluar el cumplimiento del PETS, así como las necesidades de mejora del mismo. Véase la siguiente imagen:

DIVISION MINERA BRECA																					
MINSUR		IPERC CONTINUO						UNIDAD MINERA SAN RAFAEL													
IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS/ASPECTOS, EVALUACIÓN DE RIESGOS/IMPACTOS Y DETERMINACIÓN DE CONTROLES																					
Código: F-SR-SSO-12						Versión: V-03															
Tipo de Documento: Formato						Página: 1 de 1															
NOMBRES Y APELLIDOS		FIRMA		MATRIZ DE EVALUACION DE RIESGOS						AREA : _____											
DATOS DE LOS TRABAJADORES PARTICIPANTES DE LA ACTIVIDAD				SEVERIDAD	PROBABILIDAD					LABOR / LUGAR : _____											
					Catastrófico	1	1	2	4	7	11	NIVEL: _____ ZONA: _____									
					Fatalidad	2	3	5	8	12	16	EMPRESA: _____									
					Permanente	3	6	9	13	17	20	FECHA: _____ HORA: _____									
					Temporal	4	10	14	18	21	23	ACTIVIDAD ANALIZADA									
				Menor	5	15	19	22	24	25	1) Actividad Rutinaria										
				Alto	A	B	C	D	E	2) Actividades No Rutinarias											
				Medio	Común	Ha sucedido	Podría suceder	Raro que suceda	Practicamente imposible	3) Trabajos de Alto Riesgo											
				Bajo						4) Otros: _____											
				Riesgo de exposición:	<table border="1"> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> <tr> <td>1 o más colaboradores afectados varias veces al día</td> <td>1 o 2 colaboradores afectados varias veces al día</td> <td>1 o 3 colaboradores afectados varias veces al día</td> <td>1 o 4 colaboradores afectados varias veces al día</td> <td>1 o 5 colaboradores afectados varias veces al día</td> </tr> </table>					1	2	3	4	5	1 o más colaboradores afectados varias veces al día	1 o 2 colaboradores afectados varias veces al día	1 o 3 colaboradores afectados varias veces al día	1 o 4 colaboradores afectados varias veces al día	1 o 5 colaboradores afectados varias veces al día	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD:	
1	2	3	4	5																	
1 o más colaboradores afectados varias veces al día	1 o 2 colaboradores afectados varias veces al día	1 o 3 colaboradores afectados varias veces al día	1 o 4 colaboradores afectados varias veces al día	1 o 5 colaboradores afectados varias veces al día																	
				Frecuencia de exposición al riesgo:																	
				Riesgo de exposición:																	
				Frecuencia de exposición al riesgo:																	
				Sistema: Seguridad [] Salud Ocupacional []																	
				Condición: Normal [] Anormal [] Emergencia []																	
PELIGRO ¿QUÉ PUEDE DAÑAR?		RIESGO ¿QUÉ PUEDE PASAR?		Riesgo Base (Alto, Medio, Bajo)		CONTROLES ¿QUÉ PUEDO HACER?				Riesgo Residual (Alto, Medio, Bajo)											
Fuente, Situación o Acto Peligroso / Elemento de Actividad, Producto, Servicio		Posible Evento o Exposición Peligrosa		A M B		FUENTE: Eliminación, Sustitución, Control de Ingeniería MEDIO: Señalización, Alertas y/o Controles Administrativos RECEPTOR: Equipo de Protección Personal.				A M B											

Figura 2.6: Un IPERC continuo establecido por San Rafael. Minsur S.A.

Fuente: (San Rafael Minsur S.A.).

2.2.3. Seguridad basada en el comportamiento (SBC)

2.2.3.1. Concepto y definición

De acuerdo a Villanueva *et al.* (2017), la SBC es una herramienta de gestión basada en la observación de las conductas seguras en el lugar de trabajo y cuya finalidad es reforzar y mejorar el desempeño o comportamiento seguro de todos los componentes de una organización.



La SBC se enfoca principalmente sobre el Factor Humano teniendo como lineamiento principal: “Querer trabajar seguro”. Por ello, la SBC es una metodología dirigida a “educar” a los trabajadores y arraigarles los principios básicos de la prevención de riesgos laborales; de tal forma que, la seguridad y salud sea un valor en las personas y como un valor de la organización.

2.2.3.2. La actitud sobre la conducta y el comportamiento

Conforme a Villanueva *et al.* (2017), modificar el comportamiento es más fácil que modificar la actitud, empero, con el tiempo se puede modificar la actitud.

De los tres componentes, el comportamiento es el único que se puede medir y observar; mientras que, no se puede observar lo que una persona piensa. Asimismo, el conocimiento no es garantía de cambio de actitudes, es una condición necesaria pero no suficiente para ello; ya que el conocimiento teórico no propicia las realizaciones, esto es, que el saber hacer las cosas no implica el cómo hacerlas, ni hacerlas, al fin y al cabo. Tampoco se puede observar las emociones o sentimientos de un trabajador, sin embargo, si se puede afirmar que influye sobre el desempeño del trabajador.

Entonces, por lo general cuando se tiene un buen sistema integrado de gestión de seguridad y salud ocupacional, se puede sumar dos componentes: el conocimiento y la emoción; por lo que SBC busca reforzar el comportamiento observando lo que hace y lo que no hace el trabajador. Esto se hace paso a paso, verificando primero la conducta que es un acto singular de una persona para luego evaluar el comportamiento que es un conjunto de conductas. Tanto la conducta como el comportamiento (actos) son observables y medibles; lo cual pueden ser mejoradas/permutadas para mejorar la seguridad en el trabajo. En resumen, la SBC puede lograr una actitud en el trabajador para laboral de forma segura.

2.2.3.3. Ámbito de aplicación de la SBC

Según refieren Villanueva *et al.* (2017), la herramienta de gestión de la SBC no siempre puede ser aplicada. Como se mencionó en el punto anterior, el comportamiento es componente de la actitud junto al conocimiento y la emoción; con lo que de nada serviría tratar de modificar el comportamiento si no hay conocimiento y si no hay buenas emociones. Por ello, para aplicar de forma exitosa la SBC, la empresa y/u organización debe contar con sistema integrado de gestión de seguridad y salud ocupación consolidado,

donde las condiciones de seguridad e higiene estén superadas, donde se haya “empoderado” a los trabajadores sobre los riesgos, su identificación, las medidas preventivas y protectoras aplicables; es decir, en organizaciones donde **se puede trabajar seguro** y donde sus trabajadores **saben trabajar seguro**. Esta metodología no tiene mucho sentido en organizaciones con equipos, maquinaria, condiciones ambientales deficientes, métodos de trabajo inseguros o para suplir las deficiencias en materia de información y formación.

2.2.3.4. Teoría tricondicional de la SBC

Según se define en Villanueva *et al.* (2017), la SBC es una metodología dirigida a establecer, mantener y aumentar el comportamiento seguro. Esta metodología se basa en la teoría tricondicional del comportamiento seguro, la cual se detalla en la siguiente imagen:

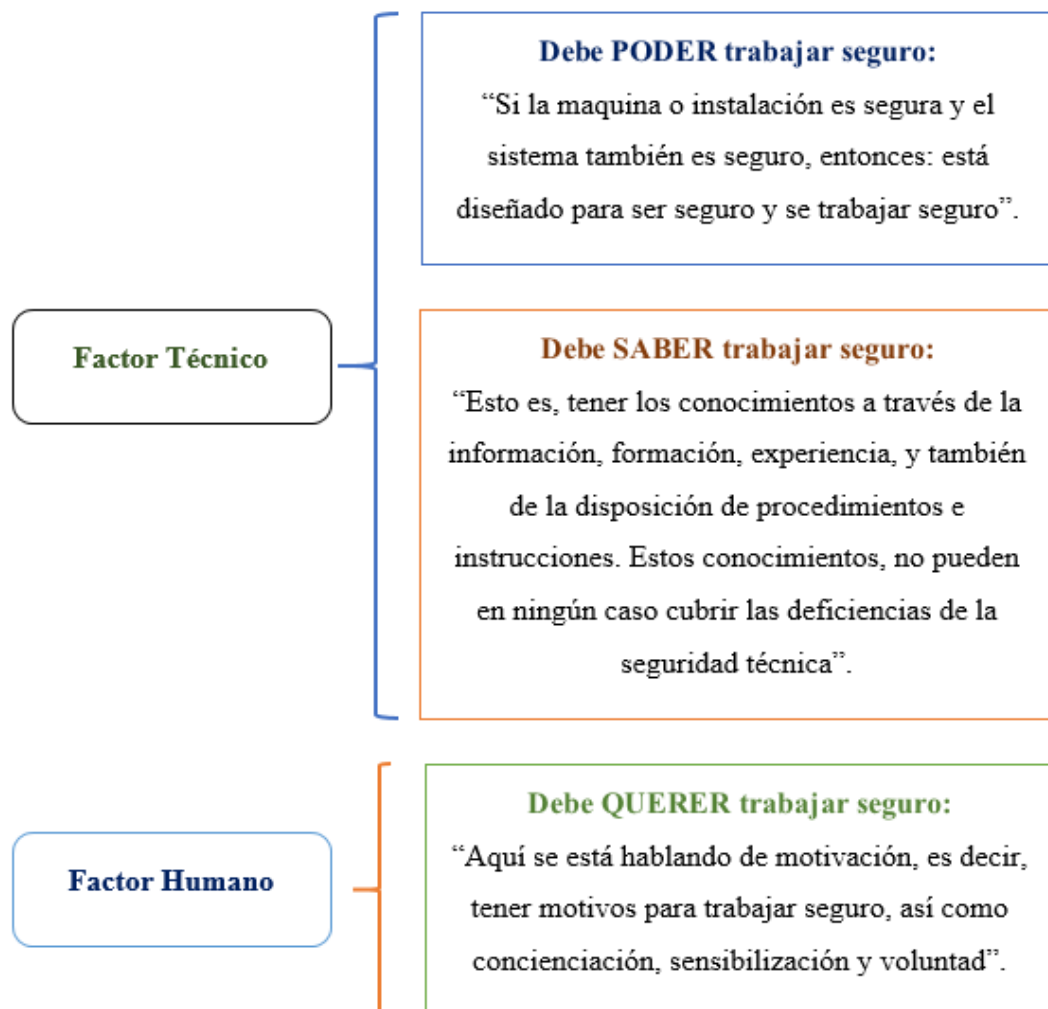


Figura 2.7: Esquema de la teoría tricondicional del comportamiento seguro.
Fuente: (Villanueva, 2017).

2.2.3.5. Principios y fundamentos de la SBC

Conforme a Villanueva *et al.* (2017), la SBC posee 7 principios y fundamentos para que esta herramienta de gestión de la seguridad pueda ser aplicado con éxito. Estos son:

1.- Basada en la observación de la conducta - comportamiento:

Los programas de SBC se basan en observar el comportamiento real, tangible y observable de los trabajadores y esto incluye tanto observar lo que la gente hace como aquello que deja de hacer. La observación debe permitir diferenciar entre comportamientos seguros e inseguros.

El proceso de observación en un programa de SBC debe ser permanente, e incluir observaciones planeadas y no planeadas.

2.- Basada en la observación de factores externos:

Debemos observar aquellos elementos tangibles, medibles, factores externos que afectan al comportamiento como la interacción social, la supervisión, la gestión directiva, el liderazgo; ya que estos factores pueden promover o aceptar comportamientos de riesgo y por tanto inseguros.

3.- Dirigir con activadores y motivar con consecuentes:

¿Por qué hacemos algo? Porque queremos algo, porque esperamos una recompensa.

Un activador es un estímulo que, percibido por el usuario, desencadena una determinada conducta o comportamiento.

El activador funciona porque el usuario ha aprendido que, si realiza esa conducta después de presentarse ese activador, obtendrá una recompensa o evitará un castigo.

Los activadores son de especial importancia ya que su fuerza o poder radica en la fuerza de las consecuencias que desencadene.

Los programas de SBC tienen como objetivo diseñar y trabajar el modelo de aprendizaje ABC. Véase la siguiente figura:

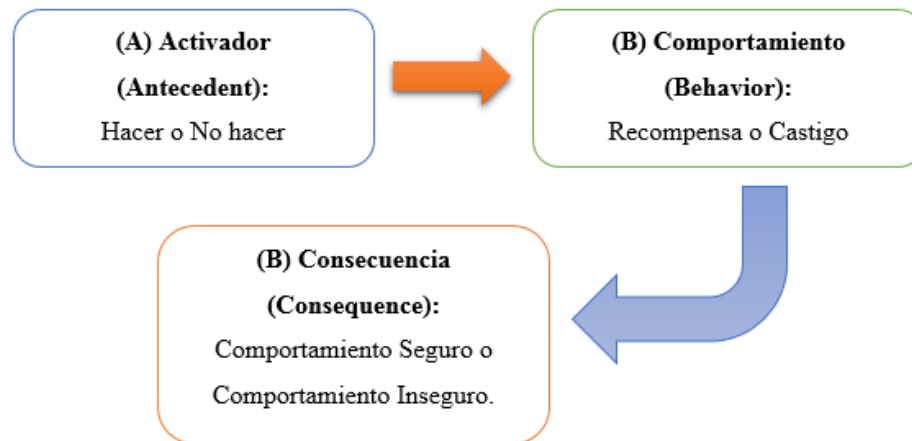


Figura 2.8: Modelo de aprendizaje ABC.

Fuente: (Villanueva, 2017).

4.- Orientada a consecuencias positivas:

Se trata de motivar el comportamiento seguro a través de consecuencias positivas. La SBC trata de identificar las consecuencias que están reforzando a los comportamientos inseguros y eliminarlas o reducirlos. En otro orden, la SBC tendrá que crear o potenciar a aquellas consecuencias que refuercen a los comportamientos seguros.

5.- Aplicar método científico de control:

Aplicar un método de control cuantificable, riguroso y de manera continua que permita determinar objetivamente si los resultados obtenidos con el programa son positivos, en qué términos, incluso su valor económico. Ésta es una característica imprescindible de esta herramienta de gestión, la medición del desempeño. Para ello se puede emplear la secuencia DOIT.

D = Definir las conductas objetivo, las conductas clave.

O = Observar las conductas para tener la línea base.

I = Intervenir sobre las conductas.

T = Realizar test, esto es, medir el impacto del método.

6.- Basada en la mejora continua, es decir, utilizar los resultados para retroalimentar el sistema:

Los resultados deben servir para la mejora continua del programa. Un programa de SBC debe ser flexible e ir adaptándose según los resultados en aras a una mayor eficacia

del mismo. La secuencia DOIT, es similar al conocido ciclo de mejora continua PDCA (Plan, Do, Check, Act) permitiendo introducir o adaptar no solo la fase de intervención, sino también en el reenfoque de las observaciones o en las conductas objetivo.

7.- Considerar los sentimientos y emociones:

Un cambio en el comportamiento es eficaz si éste es sostenido en el tiempo. Para que sea sostenible en el tiempo el nuevo comportamiento debe inducir a su vez a un cambio en las actitudes. Por ello, es importante enfatizar y desarrollar sentimientos positivos, consolidar las actitudes positivas y estimular el aprendizaje y participación favoreciendo el autocontrol de la seguridad.

2.2.3.6. Proceso de aplicación de la SBC

En Villanueva *et al.* (2017), se detalla un proceso de aplicación que contempla los 7 principios de la SBC. Este proceso refiere a una secuencia sistémica de la aplicación de la SBC en un periodo de tiempo; y el cual se detalla a continuación:

a: Diagnóstico:

Realizar un diagnóstico es el primer paso para aplicar la SBC. Ello ha de permitir saber el estado inicial de la seguridad en el trabajo; con lo cual se creará una línea de base que se pueda utilizar para medir la intervención de la SBC. Esto debe ser realizado por el responsable del programa de seguridad y salud ocupacional, así como del equipo componente. El plazo de ejecución no debe ser mayor a 3 meses y cada área debe ser diagnosticada semanalmente.

b: Inducción:

El componente del conocimiento es importante. Por ello, se debe realizar inducciones con el que se pueda introducir y reforzar el conocimiento de seguridad. Asimismo, la inducción debe ser utilizada para sensibilizar a los trabajadores con casos verídicos en la sucesión de accidentes. Es decir, se debe sumar el componente de emoción para reforzar el aprendizaje. Las inducciones son eventuales que deben ser realizadas en periodos de tiempo de 4 a 8 horas por mes. Esto debe ser realizado por el equipo de seguridad y salud ocupacional.



c: Charlas de seguridad:

Las charlas de seguridad deben también reforzar los conocimientos de seguridad de los trabajadores, debe ser utilizado para motivar a los trabajadores y retroalimentar sucesos en especial.

En las charlas de seguridad deben tratarse temas en específico y son muy distintas a las charlas de 5 minutos. Estas deben ser realizadas semanalmente por el responsable de la seguridad y salud ocupacional.

d: Inspección en los puestos de trabajo:

Para la observación de las conductas es necesario crear un cronograma mensual con varios observadores para la inspección de los trabajadores en sus puestos de trabajo. La inspección debe hacerse por semana y en distintas áreas en un intervalo de tiempo de 15 a 20 min.

Para ello deben usarse cartillas de observación o tarjetas en los cuales se pueda anotar las observaciones de las conductas inseguras y seguras. Este debe ser realizado por el equipo de seguridad y salud ocupacional, el cual debe asignar a sus observadores semanales.

e: Confrontación de los trabajadores y uso de activadores:

Es un paso fundamental en la aplicación del SBC; ya que habiéndose medido los comportamientos seguros e inseguros del trabajador en su desempeño laboral usando la tarjeta de observación, es importante confrontarlo de forma cordial para indicarle las conductas seguras y riesgosas que pudo haber realizado.

En esta confrontación se debe sensibilizar y explicar al trabajador que las conductas riesgosas le podrían causar algún accidente, asimismo, se le debe felicitar las conductas seguras que haya realizado (activadores); y por último se debe fijar objetivos de mejora para una próxima inspección.

f: Recolección de las inspecciones y creación de la data:

Las cartillas de observación deben ser organizadas por semanas e ingresadas a una data general para su posterior evaluación mensual. Esto debe ser realizado por el equipo de seguridad y salud ocupacional.



g: Evaluación:

Toda la data debe ser estadísticamente analizada por el responsable de la seguridad y salud ocupacional. Se debe determinar el número de conductas seguras y el número de conductas riesgosas. Después debe determinarse el porcentaje de comportamiento seguro (%PCS); las conductas riesgosas frecuentes, el porqué del comportamiento riesgoso en base a la tri condicionalidad del comportamiento seguro. También se debe cotejar el número de accidentes antes y después de la aplicación de la SBC y por último, cuantificar los índices de accidentes. Esta evaluación debe hacerse mensualmente.

h: Mejora Continúa:

Finalmente, se debe retroalimentar los resultados obtenidos en la observación de comportamientos seguros, así como la evaluación. Ello debe permitir identificar las conductas riesgosas más recurrentes, el porcentaje de comportamiento seguro y su evaluación en el tiempo. También se debe señalar el efecto sobre el número de accidentes y por supuesto felicitar la participación, cambio y mejora de los trabajadores. La mejora continua debe realizarse mensualmente en las charlas de seguridad y debe estar a cargo el equipo de seguridad y salud ocupacional.

2.2.4. La seguridad basada en el comportamiento dentro del SIG

Según esta referido en Morales (2019), un sistema integrado de gestión (SIG) es la integración de los sistemas de Calidad, Medio Ambiente, y Seguridad y Salud en el Trabajo. Este sistema integrado de gestión tiene por objetivo asegurar el cumplimiento de los principios que rigen dicho sistema para sostener y agregar valor a la organización.

El sistema integrado de gestión (SIG) está regido por normas internacionales tales como: ISO 9001:2008 (calidad), ISO 14001:2004 (medio ambiente) y OHSAS 18001:2007 (seguridad y salud en el trabajo) con el propósito de crear una cultura de calidad, prevención de riesgos laborales y respeto al medio ambiente.

Es por ello que, una falla en alguno de los tres pilares del SIG dentro de una operación minera puede generar un efecto directo sobre los productos. Por ejemplo, cuando en una operación se prioriza la productividad de cierto producto, es muy probable que se esté cumpliendo con la calidad (ISO 9001:2008), sin embargo, ello podría influir negativamente en la seguridad, así como en el medio ambiente.



2.2.4.1. Herramientas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo

Conforma a Solorzano *et al.* (2018), Una herramienta de gestión de la SST busca poner práctica un sistema integrado de gestión (SIG) en la operación diaria. Para ello, hace uso de documentos pre-establecidos y estandarizados que permitan conducir, guiar y poner en práctica la cultura de seguridad tanto por parte de los supervisores como por los trabajadores. Asimismo, las herramientas de gestión permiten medir, analizar y evaluar la aplicabilidad de un sistema integrado de gestión (SIG).

De acuerdo a Huisa *et al.* (2019), existen distintas herramientas de gestión, algunos de ellos son:

a: Check list de equipos:

Es una herramienta de gestión en el trabajo diseñada para reducir los errores provocados por los descuidos de la memoria en el ser humano.

b: PETAR:

Permiso Escrito para Trabajos de Alto Riesgo, es un documento donde se indica la secuencia de trabajo mediante el cual se autoriza a efectuar trabajos en zonas o ubicaciones que son peligrosas y consideradas de alto riesgo, dicho documento se elabora en el lugar de trabajo y es visado por los supervisores presentes.

c: Los Estándares:

Son niveles de referencia aceptados que contienen las condiciones de seguridad que deben estar implícitas en los procedimientos y métodos de trabajo, con el fin de orientar a los trabajadores en la manera de prevenir lesiones o daños materiales.

d: El IPERC continúo:

Proceso que permite a los trabajadores identificar peligros, evaluar riesgos y determinar controles de una manera rápida y eficiente antes y durante la ejecución de la tarea a realizar, a fin de controlar los peligros asociados a las mismas.



e: El VCT:

La verificación de ciclo de trabajo (VCT) es una técnica comprobada, que permite al supervisor conocer si el trabajador cumple o no todos los pasos de una tarea específica con máxima eficiencia, de acuerdo a su PETS.

f: La SBC:

La seguridad basada en el comportamiento (SBC), el cual se ha desarrollado ampliamente en el punto 2.2.4, y cabe recalcar que no es un SIG, sino una herramienta de gestión que forma parte del SIG.

2.3. Formulación de la hipótesis

2.3.1. Hipótesis general

Al implementar la seguridad basada en el comportamiento en la planta pre-concentración de la U.M. San Rafael se reducen la frecuencia de accidentes e incidentes causados por conductas riesgosas.

2.3.2. Hipótesis específicas

- El comportamiento riesgoso se puede cambiar por un comportamiento seguro implementando la seguridad basada en el comportamiento en el personal que trabaja en la planta pre concentración de la U.M. San Rafael.
- La frecuencia de accidentes e incidentes causados por el comportamiento riesgoso se logra reducir al promoverse el comportamiento seguro al personal que labora en la planta pre concentración de la U.M. San Rafael.



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Diseño metodológico

3.1.1. Tipo de investigación

Esta investigación es de tipo descriptivo - aplicativo.

Es descriptivo, pues a través de la seguridad basada en el comportamiento (SBC) que es una herramienta de gestión de la seguridad y salud ocupacional, se describen las conductas riesgosas que realizaban los trabajadores y eran observados en las cartillas de observación. Estas conductas riesgosas (comportamiento riesgoso) causaban incidentes y accidentes a los trabajadores que laboran en la planta de pre concentración de la Mina San Rafael.

Es aplicativo, ya que habiéndose implementado la seguridad basada en el comportamiento (SBC) para promover conductas seguras al personal que labora en la planta de pre concentración de la mina San Rafael, se busca como objetivo final reducir la frecuencia de incidentes y accidentes. Esto pues, eleva a la operación de producción la mina San Rafael con cero accidentes, es decir, se alinea a los objetivos de la política de seguridad y salud ocupacional.

3.1.2. Alcance

El alcance de esta investigación es correlacional, pues se midió la causa y el efecto; siendo la causa, la implementación de la herramienta de gestión de la seguridad basada en el comportamiento (SBC) al personal de la planta de pre concentración; sobre el efecto,



el cual fue la frecuencia de accidentes e incidentes causados por el comportamiento riesgoso.

3.1.3. Diseño de la investigación

El diseño de esta investigación fue de tipo experimental, desarrollándose de la siguiente manera:

Primero: Se hizo un diagnóstico de la cantidad de accidentes e incidentes sucedidos en el año 2017; así como el estado de la aplicación del programa anual de seguridad y salud ocupacional en la mina San Rafael y su derivación en la planta de pre concentración.

Segundo: Se implementó la seguridad basada en el comportamiento (SBC) que es una herramienta de gestión de la seguridad y salud ocupacional, el cual tenía como punto de partida el diagnóstico y prosiguió con la inducción y las charlas de seguridad, para posteriormente medir el comportamiento seguro del personal y cuantificar las conductas seguras y conductas riesgosas. Asimismo, se aplicó los activadores para fomentar una mejora en el comportamiento seguro del personal.

Tercero: Se hizo una evaluación para una mejora continua del comportamiento seguro, reforzando los conocimientos, sensibilizando y motivando al personal para que cambie su comportamiento riesgoso por un comportamiento seguro. El ciclo de observación del comportamiento seguro siguió para medir los cambios.

Cuarto: Se analizó la estadística de accidentes e incidentes del año 2018 para medir la efectividad de la implementación de la seguridad basada en el comportamiento (SBC), luego se hizo un comparativo con la estadística del año 2017.

3.2. Población y muestra

3.2.1. La población

Para este estudio de investigación la población fue la planta de pre concentración de la mina San Rafael donde se realiza la clasificación del mineral por medio de un Sorter.

3.2.2. La muestra

Las muestras corresponden a los trabajadores que laboran dentro de planta de pre concentración los cuales se dividen en 4 rubros: los operadores de planta que realizan verificación de tolvas y fajas; los mecánicos y electricistas que hacen el mantenimiento

de mallas y otros equipos; los operadores de equipos pesado encargados del traslado de material hacia planta y retiro de desmonte con equipos pesados; y los de limpieza que realizan el retiro de material excedente de las fajas y tolvas mediante el uso de paletas y carretillas así mismo, para la línea de base se tiene a la estadística de incidentes y accidentes del año 2017 por parte de la Mina Minsur.

3.3. Definición y operacionalización de variables

Las variables de esta investigación son:

a) Variable dependiente

Frecuencia de accidentes e incidentes.

b) Variable independiente

Aplicación de la seguridad basada en el comportamiento (SBC). Bajo la premisa anterior se tiene la siguiente operacionalización de la variable independiente:

Tabla 3.1.: Modos y tiempo de accesibilidad a la Mina San Rafael.

VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍNDICES
Aplicación de la Seguridad Basada en el Comportamiento (SBC)	Inducción y Charlas de Seguridad	Inducción de seguridad	h/mes
		Charlas de seguridad	h/semana
	Observación del comportamiento seguro	Conductas seguras	# N°
		Conductas riesgosas	# N°
		% de comportamiento seguro	%
		Tri condicionalidad	Categoría
	Evaluación y Mejora Continua	Comportamiento seguro prevalente	%/mes
		Objetivos de mejora prevalente	N°/mes

Fuente: Tesista.

3.4. Técnicas de recolección de datos

Las técnicas empleadas para recolectar los datos utilizados en este estudio se hicieron conforme a cada variable de la investigación. De forma resumida se puede apreciar los esquemas en las siguientes figuras:

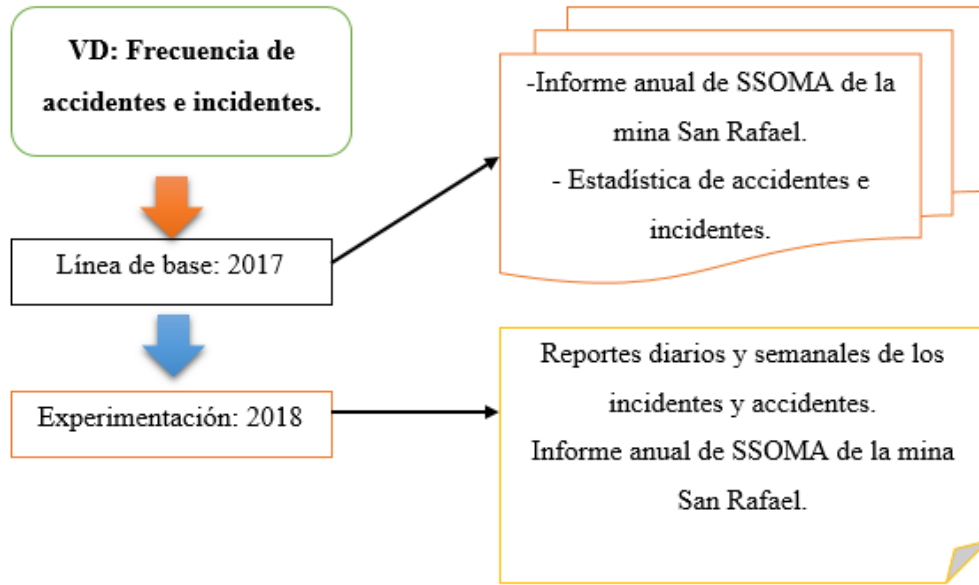


Figura 3.1: Esquema de recolección de datos para la variable dependiente.

Fuente: Tesista.

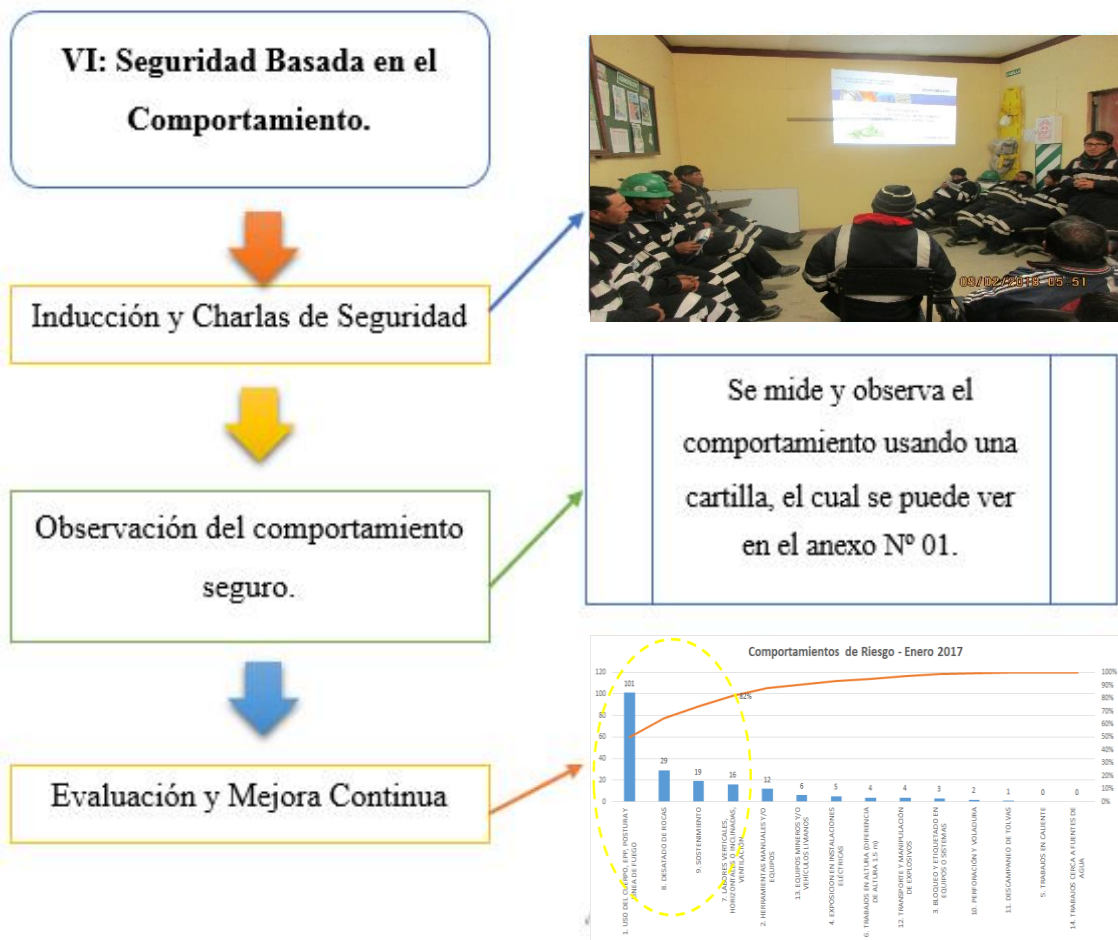


Figura 3.2: Esquema de recolección de datos para la variable independiente.

Fuente: Tesista.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Caracterización del área de estudio

4.1.1. Ubicación y acceso

La Unidad Minera San Rafael está localizada en las estribaciones occidentales de la Cordillera de Carabaya que es un segmento de la Cordillera Oriental del Sureste Peruano. La Mina San Rafael esta al suroeste del Nevado San Bartolomé de Quenamari a 5299 m.s.n.m.

Políticamente está en el Distrito de Antauta, Provincia de Melgar del Departamento de Puno, en las coordenadas geográficas $70^{\circ}19'$ longitud oeste y $14^{\circ}14'$ latitud sur, o en las coordenadas UTM 357,730 E y 8'426,570 N. La vista geográfica de la ubicación de la mina San Rafael se puede ver en el anexo N° 02.

El acceso por vía terrestre se realiza por carretera asfaltada en los tramos de Lima a Arequipa y de Arequipa a Juliaca; a partir de la ciudad de Juliaca existen dos rutas: Pucará - Asillo - San Rafael y Azángaro - San Rafael, ambas con el 95% asfaltado y con un recorrido de aproximadamente 180 km.

Para el acceso aéreo, cuenta con el aeropuerto comercial “Inca Manco Cápac” en la ciudad de Juliaca, y con un campo de aterrizaje para aviones de fuselaje corto en instalaciones de San Rafael a una altitud de 4350 m.s.n.m. Véase la siguiente tabla:

Tabla 4.1.: Modos y tiempo de accesibilidad a la Mina San Rafael.

Vía Aérea				
Modo	Desde	Hasta	Distancia (Km)	Tiempo (horas)
Opción 1	Lima	Mina	1,359	2.00
Opción 2	Lima	Juliaca	1,273	1.20

Vía Terrestre				
Tramo	Desde	Hasta	Distancia (Km)	Tiempo (horas)
Tramo 1	Lima	Arequipa	1,000	18.00
Tramo 2	Arequipa	Juliaca	280	5.00
Tramo 3	Juliaca	Antauta	180	4.00

Fuente: Mina San Rafael – Minsur.

4.1.2. Geología del yacimiento

La geología del yacimiento de la mina San Rafael se describe de la siguiente manera:

4.1.2.1. Geología regional

En la región abunda una gruesa secuencia marina de Paleozoico inferior, como lutitas, areniscas, filitas, pizarras y cuarcitas de la formación Sandía, de edad Ordoviciano superior y lutitas intercaladas con cuarcitas del grupo Ananea del Devónico-Silúrico, que han sufrido los efectos de la tectónica compresiva herciniana final, representada por areniscas y lutitas del grupo Ambo, de edad Missisipiana; lutitas y calizas del grupo Tarma, de edad Pensilvaniana y calizas del grupo Copocabana de edad Pérmico inferior. El tectonismo anterior fue seguido por un levantamiento continental que dio origen a los levantamientos continentales y volcanismo del grupo Mitu, de edad Pérmico Medio-Superior, sobre los cuales se depositaron secuencias calcáreas, arenosas y lutíticas del Mesozoico.

4.1.2.2. Geología local

En el área de la mina afloran las filitas, pizarras y cuarcitas de la formación Sandía (Ordoviciano superior) las mismas que están frecuentemente plegados y fallados, siendo más abundantes las pizarras. Estos sedimentos son intruidos por cuerpos botolíticos de edad triásica y por stock terciarios de composición granítica principalmente, habiendo dos stocks, uno en la mina San Rafael, denominado San Bartolomé de Quenamari y otro en la mina Carabaya, en el nevado San Francisco de Quenamari.



La mineralización del distrito minero San Rafael, es el origen hidrotermal y está en vetas del tipo relleno de fracturas, tanto en pizarras como en intrusivo y de re emplazamiento formando bolsones mineralizados en el intrusivo principalmente.

Los afloramientos de las vetas corresponden a fallas pre-minerales, que tienen rumbos promedio N 10° - 60° W y buzamientos entre 40° - 75° NE.

4.1.2.3. Geología económica

El mineral económico principal es la Casiterita (SnO₂), del que se obtiene el estaño y en menor proporción: estannita. Este mineral ha surgido de una etapa compleja de paragénesis que tiene 4 eventos principales de mineralización hipogénicos en la veta San Rafael las cuales contribuyeron a la secuencia de mineralización. Estos son:

a. Primera etapa: Vetas de Cuarzo – Turmalina:

Vetillas de turmalina, vetas de cuarzo-turmalina y brechas de turmalina. Esta etapa no tiene valores económicos. Las temperaturas de homogenización de las inclusiones fluidas varían entre 385°C a 545°C y las salinidades entre 38 a 60 % de NaCl equivalente en peso.

b. Segunda etapa: Caserita Botroidal-Cuarzo-Clorita:

Esta es la más importante etapa de la mineralización de San Rafael. La casiterita botroidal está formada por agregados formados por la precipitación de una o más capas de casiterita megascópicas, con formas curvas y groseramente hemisféricas. Esta variedad de caserita es llamada estaño madera (*wood tin*) y es de color marrón claro a marrón. En esta etapa hay también abundante clorita y cuarzo, y cantidades menores de calcopirita, wolframita, scheelita, arsenopirita. A menudo se encuentra clorita finamente intercalada con casiterita botroidal. En algunos casos, la casiterita botroidal está recubierta por una fina capa de un mineral de color amarillo claro llamado valamorfitita.

Las temperaturas de homogenización de las inclusiones fluidas varían entre 220°C a 400°C y las salinidades entre 5 a 18% de NaCl equivalente en peso.

c. Tercera etapa: Calcopirita-Casiterita acicular-Cuarzo-Clorita:

Es la etapa principal de los sulfuros, con calcopirita asociada con esfalerita, galena, pirita, arsenopirita, pirrotita, estannita, fluorita, bismuto nativo, clorita, cuarzo, adularia

y poca casiterita. La casiterita acicular (*needle tin*) está en agregados radiales. La clorita y cuarzo son los minerales de ganga más abundantes. Kontak (1984) sostiene que en una etapa final de esta mineralización la pirrotita fue convertida a marcasita, arsenopirita, pirita y siderita. Las temperaturas de homogenización de las inclusiones fluidas varían entre 210°C-420°C y la salinidad entre 18% de NaCl equivalente en peso.

d. Cuarta etapa: Vetas de Cuarzo-Calcita:

Vetas de cuarzo y Calcita, las últimas con trazas de calcopirita y alteración clorítica. Estas vetas son de pocos cm. a 12 cm. o más de potencia. Las temperaturas de homogenización varían entre 190°C a 290°C y las salinidades entre 1 y 5% de NaCl equivalente en peso.

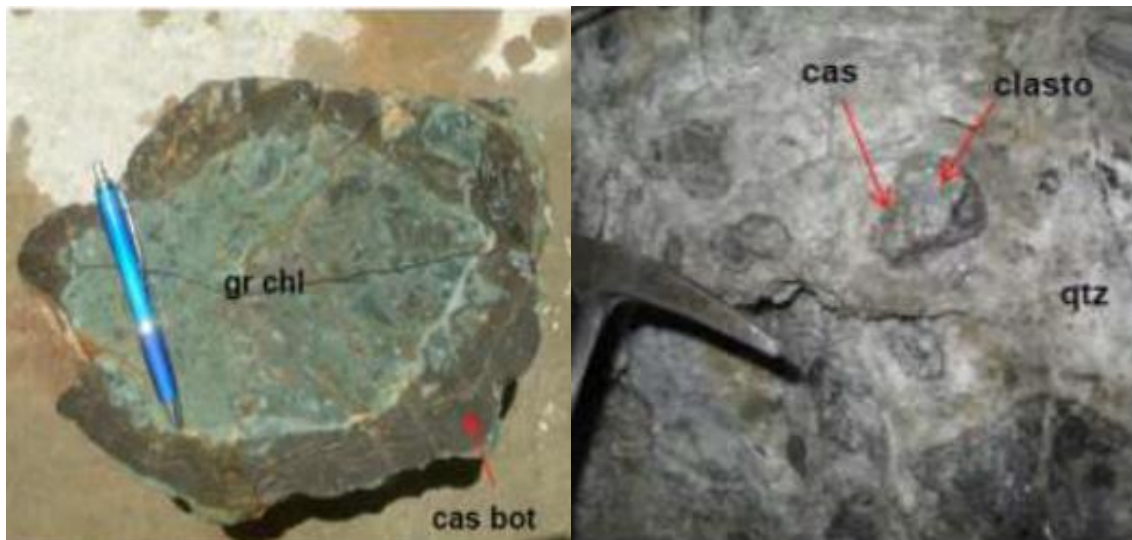


Figura 4.1: Casiterita botroidal y Casiterita en forma de aureolas.
Fuente: (Valdivia, 2017).

4.1.3. Proceso de concentración del mineral

Para concentrar el mineral o pulpa con contenido de Estaño (Sn), este pasa por un amplio proceso de tratamiento que se lleva a cabo en la planta de concentración de la mina San Rafael – Minsur S.A. En forma resumida, este proceso se separó en 4 etapas que se puede ver en las siguientes imágenes:



Figura 4.2: Vista esquemática de la etapa 1 del procesamiento.
Fuente: (Cjanahui, 2017).



Figura 4.3: Vista esquemática de la etapa 2 del procesamiento.
Fuente: (Cjanahui, 2017).

El ore sorting:
El mineral es clasificado por el proceso sorting. El mineral es puesto a un stock de pre concentrado. El desmonte es llevado al botadero.



Figura 4.4: Vista esquemática de la etapa 3 del procesamiento.
Fuente: (Cjanahuri, 2017).

Molienda, clasificación y flotación del mineral.
El mineral pre concentrado es molido, clasificado hidrociclones, mesas y flotado en las celdas.

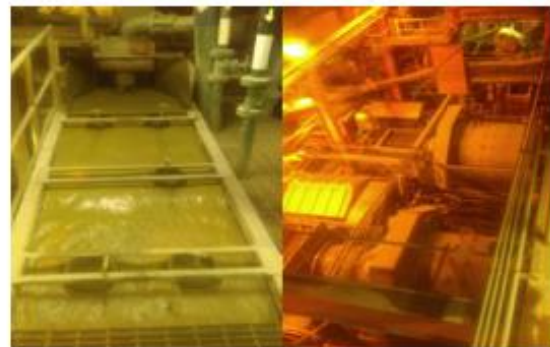


Figura 4.5: Vista esquemática de la etapa 4 del procesamiento.
Fuente: (Cjanahuri, 2017).

4.1.4. La pre-concentración del mineral (*ore sorting*)

El proceso de pre-concentración de la mina San Rafael – Minsur S.A está capacitada para procesar 200 TM/h. Básicamente, el proceso inicia cuando el mineral es trasladado al “Ore Sorting” mediante camiones de 18 m³ para su chancado primario, pasando por los procesos de chancado secundario, terciario y preselección con un electroimán. Luego de ser reducido de tamaño, este mineral es transportado mediante fajas hacia la zona “Sorter”, en el que se realiza el proceso de selección de mineral – desmonte por medio de la lámpara de rayos X y un procesador que reconoce el mineral. Para la selección de mineral el procesador utiliza aire comprimido que separa el mineral del desmonte. Finalmente, el desmonte es depositado en un botadero y el mineral es transportado a la Planta de Concentración. La planta de pre – concentración (*ore sorting*) laboran 40 personas en dos guardias por días entre los que están supervisión, operadores de equipo pesado, mantenimiento y otros trabajadores más. El esquema completo y detallado del

proceso ore sorting de la mina San Rafael – Minsur S.A se puede apreciar en el anexo N° 03.

4.2. Implementando la seguridad basada en el comportamiento en la planta de pre-concentración de la Mina San Rafael

El primer objetivo específico de esta investigación es implementar la SBC para cambiar el comportamiento riesgoso por un comportamiento seguro en el personal que trabaja en la planta pre concentración en U.M. San Rafael. Para ello, este proceso tuvo lugar en el año 2018 en el sub área de pre concentración que pertenece al área de Planta de la mina San Rafael. El proceso fue paulatino y siguió los lineamientos de aplicación de la seguridad basada en el comportamiento. Véase a continuación en síntesis este proceso en la planta de pre concentración:

4.2.1. Diagnóstico de la seguridad

La mina San Rafael que pertenece a Minsur S.A. es pionera en trabajar con altos estándares de seguridad y salud ocupacional; asimismo en esta unidad minera se utiliza un sistema integrado de gestión de seguridad y salud ocupacional donde se ha **empoderado al trabajador**; esto es, una producción teniendo al trabajador como el recurso más valioso a cuidar dentro de sus operaciones. Esta convicción de trabajar seguro se da en todos sus procesos de producción, desde mina hasta construcción.

Por lo tanto, el sub área de pre – concentración (ore sorting) también está dentro del marco del sistema integrado de gestión de seguridad y salud ocupacional de la mina San Rafael. No obstante, de acuerdo a la estadística de accidentes e incidentes del año 2017, se ha suscitado hasta 29 accidentes e incidentes en la mina San Rafael. De los cuales, en pre – concentración se suscitó 7 accidentes e incidentes. Véase la siguiente tabla:

Tabla 4.2.: Accidentes ocurridos por empresas que laboran en la planta de pre concentración en el año 2017.

Empresas componentes	Número de Trabajadores	Número de Accidentes	Causa: Comportamiento riesgoso (CR)	% Pareto de CR
Minsur	4	1	1	14%
Confipetrol	8	2	2	29%
Comin	20	3	2	29%
Ramis	4	1	1	14%
Total:	36	7	6	86%

Fuente: Mina San Rafael – Minsur.

Según se aprecia en la tabla 4.2, del total de 7 accidentes, 6 se han generado teniendo como causa principal un comportamiento riesgoso, que se ha tipificado como el mal uso de los equipos mineros; incorrecto uso del EPP y mal uso de las herramientas de gestión.

En una distribución porcentual (Pareto), en el año 2017, el 86% de los accidentes ocurridos fueron ocasionados por un comportamiento riesgoso; siendo solo el 14% por una causa básica. Véase la siguiente figura:

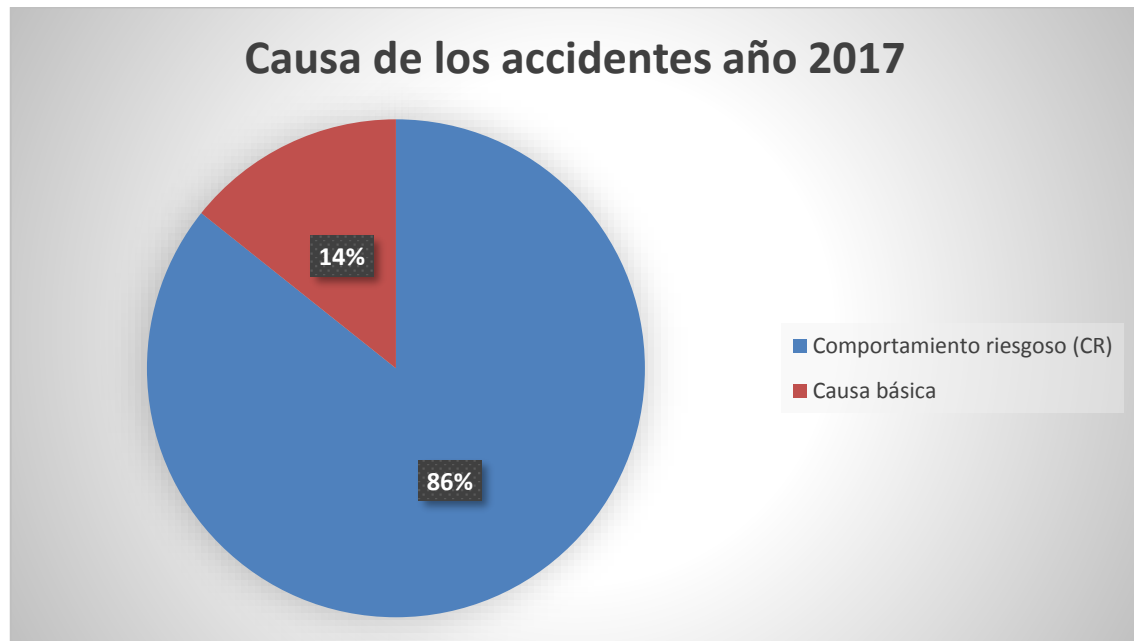


Figura 4.6: Distribución porcentual de los accidentes en el año 2017.

Fuente: Mina San Rafael - Minsur S.A.

Agregando también que dentro del 86% de accidentes a causa de un comportamiento riesgoso en la planta de pre concentración, la distribución porcentual de los accidentes por cada empresa que forma parte de este proceso, se tiene que en:

- Minsur que realiza la operación de la planta y supervisión presentó un 14% del total de los accidentes.
- Confipetrol que realiza el mantenimiento de la planta tuvo un 29% del total de los accidentes.
- Comin que realiza el transporte de material con equipo pesado a la planta y al desmonte tuvo un 29% (+14% por causa básica) del total de los accidentes.
- Ramis que realiza la limpieza de material excedente de tolvas y fajas contó con un 14% del total de los accidentes.

Ahora, dentro del marco de la teoría tri-condicional de la seguridad basada en el comportamiento (SBC), del total de accidentes por un comportamiento riesgoso que se registraron en el 2017, el 83% ha sido por la condición no quiere, es decir, han representado alguna conducta riesgosa; y solo el 17% fue por la condición no sabe, y esto se ha dado en el mal uso de las herramientas de gestión, en especial el llenado del IPERC continuo.

En tanto, los índices de accidentes que miden la seguridad y salud ocupacional en la planta de pre – concentración (ore sorting) para el año 2017, se puede apreciar en la siguiente tabla:

Tabla 4.3.: Índices de accidentes ocurridos en la planta de pre concentración del 2017.

Tipos de accidentes	Frecuencia	Días cargados	Índice de Frecuencia de A.		Índice de Severidad
			Real	Objetivo	
Con lesiones incapacitantes	1	600	0.19	0.07	
Con lesiones registrables	3	30	0.58	0.69	121.80
Eventos de alto potencial	3	0	0.58	0.52	
Total	7	630	IF - Real =	1.35	

Fuente: Mina San Rafael – Minsur.

De acuerdo a la tabla 4.3, el índice de frecuencia de accidentes (IF) en el año 2017 ha sido 1.35, el cual ha sido 5.47% mayor que el IF objetivo trazado en el programa anual de seguridad y salud ocupacional para la planta de pre – concentración, el cual era a 1.28; mientras que el índice de severidad de accidentes (IS) fue de 121.80, dando un índice de accidentabilidad (IA) igual a 0.165.

4.2.2. Inducción y charlas de seguridad

a: Inducción anual de seguridad:

La inducción de seguridad se hace en cumplimiento del artículo 74 del D.S. N° 024-EM (2016), por lo cual esta inducción se realiza cada mes en distintos días para que el personal, no solo para el sub área de pre-concentración, sino que también para todos los procesos productivos de la mina San Rafael, así como para todas las empresas que integran Minsur S.A. En el año 2018, esta inducción también se desarrolló a lo largo de todo el año. Véase la siguiente imagen:



Figura 4.7: Inducción de seguridad en la mina San Rafael.

Fuente: Mina San Rafael - Minsur S.A.

Los temas tratados en esta inducción de seguridad fueron los siguientes:

- 1) Gestión de la seguridad y salud ocupacional basada en el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional, con una duración de 8 horas.
- 2) Notificación, investigación y reporte de incidentes, incidentes peligrosos y accidentes de trabajo, con una duración de 8 horas.
- 3) Liderazgo y motivación, con una duración de 8 horas.
- 4) Seguridad basada en el comportamiento, con una duración de 8 horas.
- 5) Respuesta a emergencias por áreas específicas, con una duración de 8 horas.
- 6) IPERC, con una duración de 8 horas.
- 7) Trabajos en altura, con una duración de 8 horas.
- 8) Mapa de riesgos, con una duración de 8 horas.
- 9) El significado y el uso del código de señales y colores, con una duración de 8 horas.
- 10) Auditoría, Fiscalización e Inspección de Seguridad, con una duración de 8 horas.
- 11) Primeros auxilios, con una duración de 4 horas.
- 12) Prevención y protección contra incendios, con una duración de 4 horas.
- 13) Estándares y procedimientos de trabajo seguro por actividades, con una duración de 8 horas.



- 14) Higiene ocupacional (agentes físicos, químicos, biológicos), con una duración de 8 horas.
- 15) Ergonomía, con una duración de 8 horas.
- 16) Riesgos psicosociales, con una duración de 4 horas.
- 17) Manejo defensivo y/o transporte de personal, con una duración de 8 horas.
- 18) Comité de seguridad y salud ocupacional, con una duración de 4 horas.
- 19) Política de Seguridad y Salud Ocupacional, con una duración de 4 horas.
- 20) Reglamento Interno de Seguridad y Salud Ocupacional, con una duración de 4 horas.
- 21) Programa Anual de Seguridad y Salud Ocupacional, con una duración de 4 horas.
- 22) Seguridad en la oficina, con una duración de 4 horas.
- 23) Riesgos eléctricos, con una duración de 4 horas.
- 24) Disposición de residuos sólidos, con una duración de 4 horas.
- 25) Control de sustancias peligrosas, con una duración de 4 horas.
- 26) El uso de equipo de protección personal (EPP), con una duración de 4 horas.

b: Charlas de seguridad:

Las charlas de seguridad se realizan semanalmente y se tocan temas en es específico que generalmente están dirigidos a reforzar los conocimientos en seguridad y salud ocupacional en los procesos productivos del ore sorting. Para el caso de la planta de pre – concentración (ore sorting), estos temas se diversifican por zonas operativas, estos son:

1. Zona 1 de chancado y clasificación. -

Las charlas desarrolladas en el año 2018 dirigidas a la zona 1 fue de:

- a) Difusión del reglamento interno de transporte (RITRAN).
- b) Mapa de riesgos de la zona 1 que se actualiza cada mes, y el cual se puede ver a detalle en el anexo N° 04.
- c) Desarrollo y uso de la herramienta de gestión del IPERC continuo.
- d) Difusión de los PETS de seguridad por cada trabajo realizado.
- e) Manejo defensivo.
- f) Causas y hábitos para evitar el cansancio y somnolencia.
- g) Difusión de la seguridad basada en el comportamiento.

Estas charlas fueron realizadas por los supervisores y encargados de la seguridad y salud ocupacional. Véase la siguiente imagen:



Figura 4.8: Charlas de seguridad dirigido a la zona 1 de la planta de pre concentración.
Fuente: Mina San Rafael - Minsur S.A.

2. Zona 2 de ore sorting

Las charlas desarrolladas en el año 2018 dirigidas a la zona 2 fue de:

- a) Orden y limpieza.
- b) Difusión de la seguridad basada en el comportamiento.
- c) Uso estandarizado de tableros eléctricos con sistema de protección diferencial.
- d) Mapa de riesgos de la zona 2 que se actualiza cada mes, y el cual se puede ver a detalle en el anexo N° 05.
- e) Uso correcto de los EPPs.
- f) Empleo de herramientas estandarizadas y condiciones sub estándares.
- g) Certificación del personal para actividades críticas en riesgo eléctrico.
- h) Difusión del uso de candados *Lock Out*.

Estas charlas también fueron realizadas por los supervisores y encargados de la seguridad y salud ocupacional. Véase la siguiente imagen:



Figura 4.9: Charlas de seguridad dirigido a la zona 2 de la planta de pre concentración.
Fuente: Mina San Rafael - Minsur S.A.

4.2.3. Observación del comportamiento seguro

La difusión de uso de la herramienta de gestión de la SBC se hizo incluso unos meses antes del inicio de las actividades de observación del comportamiento seguro que inició en enero del 2018. El proceso de observación se hizo cada mes y se constituyó de la siguiente manera:

a. Cronograma de observación:

Para cada mes de trabajo, iniciando en enero del 2018, se elaboró un cronograma de observación para la planta de pre – concentración (ore sorting) programando hasta 14 observadores integrados de las 4 empresas que laboran en la planta de pre – concentración; siendo estos: Minsur, Confipetrol, Comin y Ramis.

Estos observadores han sido distribuidos en distintas semanas para diferentes trabajos y se contienen dentro de un mes. Véase en la siguiente tabla un cronograma de observación para el mes de mayo:

Tabla 4.4.: Cronograma de observación del mes de Mayo del 2018.

Mes de Mayo del 2018							
Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Sem.
		O5/E-CM	O6/E-CP	O7/E-RA	O8/E-CP	O5/E-MS	18
		1	2	3	4	5	
O6/E-CP	O7/E-RA	O8/E-CM	O4/E-CP	O5/E-RA	O6/E-MS	O7/E-CM	19
6	7	8	9	10	11	12	
O8/E-CP	O4/E-RA	O5/E-MS	O6/E-RA	O7/E-CP	O8/E-CM	O4/E-MS	20
13	14	15	16	17	18	19	
O5/E-CM	O6/E-MS	O7/E-RA	O8/E-CP	O4/E-MS	O5/E-CP	O6/E-CM	21
20	21	22	23	24	25	26	
O7/E-RA	O8/E-CM	O9/E-CP	O4/E-RA	O5/E-MS			22
27	28	29	30	31			

Fuente: Mina San Rafael – Minsur.

De acuerdo a la tabla 4.4, para el mes de mayo del 2018, se habían programado 5 observadores, los cuales rotaban para hacer las observaciones a cada empresa que labora dentro de la planta de pre concentración. Observándose a distintos trabajadores en la misma tarea que desempeñaban. Véase las siguientes tablas:

Tabla 4.5.: Responsables de la observación del mes de Mayo del 2018.

Observadores programados para Mayo 2018		
Responsable	Código	Nombre del Observador
Observador N° 4	O4	Renzo Chaccoli M.
Observador N° 5	O5	Percy Morales A.
Observador N° 6	O6	Max Taipe P.
Observador N° 7	O7	Eder Diaz Ccanccapa
Observador N° 8	O8	Alexander Turco F.

Fuente: Mina San Rafael – Minsur.

Tabla 4.6.: Tareas observadas por cada empresa.

Tareas a observarse en Mayo 2018		
Empresa	Código	Tarea observada
MINSUR S.A.	MS	Verificación de tolvas y fajas.
CONFIPETROL	CP	Mantenimiento de las mallas y fajas.
COMIN	CM	Traslado de material
RAMIS	RA	Limpieza de tolvas y fajas.

Fuente: Mina San Rafael – Minsur.

De acuerdo a las tablas 4.5 y 4.6, el observador N° 05 siendo responsable el Ing. Percy Morales, en el día viernes 25 de mayo, realizó la observación a un trabajador de la



empresa Confipetrol, el cual operaba un equipo pesado al realizar la tarea de traslado de material.

De esta manera, cada observador realiza la observación del comportamiento seguro de un trabajador para determinada empresa en la tarea que realiza.

b. Desarrollo de la observación:

La actividad observación del comportamiento se hace un intervalo de tiempo de 20 min como máximo y de acuerdo al cronograma de observación. Para ello, se utiliza una cartilla de observación proporcionada por Minsur S.A y que ya se detalló en el anexo N° 01.

El desarrollo de la observación se ciñe a la estructura de la cartilla de la mina San Rafael; realizándose de la siguiente forma:

- I. Se escribe el nombre del observador, así como la fecha y el horario de la observación.
- II. Se anota los datos del trabajador y/o grupo de trabajo, área donde se labora, especialidad y las actividades que realizan.
- III. Se realiza la observación que se divide en 13 secciones y con 28 conductas a medirse; marcándose en la columna “S” si la conducta es segura y en “R” si la conducta es riesgosa. Sino aplica, se deja en blanco.
- IV. Como comentario, se describe aspectos de la observación realizada.

Véase a continuación de la observación de dos casos o tareas realizadas:

Caso I: Observación en la tarea de limpieza de fajas.

Esta observación se hizo a un trabajador (T-CM) que pertenece a la empresa Comin mientras realizaba el carguío de material a un volquete de 18 m³ operando un equipo pesado.

La cartilla de observación tomada en el mes de diciembre del 2018 se puede ver en la siguiente imagen:

		CARTILLA DE OBSERVACIÓN DE COMPORTAMIENTOS OPERACIÓN A NIVEL SUPERFICIE				UNIDAD MINERA SAN RAFAEL		
		Código: F-SR-SSO-22		Versión: V-04				
Tipo de documento: Formato		Página: 1 de 1						
Macroproceso: Seguridad y Salud Ocupacional				Proceso: Seguridad y Salud Ocupacional				
Nombre del Observador	LEONIDAS VILCA VALENCIA			Fecha:	12/12/2018			
Empresa del trabajador y/o grupo observado	COMIN	Area	SUP.	Área / Lugar	PRE CONCENTRACIÓN			
Especialidad del trabajador y/o grupo observado	CONDUCTOR - EQUIPO PESADO			Horario de la observación	Mañana <input type="checkbox"/>	Tarde <input type="checkbox"/>	Noche <input type="checkbox"/>	
Actividad que realiza el trabajador y/o grupo observado:	CARGUÍO DE MATERIAL A VOLQUETE			Si el comportamiento es seguro, marque:		S		
				Si el comportamiento es riesgoso, marque:		R		
COMPORTAMIENTOS OBSERVADOS								
1.0	USO DEL CUERPO, POSTURA Y LÍNEA DE FUEGO						S	R
1.1	Se ubica fuera de la línea de fuego. Evita ser atrapado o impactado por algún equipo, herramienta o carga suspendida o línea de energía.						1	
1.2	Usa los tres puntos de apoyo al subir o bajar por gradas o escaleras fijas / móviles (<i>vehículos o Equipos</i>) .						1	
1.3	<i>Colaborador transita por pase peatonal, hablando por celular.</i>							
1	<i>Adopta una postura correcta para manipular cargas manuales, no carga mas de 25 Kg; no levanta cargas por encima de su cabeza.</i>							
2.0	USO DE EPPS						S	R
2.1	<i>Usa los EPP específico en relación a la actividad que realiza.</i>						1	
2.2	<i>Usa EPP en buen estado.</i>						1	
3.0	HERRAMIENTAS DE GESTIÓN DE SEGURIDAD						S	R
3.1	<i>Cuenta con la herramienta de gestion según la actividad que esta realizando (OT, PETAR, IPERC u ATS si lo requiere)</i>						1	
3.2	<i>El colaborador cuenta con su fotochet de autorización interna, con los hologramas de autorización para la actividad que realiza.</i>						1	
3	<i>Ha completado u evaluado correctamente la herramienta de gestion según la actividad que realiza.</i>							1
4.0	HERRAMIENTAS MANUALES Y/O DE PODER						S	R
4.1	<i>Utiliza herramientas adecuadas (no hechizas) y en buen estado, diseñadas para el trabajo que realiza y de manera correcta, inspeccionadas con la cinta del mes (codificación)</i>							
4	<i>Colaborador deja su herramienta de poder, sin energía ni expuesta.</i>							
5.0	ÁREA DE TRABAJO						S	R
5.1	<i>Señala y delimita el área de trabajo para la actividad que realiza, tiene accesos y salidas definidas, libre de obstáculos que permita una evacuación segura.</i>							
5.2	<i>Mantiene el área de trabajo limpio y ordenado, el ambiente donde labora, es adecuado; (buena iluminación, sillas adecuadas y fuera de ruidos).</i>							
6.0	EQUIPOS MINEROS Y/O VEHÍCULOS LIVIANOS						S	R
6.1	<i>Cumple con lo establecido en el Reglamento Interno de Tránsito.</i>						1	
7.0	 AISLAMIENTO, BLOQUEO Y ETIQUETADO						S	R
7.1	<i>Verifica energía cero y puesta a tierra antes de intervenir los equipos o sistemas con fuentes de energía.</i>							
7.2	<i>Coloca el candado y tarjeta personal antes de intervenir equipos o sistemas con fuentes de energía.</i>							
8.0	 TRABAJOS EN ALTURA (DIFERENCIA DE ALTURA 1.5 m)						S	R
8.1	<i>Permanece anclado a un punto resistente.</i>							
8.2	<i>Traslada sus herramientas evitando que caigan a niveles inferiores.</i>							

Figura 4.10: Cartilla de observación para el Caso I.

Fuente: Mina San Rafael - Minsur S.A.

Según la figura 4.10, el trabajador (T-CM) en su actividad de operación de equipo pesado ha presentado conductas seguras y riesgosas en distintas categorías cuantificándose conforme a la siguiente tabla:

Tabla 4.7.: Resumen cuantitativo del comportamiento seguro del caso I.

Trabajador de Comin	Comportamientos registrados		Conductas medidas		% PCS
	No aplica	Aplica	Seguros	Riesgosos	
T-CM	20	8	7	1	87.5%

Fuente: Mina San Rafael – Minsur.

De acuerdo a la figura 4.10 y la tabla 4.7, al trabajador Leónidas Vilca Valencia (T-CM) en su actividad de operación de equipo pesado, se la ha medido 8 conductas, de los cuales 7 fueron seguras y 1 fue riesgoso; teniéndose así un porcentaje de comportamiento seguro (%PCS) de 87.5%. Dentro del análisis de condicionalidad de la SBC los resultados se ven en la siguiente tabla:

Tabla 4.8.: Condicionalidad del comportamiento seguro del caso I.

Condición de CR	No Puede		No Sabe		No Quiere	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
T-CM	0	0%	0	0.0%	1	100.0%
Total de CR:	1		Condición mayor:	No Quiere =		100.0%

Fuente: Mina San Rafael – Minsur.

En la tabla 4.8, se puede ver que, de la única conducta riesgosa del trabajador de la empresa Comin, el 100.0% fue por la condición de no quiere.

La cartilla de observación original del Caso I, así como su respectivo PETS se puede ver en el anexo N° 06.

Caso II: Observación en la tarea de mantenimiento de equipos.

Esta observación se hizo a un trabajador (T-RA) que pertenece a la empresa Ramis mientras realizaba la limpieza diaria de las fajas de transporte de material. La cartilla de observación tomada se puede ver en la siguiente imagen:

		CARTILLA DE OBSERVACIÓN DE COMPORTAMIENTOS OPERACIÓN A NIVEL SUPERFICIE				UNIDAD MINERA SAN RAFAEL			
		Código: F-SR-SSO-22		Versión: V-04					
Tipo de documento: Formato		Página: 1 de 1							
Macroproceso: Seguridad y Salud Ocupacional				Proceso: Seguridad y Salud Ocupacional					
Nombre del Observador		WANDIR QUISPE RAMOS		Fecha:		11/09/2018			
Empresa del trabajador y/o grupo observado		RAMIS	Area	SUP.	Área / Lugar			PLANTA DE PRE CONCENTRACIÓN	
Especialidad del trabajador y/o grupo observado		AYUDANTE GENERAL			Horario de la observación		Mañana <input type="checkbox"/>	Tarde <input type="checkbox"/>	Noche <input type="checkbox"/>
Actividad que realiza el trabajador y/o grupo observado:				Si el comportamiento es seguro, marque:				S	
LIMPIEZA GENERAL DE PLANTA				Si el comportamiento es riesgoso, marque:				R	
COMPORTAMIENTOS OBSERVADOS									
1.0	USO DEL CUERPO, POSTURA Y LÍNEA DE FUEGO					S	R		
1.1	Se ubica fuera de la línea de fuego. Evita ser atrapado o impactado por algún equipo, herramienta o carga suspendida o línea de energía.								
1.2	Usa los tres puntos de apoyo al subir o bajar por gradas o escaleras fijas / móviles (<i>vehículos o Equipos</i>) .								
1.3	<i>Colaborador transita por pase peatonal, hablando por celular.</i>								
1	<i>Adopta una postura correcta para manipular cargas manuales, no carga mas de 25 Kg; no levanta cargas por encima de su cabeza.</i>								
2.0	USO DE EPPS					S	R		
2.1	<i>Usa los EPP específico en relación a la actividad que realiza.</i>					3	1		
2.2	<i>Usa EPP en buen estado.</i>					4			
3.0	HERRAMIENTAS DE GESTIÓN DE SEGURIDAD					S	R		
3.1	<i>Cuenta con la herramienta de gestion según la actividad que esta realizando (OT, PETAR, IPERC u ATS si lo requiere)</i>					4			
3.2	<i>El colaborador cuenta con su fotochet de autorización interna, con los hologramas de autorización para la actividad que realiza.</i>					4			
3	<i>Ha completado u evaluado correctamente la herramienta de gestion según la actividad que realiza.</i>					4			
4.0	HERRAMIENTAS MANUALES Y/O DE PODER					S	R		
4.1	<i>Utiliza herramientas adecuadas (no hechizas) y en buen estado, diseñadas para el trabajo que realiza y de manera correcta, inspeccionadas con la cinta del mes (codificación)</i>								
4	<i>Colaborador deja su herramienta de poder, sin energía ni expuesta.</i>								
5.0	ÁREA DE TRABAJO					S	R		
5.1	<i>Señala y delimita el área de trabajo para la actividad que realiza, tiene accesos y salidas definidas, libre de obstáculos que permita una evacuación segura.</i>					4			
5.2	<i>Mantiene el área de trabajo limpio y ordenado, el ambiente donde labora, es adecuado; (buena iluminación, sillas adecuadas y fuera de ruidos).</i>					4			
6.0	EQUIPOS MINEROS Y/O VEHÍCULOS LIVIANOS					S	R		
6.1	<i>Cumple con lo establecido en el Reglamento Interno de Tránsito.</i>								
7.0	AISLAMIENTO, BLOQUEO Y ETIQUETADO					S	R		
7.1	<i>Verifica energía cero y puesta a tierra antes de intervenir los equipos o sistemas con fuentes de energía.</i>								
7.2	<i>Coloca el candado y tarjeta personal antes de intervenir equipos o sistemas con fuentes de energía.</i>								
8.0	TRABAJOS EN ALTURA (DIFERENCIA DE ALTURA 1.5 m)					S	R		
8.1	<i>Permanece anclado a un punto resistente.</i>								
8.2	<i>Traslada sus herramientas evitando que caigan a niveles inferiores.</i>								

Figura 4.11: Cartilla de observación para el caso II.

Fuente: Mina San Rafael - Minsur S.A.

Según la figura 4.11, el trabajador (T-RA) en su actividad de la limpieza diaria de las fajas de transporte de material ha presentado conductas seguras y riesgosas en distintas categorías cuantificándose conforme a la siguiente tabla:

Tabla 4.9.: Resumen cuantitativo del comportamiento seguro del caso II.

Trabajador de Ramis	Comportamientos registrados		Conductas medidas		% PCS
	No aplica	Aplica	Seguros	Riesgosos	
T-RA	21	7	6	1	85.7%

Fuente: Mina San Rafael – Minsur.

De acuerdo a la figura 4.11 y la tabla 4.9, al trabajador (T-RA) en su actividad de la limpieza, se la ha medido 7 conductas, de los cuales 6 fueron seguras y 1 fue riesgoso; teniéndose así un porcentaje de comportamiento seguro (%PCS) de 85.7%. Dentro del análisis de condicionalidad de la SBC los resultados se ven en la siguiente tabla:

Tabla 4.10.: Condicionalidad del comportamiento seguro del caso I.

Condición de CR	No Puede		No Sabe		No Quiere	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
T-RA	0	0%	0	0.0%	1	100.0%
Total de CR:	1		Condición mayor:	No Quiere =		100.0%

Fuente: Mina San Rafael – Minsur.

En la tabla 4.10, se puede ver que de la única conducta riesgosa del trabajador de la empresa Ramis, el 100% fue por la condición de no quiere.

La cartilla de observación original del caso II, así como su respectivo PETS se puede ver en el anexo N° 07.

c. Confrontación del trabajador y uso de activadores:

La confrontación del trabajador es un paso posterior a la actividad observación del comportamiento y actúa como complemento del mismo. En esta confrontación, se debe hablar con el trabajador, no para reprenderlo ni para cuestionarle su trabajo, sino para mostrarle el resultado de la medición de su comportamiento seguro. Así pues, si hay conductas riesgosas muy potenciales, éstas deben ser corregidas en el momento; asimismo, se le debe felicitar por las conductas seguras. Finalmente, se le debe motivar asertivamente para mejorar su %PCS para una próxima observación. Véase a continuación la confrontación en los distintos casos ya presentados:

Caso I: Observación en la tarea de limpieza de fajas.

Al trabajador que pertenece a la empresa Comin, el cual realizaba la operación de un equipo pesado que realizaba el carguío de material; se le felicitó por su porcentaje de

comportamiento seguro (%PCS) de 87.5%; así también la conducta riesgosa de mayor la cual se corrigió fue el 3.3 de la sección: HERRAMIENTAS DE GESTIÓN DE SEGURIDAD. Esta corrección también se anotó en la cartilla de observación y que se puede ver en la tabla 4.11; asimismo, el objetivo de mejora que se planteó del % PCS fue de 90% como mínimo.

Tabla 4.11.: Corrección realiza en el caso I y la descripción de la observación.

Comentarios	
Descripción de la observación	Acciones correctivas inmediatas
El conductor no identifica todos los peligros	Se realiza retro alimentación en el llenado de sus herramientas de gestión

Fuente: Mina San Rafael - Minsur S.A.

Caso II: Observación en la tarea de limpieza de fajas.

Al trabajador que pertenece a la empresa Ramis, el cual realizaba la limpieza diaria de las fajas de transporte de material; se le felicito por su porcentaje de comportamiento seguro (%PCS) de 85.7%; así también la conducta riesgosa de mayor la cual se corrigió fue el 2.1 de la sección: USO DE EPPS. Esta corrección también se anotó en la cartilla de observación y que se puede ver en la tabla 4.12; asimismo, el objetivo de mejora que se planteó del % PCS fue de 88% como mínimo.

Tabla 4.12.: Corrección realiza en el caso II y la descripción de la observación.

Comentarios	
Descripción de la observación	Acciones correctivas inmediatas
El trabajador no utiliza respirador contra polvos en áreas de generación de polvos	Se aborda al colaborador y se realiza la retroalimentación sobre el uso de EPP

Fuente: Mina San Rafael - Minsur S.A.

4.2.4. Evaluación y mejora continua

a: Evaluación del comportamiento seguro:

La evaluación del comportamiento seguro en la mina San Rafael en sí, se realiza cada semana; no obstante, en los 3 primeros meses del año 2018, la tendencia de los resultados ha sido el mismo. Por lo que la evaluación a mostrarse será por mes.

El objetivo de la evaluación del comportamiento seguro es resaltar las conductas riesgosas prevalentes o que han concurrido en la mayoría de cartillas registras en la

semana y el mes. Esto pues, para enfocar las charlas de seguridad en temas en los que se puedan reforzar, sensibilizar y recalcar a los trabajadores.

Para la planta de pre-concentración, en el mes de enero 2018 ha habido 4 conductas riesgosas prevalentes. El análisis de estas observaciones se puede ver en la siguiente figura 4.12:

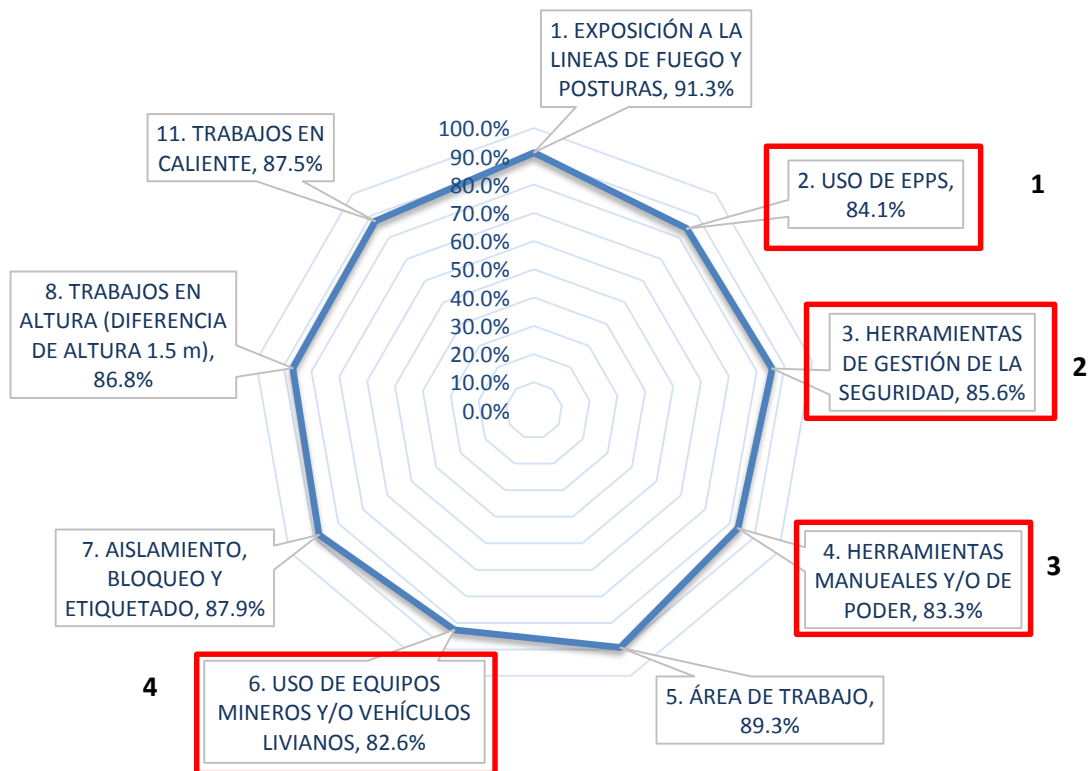


Figura 4.12: Indicadores del comportamiento seguro del mes de enero 2018 con conductas riesgosas prevalentes.

Fuente: Mina San Rafael - Minsur S.A.

Según la figura 4.12, en la planta de pre-concentración en el mes de enero, se identificaron 4 conductas riesgosas que tuvieron el menor porcentaje de comportamiento seguro (%PCS); estos fueron:

1.- Uso de EPPs:

Para este comportamiento se registró en 309 cartillas de un total de 391, dando un %PCS igual a 84.1%, y en el cual, se evidencio las siguientes conductas riesgosas:

- ✓ No usar esarpines.
- ✓ No usar respirador al ingresar a la planta de pre concentración.
- ✓ No usar lentes de seguridad al realizar actividades en planta.

- ✓ Uso incorrecto del barbiquejo.
- ✓ Mal uso de los guantes.
- ✓ No usar sobre lentes.

También véase la siguiente imagen:



Figura 4.13: Mal uso de los guantes por la empresa Ramis.
Fuente: Mina San Rafael - Minsur S.A.

Como se aprecia en la figura 4.13, los guantes de seguridad se encuentran encima de una estufa durante la actividad de limpieza de fajas.

2.- Herramientas de gestión de la seguridad:

Para este comportamiento se registró en 186 cartillas de un total de 391, dando un %PCS igual a 85.6%, y en el cual, se evidencio las siguientes conductas riesgosas:

- ❖ Personal que no evidencia sus autorizaciones en el área de trabajo.
- ❖ No evalúan el riesgo residual del IPERC continuo.
- ❖ No completar a detalle el formato OT.

También véase la siguiente imagen:

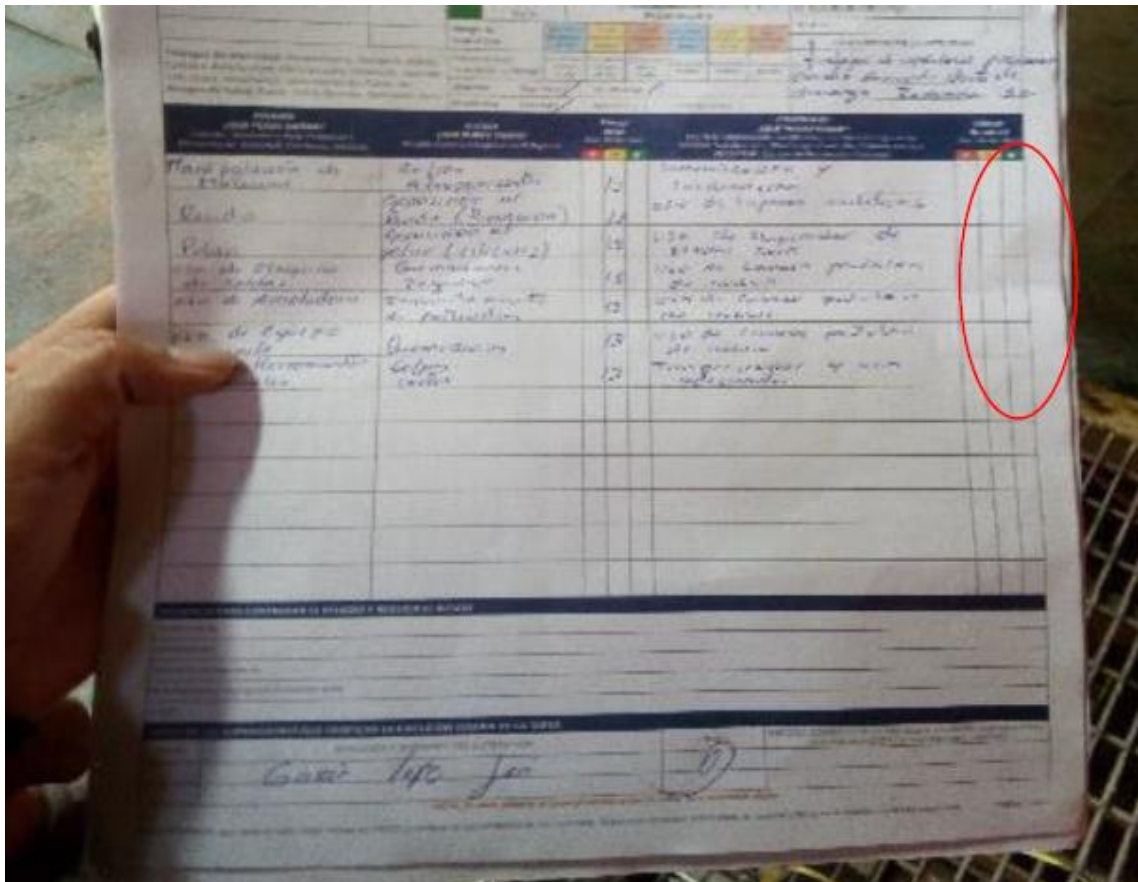


Figura 4.14: IPERC continuo sin evaluación del riesgo residual por parte de Confipetrol.
Fuente: Mina San Rafael - Minsur S.A.

Como se aprecia en la figura 4.14, en el IPERC se identifica los peligros y riesgos, calificando el inicial, pero sin evaluar el riesgo residual.

3.- Herramientas manuales y/o de poder:

Para este comportamiento se registró en 134 cartillas de un total de 391, dando un %PCS igual a 83.3%, y en el cual, se evidencio las siguientes conductas riesgosas:

- Uso de herramientas en mal estado.
- Otras herramientas almacenadas, también en mal estado.

También véase la siguiente imagen:



Figura 4.15: Herramienta de poder siendo usado en mal estado por parte de Confipetrol.
Fuente: Mina San Rafael - Minsur S.A.

Como se aprecia en la figura 4.15, un trabajador de la empresa Confipetrol estaba utilizando una herramienta en mal estado, lo cual amerita una corrección inmediata.

4.- Uso de equipos mineros y/o vehículos livianos:

Para este comportamiento se registró en 62 cartillas de un total de 391, dando un %PCS igual a 82.6%, y en el cual, se evidencio las siguientes conductas riesgosas:

- Para en la vía de tránsito para conversar, interrumpiendo el tránsito de vehículos.
- No usar el cinturón de seguridad.
- Llenar el *check list* sin verificar las condiciones del vehículo.

b: Mejora continua:

El hecho de realizar la evaluación del comportamiento seguro en la mina San Rafael, busca sensibilizar y recapacitar a los trabajadores las conductas riesgosas realiza.

La mejora continua no se trata de señalar a determinados trabajadores por las conductas riesgosas cometidas, ni reprenderlos, ni tampoco amenazarlos. Sino de ver la situación real para después realizar mejoras. Pues las conductas pueden ser aprendidas,

ya sean riesgosas o seguras; por lo que la mejora continua tiene la finalidad de apoyarse en las inducciones y charlas de seguridad para cambiar las conductas riesgosas por conductas seguras.

En la planta de pre concentración (ore sorting), **la mejora continua** se ha dado siguiendo el mismo proceso detallado en puntos anteriores; ya que la evaluación después de haberse realizado significa un diagnóstico de la seguridad; teniendo el diagnóstico, el reforzamiento y sensibilización se apoya en las inducciones de charlas de seguridad; y habiéndose reforzado la seguridad se procede nuevamente a la observación del comportamiento para medir el cambio de las conductas; finalmente, se procede a realizar una evaluación para medir la mejora. Este es el ciclo (bucle) de la aplicación de la seguridad basada en el comportamiento que se ha hecho en la planta de pre concentración en el año 2018.

Véase una posterior evaluación del mes de enero del 2018, el cual corresponde al mes de julio del 2018. En el mes de julio se ha registrado 3 conductas riesgosas prevalentes, tal y como se muestra en la siguiente figura 4.16:

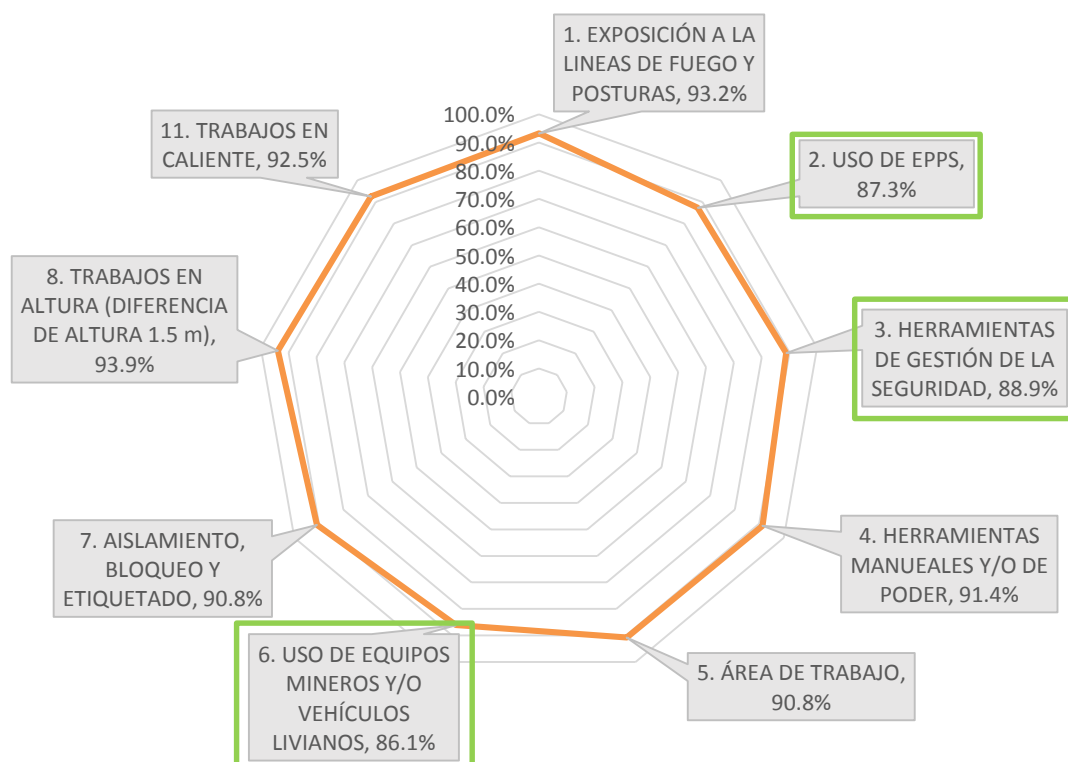


Figura 4.16: Indicadores del comportamiento seguro del mes de julio 2018 con conductas riesgosas prevalentes.

Fuente: Mina San Rafael - Minsur S.A.



c: Análisis comparativo:

1) Uso de EPPs:

En el mes de julio, este comportamiento sigue siendo prevalente. No obstante, en la observación del comportamiento registrado 304 cartillas de un total de 402, se ha tenido %PCS igual a 87.3%, es decir, una mejora de 3.2% en comparación al %PCS de enero que era igual a 84.1%.

2) Herramientas de gestión de la seguridad:

En el mes de julio, este comportamiento también sigue siendo prevalente. No obstante, en la observación del comportamiento registrado 173 cartillas de un total de 402, se ha tenido %PCS igual a 88.9%, es decir, una mejora de 3.3% en comparación al %PCS de enero que era igual a 85.6%.

3) Herramientas manuales y/o de poder:

En el mes de julio, este comportamiento ha dejado de ser prevalente. Ya que, en la observación del comportamiento registrado 164 cartillas de un total de 402, se ha tenido %PCS igual a 91.4%, es decir, una mejora de 8.1% en comparación al %PCS de enero que era igual a 83.3%. Esto le ha puesto a la par de otras conductas seguras.

4) Uso de equipos mineros y/o vehículos livianos:

En el mes de julio, este comportamiento también sigue siendo prevalente. No obstante, en la observación del comportamiento registrado 75 cartillas de un total de 402, se ha tenido %PCS igual a 86.1%, es decir, una mejora de 3.5% en comparación al %PCS de enero que era igual a 82.6%.

Por lo tanto:

Considerando el promedio del comportamiento seguro de enero que fue un %PCS igual a 86.5% y el comportamiento seguro de julio que fue un %PCS igual a 90.5%; se tiene una mejora de 4.0%.

Y si se realiza una comparación del mes de enero del 2018 con el mes de diciembre del mismo año; se ha tenido una mejora de hasta 5.6%. Véase la siguiente tabla:

Tabla 4.13.: Indicadores porcentuales del comportamiento seguro en el 2018.

Conductas evaluadas en la aplicación del SBC	%PCS por mes del año 2018		
	Enero	Julio	Diciembre
1. Exposición a la línea de fuego y posturas	91.3%	93.2%	94.4%
2. Uso de EPPs	84.1%	87.3%	89.1%
3. Herramientas de gestión de la seguridad	85.6%	88.9%	91.8%
4. Herramientas manuales y/o de poder	83.3%	91.4%	92.7%
5. Área de trabajo	89.3%	90.8%	91.4%
6. Uso de equipos mineros y/o vehículos livianos	82.6%	86.1%	88.8%
7. Aislamiento, bloqueo y etiquetado	87.9%	90.8%	91.3%
8. Trabajos en altura (diferencia de altura 1.5 m)	86.8%	93.9%	95.5%
11. Trabajos en caliente	87.5%	92.5%	93.9%
Promedio del %PCS por cada mes	86.5%	90.5%	92.1%

Fuente: Mina San Rafael – Minsur.

Según la tabla 4.13, se puede apreciar un progreso en el porcentaje de comportamiento seguro %PCS; es decir que, varias conductas riesgosas han sido permutadas por conductas seguras; pues en comparación del mes de enero que tenía hasta 4 conductas prevalentes, en el mes de diciembre ya sólo hay 2 conductas prevalentes. Véase también la siguiente figura 4.17:

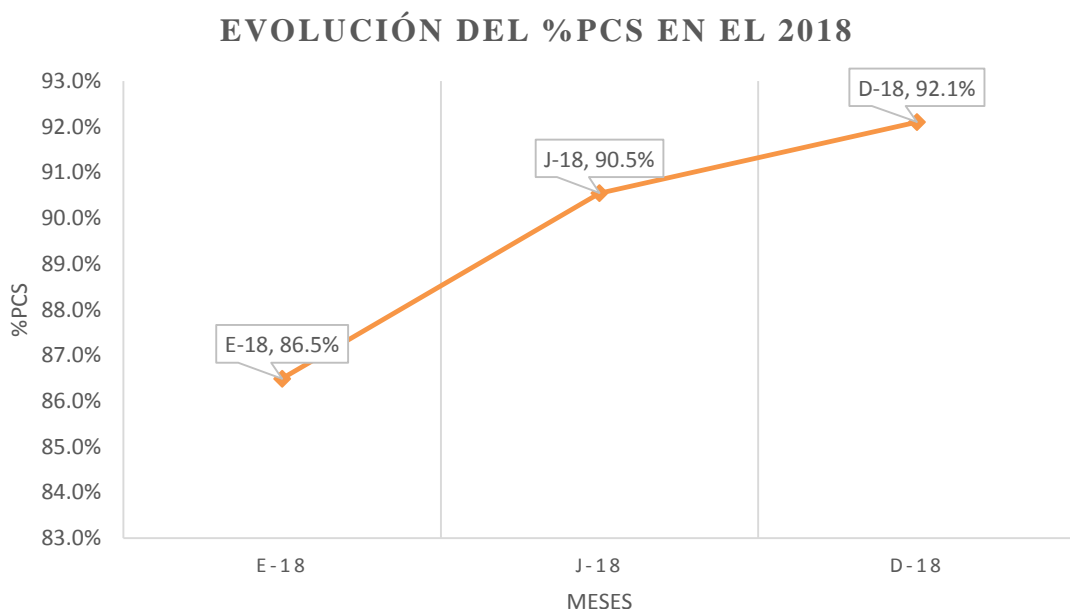


Figura 4.17: Evolución en mejora del comportamiento seguro en la planta de pre concentración.

Fuente: Mina San Rafael - Minsur S.A.

De acuerdo a la figura 4.17, el %PCS aumenta de 86.5% del mes de enero a 92.1% en el mes de diciembre; es decir, una mejora de 5.6%; indicando ello que, conductas

riesgosas fueron cambiadas por conductas seguras en la planta de pre concentración (ore sorting) de la mina San Rafael.

4.3. Evaluando la frecuencia de accidentes e incidentes habiéndose promovido un comportamiento seguro en la planta de pre concentración

En el punto 4.2, se ha podido detallar que en la en la planta de concentración (ore sorting) se ha podido cambiar las conductas riesgosas por conductas seguras, ya que, el %PCS mejoro de 86.5% a 92.1%. No obstante, esta mejora en el comportamiento seguro de los trabajadores que laboran en la planta de concentración habrá sido suficiente para reducir la frecuencia accidentes e incidentes que tenían como causa principal un comportamiento riesgoso.

Al final del año 2018, en la Mina San Rafael se ha evaluado la estadística de accidentes e incidentes. Lo correspondiente a la planta de concentración (ore sorting) se detalla a continuación:

4.3.1. Frecuencia de accidentes e incidentes en el año 2018

La cantidad de trabajadores que laboran en la planta de pre concentración no ha variado en el 2018 en comparación al 2017; asimismo, la productividad ha sido la misma. Sin embargo, la frecuencia de accidentes e incidentes del 2018 se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 4.14.: Accidentes ocurridos por empresas que laboran en la planta de pre concentración en el año 2018.

Empresas componentes	Número de Trabajadores	Número de Accidentes	Causa: Comportamiento riesgoso (CR)	% Pareto de CR
Minsur	4	0	0	0%
Confipetrol	8	2	1	25%
Comin	20	1	1	25%
Ramis	4	1	1	25%
Total:	36	4	3	75%

Fuente: Mina San Rafael – Minsur.

Conforme a la tabla 4.14, para el año 2018 en la planta de pre concentración ha habido un total de 4 accidentes, de los cuales, 3 han tenido como causa principal un comportamiento riesgoso; y solo 1 fue por una causa básica.

En una distribución porcentual (Pareto), en el año 2018, el 75% de los accidentes ocurridos fueron ocasionados por un comportamiento riesgoso; siendo solo el 25% por una causa básica, esto pues con una menor frecuencia de accidentes que en total fueron 4 para el año 2018. Véase la siguiente figura 4.18:

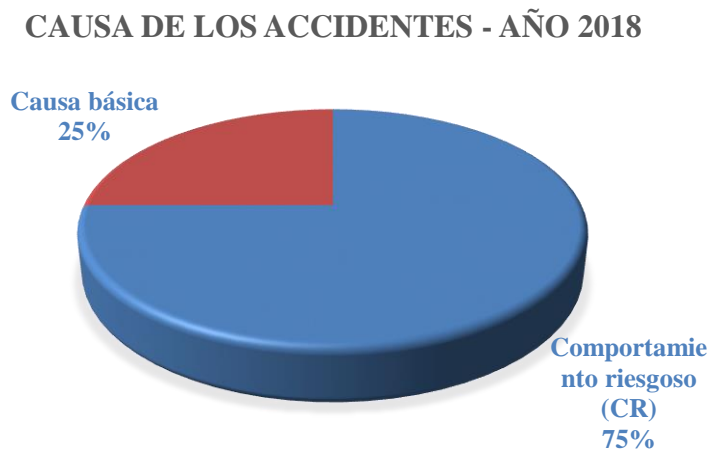


Figura 4.18: Distribución porcentual de los accidentes en el año 2018.

Fuente: Mina San Rafael - Minsur S.A.

En tanto, dentro del 75% de accidentes a causa de un comportamiento riesgoso en la planta de pre concentración, la distribución por cada empresa para el año 2018, fue:

- a) Minsur que realiza la operación de la planta y supervisión no ha tenido accidentes registrados.
- b) Confipetrol que realiza el mantenimiento de la planta tiene un 25% (+25% por causa básica) del total de los accidentes.
- c) Comin que realiza el transporte de material con equipo pesado a la planta y al desmonte tiene un 25% del total de los accidentes.
- d) Ramis que realiza la limpieza de material excedente de tolvas y fajas cuenta con un 25% del total de los accidentes.

Asimismo, dentro del análisis de la teoría tri-condicional de la seguridad basada en el comportamiento (SBC), los 3 accidentes registrados en el 2018 teniendo como causa el comportamiento riesgoso, el 100% ha sido por la condición no quiere; es decir, los trabajadores han presentado conductas riesgosas aun sabiendo el procedimiento seguro y las normas de seguridad.

Ahora, respecto a los índices de accidentes o de seguridad de la planta de pre – concentración (ore sorting), en el año 2018 SÍ han presentado cambios; esto se puede apreciar a detalle en la siguiente tabla:

Tabla 4.15.: Índices de accidentes ocurridos en la planta de pre concentración del 2018.

Tipos de accidentes	Frecuencia	Días cargados	Índice de Frecuencia de A.		Índice de Severidad
			Real	Objetivo	
Con lesiones incapacitantes	0	0	0.00	0.07	3.87
Con lesiones registrables	2	20	0.39	0.69	
Eventos de alto potencial	2	0	0.39	0.52	
Total:	4	20	IF - Real =	0.77	

Fuente: Mina San Rafael – Minsur.

Según se aprecia en la tabla 4.15, para el año 2018 en la planta de pre concentración ha no habido accidentes con lesiones incapacitantes, esto a pesar de que hubo un total de 3 accidentes. Por ello, el índice de frecuencia de accidentes (IF) en el año 2018 ha sido 0.77, el cual refleja un decrecimiento de 60.16% del IF objetivo trazado en el programa anual de seguridad y salud ocupacional para la planta de pre – concentración que fue igual a 1.28; mientras que el índice de severidad de accidentes (IS) fue de 3.87, dando un índice de accidentabilidad (IA) igual a 0.003.

4.3.2. Evaluación de la frecuencia de accidentes e incidentes

La variación de la frecuencia de accidentes e incidentes que se ha dado en la planta de pre concentración habiendo implementado la herramienta de gestión de seguridad de la SBC se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 4.16.: Varianza de los accidentes registrados en el 2017 y 2018 en la planta de pre concentración.

Planta de pre-concentración	Nº de Accidentes	Causa del accidente			Tipos de accidente	
		Comportamiento riesgoso	Básica	Incapacitantes	Lesiones registrables	Alto potencial
Año 2017	7	6	1.00	1.00	3.00	3.00
Año 2018	4	3	1.00	0.00	2.00	2.00
Diferencia:	-3	-3	0	-1	-1	-1
% de Variación:	-42.9%	-50.0%	0.0%	-100.0%	-33.3%	-33.3%

Fuente: Mina San Rafael – Minsur.

Según la tabla 4.16, en la planta de pre concentración; el número de accidentes para el año 2018 se redujo en un 42.9%. Mientras que, los accidentes teniendo como causa un comportamiento riesgoso, se redujeron en 50%. En tanto, los accidentes teniendo como causa no hubo variación alguna.

La variación porcentual se debe a que el número de accidentes e incidentes registrados en el 2017 disminuyen para al año 2018. Véase en la siguiente figura una comparación más detallada:

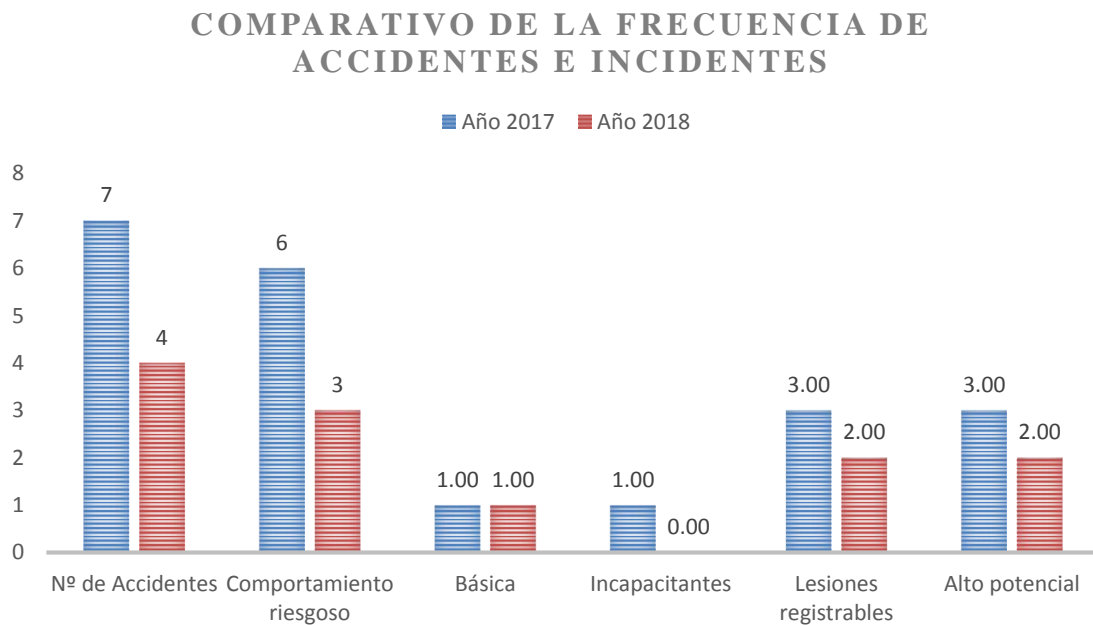


Figura 4.19: Comparativo del año 2017 vs el año 2018.

Fuente: Mina San Rafael - Minsur S.A.

De acuerdo a la figura 4.19, se puede ver una reducción del número de accidentes y sus respectivas categorías cuando se compara el año 2017 con el año 2018. Esta variación se debe que el porcentaje de comportamiento seguro (%PCS) incrementa en tanto los accidentes causados por un comportamiento riesgoso se reducen. Desde un punto de vista porcentual esto se puede apreciar en la siguiente tabla:

Tabla 4.17.: Comparación entre porcentajes de las causas de los accidentes con él %PCS.

Planta de pre-concentración	Distribución del total de accidentes		
	% por causa básica	% por comportamiento riesgoso	%PCS
Año 2017 (7 accidentes)	14.3%	85.7%	86.5%
Año 2018 (4 accidentes)	25.0%	75.0%	92.1%
Diferencia:	10.7%	-10.7%	5.6%

Fuente: Mina San Rafael – Minsur.

Conforme a la tabla 4.17, el porcentaje de los accidentes que tuvieron como causa un comportamiento riesgoso, disminuyó en 10.7%, es decir, de 85.7% a 75% para el año 2018. En contraparte, el %PCS para finales del 2018, aumento en 5.6% en promedio; es decir, hubo una mejora del comportamiento seguro de 86.5% a 92.1%. Véase también la siguiente figura 4.20:

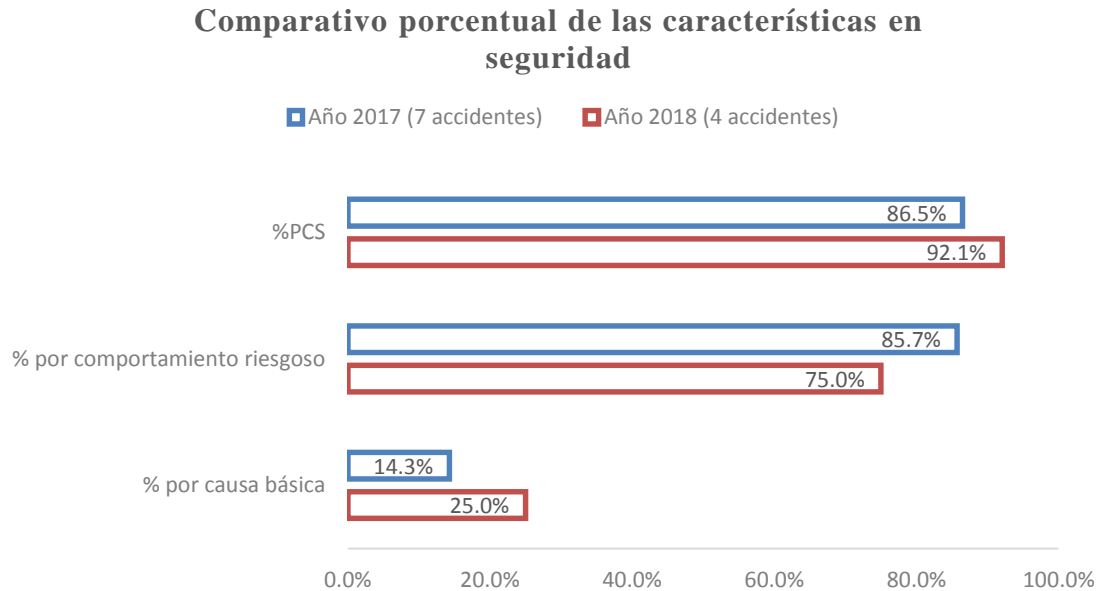


Figura 4.20: Comparativo porcentual de las características de seguridad.
Fuente: Mina San Rafael - Minsur S.A.

4.3.3. Evaluación de los índices de accidentes o de seguridad

Al existir una varianza de la frecuencia de accidentes e incidentes del año 2017 para el año 2018; los índices de accidentes o de seguridad también han tenido cambios para la planta de pre concentración. Esta varianza se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 4.18.: Varianza de los índices de accidentes en el 2017 y 2018 en la planta de pre concentración.

Índices calculados para la planta de pre concentración	Símbolo	Valor estimado		Diferencia	% Variación
		2017	2018		
Índice de frecuencia de accidentes	IF	1.35	0.77	-0.58	-42.9%
Índice de severidad de accidentes	IS	121.80	3.87	-117.93	-96.8%
Índice de accidentabilidad	IA	0.165	0.003	-0.162	-98.2%

Fuente: Mina San Rafael – Minsur.

Conforme a la tabla 4.18, los índices de seguridad estimados para la planta de pre concentración en el año 2017 y 2018, han presentado variaciones. El IF disminuyó de



1.35 a 0.77 para el año 2018, es decir, se redujo en un 42.9%. Del mismo modo, el IS decreció de 121.80 a 3.87 para el año 2018, presentando una reducción de 96.8%, ello principalmente porque en el año 2018 no hubo ningún accidente con lesiones incapacitantes; mientras que, en el 2017 si hubo 1 accidente incapacitante. por último, el IA disminuyó de 0.165 a 0.003 para el año 2018, es decir, se redujo hasta un 98.2%.

Finalmente, la aplicación exitosa de la seguridad basada en el comportamiento (SBC) sí logro reducir la frecuencia de accidentes e incidentes en la planta de pre concentración (ore sorting) de la mina San Rafael.

4.4. Discusión de los resultados

Los resultados obtenidos en esta investigación se discutirán con respecto a los antecedentes que guiaron esta investigación, teniéndose lo siguiente:

Con respecto a Ccosi (2019), en este estudio las inducciones y charlas de seguridad, como parte de la aplicación de la herramienta de gestión de la seguridad basada en comportamiento, han sido fundamentales para el éxito de la aplicación de la SBC. Las charlas de seguridad han contribuido en el reforzamiento de conocimientos, orientación, sensibilización y retroalimentación por parte del área de supervisión de seguridad hacia los trabajadores. Ello, finalmente, permitió que los índices de seguridad del año 2018 en la planta de pre concentración de la mina San Rafael se redujeran. El IF disminuyó de 1.35 a 0.77 para el año 2018, mientras que el IS decreció de 121.80 a 3.87 para el año 2018, en tanto el IA se redujo de 0.165 a 0.003 para el año 2018.

Con respecto a Huisa (2019), para este estudio la aplicación de la herramienta de gestión de la seguridad basada en comportamiento, no ha sido unilateral, es decir, no solo conto con la participación de los trabajadores, sino que también por los supervisores; ya que, desde el principio del proceso de aplicación de la SBC, ambas partes se han involucrado en la tarea de cambiar las conductas riesgosas por conductas seguras. Esta acción coordinada, permitió que los índices de seguridad del año 2017 en la planta de pre concentración de la mina San Rafael se redujeran para el año 2018. El IF disminuyó de 1.35 a 0.77, mientras que el IS decreció de 121.80 a 3.87, en tanto y conjunción el IA se redujo de 0.165 a 0.003.

Con respecto a Rosales (2015), en este estudio la aplicación de la SBC también ha sido un proceso largo que ha comprometido a toda la mina San Rafael; no obstante, la SBC ha sido más simple de aplicar ya que el sistema integrado de seguridad y salud ocupacional



de la mina San Rafael logro hacer el uso de la herramienta de gestión de la SBC sin muchos inconvenientes, mejorándose con ello el comportamiento seguro de 86.5% de enero del 2018 a 92.1% a diciembre del 2018, es decir, el %PCS se aumentó en 5.6% en promedio. Ello, permitió reducir la frecuencia de incidentes y accidentes del año 2017, pues de los 7 accidentes totales, 6 por causa de un comportamiento riesgoso y dentro de ellos 1 fue incapacitante; ya para el año 2018, sólo se registraron 4 accidentes totales, 3 por causa de un comportamiento riesgoso y no hubo ningún accidente incapacitante. Esto indica una reducción de los accidentes en un 42% en el total de accidentes y 50% en los accidentes causados por un comportamiento riesgoso.

Con respecto a Delgado (2016), en esta investigación también se ha tenido una mejora en el porcentaje de comportamiento seguro (%PCS); el cual se incrementó de 86.5% a 92.1%, es decir, el %PCS aumentó en 5.6% en promedio desde enero hasta diciembre del 2018. Esto se ha debido a que se ha podido promover el comportamiento seguro reduciendo las conductas riesgosas prevalentes de 4 a solamente 2. Si bien no se ha tenido una gran mejora en el comportamiento seguro de los trabajadores de la planta ore sorting, la mejora ha sido significativa para el objetivo final de esta investigación, el cual es reducir la frecuencia de accidentes e incidentes.

Con respecto a Villanueva (2017), en este estudio también aplica satisfactoriamente el proceso de implementación de la seguridad basada en el comportamiento como una herramienta de gestión en la planta de pre concentración de la mina San Rafael. Esto debido que en la mina San Rafael – Minsur S.A se ha empoderado al trabajador en el sistema de seguridad y salud ocupacional. Este proceso de implementación de la SBC inicio en enero del 2018, teniendo buenos resultados en cuanto a la mejora del comportamiento seguro, ya que, a finales de diciembre del 2018, se disminuyó las conductas riesgosas prevalentes de 4 a solamente 2. Asimismo, el proceso de mejora continua prosigue durante el año 2019.

Con respecto a Alvarez (2015), en esta investigación cuando se realiza el diagnóstico de seguridad en la planta de pre concentración de la mina San Rafael en enero del 2018 se pudo identificar que 6 accidentes sucedieron por un comportamiento riesgoso en el año 2017, representando el 86% del total de accidentes ocurridos en ese año. Asimismo, el 83% de los 6 accidentes ha sido por la condición no quiere, es decir, han representado alguna conducta riesgosa; y solo el 17% fue por la condición no sabe. En el año 2018, se registraron 3 accidentes como causa el comportamiento riesgoso, de estos, el 100% ha



sido por la condición no quiere. Con ello, se puede afirmar que las inducciones y charlas de seguridad fueron fundamentales para eliminar el 17% de la condición no sabe.

Con respecto a Pariona y Ruiz (2015), en este estudio las inducciones y charlas de seguridad también fueron fundamentales para mejorar el comportamiento seguro del personal que labora en la planta de pre concentración. Con ello, el IF disminuyó de 1.35 del año 2017 a 0.77 para el año 2018, es decir, se redujo en un 42.9%. En tanto, el IS decreció de 121.80 para el año 2017 a 3.87 para el año 2018, presentando una reducción de 96.8%. Ello en conjunción; permitió reducir el IA de 0.165 para el año 2017 a 0.003 para el año 2018, es decir, se redujo hasta un 98.2%



CONCLUSIONES

La seguridad basada en el comportamiento (SBC) se implementó exitosamente en el personal que trabaja en la planta de pre concentración de la mina San Rafael. Ello condujo a identificar 4 conductas riesgosas prevalentes que tenían el menor %PCS en enero del 2018. Tras aplicar paulatinamente la SBC mediante las inducciones y charlas de seguridad, observando el comportamiento seguro y evaluando las observaciones; para diciembre del 2018, las 4 conductas riesgosas prevalentes se redujeron a 2. Esta reducción en las conductas riesgosas se debió a que el porcentaje de comportamiento seguro (%PCS) se incrementó del 86.5% a 92.1%, es decir, el %PCS aumentó en 5.6% en promedio desde enero hasta diciembre del 2018.

Evaluando la frecuencia de accidentes e incidentes para la planta de pre concentración del año 2017 frente al año 2018; se tiene que: En el año 2017, hubo 7 accidentes en total, de los cuales 6 accidentes fueron a causa de un comportamiento riesgoso, representado así el 86% de los accidentes y solo 14% fue por una causa básica; esto da un IF igual 1.35, un IS igual 121.80 y un IA igual a 0.165. Ya para el año 2018, habiéndose promovido un comportamiento seguro, se tuvo 4 accidentes en total, de los cuales 3 accidentes fueron a causa de un comportamiento riesgoso; representando sólo el 75% de los accidentes y mientras que el 25% era por una causa básica; ello dio un IF igual 0.77, un IS igual 3.87 y un IA igual a 0.003. Al comparar las estadísticas del año 2017 con el año 2018, se puede apreciar que se ha logrado reducir la frecuencia de accidentes e incidentes para la planta de pre concentración de la mina San Rafael; ya que, los accidentes se redujeron de 7 a 4, lo cual hizo que disminuyeran: el IF en 42.9%; el IS en 96.8%; y para el IA en un 98.2% menos.



RECOMENDACIONES

La aplicación de la seguridad basada en el comportamiento (SBC) en el personal que labora en la planta de pre concentración de la mina San Rafael, principalmente a que el sistema integrado de gestión de la seguridad de la empresa Minsur S.A. Ha empoderado al trabajador; esto de acuerdo a la teoría tri condicional de la SBC; primero: permite poder trabajar seguro con máquinas, equipos, útiles, instalaciones y EPPs que están en los más altos estándares seguros; segundo: se sabe trabajar seguro, pues existen inducciones, charlas de seguridad, evaluaciones y equipos de seguridad que otorgan a los trabajador la posibilidad del conocimiento en seguridad; y tercero: si se quiere trabajar seguro; esto a pesar de que existen conductas riesgosas prevalente; no obstante, la empresa no presiona ni da un prioridad a la producción por encima del trabajador. Por ello, se recomienda que la seguridad basada en el comportamiento (SBC) que se incluya la aplicación del programa de *SafeStart* que enfoca el comportamiento crítico de las personas en cuatro condiciones que llevan a cuatro estados críticos, las cuales pueden ocasionar o influir en la ocurrencia de incidentes o accidentes en el trabajo para la mejora de nuestra investigación.

La seguridad basada en el comportamiento (SBC), es una herramienta de gestión de la seguridad; donde forma parte del sistema integrado de gestión de la seguridad en la Unidad Minera San Rafael. Entonces, no será posible reducir la frecuencia de accidentes e incidente únicamente aplicando la SBC, cuando el sistema integrado de gestión de la seguridad posea falencias; pues por más que se logre un comportamiento seguro al 100% en los trabajadores, si no se puede trabajar seguro y no se sepa trabajar seguro; los accidentes no podrán disminuir. Por ello, también se recomienda que el sistema integrado de gestión de la seguridad trabaje con los más altos estándares de seguridad, implementando mejoras como el sistema *DuPont* u otros sistemas que co-ayuden a trabajar de forma segura.



REFERENCIAS

- Alvarez, A. J. (2015). *Implementación del Programa de Comportamiento Seguro y Evaluación de Resultados como Técnicas de Intervención Efectiva para Reducir la Accidentabilidad en Mina San Juan de Chorunga* (tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú.
- Ccosi, A. R. (2019). *Reducción de Índices de Seguridad Mediante las Herramientas de Gestión en la Cooperativa Minera Limata LTDA - Ananea* (tesis de pregrado). Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
- Cjanahuiri, N. Z. (2017). *Evaluación de la Flotación en la Planta Concentradora San Rafael - Minsur* (tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa, Perú.
- D.S. N° 024-EM. (2016). *Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería*. Lima, Perú: MACRO.
- Delgado, H. S. (2016). *Mejoramiento de la Gestión de la Seguridad con la Implementación del Programa de Observadores de Seguridad en la Compañía Minera Raura S.A* (tesis de pregrado). Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
- ETSIMM. (2007). *Diseño de Explotaciones e Infraestructuras Mineras Subterráneas*. Madrid, España: Universidad Politécnica de Madrid.
- EXSA S.A. (2011). *Manual Práctico de Voladura*. Lima, Perú: S.E.
- Gutiérrez, L. D. (2016). *Proyecto de Aplicación del Método por Subniveles en el tajo 420-328 en Mina Chipmo, U.E.A. Orcopampa* (tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Huisa, O. F. (2019). *Evaluación del Sistema de Gestión de Seguridad en la Unidad Minera Tacaza - CIEMSA* (tesis de pregrado). Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
- Milpo. (2015). *Sistema de Gestión de Seguridad*. Lima, Perú: Grupo Milpo.
- Minsur. (2017). *Innovaciones Tecnológicas en la Optimización de Procesos en Minería*. Antauta, Perú: Unidad Minera San Rafael - Minsur S.A.
- Morales, P. (2019). *Implementación del Sistema Integral de Gestión en la Empresa Conexa Tecwel Contratista de la Unidad Minera San Rafael Puno* (tesis de pregrado). Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.



- Pariona, W., & Ruiz, A. (2015). *Comportamiento Seguro de los Trabajadores Mineros para la Reducción de Accidentes en la Zona Cerro Rico Nivel 1840 en la Unidad de Producción Alpacay - Minera Yanaquihua S.A.C.* (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Huancavelica, Lircay, Huancavelica.
- Rosales, R. (2015). *Sistematización del Programa de Seguridad Basado en el Comportamiento dentro del Proceso de Reducción de Accidentes en Sociedad Minera El Brocal S.A.A.* (tesis post grado). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.
- Salas, F. (2017). *Minería Subterránea*. Puno, Perú: Universidad Nacional del Altiplano - FIM.
- Solorzano, Y. W. (2018). *Estrés Laboral y su Influencia en la Ocurrencia de Accidentes en la Unidad Minera Tacaza - CIEMSA* (tesis de pregrado). Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
- Valdivia, J. B. (2017). *Reinterpretación Geológica, Perforación Diamantina y Cubicación de Recursos Minerales en el Cuerpo Eliana, Unidad Minera San Rafael - Minsur S.A.* (tesis pregrado). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú.
- Villanueva, E. J. (2017). *Seguridad Basada en el Comportamiento Humano para Prevención de Accidentes e Incidentes en la Mina Angélica I, Empresa Alma Minerals Perú S.A.* (tesis de pregrado). Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Huaraz, Perú.



ANEXOS