

PROPUESTA DE MEJORA SOBRE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE LOS RIESGOS  
LABORALES EN LA EMPRESA MINA GUATIQUIA CENTRO S.A.S

PRESENTADO POR:  
SEBASTIAN MORENO  
ANGELA VALENCIA  
ELIANA ZUÑIGA CLAVIJO

Diseño para el trabajo investigativo para optar por el título de especialista en Gerencia de la  
Seguridad y Salud en el Trabajo.

Asesor  
LUISA FERNANDA GAITAN AVILA

UNIVERSIDAD ECCI  
FACULTAD POSGRADOS  
PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN  
BOGOTÁ D.C  
AGOSTO, 2019

PROPUESTA DE MEJORA SOBRE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE LOS RIESGOS  
LABORALES EN LA EMPRESA MINA GUATIQUEIA CENTRO S.A.S

Código de los estudiantes

SEBASTIAN MORENO 80077

ANGELA VALENCIA 80676

ELIANA ZUÑIGA CLAVIJO 82179

Diseño para el trabajo investigativo para optar por el título de especialista en Gerencia de la  
Seguridad y Salud en el Trabajo.

Asesor

LUISA FERNANDA GAITAN AVILA

UNIVERSIDAD ECCI  
FACULTAD POSGRADOS  
PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN  
BOGOTÁ D.C  
AGOSTO, 2019

## TABLA DE CONTENIDO

Propuesta de Mejora sobre las Medidas de Prevención de los Riesgos Laborales en la Empresa Mina Guatiquia Centro S.A.S	10
Resumen	10
Abstract	11
Justificación	13
Planteamiento del Problema	15
Descripción del problema.	15
Pregunta de Investigación	21
Hipótesis	21
Objetivos de la investigación	21
Objetivo General	21
Objetivos Específicos	21
Delimitación de la Investigación	22
Limitación	23
Marco referencial	23
Estado del arte.	23
Marco teórico.	33
Marco legal.	38
Diseño Metodológico	40
Paradigma	40
Método	41
Tipo de investigación	42
Instrumentos para la recolección de datos	43
Fase A. Diagnóstico Inicial de Controles de Riesgos Implementados	43
Fase 1: Identificación de Peligros y Evaluación de Controles	45
Instrumentos de Procesamiento de Datos	48
Fase B. Evaluación del Nivel de Control de los Riesgos.	48
Fase 2 Priorización de Peligros	49
Fase 3 Propuesta de Mejora.	50

Población	50
Muestra	51
Cronograma	51
Resultados	52
Fase A/B. Diagnóstico inicial de controles de riesgos implementados.	52
Fase 1. Identificación de peligros.	53
Fase 2: Priorización de riesgos.	56
Fase 3 Propuesta de mejora de los riesgos presentados.	66
Análisis de resultados	71
Discusión	72
Conclusiones.	73
Recomendaciones	75
Referencias	76
Anexos	81

## LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1. Maquinaria de la Mina Guatiquia centro S.A.S	16
Imagen 2. Tolva de la Mina Guatiquia Centro S.A.S	17
Imagen 3. Botón de emergencia de la Mina Guatiquia Centro S.A.S	18
Imagen 4. Mapa de calor de riesgos	59

## **LISTA DE DIAGRAMAS**

Diagrama 1. Número de situaciones presentadas por tipo de riesgo	62
Diagrama 2. Diagrama de Pareto, personas potencialmente afectadas vs los riesgos	63
Diagrama 3. Diagrama de Venn priorización de los riesgos	65

## LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Prueba de hipótesis para proporciones	50
Gráfica 2. Cronograma de ejecución de las actividades	52
Gráfica 3. Gráfica de distribución	53

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Niveles de exposición al riesgo	44
Tabla 2. Nivel de probabilidad de ocurrencia	45
Tabla 3. Nivel de Impacto de los riesgos	46
Tabla 4. Tabla de conversión de datos de cuantitativos a cualitativos	47
Tabla 5. Resumen de Matriz de Riesgos	53
Tabla 6. Número de situaciones controladas y no controladas	55
Tabla 7. Niveles de impacto y de probabilidad cualitativos por riesgo	58
Tabla 8. Priorización cuantitativa del riesgo total	60
Tabla 9. Propuesta de mejora sobre los riesgos encontrados	68

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama de la Mina Guatiquia Centro S.A.S	14
Figura 2. Ubicación Mina Guatiquia Centro S.A.S	15

## **LISTA DE ANEXO**

Anexo A. Diagnóstico de identificación de riesgos - Matriz de riesgos.	82
Anexo B. Diagramas de Ishikawa	84
Anexo C. Formulas aplicadas en las fases de resultados	90
Anexo D. Consentimiento informado	92
Anexo E. Carta de Consultoría	94

# **Propuesta de Mejora sobre las Medidas de Prevención de los Riesgos Laborales en la Empresa Mina Guatiquia Centro S.A.S**

## **Resumen**

Mina Guatiquía Centro SAS, ubicada en Villavicencio, Colombia es una empresa dedicada a la extracción de material de río que luego es utilizado para producir materiales de construcción. Este tipo de empresas suelen tener altos niveles de riesgos laborales dada su actividad industrial, por ende, este trabajo se enfocó en proponer mejoras a las medidas de prevención de riesgos laborales con los que cuenta la empresa, para lo cual se hizo uso del método de investigación mixto por cuanto se desarrolló un procesamiento de datos de manera cuantitativa pero también se generaron conclusiones a través de un análisis riguroso de tipo cualitativo. Con el fin de diagnosticar la situación general de las medidas de prevención de la empresa se desarrolló una matriz que permitió identificar los riesgos en la muestra observada y arrojó información asociada al nivel de control de dichos riesgos identificados, información que posteriormente se corroboró a través de una prueba de hipótesis para una proporción, lo cual confirmó que el porcentaje de situaciones de riesgo bajo control en la compañía no superaban el 80% y por ende que una propuesta de mejora era urgente. Con este diagnóstico inicial, se procedió a realizar una priorización de los riesgos identificados a través de tres criterios: El nivel de riesgo arrojado por el mapa de calor de riesgos, la cantidad de personas afectadas por los riesgos y la cantidad de veces que dichos riesgos se presentaron. Finalmente, después de haber cruzado los riesgos priorizados a través de un diagrama de Venn se obtuvieron en orden de prioridad los siguientes riesgos: Caída, accidente vehicular, respiración de gases peligrosos, inhalación de polvo, deslumbramiento y quemaduras, luego, se definieron sus causas principales a través de

diagramas de Ishikawa y se diseñó una propuesta para su prevención con base en la norma ISO 45001:2018, con un enfoque en el numeral 8.1.2. Se concluye, pues, que, de no implementarse una estrategia de mejora en las medidas de prevención de riesgos laborales, los daños sufridos por los operarios pueden llegar a ser graves, con su respectiva consecuencia fatal en la productividad de la compañía.

## **Abstract**

Mina Guatiquía Centro SAS, located in Villavicencio, Colombia is a company dedicated to the extraction of river material that is then used to produce construction materials. These types of companies usually have high levels of occupational hazards because of their industrial activity, therefore, this work focused on proposing improvements for the occupational risk prevention measures that the company has, for which the method of mixed research was used because a quantitative data processing was developed but conclusions were also generated through a rigorous qualitative analysis. In order to diagnose the general situation of the company's prevention measures, a matrix was developed that allowed identifying the risks in the observed sample and provided information associated with the level of control of said identified risks, information that was subsequently corroborated through a hypothesis test for a proportion, which confirmed that the percentage of risk situations under control in the company did not exceed 80% and therefore a proposal for improvement was urgent. With this initial diagnosis, a prioritization of the identified risks was carried out through three criteria: The level of risk given by the risk heat map, the number of people affected by the risks and the number of times those risks were present. Finally, after having crossed the prioritized risks through a Venn diagram, the following risks were obtained in order of priority: Fall, vehicle accident, breathing of dangerous

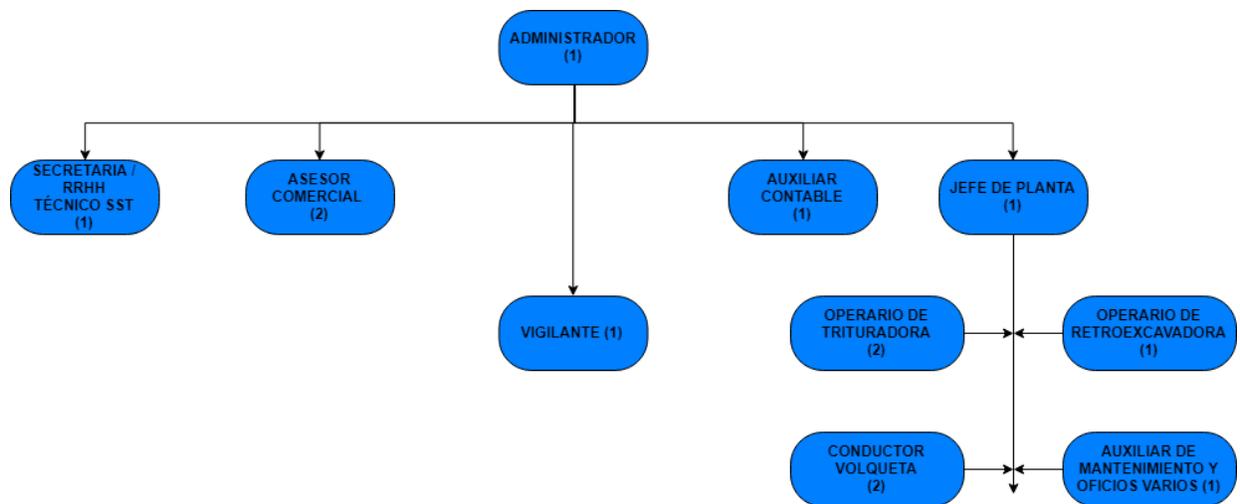
gases, inhalation of dust, glare and burns, then, their main causes were defined through Ishikawa diagrams and a proposal for prevention was designed based on ISO 45001: 2018, with a focus on section 8.1.2. Therefore, it is concluded that, if a strategy for improving occupational risk prevention measures is not implemented, the damages suffered by the operators can get to be serious, with their respective fatal consequences on the company's productivity.

## **Justificación**

Dentro de las funciones que a diario cumplimos como seres humanos, se encuentra la del trabajo, por el cual buscamos subsistir debido a la remuneración económica que este esfuerzo genera y a su vez fortalece la habilidades como persona adquiriendo una experiencia que nos favorece dentro del desempeño laboral, sin embargo cualquier tipo de trabajo se encuentra directamente relacionado con la salud debido a las condiciones laborales a las que se enfrenta cada individuo en su ámbito laboral, por lo cual es imperioso que cada empresa implemente sistemas holísticos que propendan por la salud de su población empleada, ya que esto influye directamente en los procesos productivos de cada empresa repercutiendo en la calidad de sus productos ofertados.

Según, Zambrano K. (2013) dentro de los sectores comerciales destacados se puede observar que la minería en Colombia se fundamenta en actividades relacionadas con la extracción y explotación de canteras, metales, piedras preciosas, gas y petróleo, entre otras, para las cuales es obligatorio e imprescindible contar con mano de obra afiliada al Sistema de Riesgos Laborales. Una parte de alta relevancia para el Sistema de Seguridad y Salud en el Trabajo es la identificación y evaluación de riesgos que rodean a las personas asociadas a este tipo de industria, lo cual es el caso claro de la empresa evaluada, especialmente en el caso del proceso de triturado que contiene tantos riesgos; de esta forma la empresa logrará evitar accidentes que pueden incluso llegar a ser mortales y además de eso certificarse para poder ser más competitiva.

La actividad comercial de la empresa MINA GUATIQUIA CENTRO S.A.S es la Extracción de piedra arena arcillas comunes yeso y anhidrita cuenta con una planta de personal compuesta por 13 personas como se muestra a continuación:



*Figura 1.* Organigrama de la mina Guatiquia Centro S.A.S

En la empresa MINA GUATIQUIA CENTRO S.A.S, se han presentado tres factores determinantes que han impedido que la empresa acate la regulación normativa emitida por el estado colombiano, estos factores, los cuales se mencionaron anteriormente están generando situaciones de riesgo para el personal que labora en dicha empresa. Es importante el abordaje de la propuesta de mejora de la prevención de riesgos laborales en la empresa debido a que esto incurre en la salud de cada trabajador y a su vez en la productividad y eficiencia de las actividades que se generan en la empresa.

Si esta propuesta de mejora es aplicada por la empresa MINA GUATIQUIA CENTRO S.A.S. esto beneficiaría directamente a los 13 trabajadores expuestos en mayor o menor grado según la labor y cargo si es administrativo o de planta, al mejorar las condiciones de seguridad y salud ocupacional de la empresa.

## Planteamiento del Problema

**Descripción del problema.** La empresa Mina Guatiquia Centro SAS es una compañía dedicada a la extracción de piedras de río con el fin de producir material destinado a procesos de construcción. El proceso fundamental de esta empresa es el triturado del material de río, proceso que implica el triturado de las piedras con el objetivo de producir gravillas con tamaños de diferentes magnitudes y diversos usos en la industria de la construcción, esto por medio de varios tamizajes generados por varias mallas metálicas en el interior de la máquina.

Las instalaciones de la trituradora se encuentran ubicadas en el margen izquierdo del río Guatiquía en la CARRERA 33 A 37 14, Villavicencio departamento del Meta:



Figura 2. Ubicación Mina Guatiquia Centro S.A.S. Recuperado de:

<https://www.google.com/maps/dir//Mina+Guatiquia+Centro+SAS,+Villavicencio,+Meta>

La compañía **MINA GUATIQUIA CENTRO S.A.S** tiene una actividad industrial con un alto nivel de riesgo, razón por la cual la ARL de esta empresa le ha escalonado en un nivel V de riesgo, tal y como todas las demás empresas mineras del país, dadas las condiciones de este tipo de actividades extractivas; sin embargo, los bajos recursos económicos con los que cuenta la empresa en el momento no le han hecho posible la implementación de un Sistema de Seguridad y

Salud en el Trabajo que le permite cumplir la norma asociada a este tema tan relevante en las industrias, sea cual sea ésta.

Cuando se efectuó la primer visita a la compañía, se observaron múltiples factores de riesgo industrial, entre lo cual podemos nombrar de manera general, altos riesgos en los trabajos en alturas, tales como peldaños dañados en las escaleras que además no cuentan con medidas de seguridad correctas como barandas en muchas ocasiones, además de que ningún trabajador cuenta con arneses de seguridad que garanticen que en caso de una caída no sufrirá una lesión o incluso la muerte. Además de esto, se observaron muchos otros riesgos tales como un panal de abejas dentro de la cabina del operario lo cual supone un riesgo biológico, a su vez de un alto riesgo eléctrico al tener una fuente de energía eléctrica expuesta con la cual un contacto conduciría a la muerte instantánea.

Todas estas condiciones y muchas más observadas muestran que la empresa no tiene un plan de protección de la integridad de la vida y salud de sus empleados, lo cual hay que corregir lo más pronto posible antes de que ocurra una fatalidad.

Las condiciones de los equipos la alimentación y triturado del material no son las más adecuadas como se muestra a continuación:



*Imagen 1. Maquinaria de la Mina Guatiquia Centro S.A.S.*

Sistema a la izquierda de alimentación del material de río tolva y trituradora, y a la derecha el sistema de bandas transportadoras del material.



*Imagen 2. Tolva de la mina Guatiquia Centro S.A.S.*

Maquinaria sin las respectivas medidas de protección para evitar un posible atrapamiento al momento de operar, Riesgo Mecánico



### *Imagen 3. Botón de emergencia de la mina Guatiquia Centro S.A.S*

Dispositivo de apagado de emergencia en una posición no apropiada para activarse en caso de una real emergencia.

Las medidas de prevención de riesgos laborales son prácticamente inexistentes dentro de la compañía, lo cual incrementa severamente la probabilidad de una fatalidad, especialmente en este tipo de industrias. Actualmente, la actividad de la minería tiene uno de los riesgos más altos de accidentalidad y de fatalidad dentro de las industrias en general, esto como consecuencia del tipo de actividad que se desarrolla, los espacios confinados, los riesgos de caída de material pesado, las caídas o simplemente la falla de una parte de la máquina, que al ser elementos de alto peso pueden provocar la muerte instantánea o dañar severamente a los trabajadores, dada esta circunstancia, se busca reducir sustancialmente el riesgo dentro de este tipo de industrias a través de la concientización de los empleadores y los trabajadores respecto al peligro que corren y las consecuencias que podrían llegar a tener estos, además de implementar medidas claras que permitan tener controlados los riesgos y peligros y así conservar la vida y salud de los trabajadores de las empresas dedicadas a este tipo de actividades.

Se observaron principalmente tres que no han permitido que hasta el momento la empresa tenga un Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo:

- a. **Falta de disposición:** No se ha puesto el suficiente empeño en procurar el bienestar de la seguridad industrial y salud ocupacional de los trabajadores por parte del dueño de la empresa, permitiendo evidenciar un deterioro funcional de la maquinaria y en las condiciones de trabajo.
- b. **Falta de capital:** En los últimos años, la compañía ha tenido una liquidez muy baja, lo cual ha causado el despido de varios trabajadores y consecuentemente no ha permitido la implementación

del sistema de Seguridad y Salud en el Trabajo dado que eso requiere de una inversión de capital, la cual no posee en el momento la empresa.

- c. **Falta de personal calificado:** El personal no cuenta con capacitación en cuanto a las medidas de seguridad y salud en el trabajo, además de esto, no hay un empleado encargado del área de salud ocupacional, por lo cual no hay un control de las operaciones en el contexto del HSEQ ni SGSST, siendo esto un factor de riesgo para la accidentalidad e incluso mortalidad en la organización.

Los Sistemas de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo se han visto necesarios a lo largo del tiempo, permitiendo garantizar las buenas prácticas empresariales y a su vez el cumplimiento de objetivos y metas de las organizaciones, generando una continuidad en la operatividad y actividades que se gestan en las empresas. Dicha implementación también permite el cumplimiento de requisitos legales y preservando el recurso humano, a partir de un análisis exhaustivo de posibles riesgos en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo tales como los “riesgos locativos que se vieron con una alta frecuencia en la visita realizada a la compañía, así como también riesgos de alto impacto en la estructura general de la misma tanto para los recursos humanos como físicos como el riesgo eléctrico” Muñoz-Caicedo, A., & Chois-Lenis, P. (2014). Además de esto, se observaron riesgos mecánicos y biomecánicos, también químicos y biológicos dada la localización de la mina cerca de un río con alto grado de contaminación.

Esta identificación de riesgos es fundamental con el fin de plantear acciones de mejora que ayuden a prevenir accidentes laborales y enfermedades ocupacionales en la compañía, especialmente con el fin de diseñar métodos de control en la fuente ya que es el principal tipo de peligro existente: La fuente, ya que el estado de la maquinaria no es el mejor y su operación puede ser peligroso. Adicional a esto, los EPP's como medio de control en el usuario son altamente efectivos especialmente en esta industria en donde puede haber caídas, abrasiones y

caída de objetos, por lo cual guantes, cascos y arneses son vitales para la operación eficiente y segura de los procesos.

En “la actualidad el sector minero presenta una alta tasa de eventos que afectan la salud integral de los trabajadores dedicados a este sector productivo del país, según las estadísticas de la Agencia Nacional de Minería en su informe consolidado 2005 – 2018 la emergencias mineras ocurridas entre 2005 y 2018 han sido en total 1.111” Agencia Nacional de Minería (2018) y las fatalidades mineras ocurridas en ese mismo periodo de tiempo fueron 1.320.

Según el informe de análisis estadístico de accidentalidad, enfermedad y mortalidad laboral comparativo 2017 - 2018 del consejo colombiano de seguridad, el sector de minas y canteras se encuentra en el segundo lugar de accidentalidad con una tasa de 13 trabajadores por cada 100 trabajadores afiliados al sistema de riesgos laborales, en el mismo informe se expresa que el sector de minas y canteras, este sector presenta un aumento del 10% en el 2018 de las enfermedades laborales calificadas vs el 2017 con una tasa de 319 trabajadores con enfermedad laboral calificada por cada 100000 afiliados al sistema de gestión de riesgos laborales; dentro de las 24 actividades que hacen parte de este sector, la Mina Guatiquia Centro S.A.S se ubica dentro de la actividad económica B0811 - Extracción De Piedra Arena Arcillas Comunes Yeso Y Anhidrita .

Con relación a las fatalidades laborales en Colombia en el año 2018 el sector de Minas y canteras tuvo un aumento del 12% con relación al 2017, con una tasa de 73 casos de mortalidad por cada 100.000 trabajadores afiliados al Sistema de Gestión de Riesgos Laborales.

## **Pregunta de Investigación**

¿Cuáles son los principales elementos para la propuesta de mejora en cuestión de la prevención de los Riesgos Laborales que presenta la empresa MINA GUATIQUIA CENTRO S.A.S para sus trabajadores?

## **Hipótesis**

Los principales riesgos laborales son: Riesgo locativo, eléctrico, mecánico y biológico, los cuales afectan directamente a los trabajadores por falta de uso de los EPP, de modo que si no se realiza una mejora en es SG-SST, los riesgos de accidentes laborales, incapacidades e incluso la muerte, entre otros, continuarán y posiblemente aumentarán.

## **Objetivos de la investigación**

### **Objetivo General**

Proponer medidas de prevención de riesgos laborales a partir de una identificación de riesgos laborales, con el fin de disminuir el impacto en la Seguridad y Salud de los trabajadores.

### **Objetivos Específicos**

Identificar el estado actual de las medidas de prevención de riesgos laborales por medio de un registro de una matriz de riesgos diagnosticados en la empresa.

Priorizar los riesgos laborales identificados por medio de diferentes métodos de priorización de riesgos existentes en la literatura, analizando los posibles métodos de prevención.

Definir las causas de las condiciones de peligro que generan los riesgos de mayor prioridad a través de la herramienta de causa-efecto Diagrama de Ishikawa.

Diseñar la propuesta de mejora para cada uno de los riesgos identificados de acuerdo a la normatividad legal vigente.

### **Delimitación de la Investigación**

Mediante esta propuesta de mejora en las medidas de prevención de riesgos laborales en la empresa MINA GUATIQUIA CENTRO S.A.S, ubicada en la ciudad de Villavicencio, se toman las medidas necesarias para evitar los accidentes laborales y/o incidencia de enfermedades laborales, se involucrará a todo el personal sobre la importancia del higiene y la seguridad industrial tomando decisiones que mejoren las condiciones en cada una de ellas.

Se han identificado tres factores básicos que obstaculizan el desarrollo eficaz del sistema de SGSST y son: el factor económico, la ausencia de capacitación y la falta de disposición, dentro de estos factores consideramos que el limitante principal para que las mejoras propuestas sean aplicadas sería la falta de disposición por parte del staff directivo y el factor económico ya que en los últimos años las utilidades de la compañía han venido en disminución y el personal de planta y administrativo ha tenido que ser reducido para permitir el funcionamiento de la compañía, para el desarrollo de un SGSST se requiere la asignación de un presupuesto anual por esta razón la limitante económica es muy relevante.

El alcance base de la propuesta se fundamenta entonces en el diagnóstico de las condiciones que puedan implicar un riesgo para la salud de los empleados, demostrar la necesidad del SGSST a través de este diagnóstico e intentar generar a través de esta manera una disposición de aprender de parte de los empleados a través de la comprensión de la importancia de un sistema de seguridad industrial y salud ocupacional en una compañía y por supuesto el aprendizaje de lo

que éste implica, finalmente se pretende de esta manera solucionar el problema de falta de capacitación y de disposición.

### **Limitación**

La Mina Guatiquía es una organización que ha pasado por momentos de baja liquidez en los últimos años, por lo cual ha venido presentando recortes frecuentes en el personal; por lo cual es claro que la principal limitación que posee esta organización es la falta de recursos económicos, que son necesarios para poder implementar y mantener un Sistema de Seguridad y Salud en el Trabajo.

Por otro lado, la perspectiva de que no es necesaria la implementación de un SG-SST puede ser un limitante fuerte dado que no lo toman como una prioridad y por ende aun teniendo los recursos económicos y humanos puede que no se implemente.

### **Marco referencial**

#### **Estado del arte.**

A lo largo de las últimas décadas la importancia de la Seguridad y Salud en el trabajo se ha visto de imperiosa necesidad, por lo cual se han generado distintas organizaciones como lo es la Organización Internacional del Trabajo (OIT). Las disposiciones frente a este tema, han obligado a implementar distintas normativas dentro de los países para la implementación de los SG-SST, requiriendo para ello profesionales encargados, que desempeñen labores adecuadas en la seguridad y salud de cada empleado dentro de una empresa, todo esto ha sido posible a través de la investigación, el empirismo y diversos trabajos documentados sobre dichas disposiciones.

Para el desarrollo de este proyecto de grado hemos realizado una revisión documental sobre lo que se ha escrito en trabajos de grado de diferentes instituciones de educación superior en el país iniciando por la ECCI y universidades nacionales.

A continuación se explicará brevemente 3 de las investigaciones a nivel institucional realizadas por estudiantes de posgrado de la ECCI:

Ariza, A. Criollo, E. & Farfán, N. (2017). Realizaron un trabajo investigativo titulado Diseño del SG-SST en una comunidad cristiana del barrio Spring en la ciudad de Bogotá, siendo su principal objetivo Diseñar el SG-SST en la Comunidad Cristiana Palabra Viva. El enfoque de investigación fue de tipo mixto obteniendo datos cualitativos y cuantitativos conduciendo a una mirada más óptima para el entendimiento de cada proceso, a su vez usaron la triangulación para poder comprar los diferentes análisis de datos. En el desarrollo de la investigación ejecutaron 2 fases siendo la primera la caracterización de la población y la segunda respectivamente una identificación y priorización del SG-SST de la comunidad.

Dentro de sus resultados lograron diseñar un SG-SST basadas en la necesidades de la comunidad cristiana partiendo del Decreto 1072 de 2015 y de la resolución 1111 de 2017, proporcionando herramientas y recursos para su diseño y posterior implementación. El cumplimiento de la fases propuestas permitieron la implementación de las actividades que corresponden al diseño del SG SST, partiendo de la identificación, evaluación, priorización y control de los riesgos que pueden afectar la salud y bienestar integral del trabajador, como también las instalaciones de la organización.

Otro de los trabajos encontrados fue el de Martínez Pascagaza, Niño Cárdenas, y Pineda Cipagauta, (2016). En el cual realizaron un trabajo titulado “Diseño del Sistema de Gestión de

Seguridad y Salud en el trabajo para la empresa TAM Transporte Ambulatorio Médico S.A.S. en el cual buscaban dar cumplimiento al Decreto 1072 de 2015.” Esta empresa contaba con riesgo IV debido a su actividad en el sector económico, a su vez carecía de una implementación del SG-SST. Durante la investigación implementaron 2 fases siendo la primera “analizar los requisitos exigidos en el Decreto 1072 de 2015” y la segunda respectivamente la “aplicación la lista de chequeo de estándares mínimos del SG-SST.”

Obtuvieron como resultados la implementación del diseño del SG-SST en la empresa TAM Transporte Ambulatorio Médico S.A.S, planificando el mismo a partir de los elementos que hacen parte del Decreto 1072 de 2015, ya que la empresa no contaba con ningún avance de los requisitos que se necesitan. Desarrollaron su investigación desde la evaluación inicial hasta los indicadores de estructura, proceso y resultado lo cual permitió conocer el estado actual de la empresa, dando un cumplimiento a los requisitos mínimos para la parte de la planeación del SG-SST, dicha ejecución permitió dejar una base para continuar con una fases de aplicación y evidenciar si funciona el SG-SST sugerido.

Otro de los trabajos encontrados de la Universidad ECCI fue realizado por los estudiantes, Barreto Villanueva, González Campos y Vásquez Guzmán (2016) cuyo objetivo principal fue “Diseñar un Sistema de Gestión de seguridad y Salud en el Trabajo para la empresa VIAL S.A según el decreto 1072 de 2015” para los procesos de fabricación de vidrio, buscando que se disminuyan los riesgos a la integridad de los trabajadores promoviendo la mejora en la productividad, calidad y eficacia de los productos que son entregados a los clientes. La metodología investigativa fue de tipo mixto basado en datos cuantitativos y cualitativos, utilizando a su vez una triangulación concurrente DITRIAC esto con el fin de tener una validez

cruzada o de criterio; como resultados los estudiantes describieron el diagnóstico del SG-SST a partir de la organización y planificación bajo el decreto 1072 de 2015.

Se puede observar que dentro de estas tesis para opción de grado, se basan en la implementación o diseño de un Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el trabajo de las empresas, que generalmente tienen una deficiencia en este ámbito, de esta forma es posible concluir que dichos procesos mejoran significativamente la calidad dentro de una empresa y a su vez la disminución de los riesgos a los trabajadores.

A nivel nacional dentro de la búsqueda de trabajos para optar a opción de grado fueron encontradas 4 diferentes fuentes relacionadas directamente con el sector económico de la minería, los cuales serán descritos a continuación:

En el repositorio de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia que los estudiantes Echeverry, R. & Campo, L. (2016). Generaron un proyecto de investigación titulado Sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo (SG-SST) para la mina el porvenir, municipio de Mongua, Departamento de Boyacá. El cual tuvo como objetivo Elaborar el sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo SG-SST en la mina “El Porvenir” ubicada en el municipio de Mongua, departamento de Boyacá. Durante la implementación de este proyecto se realizó una identificación de peligros y evaluación de riesgos y por último una estructura básica del SG-SST,

Dentro de los resultados se obtuvo en un alto porcentaje correspondiente a la confección del documento base, con la finalidad de prevenir, mitigar, concientizar al personal de MINA EL PORVENIR, sobre los riesgos y peligros que implican las actividades inmersas en la pequeña minería extractiva del carbón térmico por medio de labores subterráneas. Se logró describir de forma general la estructura y organización de la empresa desde el punto de vista administrativo,

técnico y de la seguridad y salud en el trabajo, de la mano de esquemas elaborados por el grupo investigativo y los documentos de soporte bibliográfico que llevaron a caracterizar de manera precisa el estado y el prospecto de mejora de la mina El Porvenir.

Dentro de los trabajos de grado encontrados en el repositorio de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, se encontró uno directamente relacionado con la minería titulado “Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo SG-SST para la mina El Olivo, Vereda San José, Municipio de Tópaga, Departamento de Boyacá” elaborado por los estudiantes

González, J. & Coronel, R. (2015). El principal objetivo fue “Elaborar un sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo SG- SST para la mina El Olivo, Vereda San José, Municipio de Tópaga Departamento de Boyacá.” Durante la implementación del sistema realizaron un análisis exhaustivo sobre el sector económico, la distribución de empleados y las actividades de cada funcionario y áreas de trabajo, en superficie y bajo tierra, a su vez de las condiciones de salud, que los llevaron a identificar y valorar los peligros es materia de Seguridad y Salud en el Trabajo.

A partir de estos procesos iniciaron la implementación del SG SST obteniendo como resultados mejoras en las condiciones de trabajo permitiendo ejercer las actividades con un ambiente laboral propicio según este sector económico, generando un nivel de consciencia en los trabajadores sobre los riesgos a los cuales se encuentran expuestos dentro de la mina.

Los estudiantes de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia Cárdenas, F. & Gómez, A. (2014). Realizaron un trabajo para optar a su grado titulado “Diseño e implementación del Sistema De Gestión De Seguridad y Salud en el Trabajo (SS-SST) para la

mina El Mortiño Municipio de Socha Departamento de Boyacá.” El objetivo del trabajo fue “Diseñar e implementar el sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo (SG-SST) para la mina el Mortiño, municipio de Socha, departamento de Boyacá.” El cual fue dividido en 9 capítulos, iniciando con las generalidades de la empresa según su sector económico, posteriormente efectuaron un análisis exhaustivo en superficie como bajo tierra, por consiguiente esto derivó en el análisis de los peligros y evaluación de riesgos bajo la guía Técnica Colombiana GTC 45 de 2012, pudiendo generar una matriz de riesgos.

Dentro del proceso de implementación plantean “la organización y ejecución de las actividades y conformación de planes de medicina preventiva y del trabajo, higiene industrial, seguridad industrial y plan de administración ambiental”. Derivando en la conformación del comité paritario. Por último generan la implementación del SG-SST y adicionalmente evalúan por medio de indicadores que permitieron medir el impacto de dicha implementación. Sin embargo no se logra identificar una claridad dentro de su trabajo, ya que solo presentan dentro de sus indicadores como lo realizaron y no el impacto final de su propuesta.

Otros de las tesis encontradas en el país fue de los estudiantes de la Universidad Pedagógica y tecnológica de Colombia, Arcos, G. & Carrillo, U. (2014) titulado “Diseño e Implementación del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo para El Consorcio Cmr, Mina Los Caracoles, Vereda Sagra Abajo, Sector Cotamo, Municipio de Socha, Departamento de Boyacá” El cual tuvo como objetivo general “Diseñar e implementar el sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo para la organización empresarial mina “Los Caracoles”; presentando procesos encaminados a un mejor ambiente laboral.” Iniciando con una descripción y análisis de la zona de la empresa en la cual generaron la implementación del sistema en la mina los

Caracoles y cómo es el trabajo en superficie y bajo tierra, a partir de este análisis realizaron la identificación de peligros bajo la metodología que plantea la Guía Técnica Colombiana GTC 45 de 2012 y la matriz IPER (identificación de peligros y evaluación de riesgo), clasificando las actividades sus respectivas tareas y que clase de riesgo tienen los trabajadores desde los locativos, mecánicos, físicos, químicos, entre otros y sus posibles efectos a la salud. Por consiguiente efectuaron el diseño de la implementación del SG-SST, adicionalmente generaron un subsistema de gestión medicina preventiva el cual tuvo como objetivo “Mantener en buenas condiciones de salud y calidad de vida de los trabajadores.”

Por último generan los indicadores de evaluación del sistema, al ser un diseño inicial, la tesis, que según los requisitos de la UPTC (Universidad Pedagógica y Tecnológica) exige, se evidencia que no es posible llegar a la fase de evaluación de la implementación. Los estudiantes concluyen que la implementación mejora el ambiente laboral en la mina los Caracoles y un mayor grado de consciencia y adquisición del conocimiento frente a los diversos peligros a los cuales puede estar expuesto un trabajador y a su vez que la empresa cuenta con los procesos necesarios para mitigar los riesgos de sus empleados.

Se logra evidenciar que principalmente dentro de estos trabajos no es posible llegar a alguna fase de evaluación de la aplicación de los Sistemas de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, sin embargo logran describir a partir del análisis de riesgo de cada empresa cómo funciona su respectivo sistema a partir del diseño que generan, otro de los puntos importantes se relaciona con nuestra propuesta de investigación, siendo la UPTC en la cual se encuentran tesis a fin con implementaciones o mejoras en el SG-SST en minas.

Por consiguiente se recolectó y sintetizó 4 trabajos de grado encontrados a nivel internacional, los cuales serán descritos a continuación:

En la Universidad Privada del Norte en Cajamarca, Perú, la estudiante Gutiérrez, Y. (2018). Generó su tesis titulada “Implementación de un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo en la empresa IMME S.R.L bajo la norma OHSAS 18001:2007” la cual tuvo como objetivo “la Implementación de un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud y el Trabajo para el control de los riesgos laborales en la empresa Ingeniería de mantenimiento IMME SRL.”

En la recolección de datos, la estudiante encuentra que la empresa no cumple con 65.63% exigido por las normas que se exigen bajo los SG-SST, por consiguiente se implementó la OHSAS 18001: 2007 mediante “La elaboración y aplicación de programas de capacitación, inspecciones, reuniones de seguridad, procedimientos y análisis de trabajo seguro, identificación de sus peligros, evaluación de sus riesgos e implementación de sus controles y reporte de actos y condiciones” (Gutiérrez, 2018, p. 7). Adicionalmente se crearon herramientas como la matriz IPERC en la cual se gestionan los peligros evaluando sus respectivos riesgos, (ATS) Análisis de trabajo seguro, procedimientos escritos de trabajo seguro (PETS), plan anual de seguridad y salud ocupacional (PASSO), entre otros.

Según la metodología empleada, se utilizó un método cuasi experimental; como resultado obtuvo “en el año 2017 un cumplimiento del 97% del programa de capacitación; del 100% del programa anual de seguridad y salud ocupacional y 99% del programa de involucramiento. Asimismo, no se registraron accidentes ni incidentes” (Gutiérrez, 2018, p. 7). Por último valoró la implementación definiendo que la empresa IMME SRL logró contar con un control de los riesgos de sus trabajadores.

Otra de las tesis para optar por la opción de grado es de la Universidad Privada del norte en Lima, Perú. Elaborado por el estudiante Cayo, R. (2017). Tulado “Implementación de un Sistema de Gestión en Seguridad y Salud En El Trabajo para cumplir los requerimientos de la Ley 29783 y mejorar las condiciones laborales en la empresa Eyes Health”. El cual tuvo como objetivo “evaluar cómo la implementación de un Sistema de Gestión en Seguridad y Salud en el Trabajo (SGSST) en la empresa “Eyes Health” le permitirá cumplir con los requerimientos de la ley 29783 y mejorar las condiciones laborales.” Dentro del trabajo se describe que en Perú las farmacéuticas están reguladas bajo “La Dirección General de Medicamentos Insumos y Drogas (DIGEMID),.... Pero no trata aspectos de seguridad para el personal involucrado en la fabricación” (Cayo, 2017) p.7). Por lo tanto según leyes respectivas al país sobre la salud ocupacional decide generar esta implementación SG-SST. Teniendo como metodología realizar un diagnóstico determinando la situación de la empresa acorde a la ley 29783 y su reglamento DS-005-2012-TR, evaluando los riesgos a partir de matrices de riesgo y la OHSAS 18001 para la implementación del sistema.

El estudiante obtiene como resultados que la implementación del sistema que planteó sirvió para que la empresa cumpliera con las normas requeridas cumpliendo con el 93% a partir de la auditoría externa que se ejecutó siendo muy favorable.

El siguiente trabajo fue elaborado por Arzapalo, M. (2018) en Perú, Pasco en la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Escuela de formación profesional de Ingeniería de Minas. Cuyo objetivo principal fue “Diseñar estrategias para mejorar los indicadores de seguridad y salud en el trabajo en la Unidad Operativa Chungar – Volcan Compañía Minera S.A.A.” La metodología empleada fue de tipo aplicada experimental siendo un estudio descriptivo

explicativo, seguido se explica aspectos generales de la mina, como ubicación antecedentes históricos, entre otros.

Se logró mitigar la principal preocupación a partir del programa implementado, cambiando la cultura de la seguridad y salud en la mina, a su vez se redujo la accidentalidad, sin embargo hubo 4 accidentes fatales de los cuales se procedieron a determinar sus causas y ejecutar acciones correctivas, por último se sugiere continuar con el programa generado para las actividades de mayor riesgo, previniendo así las enfermedades laborales.

Por último en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas la estudiante Asencios, I (2018). Realizó la siguiente tesis titulada “Propuesta de mejora del SGSST a través del ciclo PHVA y la seguridad basada en el comportamiento en una empresa de alimentos para reducir accidentes de trabajo” cuyo objetivo fue “Analizar la problemática y tomar acciones para revertir la situación actual de la empresa.” Dentro del análisis de la problemática fue encontrado, que dentro de la empresa hubo un aumento de incapacidades por parte del personal, debido al incremento de la accidentalidad durante el periodo comprendido entre el 2010 a 2016, incrementando de esta forma los costos por esta misma razón. Se realizó un diagrama de Pareto para describir la causalidad encontrando que la raíz de estos fue el uso de equipos energizados, operar a velocidad inadecuada, no usar correctamente los EPP (elementos de protección personal). “La línea base del actual sistema de gestión de SSO obtuvo una puntuación de 22 sobre 32, lo cual equivale a un 69% de alineamiento a los requisitos de la norma OHSAS 18001” Asencios, 2018, p. 242).

Como resultado obtuvo que si es ejecutada la fase de implementación que es propuesta por la estudiante es posible reducir los actos inseguros de los trabajadores, siendo rentable y recuperable la inversión.

Se puede concluir que en las tesis encontradas a nivel internacional buscan mejorar el Sistema de Gestión que ya se encuentra documentado en cada empresa sin embargo se encuentran con falencias, que reducen la efectividad y productividad de los trabajadores; solo una de las tesis se encuentra relacionada con la propuesta de mejora sobre una mina.

### **Marco teórico.**

Actualmente el sector minero en Colombia presenta alta tasa de eventos que afectan la salud integral de los trabajadores dedicados a este sector productivo del país, según las estadísticas de la Agencia Nacional de Minería en su informe consolidado 2005 – 2018 la emergencias mineras ocurridas entre 2005 y 2018 han sido en total 111, con 1567 personas ilesas, 713 heridos y 1320 fatalidades. Dentro del sector minero la extracción del carbón es la actividad que presenta el porcentaje más alto de fatalidades con 965 muertes y la actividad de extracción de materiales de Construcción el menor valor con 21 muertes que representan el 1,6 %. Teniendo en cuenta que la Guía Técnica Colombiana GTC 45 que es la Guía para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en seguridad y salud ocupacional define el Riesgo como

La combinación de la probabilidad de que ocurra(n) un(os) evento(s) o exposición(es) peligroso(s), y la severidad de lesión o enfermedad, que puede ser causado por el (los) evento(s) o la(s) exposición(es), se puede expresar que las fatalidades presentadas en el sector minero, es el resultado de la exposición a eventos peligrosos combinado con la probabilidad de ocurrencia y la severidad de la lesión. (p.3)

Dentro de las medidas para prevención de riesgos laborales es fundamental identificar el origen de los riesgos, se establece que el origen de los riesgos puede ser de diferentes tipos:

Los derivados por las condiciones de seguridad propia del centro de trabajo, proceso de producción, maquinaria y equipos, estas condiciones pueden favorecer incendios, golpes caídas y otros accidentes al personal que labora en el área. Zazo (2015),

Otro origen de los riesgos se debe a los originados por agentes físicos, entre ellos cabe mencionar: riesgos de tipo mecánico al hacer uso de la maquinaria ruido vibraciones, riesgo de tipo luminoso o calorífico debidos a la exposición a estos factores, riesgos derivados de los distintos tipos de energía como las radiaciones o radiofrecuencias. Zazo (2015).

También se tipifican los riesgos originados por agentes químicos, agentes biológicos, riesgos derivados de la organización y puesto de trabajo, Riesgos de tipo psicológico y por último tipifica los riesgos derivados del factor humano. Zazo (2015).

Debido al impacto en la salud de los trabajadores expuestos a un riesgo en los casos de que se materialice el riesgo, es necesario implementar mecanismos eficaces que permitan controlar estos, reduciendo la probabilidad de ocurrencia de dichos eventos, la norma técnica colombiana ISO 45001:2018 establece una jerarquía de controles para reducir los riesgos o mitigar su impacto en la salud de los trabajadores puede describirse como un paso a paso:

Eliminar el Riesgo, como primera medida en los casos que aplique, por ejemplo, en un proceso de manufactura eliminar el uso de un producto químico que atenta contra la salud de los trabajadores, esto puede requerir rediseño del proceso, cuando no se puede eliminar el riesgo, el segundo paso sería aplicar una sustitución del riesgo, para el ejemplo planteado anteriormente la sustitución del producto químico o sustancia peligrosa por una que no lo sea tanto y así se reduce el riesgo, en los casos que no se pueda eliminar o sustituir la fuente del riesgo se debe entonces aislar la fuente del riesgo, evitando así la exposición de las personas a esta, el cuarto paso es

aplicar controles de ingeniería con la capacidad de modificar las consecuencias del riesgo, cuando los controles anteriores no pueden ser aplicados, estos controles de ingeniería pueden ser por ejemplo, la instalación de un sistema de ventilación para reducir la concentración de una sustancia peligrosa en cierta área de trabajo, etc. con todo lo anterior si aún se identifican riesgos latentes se deben aplicar los controles administrativos como la ejecución de programas de capacitación, la divulgación de instructivos, manuales, formación del personal especializado en la tarea entre otros. Si después de todo lo anterior todavía se identifican riesgos, para disminuir el impacto del riesgo, se utilizarán los equipos de protección personal, según la tarea a realizar.

La investigación que se presenta está fundamentada en el diagnóstico de riesgos industriales con el fin de poder crear una propuesta para la implementación de un Sistema de Gestión en Seguridad y Salud en el Trabajo.

Según la organización mundial de la salud (OMS): “es una actividad multidisciplinaria dirigida a promover y proteger la salud de los trabajadores, mediante la prevención y el control de enfermedades y accidentes y la eliminación de los factores y condiciones que ponen en peligro la salud y la seguridad en el trabajo....”, Perez, Enriqueta (2017) de modo que el diagnóstico de este tipo de riesgos de alta relevancia para las organizaciones empresariales dado que si no se corrigen y previenen pueden llevar a consecuencias nefastas, no solo a nivel económico para la organización sino principalmente para los empleados, puesto que corre en riesgo la integridad de ellos e incluso en muchos casos su propia vida. De esta manera debemos comprender que es un riesgo.

Según la norma ISO 45001: 2018, un riesgo “...es la combinación de la probabilidad de que

sucedan algo peligroso por la gravedad del daño que podría ocasionar dicho suceso.”, (ISO 45001:2018) de modo que para que haya un riesgo debe existir un peligro que según la misma norma es “una fuente, situación o acto con potencial de causar daño humano, deterioro de la salud, daño físico o una combinación de éstos”. (ISO 45001:2018)

Según la misma norma existen tres tipos de riesgos básicos en las organizaciones:

1. Riesgo puro: Es el riesgo sobre el cual no se ha implementado ni aplicado ninguna medida de control.
2. Riesgo residual: Riesgo sobre el cual si se han aplicado medidas de control y/o mitigación.
3. Riesgo aceptable: Es aquel que se ha llegado a reducir o mitigar de manera que cumple con la norma de cada país y empresa.

Con el fin de prevenir este tipo de situaciones riesgosas que pueden llevar al deterioro de la condición de salud humana, se debe implementar un Sistema de Gestión de la seguridad y salud en el trabajo. Según la ISO tenemos que “...es un sistema que Tiene el objetivo de mejorar las condiciones laborales y el ambiente en el trabajo, además de la salud en el trabajo, que conlleva la promoción del mantenimiento del bienestar físico, mental y social de los empleados.

Consiste en realizar un desarrollo de un proceso lógico y por etapas, se basa en la mejora continua, con el fin de anticipar, reconocer, evaluar y controlar todos los riesgos que puedan afectar a la seguridad y la salud en el trabajo.” (2016).

La agencia nacional de minería en su informe de emergencias mineras y las estadísticas de accidentalidad 2018 acumulado expone algunos conceptos sobre los tipos de accidentes mineros, para el objeto de esta investigación es importante tener en cuenta los siguientes términos aplicables a la actividad de la mina Guatiquía Centro S.A.S.:

“**Accidente minero por caída a diferente nivel:** Evento o suceso repentino que ocurre a causa de la caída de personas desde una cota superior o una cota inferior”

“**Accidente minero eléctrico:** Evento o suceso repentino que ocurre por contacto con el flujo eléctrico por el manejo de redes y equipos eléctricos”

“**Accidente minero mecánico:** Evento o suceso repentino que ocurre por el manejo de herramientas manuales, liberación inesperada de cargas, maquinas con sus componentes accesorios utilizados para el transporte, ventilación, desagüe, iluminación y demás servicios de operación minera”

“**Accidente minero por inestabilidad de Taludes:** Evento o suceso repentino que ocurre en labores a cielo abierto por fenómenos de remoción en masa”

“**Accidente minero por incendio:** Evento o suceso repentino que ocurre por combustión endógena y/o exógena”

“**Accidente minero por inundación:** Evento o suceso repentino que ocurre por presencia excesiva de agua que cubre parcial o totalmente las labores de extracción”

“**Accidente minero por maquinaria pesada:** Evento o suceso repentino por el manejo y/o manipulación de la maquinaria utilizada en las labores mineras para el arranque, cargue y transporte del material. Agencia nacional de minería (2018)

Además de los conceptos relacionados con la seguridad industrial y salud ocupacional, es necesario conocer la conceptualización teórica del proceso de triturado que va a ser estudiado en la propuesta que ha de presentarse:

Según la definición de la RAE:

“Una trituradora es una máquina que procesa un material de forma que produce dicho material con trozos de un tamaño menor al tamaño original. Chancadora es un dispositivo diseñado para disminuir el tamaño de los objetos mediante el uso de la fuerza, para romper y reducir el objeto en una serie de piezas de volumen más pequeñas o compactas.”

En el caso de la trituradora de piedra usada en el proceso, tiene como fin disminuir el tamaño de las piedras del río en diferentes tamaños incluyendo arena con el fin de generar material para construcción.

### **Marco legal.**

En Colombia, la seguridad de los empleados de cualquier empresa, sin importar el sector o el tamaño, debe ser garantizada, por lo cual, según los decretos 1443 de 2014 y 1072 de 2015 además de la ley 1562 de 2012, toda empresa en Colombia debe contar con un Sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo.

El marco legal se fundamenta en lineamientos legales por parte del Ministerio de Trabajo, el código sustantivo del trabajo, normativas internacionales de la OIT con el fin de poder implementar un sistema de gestión en seguridad y salud en el trabajo:

**Ley 1562 de 2012:** Por la cual se modifica el sistema de riesgos laborales y determina los conceptos de accidente de trabajo y enfermedad laboral.

**Decreto 1072 de 2015:** Decreto Único Reglamentario del Trabajo. Determina la obligatoriedad legal y ejecución permanente de los programas, reglamenta la organización

funcionamiento y forma de los Sistemas de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo que deben desarrollar los patronos.

**NTC-ISO 45001:** Es la nueva norma de Sistemas de Gestión de la Seguridad y la Salud en el Trabajo, que sustituirá a la actual OHSAS 18001

**Resolución 0247 de 2016:** Reglamento de higiene y seguridad industrial.

**Resolución 2400 de 1979:** Ministerio de Trabajo, que establece el reglamento general de Seguridad e Higiene Industrial

**Resolución 2013 de 1986:** Reglamenta la organización y funcionamiento de los Comités de Medicina, Higiene y Seguridad Industrial.

**Ley 9 de 1979:** Por la cual se dictan medidas sanitarias. El título III habla de las disposiciones de la Seguridad y Salud en el Trabajo y estas son aplicables a todo lugar y clase de trabajo.

**Decreto 614 de 1984:** Por el que se determinan las bases para la organización y administración de la Seguridad y Salud en el Trabajo.

**Decreto 1477 de 2014:** Por la cual se expide la tabla de enfermedades.

**Leyes 100 de 1993, 776/02 y 1562 de 2012; Decretos 1295 de 1994, 1771 de 1994, 1772 de 1994, 1072 de 2015:** Organizan el Sistema General de Riesgos Profesionales, a fin de fortalecer y promover las condiciones de trabajo y de salud de los trabajadores en los sitios donde laboran. El sistema aplica a todas las empresas y empleadores.

**Resolución 1111 de 2017:** El Ministerio de Trabajo reglamenta los Estándares Mínimos del Sistema de Gestión en Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) en el marco del Sistema Obligatorio de Garantía de Calidad del Sistema General de Riesgos Laborales para los empleadores y contratantes.

**Resolución 5321 de 2016:** Por la cual se integra el comité de seguridad y salud en el trabajo.

Por otro lado, la normatividad asociada a la otorgación de licencias de minería en el país, así como la normatividad para poder ejecutar la explotación minera están determinadas de la siguiente manera en Colombia:

**Ley 685 de 2001:** por la cual se expide el Código de Minas y se dictan otras disposiciones.

**Decreto 1102 de 2017:** Por el cual se adiciona y modifica el Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía, 1073 de 2015, respecto de la adopción de medidas relacionadas con la Comercialización de Minerales.

**Decreto 1666 de 2016:** Por el cual se adiciona el decreto único reglamentario del sector administrativo de minas y energía 1073 de 2015, relacionado con la clasificación minera.

**Decreto – Ley 4134 de 2011:** Por la cual se crea la Agencia Nacional de Minería, ANM, se determina su objeto y estructura orgánica.

**Decreto 2504 de 2015:** Por el cual se adiciona el Decreto Único Reglamentario No 1073 de ejercer la labor de fiscalización minera y se toman otras determinaciones.

## **Diseño Metodológico**

### **Paradigma**

El paradigma que se utilizó en el desarrollo de la investigación es de tipo Empírico/Analítico y de tipo o enfoque mixto como lo explica Ramos (como se cita en Pérez, 2011) “Argumenta que la investigación mixta permite integrar, en un mismo estudio, metodologías cuantitativas y cualitativas, con el propósito de que exista mayor comprensión acerca del objeto de estudio.” dado que la información obtenida a través de la observación directa y la verificación de condiciones de peligro y de riesgos permite desarrollar una prueba de hipótesis estadística con el

fin de verificar si se cumple o no el indicador requerido y con base en esto generar la priorización de riesgos en la empresa a través de métodos mixtos, fundamentos en variables cuantitativas y cualitativas, tales como el mapa de calor, histograma de frecuencia y diagrama de Pareto, y finalmente a partir del análisis de estos datos generar un estudio de causa - efecto de los riesgos priorizados a través del modelo de evaluación de Espina de Pescado o Ishikawa y por último generar la propuesta de mejora sobre los riesgos laborales en la Mina Guatiquía Centro S.A.S.

## **Método**

El método utilizado es el Método de investigación mixto en cuyo caso, “Los métodos cuantitativos se utilizan en una etapa o fase de la investigación y los cualitativos en otra” (como se cita en Pérez, 2011). Inicialmente se realizó un diagnóstico a través de una matriz de riesgos (instrumento de medición) obtenida por medio de la observación directa de la operación y se definió una hipótesis de acuerdo a los indicadores necesarios para la investigación tomando datos de forma cuantitativa, posteriormente se ejecutó una priorización y propuesta de mejora utilizando en otras fases datos cualitativos. De manera secuenciada, a continuación se describe la metodología:

Primero, el proceso de Triturado, considerado de manera general como un Macroproceso que está compuesto de subprocesos, se descompone con el fin de estudiar de manera más detallada cada una de estas actividades o subprocesos que componen la fase de Triturado; posteriormente, se definieron los riesgos existentes por subproceso tomando como muestra las situaciones de riesgo observadas de manera directa en cada uno de los subprocesos sin evaluar las situaciones

internas o específicas, de modo que aunque se tomaron todas las situaciones que se observan a simple vista, exceptuando aquellas situaciones que no se pueden apreciar con una primera observación directa, sino que requieren de una investigación más profunda, posteriormente, de acuerdo a la normatividad técnica se definió cuántos de esos riesgos se tienen controlados y cuáles no.

Luego, se obtuvo el porcentaje de las situaciones de riesgo controladas de la muestra que se tomó, con estas conclusiones se consideró a través de un análisis estadístico (prueba de hipótesis para una proporción de datos con distribución Bernoulli) la información es suficiente como para afirmar que los riesgos bajo control son menores al 80% (indicador elegido) y de esa forma se generó un diagnóstico inicial del nivel de control de riesgo y peligros que tiene la empresa.

### **Tipo de investigación**

La presente investigación reunió datos de tipo descriptivo, (Navarrete, J. V. M. 2011). tratándose de una propuesta de mejora sobre la prevención de los riesgos laborales en la empresa MINA GUATIQUIA S.A.S, en la cual se identificó y priorizó los riesgos laborales generando una iniciativa de mejora para prevenir los accidentes laborales a los cuales se encuentran expuestos los trabajadores, recogiendo y analizando datos a partir del problema de la investigación, detallando cada proceso llevado a cabo en la Mina permitiendo llegar a determinadas conclusiones que facilitaron la propuesta de mejora sobre la prevención de riesgos o peligros laborales.

## Instrumentos para la recolección de datos

### Fase A. Diagnóstico Inicial de Controles de Riesgos Implementados

Para realizar el diagnóstico inicial sobre los controles de riesgos implementados se diseñó una matriz de riesgos específicamente para el proceso de triturado de la empresa y se diligenció de acuerdo a la información obtenida por medio de la observación directa de las situaciones de riesgo del proceso de triturado diligenciando en la matriz si existen o no medidas de control y definiendo qué porcentaje de medidas en la muestra observada está bajo control.

Los datos se analizarán de manera cuantitativa a través de la determinación de la proporción promedio de los riesgos controlados de los subprocesos del proceso de Triturado para luego ser evaluados a través de inferencia estadística con una Prueba de Hipótesis para una Proporción, de la siguiente manera, según Canavos (1998):

*Sea  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , una muestra aleatoria de tamaño  $n$  extraída de una población Bernoulli  $B(1, p)$  de parámetro  $p$ .*

*Y sea la proporción muestral  $\hat{p} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{\text{Número de éxitos en la muestra}}{n}$*

*Donde  $x_i = \begin{cases} 1, \text{éxito} \\ 0, \text{fracaso} \end{cases}$*

Los datos extraídos de la muestra en la empresa se toman como variables aleatorias con distribución Bernoulli dada la característica de Cumple/No cumple que tiene este estudio.

Además, en este caso, tenemos que la población Bernoulli es la muestra obtenida del análisis de los riesgos de los subprocesos, y por ende el éxito implica que el riesgo si está controlado mientras que fracaso significa que no.

Ahora, para definir una prueba de hipótesis de proporción según Canavos (1998), tenemos:

$\hat{p}$  la proporción de riesgos controlados en la muestra.

$p$  la proporción de riesgos controlados en la población.

$p_0$  la proporción de comparación.

$$H_0: p \geq p_0$$

$$H_1: p < p_0$$

Entonces, el estadístico de prueba es:

$$Z = \frac{\hat{p} - p_0}{\sqrt{\frac{p_0(1 - p_0)}{n}}}$$

Y el criterio de decisión *Si  $Z < -Z_\alpha$  se rechaza  $H_0$*  es:

*Donde  $Z_\alpha$  es el valor tabular de la distribución normal estandar para un nivel de significancia  $\alpha$  de una cola.*

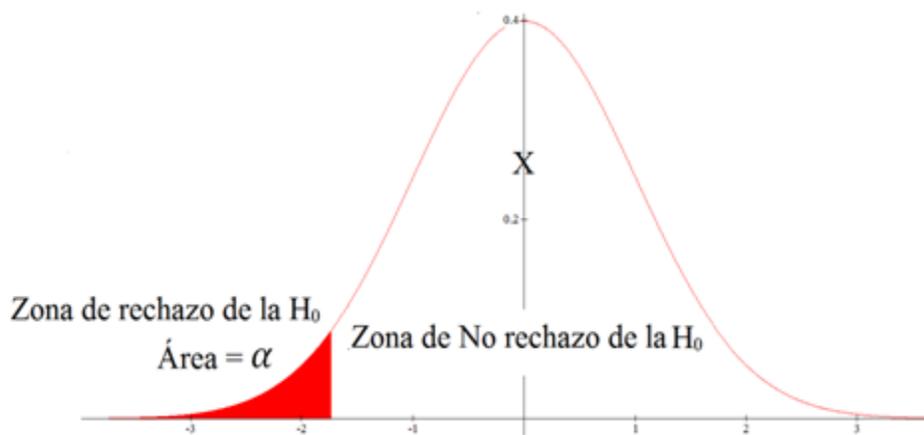


Figura 3. Prueba de hipótesis para proporciones.

De esta manera, sea  $x_i = \begin{cases} 1, & \text{La situación de riesgo está bajo control.} \\ 0, & \text{La situación de riesgo no está bajo control.} \end{cases}$

Es necesario saber si el porcentaje de riesgos bajo control es mayor al 80%, entonces:

$p_0 =$  *Porcentaje comparativo de riesgos controlados en la empresa, con un valor de  $p_0 = 0,8$  tenemos la siguiente prueba de hipótesis.*

$$H_0: p \geq 0,8$$

$$H_1: p < 0,8$$

Con el estadístico de prueba:

$$Z = \frac{\hat{p} - 0,8}{\sqrt{\frac{0,8(1 - 0,8)}{n}}}$$

y un nivel de significancia  $\alpha=0,01$ .

Así, con la toma de datos se determinará si se rechaza o no la hipótesis de si el porcentaje de riesgos controlados promedio en el total de la operación es mayor al 80%, y con base en eso continuar con el estudio de mejoramiento de la gestión del riesgo de la empresa.

### **Fase 1: Identificación de Peligros y Evaluación de Controles**

**Observación directa de cada uno de los procesos.** Para la ejecución de esta fase se realizó una visita a las instalaciones de la empresa en la cual se ejecutó una observación de cada uno de los procesos que se llevan a cabo, los puestos de trabajo, las maquinarias y las tareas que se

ejecutan para la actividad económica a la cual se dedica la Mina, esta vez, con la intención de identificar de manera exacta el tipo de riesgo presente y demás condiciones asociadas.

**Matriz de registro de peligros.** Ejecutada la observación se procedió a diligenciar la matriz por cada proceso, teniendo en cuenta los criterios de actividad, tipo de riesgo, descripción del riesgo, número de situaciones presentadas, medio de control, número de personas implicadas, rango de exposición al riesgo, nivel de probabilidad de ocurrencia e impacto del riesgo. Los siguientes son los elementos evaluados en la matriz de riesgos creada:

1. Tipo de riesgo.
2. Descripción de riesgo.
3. Número de situaciones presentadas (Cuantas fuentes de riesgo existen en un determinado proceso.)
4. Medio de control.
5. Número de personas implicadas.
6. Nivel de exposición al riesgo, a partir de los siguientes criterios:

Tabla 1  
*Niveles de exposición al riesgo*

Descripción de Exposición al Riesgo	Nivel de Exposición
El trabajador pasa menos del 20% de la jornada laboral expuesto al riesgo.	Muy Bajo
El trabajador pasa entre el 21% y 40% de la jornada laboral expuesto al riesgo	Bajo
El trabajador pasa entre el 40% y 61% de jornada laboral expuesto al riesgo.	Medio

El trabajador pasa entre el 61% y 80% de la jornada laboral expuesto al riesgo. Alto

El trabajador pasa entre el 81% y 100% de la jornada laboral expuesto al riesgo. Muy Alto

---

En esta tabla se describe el nivel cualitativo de exposición al riesgo que tiene un trabajador en función del tiempo que pasa expuesto a éste

7. Nivel de probabilidad de ocurrencia. El nivel de probabilidad de ocurrencia de un riesgo tiene múltiples factores que le afectan, entre los cuales están el nivel de mantenimiento de la máquina, la experticia del operario, el uso de EPP's y el rango de exposición al riesgo. Sin embargo, en este caso no se obtuvo especificaciones exactas del estado de la maquinaria debido a la falta de información, adicionalmente, la experticia es un factor que varía en cada momento ya que los operarios rotan entre los procesos, y por último el uso de EPP's no es constante, de modo que la única variable tomada para medir el nivel de probabilidad de ocurrencia fue el rango de exposición al riesgo, empleado de la siguiente forma:

Tabla 2  
*Nivel de probabilidad de ocurrencia*

---

Nivel de exposición	Nivel de probabilidad de ocurrencia
Muy Bajo	1
Bajo	2
Medio	3
Alto	4
Muy Alto	5

---

En esta tabla se definen los niveles de probabilidad de ocurrencia en función del nivel de exposición al riesgo.

8. Impacto del riesgo. El impacto que un riesgo puede causar es fundamentalmente el daño que puede generar en el operario, de modo que se definió de la siguiente manera:

Tabla 3  
*Nivel de impacto de los riesgos*

Descripción de la consecuencia potencial de mayor gravedad generada por el riesgo	Nivel de impacto
El riesgo puede llegar a causar una pequeña molestia no incapacitante.	1
El riesgo puede llegar a causar una molestia que implique que el operario deba dejar de trabajar de manera momentánea, pero sin tener que recibir atención médica.	2
El riesgo puede llegar a causar un daño que implique que el operario deba recibir atención médica básica y un periodo de recuperación.	3
El riesgo puede llegar a causar que el operario deba ser internado de manera urgente en un centro de salud por la gravedad de un daño no letal.	4
El riesgo puede llegar a causar la muerte del operario.	5

En esta tabla se definieron los niveles de impacto del riesgo en función del daño que puede llegar a causar en los operarios.

## **Instrumentos de Procesamiento de Datos**

### **Fase B. Evaluación del Nivel de Control de los Riesgos.**

Posterior a la recolección de los datos por medio de la matriz de riesgos, se generó una hipótesis: “El porcentaje de riesgos controlados en la empresa es mayor al 80%” y se definió un nivel de significancia de ésta, lo cual permitió evaluar en qué medida la empresa controla la exposición a los riesgos laborales (si el porcentaje de riesgos controlados es mayor al 80% o no) y de esa forma se comprobó la necesidad de la empresa de recibir una propuesta de mejora.

## Fase 2 Priorización de Peligros

**Ponderación de nivel de probabilidad de ocurrencia e impacto para priorizar riesgos.** Se utilizó la ponderación matemática como el producto del nivel de probabilidad de ocurrencia e impacto y de impacto de cada riesgo para definir el nivel de riesgo total de cada uno y así priorizarlos.

**Mapa de calor para priorizar los riesgos.** Se empleó un mapa de calor priorizando los riesgos dentro de la mina a través de una jerarquía por nivel de impacto y probabilidad de ocurrencia del riesgo, analizando a nivel cuantitativo cuáles de estos riesgos son los más relevantes y convirtiéndolos a su respectivo valor cualitativo usando la siguiente tabla.

Tabla 4  
*Tabla de conversión de datos cuantitativos a cualitativos*

Nivel de impacto promedio	Valor cualitativo	Nivel de probabilidad promedio	Valor cualitativo
1-1,5	Insignificante	1-1,5	Raro
1,6-2,5	Menor	1,6-2,5	Improbable
2,6-3,5	Moderado	2,6-3,5	Posible
3,6-4,5	Mayor	3,6-4,5	Probable
4,6-5	Catastrófico	4,6-5	Altamente probable

En esta tabla, se utilizaron los niveles de probabilidad de ocurrencia y de impacto promedio definida por las tablas 2 y 3, generando unos intervalos que representan un valor cualitativo de estas variables.

**Histograma de situaciones presentadas por riesgo para priorizarlos.** Se creó un histograma que muestra la cantidad de situaciones no controladas por cada riesgo para priorizarlos.

**Diagrama de Pareto de cantidad de personas afectadas.** Se desarrolló un diagrama de Pareto según la cantidad de personas afectadas por cada riesgo con el fin de priorizar los que afectan a la mayor cantidad.

**Diagrama de Venn de cruce de riesgos.** Con las diferentes metodologías de priorización de riesgos se hizo un cruce para tomar los riesgos prioritarios en común entre las 3 priorizaciones desarrolladas.

### **Fase 3 Propuesta de Mejora.**

**Diagramas de Ishikawa para los riesgos priorizados.** Se desarrolló un diagrama de Ishikawa por cada uno de los riesgos priorizados en el mapa de calor.

**Propuesta de mejora según los riesgos priorizados.** A partir de la priorización de los riesgos y las causas halladas por cada uno de ellos, se creó una propuesta según los requerimientos basados en normas Colombianas, para prevenir las posibles afecciones que se derivan de cada riesgo encontrado.

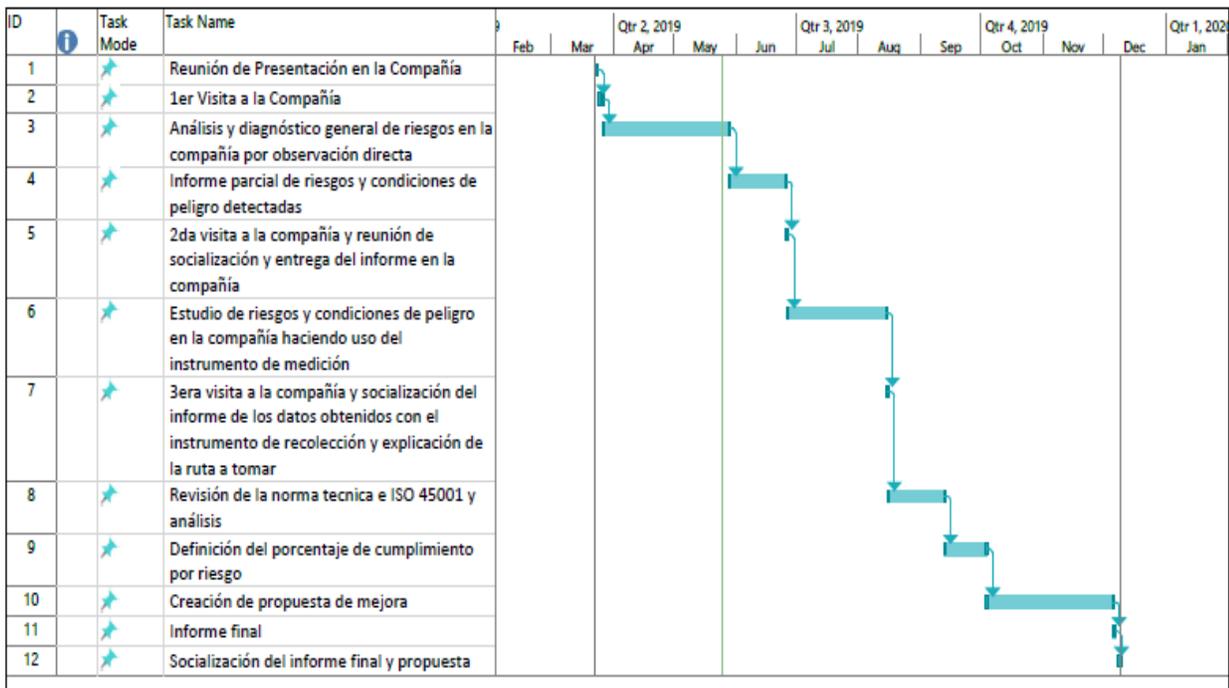
### **Población**

Este estudio está enfocado en las situaciones que representan un riesgo para los empleados de la empresa Mina Guatiquía Centro S.A.S, de modo que la población general a estudiar son las situaciones de riesgo existentes en total en la planta.

## Muestra

Como muestra, se tomaron las situaciones de riesgo observadas en el proceso de triturado, dado que es el proceso principal de la planta, el que contiene la mayor cantidad de subprocesos y de operarios, lo cual lo convierte en un proceso que se puede considerar representativo de la empresa en general, dado que los demás procesos del sistema son de operaciones cortas como en el caso de la extracción del material del río y su respectivo transporte, o en su defecto de bajo riesgo tales como los procesos administrativos.

## Cronograma

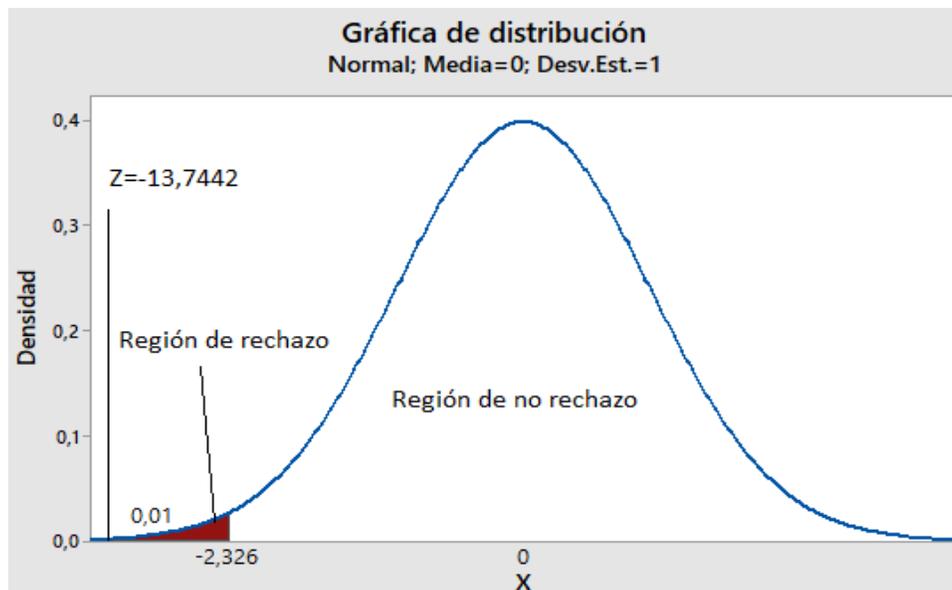


Gráfica 2. Cronograma de ejecución de las actividades.

## Resultados

### Fase A/B. Diagnóstico inicial de controles de riesgos implementados.

Después de desarrollar la prueba de hipótesis se obtuvo como resultado para la región de rechazo con una significancia del 99% todos los valores menores de  $-2,326$  y para el estadístico de prueba se obtuvo un resultado de  $Z=-13,7442$ , por lo cual la hipótesis se rechaza, con lo que podemos concluir con un 99% de significancia que el porcentaje de situaciones de riesgo bajo control en la empresa Mina Guatiquía Centro SAS no es mayor al 80% y por ende la empresa requiere de manera urgente una intervención para mejorar sus medidas de prevención de riesgos.



Gráfica 3. Gráfica de distribución.

En la gráfica se evidencia como el dato obtenido del estadístico de prueba se encuentra en la región de rechazo de la curva gaussiana hallada para una significancia del 99% en la prueba de hipótesis para una proporción.

## Fase 1. Identificación de peligros.

De acuerdo con los objetivos planteados se realizó una medición dentro de las instalaciones de la MINA GUATIQUEIA CENTRO S.A.S, en la cual se hizo una recolección de datos que quedaron por medio de una matriz de registro de peligros (Anexo A) en la cual se registró cada área de trabajo y la tarea que se lleva a cabo y el respectivo riesgo, encontrando por cada proceso un tipo de riesgo y su fuente siendo descrito de forma resumida en la siguiente tabla:

Tabla 5  
*Resumen de la Matriz de Riesgos.*

Proceso	Riesgo	Fuente de riesgo	Consecuencia
Descargue de material primer triturado	Locativo	Estructura alta sin protección.	Muerte
	Físico	Vehículo	Muerte
	Mecánico	Rocas grandes cayendo.	Lesiones craneales
Bandas de transporte y reincorporación del material	Locativo	Estructura alta sin protección.	Muerte
	Físico	Metales Filosos	Infección
	Mecánico	Estructura mecánica móvil	Lesión en los miembros inferiores
	Biomecánico	Mala postura	Lesiones cervicales
	Ambiental	Sol	Lesiones cancerígenas en la piel
Segundo triturado y tamizado	Locativo	Estructura alta sin protección.	Muerte
	Físico	Máquina de triturado	Lesión en órganos internos
	Químico	Máquina de triturado	Problemas pulmonares
	Mecánico	Máquina de triturado	Pérdida de miembros superiores
Torre de operación	Locativo	Estructura alta sin protección adecuada o en mal estado	Muerte
	Físico	Trituradora principal	Daño a órganos internos
	Psicosocial	Carga laboral	Enfermedades por estrés

	Ambiental	Sol	Lesiones cancerígenas en la piel
Bandas de distribución de producto final y molino	Mecánico	Molino	Perdida de miembros
	Físico	Caída de material	Daño a órganos internos
	Biológico	Agua estancada en el molino	Gripes e infecciones bacterianas
Zonas de tránsito y taller	Químico	Equipo de soldadura	Intoxicación y daño a los pulmones
	Físico	Equipo de soldadura	Daño en la retina

En esta tabla se resumen los hallazgos principales del instrumento de medición añadiendo como información relevante las consecuencias principales que puede generar cada tipo de riesgo encontrado.

Posterior a la toma de datos registrados en el Diagnóstico de identificación de riesgos previamente se procedió a desarrollar la evaluación del nivel de control de los riesgos, es decir verificar en qué grado la empresa cumple con los requisitos asociados al control de cada uno de los riesgos y de esa forma comprobar la necesidad de la empresa de recibir una propuesta de mejora. Para esto se desarrolló la prueba de hipótesis previamente mencionada como técnica de análisis de datos, como sigue:

Tomando como referencia la matriz de riesgos, se tomó la cantidad de condiciones de riesgo totales en la muestra de la empresa y las situaciones en estado de control, obteniendo los siguientes datos:

Tabla 6.  
*Número de situaciones controladas y no controladas*

Área	No. Situaciones de riesgo	Sin control	Con control
1	25	18	8

2	16	12	5
3	25	21	4
4	8	5	3
5	25	21	4
6	8	3	5
Total	108	80	29

% Con control      0,268518519

---

En esta tabla se muestran el número de situaciones de riesgo encontradas por área de proceso en la empresa y la cantidad que se encuentran bajo control y sin control además del porcentaje de riesgos bajo control que es el indicador de interés

El total de situaciones de riesgo controladas y no controladas se obtuvo por medición directa, generando de esta forma el resultado porcentual de la cantidad de procesos sin ningún tipo de control. Posteriormente, luego de la aplicación de la prueba de hipótesis se obtuvo que ésta rechazaba la hipótesis propuesta de que la cantidad de situaciones de peligro control es mayor al 80%.

Así pues, se concluye que la empresa Mina Guatiquía Centro S.A.S necesita urgentemente de una propuesta de mejoramiento de las medidas de prevención de sus riesgos, teniendo menos del 80% de sus condiciones de peligro con control, siendo más exactos, en la muestra de 107 situaciones evaluadas en la empresa un total de 29 tenían control como por ejemplo el uso de protectores auditivos tipo copa y guantes, las otras 88 no tienen ningún tipo de control de modo que sólo un 27% de los procesos cuentan con medidas de prevención lo cual incumple con la normatividad en cuestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo.

## **Fase 2: Priorización de riesgos.**

Posterior al desarrollo de la matriz de riesgos como instrumento de medición y de haber concluido a través de un análisis estadístico que la empresa necesita con suma urgencia una propuesta de mejora, se procedió a evaluar cada uno de los riesgos con el fin de priorizarlos de manera que la propuesta de mejora sea lo más efectiva posible.

Para realizar la priorización se tomaron los datos de la matriz de riesgos previamente expuesta y se recopiló el nivel de probabilidad de ocurrencia de cada riesgo, obteniendo como resultado que el proceso con mayor nivel de probabilidad de riesgos tales como caída, accidente vehicular y atrapamiento fue el de descargue de material, mientras que el proceso de soldadura se destacó por tener el mayor nivel de probabilidad de ocurrencia en riesgos tales como respiración de gases peligrosos, deslumbramiento y quemaduras.

Posteriormente se hizo un promedio simple de los niveles de probabilidad de ocurrencia de cada riesgo en los diferentes procesos en los cuales ese riesgo estaba presente observando que riesgos como el de caída, accidente vehicular, respiración de gases peligrosos y quemaduras tienen los niveles más altos de probabilidad de ocurrencia dada la alta exposición que tienen los empleados a ese tipo de riesgos, mientras que riesgos como caída en escaleras, explosión, contusión y caída de objetos no tienen un nivel de probabilidad muy alto.

Por consiguiente se desarrolló el mismo procedimiento con el nivel de impacto obteniendo que los procesos como el de triturado secundario y principal, además del relacionado con el descargue en la tolva tienen riesgos con el mayor nivel de impacto dadas sus posibles

consecuencias mortales para los trabajadores, contrario al área de reparaciones la cual no tiene riesgos con impactos muy altos salvo por el de electrocución.

Posteriormente se hizo un promedio simple de los niveles de impacto de cada riesgo en los diferentes procesos observando que el nivel de impacto más alto se encuentra en riesgos como accidente vehicular, caída de estructura y electrocución, mientras que riesgos como el de contusión, vibración y ergonómico no representan un peligro de gravedad para los empleados dado que sus consecuencias no son graves.

Continuando, teniendo el nivel de probabilidad de ocurrencia y de impacto se desarrolló un mapa de calor de riesgos usando los indicadores de la tabla 4 convirtiendo los niveles de probabilidad e impacto promedio de cada uno de los riesgos a su respectivo valor cualitativo obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 7  
*Niveles de impacto y probabilidad cualitativos por riesgo*

Riesgo	Medida cualitativa - Nivel de probabilidad	Medida cualitativa - Nivel de impacto
Caída	Altamente probable	Catastrófico
Accidente vehicular	Altamente probable	Catastrófico
Atrapamiento	Posible	Catastrófico
Vibración	Probable	Insignificante
Ruido	Probable	Menor
Caída de objetos	Posible	Mayor
Contusión	Raro	Insignificante
Caída de estructura	Raro	Catastrófico
Electrocución	Posible	Catastrófico
Térmico	Probable	Moderado
Radiación no ionizante	Posible	Catastrófico
Estrés	Probable	Mayor
Corte	Probable	Moderado

Ergonómico	Probable	Menor
Caída en escaleras	Posible	Catastrófico
Respiración de gases peligrosos	Altamente probable	Catastrófico
Plagas y animales	Probable	Mayor
Deslumbramiento	Altamente probable	Catastrófico
Aplastamiento	Probable	Moderado
Inhalación de Polvo	Altamente probable	Catastrófico
Quemaduras	Altamente probable	Catastrófico
Explosión	Posible	Catastrófico

En esta tabla se tomaron todos los riesgos encontrados y se definieron sus niveles de probabilidad de ocurrencia e impactos en valores cualitativos para desarrollar el mapa de calor de riesgos.

Al haber realizado este análisis de tipo cualitativo se encontraron diversos riesgos desde insignificantes como una contusión a catastróficos siendo estos respectivamente como una caída, un accidente vehicular hasta una explosión, permitiendo generar el mapa de calor que clasifica los riesgos en diferentes niveles

MAPA DE CALOR DE RIESGOS						
NIVEL DE IMPACTO	Catastrófico	Caída de estructura		Atrapamiento Electrocución Radiación no ionizante Caída en escaleras Explosión		Caída Accidente Vehicular Respiración de gases peligrosos Deslumbramiento Inhalación de polvo Quemaduras
	Mayor			Caída de objetos	Estrés Plagas y animales	
	Moderado				Térmico Corte Aplastamiento	
	Menor				Ruido Ergonómico	
	Insignificante	Contusión			Vibración	
		Raro	Improbable	Posible	Probable	Altamente Probable
NIVEL DE PROBABILIDAD						

Imagen 4. Mapa de calor de riesgos

En el mapa de calor de riesgos se fundamenta en ubicar los riesgos en un cuadro de dimensiones 5x5 en donde el eje horizontal es el nivel de probabilidad de ocurrencia y el vertical el nivel de impacto, de modo que a medida que más suben estos dos indicadores más nivel de riesgo total tiene cada situación para cada trabajador, el cual se divide en 4 colores de manera ascendente en el nivel de riesgo total, así: verde, amarillo, rosado y rojo. El verde indica que el riesgo tiene un nivel de probabilidad de ocurrencia de impacto muy bajo, en este caso se evidencia el de contusión y vibración, el amarillo indica que el riesgo tiene un nivel de impacto alto pero una probabilidad de ocurrencia insignificante o en su defecto un impacto insignificante y un nivel de probabilidad de ocurrencia alto arrojando que los riesgos de caída de estructura, ruido y riesgo ergonómico se ubican en esta franja del nivel. El rosado tiene un nivel de impacto y de probabilidad de riesgo medio indicando que entre este se encuentran atrapamiento, electrocución, radiación no ionizante, caídas en escaleras, explosión, caída de objetos, estrés y plagas y animales. Por último el color rojo indica que tanto el nivel de probabilidad de ocurrencia como el de impacto del riesgo es alto o muy alto entre esos se evidencia el riesgo de caída, accidente vehicular, respiración de gases peligrosos, deslumbramiento, inhalación de polvo y quemaduras.

Ahora, considerando que cuantitativamente el riesgo total es el resultado de la probabilidad de ocurrencia multiplicado por el impacto que genera, se procedió a multiplicar cada uno de los niveles de probabilidad de ocurrencia de cada riesgo por su respectivo nivel de impacto y después de organizarlos de mayor a menor con el fin de priorizarlos visualizados en la tabla 9 donde se ubica cada peligro con su respectivo nivel de riesgo cuantitativo entre 1 y 25 donde 1 es el mínimo nivel de riesgo posible y 25 el máximo.

Tabla 8  
*Priorización cuantitativa del riesgo total*

Riesgo	Nivel de Riesgo	Color	
Accidente Vehicular	25	Red	
Respiración de gases peligrosos	25		
Deslumbramiento	25		
Inhalación de Polvo	25		
Quemaduras	25		
Caída	22,20408163	Naranja	
Radiación no ionizante	17,5		
Atrapamiento	16,83673469		
Estrés	16		
Picadura de zancudos	16		
Eléctrico - Electrocuición	15,625		
Caída en escaleras	15		
Explosión	15		
Corte	14,44444444		
Aplastamiento	12		
Térmico	10,66666667		
Caída de objetos	9,36		
Ergonómico	8		Amarillo
Ruido	7,959183673		
Caída de estructura	6,666666667		Verde
Vibración	5,3125		
Contusión	1		

En esta tabla se observa el nivel de riesgo total para cada uno de los riesgos presentados de mayor a menor con un puntaje entre 1 y 25, y clasificados según el color de los niveles definidos en el mapa de calor

Adicionalmente, la priorización no se evaluó sólo en función de la probabilidad de ocurrencia e impacto individual, sino también usando un indicador del nivel probabilidad de ocurrencia e impacto global, como sigue:

En el caso de la probabilidad de ocurrencia global se tomó como referencia la cantidad de veces que se presenta dicho riesgo en la planta ya que entre más fuentes existan de un mismo riesgo en la empresa, más probabilidades globales hay de que ocurra, por lo cual se desarrolló un

histograma de frecuencias que evidenció cada riesgo con la cantidad de situaciones que lo generaron en su totalidad en la empresa.

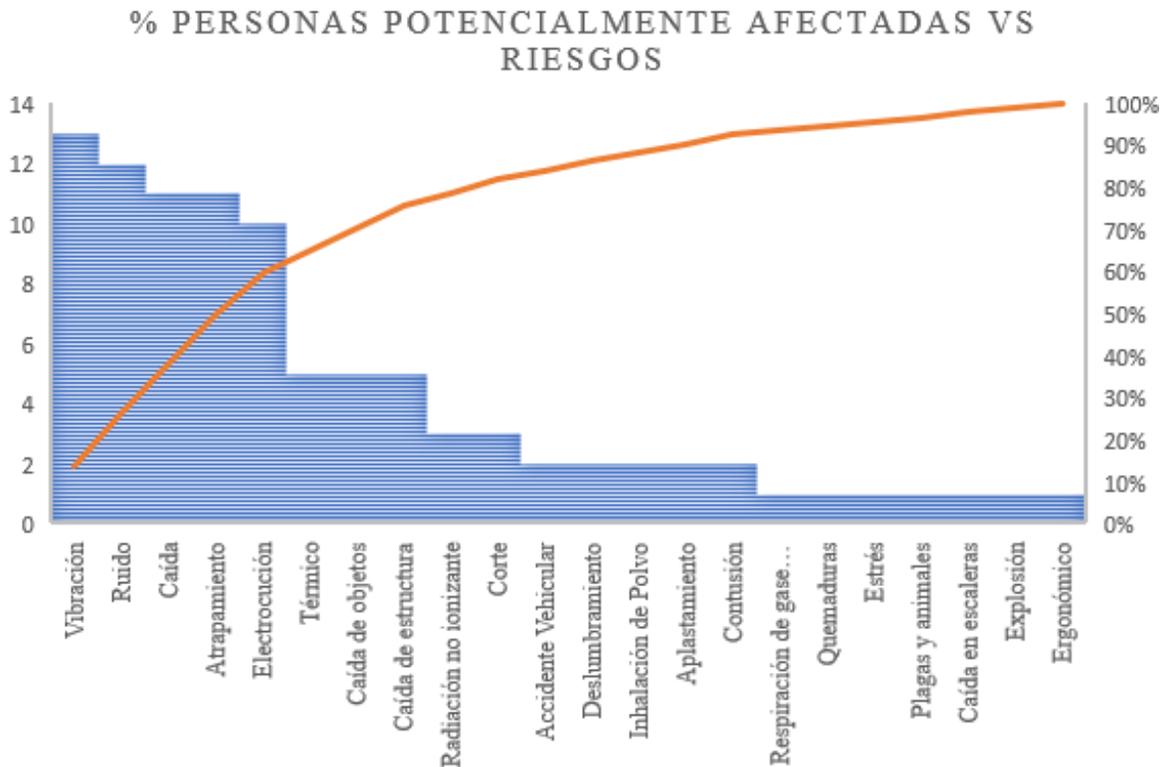
En el histograma visualizado en la diagrama 1 mostró la cantidad de veces que una situación relacionada con un cada riesgo se presentó, el resultado que dio este histograma de frecuencias de riesgo es que los riesgos de caída, atrapamiento, electrocución, vibración y ruido son los que presentan una mayor cantidad de situaciones asociadas.



Diagrama 1. Número de situaciones presentadas por tipo de riesgo.

En el caso del nivel del impacto, se tomó como referencia la cantidad de personas totales afectadas por cada riesgo en la empresa, ya que entre más personas se vean afectadas en la compañía por un determinado riesgo más impacto global tendrá este, de modo que se desarrolló

un diagrama de Pareto (diagrama 2) que muestra la cantidad de personas afectadas por cada riesgo y el porcentaje acumulado que tiene cada uno de estos riesgos sobre la población potencialmente afectada por el total de los riesgos



*Diagrama 2.* Diagrama de Pareto, personas potencialmente afectadas versus los riesgos.

El diagrama de Pareto (Diagrama 2) en este caso nos muestra el porcentaje de personas afectadas por cada situación de riesgo y la conclusión que arrojó es que el 64% de las personas afectadas por los riesgos relacionados con la vibración, el ruido, el riesgo de caída, atrapamiento y electrocución, mientras que el otro 36% se ven afectados por los demás riesgos vistos.

Con esta información se obtuvo la siguiente priorización de riesgos como los más relevantes:

Según mapa de calor:

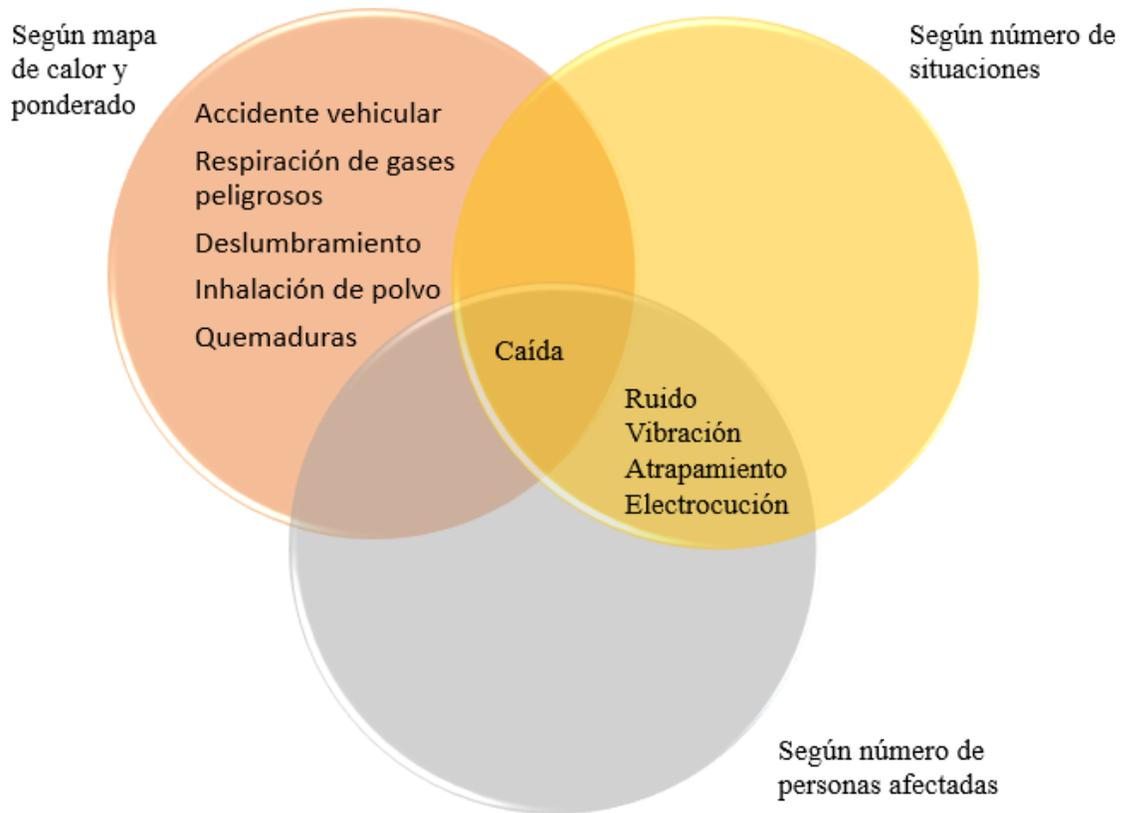
- a. Accidente vehicular.
- b. Respiración de gases peligrosos.
- c. Deslumbramiento.
- d. Inhalación de polvo.
- e. Quemaduras.
- f. Caída.

Según cantidad de situaciones presentadas:

- a. Caída.
- b. Atrapamiento.
- c. Electrocuación.
- d. Vibración.
- e. Ruido.

Según cantidad de personas afectadas:

- a. Vibración.
- b. Ruido.
- c. Caída.
- d. Atrapamiento.
- e. Electrocuación.



*Diagrama 3.* Diagrama de Venn Priorización de riesgos.

El diagrama de Venn hace una unificación de los riesgos en común desde las tres aproximaciones conceptuales que se hicieron al respecto de la priorización de riesgos indicando que el riesgo con más relevancia es el de caída, por lo cual debe ser abordado de forma prioritaria.

Ahora, en cuanto a los demás tipos de riesgos se sugiere una priorización de dos tipos:

Los que deben ser resueltos de manera inmediata dado que su ponderado de impacto-probabilidad es el más alto y por ende pueden llegar a ser incluso fatales, estos son:

- a. Accidente vehicular.

- b. Respiración de gases peligrosos.
- c. Deslumbramiento.
- d. Inhalación de polvo.
- e. Quemaduras.

Los que deben tomar medidas para ser resueltos ya que afectan a varias personas y tienen una mayor probabilidad de presentarse a nivel global pero no con la misma prioridad que los anteriores ya que no tienen el mismo producto de probabilidad-impacto que el anterior.

- a. Vibración
- b. Ruido
- c. Atrapamiento
- d. Electrocutión

Al ser evaluada la media de los riesgos hay datos aislados relevantes en la empresa y que no se pueden dejar atrás que son:

1. Riesgo eléctrico en la estación de soldadura y reparación: Hay un transformador eléctrico completamente expuesto que en cualquier momento puede causar una catástrofe.
2. En la estación de clasificación de material hay una caneca en la cual se depositan las cosas que no deben ingresar al proceso de tamizaje la cual no está suficientemente bien sostenida y por ende su caída es inminente pudiendo matar a alguien.
3. En la estación de tamizado en la parte posterior hay una zona completamente descubierta de barandas lo cual es de alto riesgo si consideramos especialmente el hecho de que esa zona está a más de 5 metros de altura del suelo.

Finalmente, para concluir con la priorización, hay un riesgo inminente de desastre natural dado que la empresa se encuentra en la rivera del río Guatiquia y se encuentra en una zona abierta a la merced de una posible inundación o tormenta eléctrica y por supuesto un riesgo biológico importante dado que hay animales salvajes que pueden atacar y plagas tales como moscos que pueden enfermar a la población.

### **Fase 3 Propuesta de mejora de los riesgos presentados.**

Con el fin de comenzar la propuesta de mejoramiento en el control de riesgos en la empresa Mina Guatiquía Centro SAS de Villavicencio hay que entender que es lo que se debe mejorar, si bien es cierto que la prueba de hipótesis ofrece claridad de los resultados, el nivel de control de riesgos de la empresa es deficiente, sin embargo no todos los procesos lo son, ni todos tienen el mismo impacto, por lo cual luego de la priorización en la fase dos es necesario encontrar qué es lo que causa dichos riesgos y buscar la manera de solucionar las causas raíces de todos los tipos de riesgos, con un enfoque hacia los priorizados, para lo cual se ha desarrollado el diagrama de ISHIKAWA o de diagrama de causación por cada uno de los riesgos priorizados los cuales fueron accidente vehicular, respiración de gases peligrosos, deslumbramiento, inhalación de polvo, quemadura, vibración, ruido, atrapamiento, electrocución y caída, pudiendo originar este riesgo distintos factores como descuidos del trabajador, escaleras dañadas, falta de señalización, falta de EPP'S, falta de medidas de contención en la fuente entre otros que se pueden visualizar en los diagramas (anexo B) y en la tabla 9.

Con el fin de poder crear la propuesta, debemos exponer las medidas que se deben tomar para eliminar cada una de las causas raíces encontradas en los riesgos.

Tabla 9  
Propuesta de mejora sobre los riesgos encontrados

Riesgo	Causa	Posible solución
Accidente vehicular	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Falta de una carretera adecuada.</li> <li>2. Falta de competencia del conductor</li> <li>3. Falta de señalización</li> <li>4. Falta de mantenimiento del vehículo</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Construcción de una vía con las condiciones necesarias para el trabajo de transporte y tipo de vehículo que las ha de utilizar.</li> <li>2. Verificación de la experiencia y capacitación de nuevos conductores al momento de contratar y capacitar los actuales, a su vez las licencias que deban ser expedidas para poder conducir este tipo de vehículos.</li> <li>3. Instalación de la señalización requerida.</li> <li>4. Mantenimiento periódico de los vehículos.</li> </ol>
Respiración de gases peligrosos	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tiempo de exposición muy alto</li> <li>2. Falta de uso de EPPS</li> <li>3. Uso de elementos de soldadura sin ventilación.</li> <li>4. Tapabocas defectuoso</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Rotación de personal calificado.</li> <li>2. Control frecuente del uso de EPP's en los operarios.</li> <li>3. Realizar el proceso de soldadura únicamente en el sitio dispuesto para tal fin.</li> <li>4. Control de calidad de los tapabocas adquiridos.</li> </ol>
Deslumbramiento	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tiempo de exposición muy alto</li> <li>2. Distancia inadecuada de soldadura.</li> <li>3. Falta de uso de EPPS</li> <li>4. Máscara defectuosa</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Rotación de personal calificado.</li> <li>2. Capacitación frecuente a los soldadores en cuanto a medidas de HSEQ.</li> <li>3. Control frecuente del uso de EPP's en los operarios.</li> <li>4. Control de calidad de las máscaras adquiridas.</li> </ol>
Inhalación de polvo.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Exposición prolongada al riesgo.</li> <li>2. Falta de uso de EPP'S</li> <li>3. Tapabocas defectuoso.</li> <li>4. Falta de aislamiento</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Rotación de personal calificado.</li> <li>2. Adquisición de EPP's y control frecuente de su uso en los operarios.</li> <li>3. Control de calidad de los tapabocas adquiridos. Aislar la fuente de polvo por medio de una barrera física.</li> <li>4. Realizar un chequeo médico anual para evaluar estado de vías respiratorias por medio de una espirometría.</li> </ol>
Quemadura	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Máquina de soldar defectuosa.</li> <li>2. Falta de uso de EPP'S.</li> <li>3. Guantes defectuosos.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Control de calidad de maquinaria de soldadura y mantenimiento periódico de esta.</li> <li>2. Adquisición de EPP's y control frecuente de su uso en los operarios.</li> <li>3. Control de calidad de los guantes adquiridos.</li> </ol>
Vibración	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Equipo que produce vibración no está aislado.</li> <li>2. Equipo de fuente de vibración defectuoso</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aislamiento con barrera física de la fuente de vibración.</li> <li>2. Control de calidad de los equipos comprados y mantenimiento periódico de estos.</li> <li>3. Realizar chequeo médico anual.</li> </ol>

	3. Tiempo alto de exposición al riesgo.	
Ruido	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Protectores auditivos defectuosos.</li> <li>2. Equipo que genera ruido no aislado.</li> <li>3. Equipo de fuente de ruido defectuoso.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Usar doble protección auditiva frente a ruidos superiores a los 100 dB de tipo inserción y de copa.</li> <li>2. Aislar la maquinaria si lo permite el tipo de tarea a realizar.</li> <li>3. Realizar mantenimiento de la maquinaria para evitar sobrepasar los niveles permitidos de exposición según la normatividad Colombiana.</li> <li>4. Realizar un control médico anual para evaluar el estado de la audición por medio de una audiometría ocupacional.</li> </ol>
Atrapamiento	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Falta de protección en fuente.</li> <li>2. Elementos expuestos.</li> <li>3. Falta de experiencia del trabajador.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aislamiento con barrera física de la fuente.</li> <li>2. Mantenimiento de maquinaria</li> <li>3. Capacitación al personal que no tenga experiencia con este tipo de maquinaria</li> </ol>
Electrocución	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. No uso de EPPS</li> <li>2. Elementos eléctricos no están aislados.</li> <li>3. Elementos de protección defectuosos.</li> <li>4. Falta de experiencia del trabajador.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Adquisición de EPP's y control frecuente de su uso en los operarios.</li> <li>2. Aislamiento de elementos eléctricos con una máxima seguridad ante cualquier tipo de manipulación y eventos naturales no controlables.</li> </ol>
Caída	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Falta de uso del arnés.</li> <li>2. Falta de barandas en buen estado.</li> <li>3. Descuido del trabajador.</li> <li>4. Escaleras dañadas.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Adquisición de EPP's y control frecuente de su uso en los operarios.</li> <li>2. Barreras de contención y delimitación de áreas y que eviten una caída del personal.</li> <li>3. Capacitación periódica al personal para buen uso y manejo de áreas.</li> <li>4. Mantenimiento de las escaleras para evitar un accidente.</li> </ol>

En esta tabla se evidencia los riesgos y la posible solución para disminuir dichos peligros según su causa. Estas medidas, están enfocadas a reducir los riesgos más relevantes de la empresa de acuerdo a la priorización desarrollada, lo cual abarcó en general el 65% de las situaciones presentadas, cubriendo más del 68% de las personas potencialmente afectadas por los riesgos, de modo que generaría una reducción significativa de la accidentalidad laboral.

Además de esto, considerando el numeral 8.1.2 de la norma ISO 45001, en el cual se dan las herramientas para que las empresas puedan eliminar peligros y reducir riesgos de la seguridad y salud en el trabajo, dentro de lo cual se propone dar uso a cada una de las recomendaciones dadas por la ISO en este aspecto, en orden:

- a) Eliminar el peligro: Hay que buscar la fuente puntual de peligro y eliminarla, en muchos de los casos observados sólo se requiere de hacer una protección en la fuente o en su defecto un mantenimiento preventivo de los equipos, en este caso, una protección en la fuente que evite que las personas pueden meter accidentalmente sus extremidades en las zonas de poleas de la máquina de triturado puede eliminar por completo el riesgo de atrapamiento en esta zona, además, un mantenimiento a los barandales podría eliminar el riesgo de caída con sus respectivas consecuencias fatales y una protección en la fuente para el transformador eléctrico en la zona de taller.
- b) Sustituir con procesos, operaciones, materiales o equipos menos peligrosos: En varias situaciones de riesgo, se pueden sustituir ciertos equipos por unos que incluyan protección para los empleados como en el caso de las máquinas usadas para hacer cortes metálicos en el taller.
- c) Utilizar controles de ingeniería y reorganización del trabajo: En el caso de los tiempos de exposición continua a los riesgos, deben hacerse cambios en la rotación de los operarios y sus respectivos horarios con el fin de disminuir la carga laboral y la probabilidad de ocurrencia de accidentes en ellos. Algo más que puede hacerse es mejorar la cobertura

del sol a través de la ampliación de la zona de techo que permita una mayor área de sombra en los procesos que más se encuentren afectados por la radiación no ionizante, tales como las bandas de transporte de material. Además de esto, se puede disponer de ventiladores en zonas cerradas expuestas a un incremento de la temperatura como en la torre de control y la bodega.

- d) Utilizar controles administrativos incluyendo la formación: Se debe capacitar a los empleados en el uso de EPP'S y en la normatividad de Seguridad y Salud en el Trabajo, así como en simulacros de evacuación y en cómo actuar en caso de una emergencia médica y/o accidente de trabajo, dentro de lo cual debe incluirse conformar y capacitar a un grupo de empleados como brigadistas con conocimientos en primeros auxilios. Además, con el fin de mitigar el riesgo biológico se puede de disponer de barreras de contención natural alrededor de las zonas de mayor riesgo, tales como árboles de fragancias que alejan los insectos y ciertos tipos de animales que puedan representar un peligro para los trabajadores y por supuesto hacer mantenimientos periódicos en los cuales se vacíen los depósitos de agua ya que son en gran medida los causantes de la proliferación de larvas y moscos.
  
- e) Utilizar equipos de protección personal adecuados: Dotar de manera correcta a todos los empleados con los Elementos de protección personales necesarios de modo que tengan guantes para evitar cortes y choques eléctricos, arnés y casco en el caso del trabajo en alturas, y gafas de sol en las zonas más afectadas por la radiación ultravioleta.

## **Análisis de resultados**

Los resultados nos muestran que el riesgo de caída es el que muestra una mayor prioridad en cuanto a capacidad de generar daño en general a las personas que laboran en la empresa en todas las áreas de trabajo, esto es algo que se ve de manera muy clara a simple vista como consecuencia de la altura a la cual se encuentra la mayor parte de la estructura por donde transitan los empleados normalmente, llegando a ser de más de dos metros de altura en la mayor parte de la zona de trabajo.

Se evidencia que no se cuenta con un mantenimiento adecuado, ya que gran parte de los problemas como el de electrocución, caída, y el de vibración están en gran parte asociados a la falta mantenimiento de la maquinaria.

Además, se identifican condiciones de peligro puntuales de alto riesgo tales como el transformador expuesto y las plagas que funcionan como vectores de infecciones en el área de trabajo dado el entorno en el cual se encuentra la empresa.

Muchos otros riesgos están directamente asociados a la falta de equipo de protección tanto en fuente como en el trabajador, ejemplos de eso son: Inhalación de polvo, electrocución y atrapamiento.

Finalmente, los resultados de los diagramas de Ishikawa nos muestran las causas raíz de cada uno de los problemas con lo cual se desarrolla la propuesta de mejora de forma que de acuerdo a la normatividad se genera una solución viable para cada causa de las situaciones de peligro que

generan la aparición de los riesgos más relevantes para la empresa y de esa forma mitigar la mayor parte de los riesgos de la empresa y claramente los más importantes.

## **Discusión**

A partir de los resultados encontrados en esta investigación, se encuentra que los principales elementos para el desarrollo de la propuesta de mejora en cuanto a la prevención de los Riesgos Laborales de la empresa son los riesgos priorizados a través de los métodos usados en este trabajo, además, se acepta parcialmente la hipótesis que establece que los principales riesgos laborales son: Riesgo locativo, eléctrico, mecánico y biológico, los cuales afectan directamente a los trabajadores por falta de uso de los EPP, de modo que si no se realiza una mejora en es SG-SST, los riesgos de accidentes laborales, incapacidades e incluso la muerte, entre otros, continuarán y posiblemente aumentarán.

Dentro de la hipótesis el riesgo locativo es aceptado como un riesgo laboral principal ya que según los resultados generados por el mapa de calor, la cantidad de personas afectadas y el número de situaciones presentadas, la caída es el factor de riesgo locativo al cual se le deben implementar las debidas medidas de control, lo anterior está de acuerdo con lo que expresa Zazo (2015) ya el origen de los riesgos puede ser de varios tipos, entre estos están los derivados por las condiciones de seguridad propia del centro de trabajo (riesgo locativo), que pueden favorecer las caídas y otros accidentes.

Para el riesgo eléctrico y mecánico los resultados obtenidos apoyan la hipótesis presentada ya que según el número de situaciones presentadas, se identificaron estos dos riesgos como relevantes.

Para el riesgo Biológico los resultados no apoyan la hipótesis presentada ya que en la priorización de riesgos este riesgo no fue identificado como uno de los más relevantes.

Así mismo, la hipótesis planteaba que los riesgos mencionados afectan a los trabajadores por falta del uso de los EPP's, pero esta causal no es la única identificada dentro de los análisis y los resultados obtenidos.

Los resultados y el análisis realizado apoyan la hipótesis que expresa que si no se ejecuta una mejora el SG-SST, los eventos laborales de cualquier tipo que afectan la salud de los trabajadores seguirán presentándose.

### **Conclusiones.**

El objetivo de esta tesis era crear una propuesta de mejora sobre las medidas de prevención de riesgos laborales en la empresa Mina Guatiquía Centro S.A.S. en la ciudad de Villavicencio, con el fin de que la empresa pueda diseñar un sistema de prevención de accidentes y enfermedad laborales y de esa manera pueda incrementar la seguridad sobre la integridad de sus trabajadores y así mismo incrementar sus utilidades al lograr una certificación de su Sistema de Seguridad y Salud en el Trabajo.

Para esto, se definieron instrumentos para medir y priorizar los riesgos de la empresa tomando en cuenta el número de accidentes por tipo de riesgo, la cantidad de personas afectadas y la ponderación Probabilidad-Consecuencia de cada uno de estos riesgos para luego ser analizados de manera integral y poder definir cuáles son los riesgos que mayor interés deben tomar de los recursos de la empresa con el fin de tener el mejor costo-beneficio al invertir en la mitigación de los riesgos que más podrían de manera potencial afectar a sus empleados.

Finalmente, analizaron las causas de dichos riesgos priorizados y se dejó una propuesta puntual al respecto de cómo mejorarlas de modo que la empresa tenga en sus manos la manera exacta de cómo mejorar cada una de esas condiciones inseguras y así mejorar las medidas de prevención laboral de la empresa.

La propuesta presentada ha de ser actualizada con el tiempo usando la misma metodología presentada en caso de que las condiciones del trabajo cambien tales como maquinaria nueva, nuevos turnos de trabajo o simplemente por un cambio en las condiciones del entorno, por lo cual se deja expresada la metodología con el fin de que la empresa pueda actualizarlo según sus necesidades. La propuesta todavía puede ser mejorada para considerar un mayor detalle en cuanto a los riesgos y sus implicaciones en la priorización general, esta información se encuentra más adelante en la sección de recomendaciones.

El acierto en cuanto a la priorización de los riesgos y la eficiencia de la propuesta presentada están fundamentados en la normatividad actual y la rigurosidad que dan las herramientas matemáticas y la validación estadística, por lo cual, considerando esto, y el excelente beneficio que se puede obtener de implementar estas medidas ya que se podría llegar a licitar una mayor cantidad de contratos si se certifica en la ISO 45001:2018, concluimos que la propuesta será de gran ayuda para incrementar la rentabilidad de la empresa.

## **Recomendaciones**

En un proyecto tan importante como lo es el desarrollo de una propuesta de mejora para la prevención de accidentes laborales se requiere de la mejora continua, y si bien la metodología expuesta da una solución de alta rigurosidad, se recomienda a quienes deseen estudiar y mejorar la propuesta, la redefinición estadística de las medias simples utilizadas para evaluar el promedio de los niveles de probabilidad e impacto de cada uno de los riesgos en la empresa por una media ponderada obtenida a través del análisis de los tiempos a los cuales se encuentran expuestos los trabajadores, de modo que tenga una mayor ponderación el proceso o área de trabajo en el cual emplean un mayor tiempo los trabajadores y de esa forma el mapa de riesgos y el ponderado tendrían una exactitud mucho mayor, generando con mayor exactitud una priorización de los riesgos.

Otra recomendación sería realizar una subdivisión en procesos independientes con el fin de incrementar la exactitud de las mediciones al disminuir las medidas sin control que pueden pasar desapercibidas en la observación directa cuando se estudian las condiciones de manera macroscópica, y así mejorar la priorización de riesgos. Por último, siempre es recomendable revisar la norma para verificar cuales son las mejores medidas para prevenir las causas de cada riesgo y así mejorar la propuesta presentada.

## Referencias

- Agencia Nacional de Minería (2018). Estadísticas de accidentalidad 2018 acumulado. Recuperado de: [https://www.anm.gov.co/?q=emergencias\\_mineras](https://www.anm.gov.co/?q=emergencias_mineras)
- Arcos Almarades, G. J., Carrillo Brito, U. J. (2014). *Diseño e implementación del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo para el Consorcio CMR, mina Los Caracoles, vereda Sagra Abajo, Sector Cotamo, municipio de Socha, departamento de Boyacá. (Trabajo de Pregrado)*. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Sogamoso, Colombia <http://repositorio.uptc.edu.co/jspui/handle/001/1516>
- Arias Delgado, Á. M., Suárez, L., Andrés, Y., & García Monroy, M. R. (2017). Diseño del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el trabajo (SG-SST) en la Institución Educativa Byron Gaviria de la ciudad de Pereira, Risaralda (Doctoral dissertation, Corporación Universitaria Minuto de Dios). Recuperado de: [https://scholar.google.com/scholar?hl=es&as\\_sdt=0%2C5&q=Sg+sst+implementación+colegio+ibague&btnG=#d=gs\\_qabs&u=%23p%3D2CuchZgvG1IJ](https://scholar.google.com/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Sg+sst+implementación+colegio+ibague&btnG=#d=gs_qabs&u=%23p%3D2CuchZgvG1IJ)
- Ariza, D. Criollo, L. & Farfán, N. (2017). Diseño del SG-SST en una comunidad cristiana del barrio spring en la ciudad de Bogotá. Proyecto de grado para optar al título de especialista en gestión de la salud y la seguridad en el trabajo, Universidad ECCI. Bogotá.
- Bravo, M. L., Luna, J. S., Abad, C. Q., Osorio, M. S., & Rodríguez, J. P. (2016). Actividad minera y su impacto en la salud humana/The mining and its impact on human health. *Ciencia Unemi*, 9(17), 92-100.

- Canavos, G., Meyer, P., Spiegel, M., & Mendenhall, S. (1988). Probabilidad y estadística. licenciatura en ingeniería en informática, 28. Recuperado de: <http://cruv-fiec.com/images/oferta/LII/Descripcin-de-materias-LII.pdf#page=29>
- Cárdenas Mendoza, F. M., Tariffa, G., & Carlos, A. (2014). Diseño e implementación del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) para la mina El Mortiño municipio de Socha departamento de Boyacá. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Socha, Colombia Recuperado de: <https://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/1538>
- CCS (2019). Como le fue a Colombia en accidentalidad, enfermedad Laboral y muerte laboral en 2018. Recuperado de: <https://ccs.org.co/como-le-fue-a-colombia-en-accidentalidad-enfermedad-y-muerte-laboral-en-2018/>
- Cook, T. D., Reichardt, C. S., Manuel, J., & Guillermo (trad.) Solana. (1986). Métodos cualitativos y cuantitativos en investigación evaluativa. Madrid: Morata. Recuperado de: <http://cort.as/-LZgd>
- Cortés Galeano, M.P.; Garzón Prieto, E.E.; y Garzón Urrego, A.F. (2016) Diseño para la Implementación de un SG-SST en la empresa MADEGAR. Tesis para optar al título de especialista en gestión de la salud y la seguridad en el trabajo, Universidad ECCI. Bogotá.
- Echeverry Rondón, R. H., & Campo Mier, L. A. (2016). Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) para la mina El Porvenir, municipio de Mongua Departamento de Boyacá. Recuperado de: <https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/1611/1/TGT-346.pdf>

- Hoyos Molina, G. A., & Martínez Gamarra, C. A. (2014). Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo SG-SST para la mina Betania ubicada en el municipio de Socotá departamento de Boyacá. Recuperado de: <https://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/1539>
- Huaynillo, C., & Carlos, R. (2018). Implementación de un sistema de gestión en seguridad y salud en el trabajo para cumplir los requerimientos de la ley 29783 y mejorar las condiciones laborales en la empresa Eyes Health (Tesis parcial). Universidad Privada del Norte, Lima, Perú.  
<http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/12820/ROBERTO%20CARLOS%20CAYO%20HUAYNILLO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- IsoTools (2018) Norma ISO 45001: ¿Qué diferencias existen entre los peligros y riesgos? Recuperado de <https://www.isotools.org/2018/07/26/norma-iso-45001-diferencias-entre-peligros-y-riesgos/>
- IsoTools.org. (2016). ¿En qué consiste el Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST)?. Recuperado de: <https://www.isotools.org/2016/09/06/consiste-sistema-gestion-la-seguridad-salud-trabajo-sg-sst>
- GTC 45 (2010). Guía Para La Identificación De Los Peligros Y La Valoración De Los Riesgos En Seguridad Y Salud Ocupacional. Recuperado de: <https://idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/gtc450.pdf>
- Muñoz-Caicedo, A., & Chois-Lenis, P. (2014). Riesgos laborales en trabajadores del sector informal del Cauca, Colombia. *Revista de la Facultad de Medicina*, 62(3), 379-385. doi: <https://doi.org/10.15446/revfacmed.v62n3.38682>.
- Navarrete, J. V. M. (2011). Problemas centrales del análisis de datos cualitativos. *Revista latinoamericana de metodología de la investigación social*, (1), 47-60.

- Núñez San Martín, N. (2015). Mirada a la formación ciudadana a partir de la experiencia del equipo directivo y profesores del colegio Monte tabor y Nazaret. Recuperado de: <http://repositorio.uahurtado.cl/bitstream/handle/11242/7894/MGDENu%C3%B1ezS.pdf?sequence=1>
- Ortega Martínez, M. L., Castro Garavito, E., Roncancio, C. J., Cardozo Puin, N. X., & Londoño Penagos, Y. (2018). Modelo estratégico integral para la implementación del sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo (SG-SST). Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10596/23974>
- Perez, Enriqueta (2017). Salud Ocupacional. Recuperado de: <http://revistacofepris.salud.gob.mx/n/no9/bienestar.html>
- Pérez, Z. P. (2011). Los diseños de método mixto en la investigación en educación: Una experiencia concreta. *Revista electrónica educare*, 15(1), 15-29. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/1941/194118804003.pdf>
- Pinedo, M., & Piero, A. (2018). Propuesta de implementación de un sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo basado en la Ley N° 29783 y DS 024-2016-EM, para reducir costos por sanciones y accidentes en una empresa minera de La Libertad. (Tesis Parcial). Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/11537/14475>.
- Ramos, C. A. (2015). Los paradigmas de la investigación científica. *Avances en psicología*, 23(1), 9-17. Recuperado de: <http://revistas.unife.edu.pe/index.php/avancesenpsicologia/article/view/167>
- Raymundo, A., & Ángel, M. (2018). Implementación de estrategias para mejorar los indicadores de seguridad y salud en el trabajo en la unidad operativa Chungar–Volcan compañía

- minera SAA. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Pasco, Perú. Recuperado de: <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/784>
- Real Academia Española: Chancadora. Recuperado de: <https://dle.rae.es/?id=8XJkgtt>
- Rodríguez Ibagué, K. A., Pérez Restrepo, G., Ramírez Blanco, L. F., Eslava Vélez, J. E., & Torres Ocampo, J. C. Modelo estratégico integral para el sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo con énfasis en la gestión del conocimiento en la empresa consorcio EXPRESS. Recuperado de: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/18613>
- Rubio Romero, J. C., & Rubio Gámez, M. (2005). Manual para la formación de nivel superior en prevención de riesgos laborales. Ediciones Díaz de Santos. Recuperado de: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=2x5BgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR15&dq=>.
- Vega, G., José, J., & Coronel Gamarra, R. A. (2015). Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo SG-SST para la mina El Olivo, vereda San José, municipio de Tópaga, departamento de Boyacá. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Sogamoso, Colombia. Recuperado de: <https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/1535/1/TGT-273.pdf>
- Zambrano, A. M. (2013). Sistema de Riesgos Laborales: Trabajando por la seguridad de los mineros en Colombia. Revista Fasecolda, (153), 67-70. Recuperado de: <https://revista.fasecolda.com/index.php/revfasecolda/article/view/59>
- Zazo, M. P. D. (2015). Prevención de riesgos laborales. Seguridad y salud laboral. Ediciones Paraninfo, SA. Recuperado de: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=rOk9CQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR11&dq>

## Anexos

*Anexo A.* Diagnóstico de identificación de riesgos por medio de Matriz de registro de riesgos.

El instrumento de medición que se diseñó para evaluar las medidas de prevención de riesgos e identificar los riesgos en la compañía, fue una matriz de riesgos en las cuales se diligenciaron el proceso y subproceso al cual pertenece dicho riesgo, y se definieron los siguientes datos asociados a cada riesgo:

Tipo de riesgo

Agente o fuente de riesgo

Descripción de riesgo

Número de situaciones presentadas

Medio de control

Número de personas implicadas

Nivel de exposición al riesgo

Nivel de probabilidad de ocurrencia

Impacto del riesgo

De esta manera se puede tener un diagnóstico claro de cómo se desarrollan los riesgos de las empresas y sus respectivas medidas de prevención.

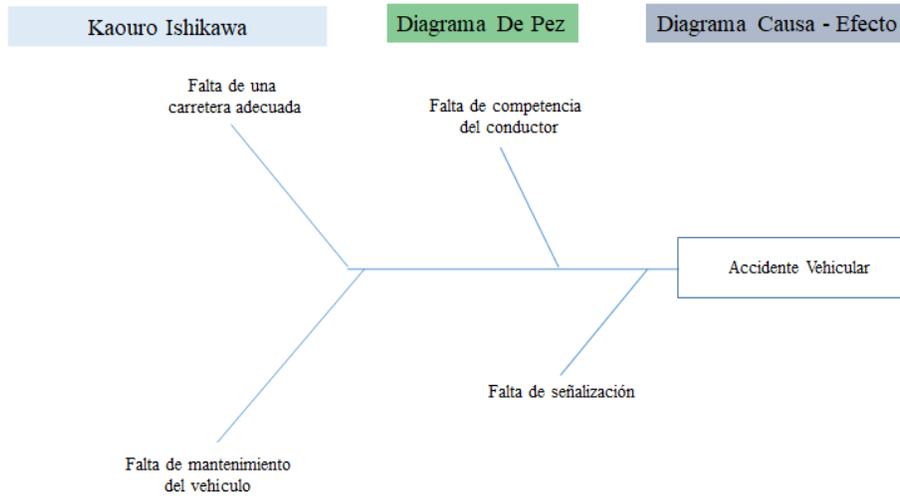
Matriz de riesgos								
Proceso / área								
Tarea/Subproceso								
Tipo de riesgo	Mecánico	Físico	Biológico	Químico	Locativo	Biomecánico	Psicosocial	Ambiental

<b>Agente o fuente de riesgo</b>								
<b>Descripción de riesgo</b>								
<b>Número de situaciones presentadas</b>								
<b>Medio de control (Describir, si aplica, de lo contrario escribir: No se observa.</b>								
<b>Número personas implicadas</b>								
<b>Rango exposición al riesgo</b>								
<b>Nivel de probabilidad de ocurrencia (1-5)</b>								
<b>Impacto del riesgo (1-5)</b>								

Anexo B. Diagramas de Ishikawa.

Estos diagramas permiten evaluar los factores causantes de un efecto no deseado siendo en esta caso las condiciones de riesgo en esta empresa.

Diagnóstico según el Diagrama de Ishikawa: Accidente Vehicular



Diagnóstico según el Diagrama de Ishikawa: Respiración De Gases Peligrosos

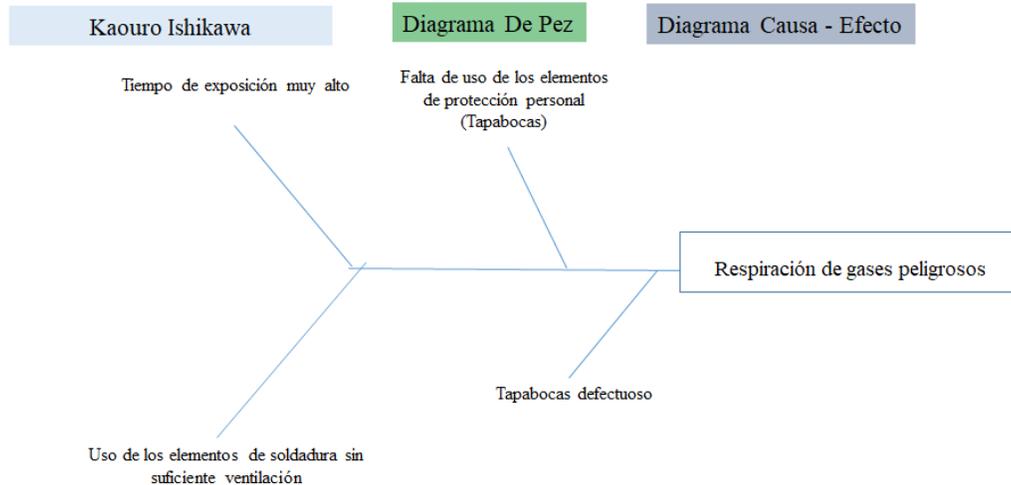
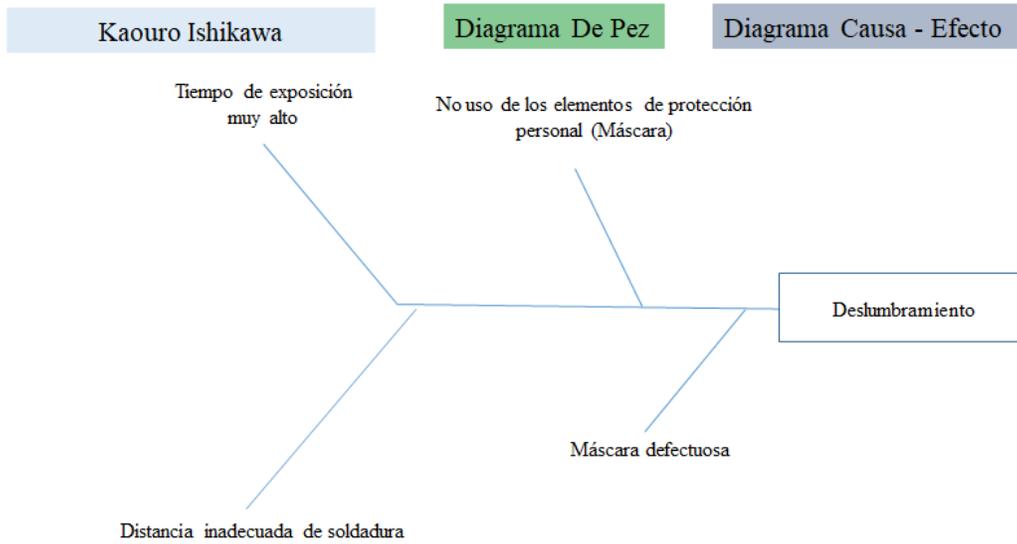
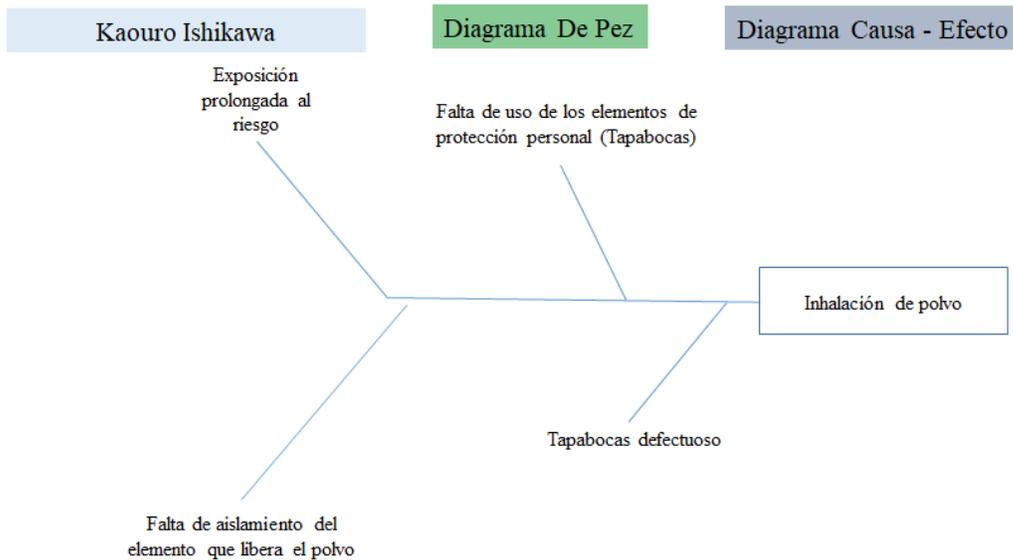


Diagrama 5. Diagnóstico según el diagrama de Ishikawa de respiración de gases peligrosos.

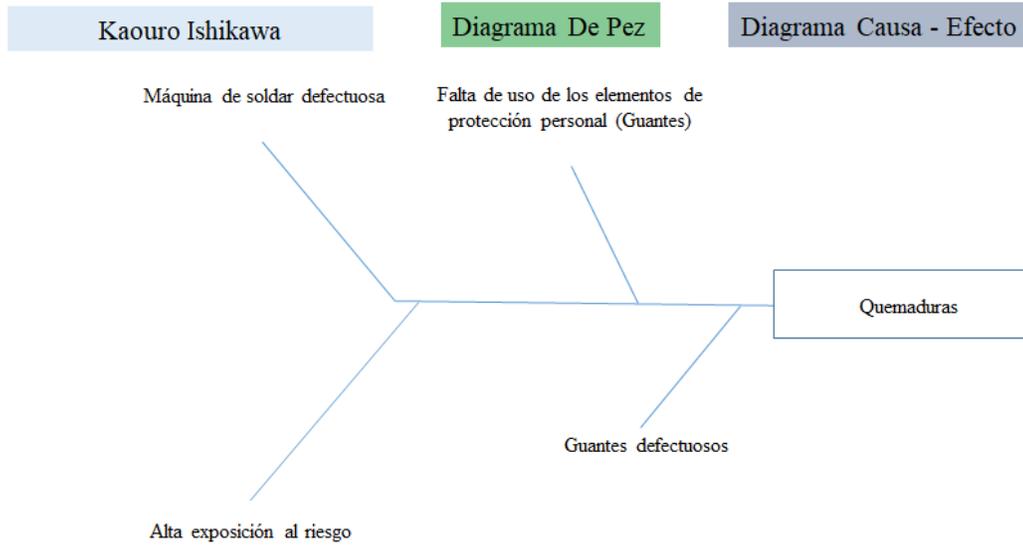
## Diagnóstico según el Diagrama de Ishikawa: Deslumbramiento



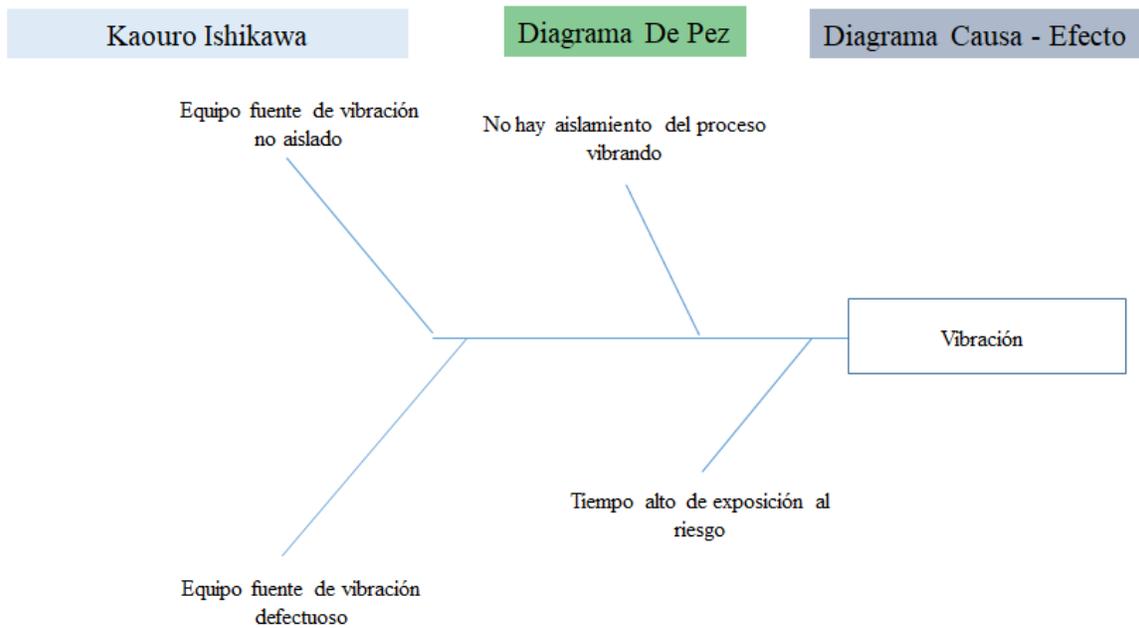
## Diagnóstico según el Diagrama de Ishikawa: Inhalación De Polvo



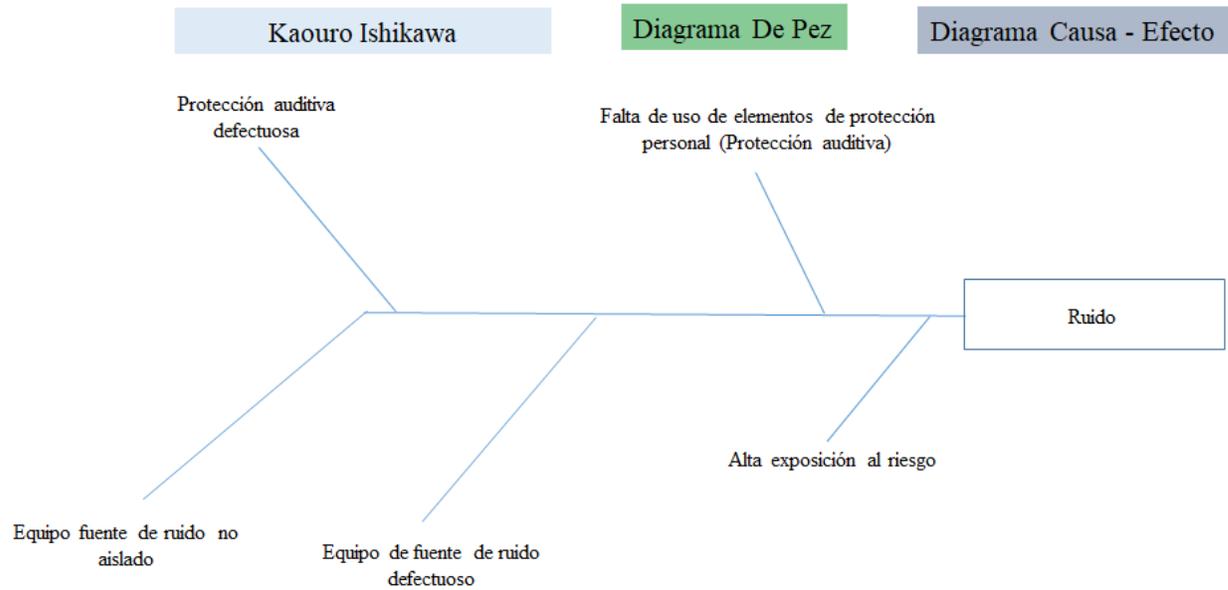
## Diagnóstico según el Diagrama de Ishikawa: Quemadura



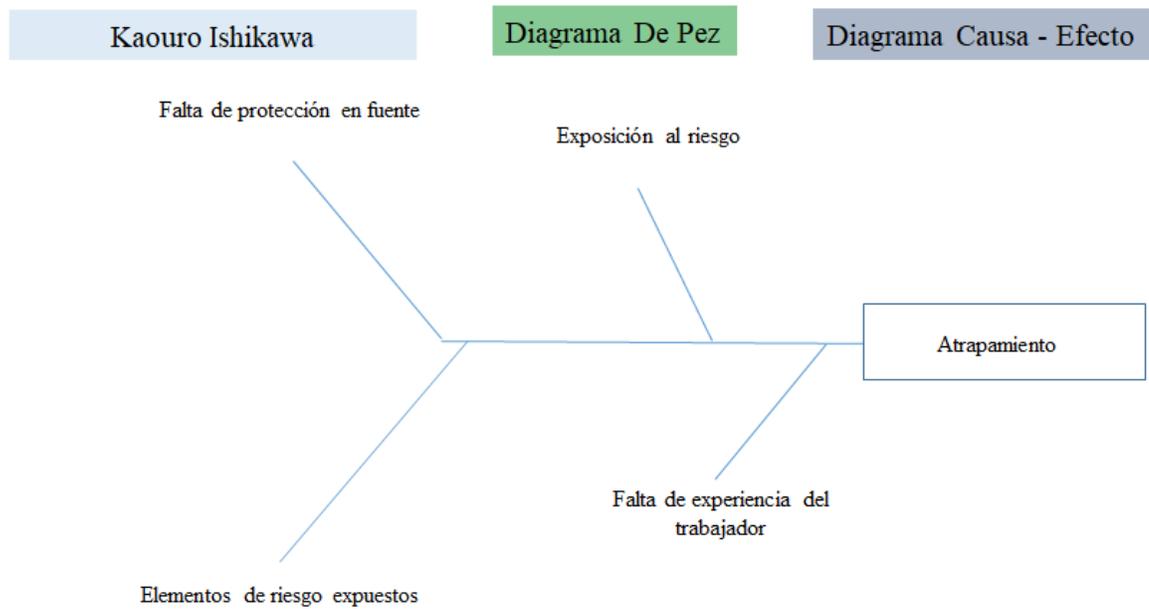
## Diagnóstico según el Diagrama de Ishikawa: Vibración



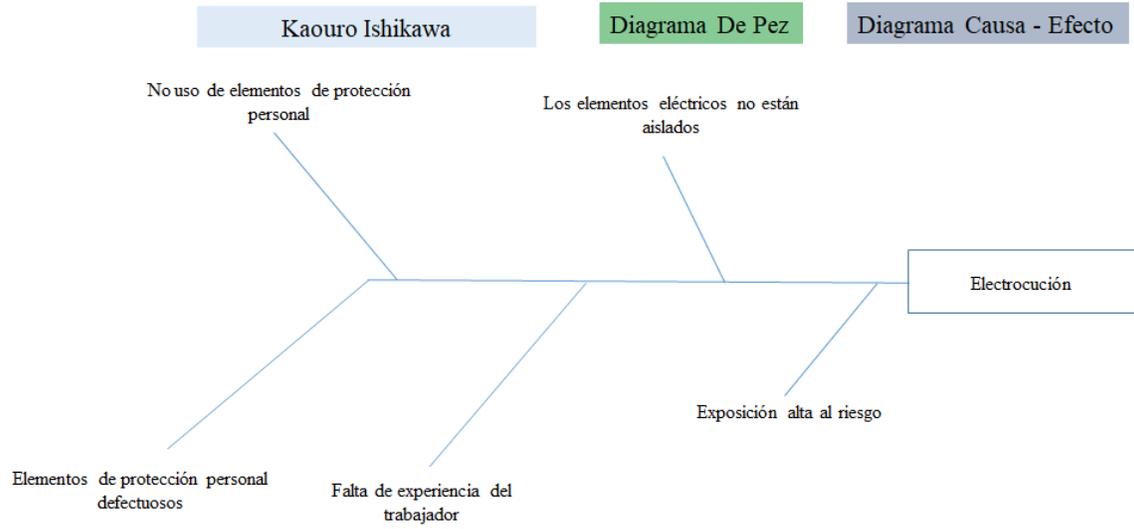
## Diagnóstico según el Diagrama de Ishikawa: Ruido



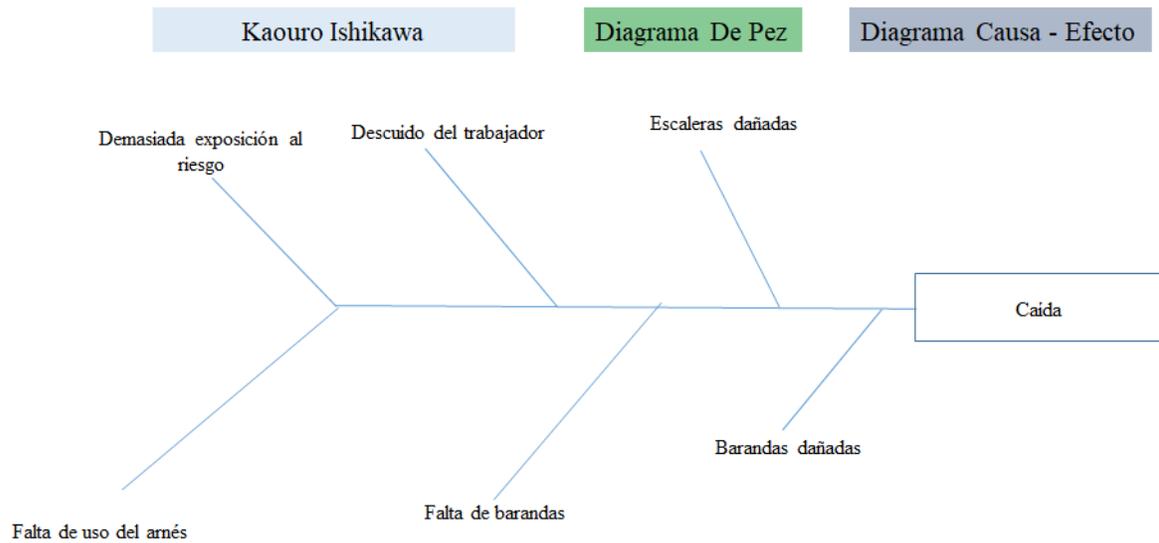
## Diagnóstico según el Diagrama de Ishikawa: Atrapamiento



## Diagnóstico según el Diagrama de Ishikawa: Electrocuación



## Diagnóstico según el Diagrama de Ishikawa: Caída



Anexo C. Formulas aplicadas en las fases de resultados.

Formula promedio simple de nivel probabilidad de ocurrencia.

$$P_p = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n p_i$$

Donde  $P_p$  es el nivel de probabilidad de ocurrencia medio.

$n$  es la cantidad de procesos totales en los cuales se encuentra presente ese riesgo.

$p_i$  es el nivel de probabilidad del riesgo en el proceso  $i$ .

Formula de promedio simple de nivel de impacto.

$$I_p = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n I_i$$

Donde  $I_p$  es el nivel de impacto medio.

$n$  es la cantidad de procesos totales en los cuales se encuentra presente ese riesgo.

$I_i$  es el nivel de impacto del riesgo en el proceso  $i$ .

Desarrollo prueba de hipótesis para proporciones:

Con base en los resultados obtenidos de la Tabla 6, se tiene:

$$\hat{p} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{\text{Número de condiciones de peligro en control}}{\text{Número total de condiciones de peligro}}$$

$$\hat{p} = \frac{29}{107} = 0,268518519$$

Desarrollo de la prueba de hipótesis

$$H_0: p \geq 0,8$$

$$H_1: p < 0,8$$

Donde  $p$  es la proporción real de condiciones de peligro en control en la empresa.

Se tomó la función pivote:

$$Z = \frac{\hat{p} - p_0}{\sqrt{\frac{p_0(1 - p_0)}{n}}}$$

Donde  $p_0$  es la proporción de comparación, en este caso se quiere que la proporción sea mayor a 0,8, entonces  $p_0 = 0,8$ .

Se reemplazó:

$$Z = \frac{0,268518519 - 0,8}{\sqrt{\frac{0,8(1 - 0,8)}{107}}} = -13,7442$$

Luego, como el nivel de significancia es del 99%, es decir, un  $\alpha = 0,01$ , se buscó en la tabla normal, obteniendo como resultado el límite de la región de rechazo de la prueba de hipótesis.

$$Z_{0,01} = 2,326 \rightarrow -Z_{0,01} = -2,326$$

*Anexo D. Consentimiento informado.*

El consentimiento informado permite la autorización de la empresa para ejecutar el proyecto investigativo, utilizando como referencia el siguiente formato.

**Consentimiento Informado para la participación de un trabajo investigativo para optar a título de especialización en SST**

Villavicencio, Colombia.

*Dirigido a Mina Guatiquía Centro S.A.S*

Por medio de la presente se solicita su autorización para participar en un proyecto de investigación sobre las medidas preventivas sobre los riesgos laborales enmarcados en los SG-SST, titulado “Propuesta de mejora sobre la prevención de riesgos laborales en la Mina Guatiquía Centro S.A.S”, presentado para optar al título de Especialista en Gerencia de la Seguridad y Salud en el Trabajo, Facultad de Posgrados, el cual es asesorado por el(la) profesor(a) Luisa Fernanda Gaitán, perteneciente al cuerpo docente virtual de la Universidad ECCI

Ciudad y fecha: \_\_\_\_\_

Yo, \_\_\_\_\_ Identificado con C.C. \_\_\_\_\_ he sido informado sobre los fines y objetivos de la propuesta investigativa que será llevado a cabo

en la empresa y sus posibles consecuencias, autorizo a los estudiantes de la Universidad ECCI, para la realización de los siguientes procedimientos:

1. Observación de los procedimientos llevados en la empresa con respecto a los tópicos relacionados con el SG-SST.
2. Toma de datos utilizando como instrumento una Matriz de Riesgos.

Adicionalmente se me informó que:

- A. La participación en esta investigación es voluntaria y estoy en libertad de suspender el vínculo investigativo en cualquier momento.
- B. No se obtendrá ningún beneficio económico o de cualquier otra índole, excepto de posibles mejoras en la prevención de riesgos laborales.
- C. Toda la información obtenida y los resultados de la investigación serán tratados confidencialmente.
- D. Esta información será archivada en papel y medio magnético custodiada por la Universidad ECCI, facultad de posgrados.
- E. Puesto que toda la información en este proyecto de investigación es llevada al anonimato, los resultados personales no pueden estar disponibles para terceras personas como empleadores, organizaciones gubernamentales, compañías de seguros u otras instituciones educativas.

Hago constar que el presente documento ha sido leído, explicado y entendido por mí y autorizo ejecutar el proyecto de investigación con fines académicos y científicos.

---

Firma  
Cédula

Anexo E. Carta de consultoría.

## CERTIFICACIÓN DE REALIZACIÓN DE CONSULTORÍA CIENTÍFICO TÉCNICA

**EL SUSCRITO**

**VIVIANA BASTILLA**

**C.C. No. \_\_\_\_\_**

**EN CALIDAD DE ADMINISTRADORA**

**MINA GUATIQUEIA CENTRO S.A.S**

**CERTIFICA:**

Que **Luisa Fernanda Gaitán Ávila** perteneciente al **Grupo de investigación TEIN-ECCI**, dirigió y/o asesoró a las(los) investigadores(as) **Sebastián Moreno C.C 1021903536**, **Angela Valencia C.C 1018480425** & **Eliana Zúñiga C.C 66864206**, pertenecientes al Grupo de investigación, adscritos a la Universidad ECCI, han participado en la siguiente consultoría científico técnica:

<b>TÍTULO DE CONSULTORIA:</b>	Propuesta de mejora sobre las medidas de Prevención de los Riesgos Laborales en la empresa Mina Guatiquía Centro S.A.S
<b>OBJETO:</b>	Proponer medidas de prevención de riesgos laborales a partir de una identificación de riesgos, con el fin de disminuir el impacto en la Seguridad y Salud de los trabajadores.
<b>CONTRATO/CONVENIO No.:</b>	GSST191140
<b>FECHA DE INICIO:</b>	01 de Marzo del 2019
<b>FECHA DE TERMINACIÓN:</b>	24 Agosto de 2019
<b>CALIDAD DE LA CONSULTORÍA:</b>	La consultoría cumple con los criterios de calidad exigidos por la empresa propios de un ejercicio de consultoría.
<b>RESULTADO RECIBIDO A SATISFACCIÓN POR:</b>	

La consultoría cuenta con los criterios de calidad solicitados por la empresa y por el departamento administrativo de ciencia tecnología e innovación, agradecemos su colaboración y esperamos contar con su apoyo para próximas actividades.

Esta certificación se firma en la ciudad de Villavicencio, a los \_\_\_\_ días del mes de \_\_\_\_\_ del 2019.

Atentamente,

Firma: \_\_\_\_\_

NOMBRE:

C.C. No.

CARGO EMPRESA O ENTIDAD: