

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE CIENCIAS



**“ANÁLISIS Y GESTIÓN DE RIESGOS OCUPACIONALES EN LA
EVALUACIÓN MINERALÓGICA DE MUESTRAS DE
EXPLORACIÓN MINERA”**

Presentada por:

Walter Gonzalo Chinchay Lara

Tesis para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO AMBIENTAL

Lima – Perú

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE CIENCIAS

**“ANÁLISIS Y GESTIÓN DE RIESGOS OCUPACIONALES EN
LA EVALUACIÓN MINERALÓGICA DE MUESTRAS DE
EXPLORACIÓN MINERA”**

Presentado por:

Walter Gonzalo Chinchay Lara

Tesis para optar el Título Profesional de:

INGENIERO AMBIENTAL

Sustentada y Aprobada ante el siguiente jurado:

Dra. Rosmery Vela Cardich
PRESIDENTE

Mg. Sc. Wilfredo Baldeón Quispe
MIEMBRO

Ing. Augusto Guaylupo Curay
MIEMBRO

Mg. Sc. Ever Menacho Casimiro
ASESOR

DEDICATORIA

Dedico esta investigación a Dios por ser siempre un guía a quien acudo al momento de tomar alguna decisión. A mi familia, la cual siempre me ha acompañado y apoyado a lo largo de mi vida. A mis profesores, que gustosamente comparten sus conocimientos y experiencias.

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi profundo agradecimiento a mi familia y amigos que me acompañaron a lo largo del desarrollo de la presente investigación y supieron motivarme cuando era necesario.

Entre ellos, me gustaría hacer una mención especial a mi asesor el profesor Ever Menacho por su apoyo constante, sus buenos consejos y por incentivar la investigación en mí y en todos los alumnos que tienen el placer de conocerlo.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	i
ABSTRACT	ii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	2
2.1 MARCO NORMATIVO EN LA EVALUACIÓN MINERALÓGICA DE MUESTRAS DE EXPLORACIÓN MINERA.....	2
2.1.1 ISO 17025	2
2.1.2 Resolución de Presidencia N° 087 – 2016-INGEMMET/PCD.....	2
2.2 MARCO NORMATIVO EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL REFERIDAS AL SECTOR INDUSTRIAL	3
2.2.1 D.S. N° 42 – F	3
2.3 MARCO NORMATIVO EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL REFERIDAS A TODAS LAS ACTIVIDADES ECONÓMICAS	4
2.3.1 Ley 29783: Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo	4
2.3.2 D.S. 005-2012-TR.....	5
2.3.3 D.S. 007-2007-TR.....	5
2.3.4 D.S. 008-2010-TR.....	6
2.3.5 R.M. 375-2008-TR	6
2.3.6 ANEXO 3 del D.S. 050-2013-TR	7
2.3.7 OSHA 18001:2007	7
2.4 MARCO CONCEPTUAL EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	7
2.4.1 Peligro Laboral	7
2.4.2 Identificación de Peligros.....	8
2.4.3 Riesgos Laborales	8
2.4.4 Diferencia entre el Concepto de Peligro Laboral y Riesgo Laboral	9
2.4.5 Gestión de Riesgos	10
2.4.6 Riesgo Inherente	10
2.4.7 Riesgo Puro	10
2.4.8 Riesgo Residual	11
2.4.9 Clasificación de los Riesgos Laborales.....	11
2.4.10 Factores de Riesgo Ocupacional	12
2.4.11 Evaluación de Riesgos	18
2.4.12 Matriz de Evaluación Riesgos	19
2.4.13 Determinación de las Medidas de Control de Riesgos.....	19
2.4.14 Mapa de Riesgos	21

2.4.15	Programa de Seguridad y Salud Ocupacional	22
2.5	MARCO CONCEPTUAL EN LA EVALUACIÓN MINERALÓGICA Y MUESTRAS DE EXPLORACIÓN MINERA	22
2.5.1	Exploración Geológica Minera	22
2.5.2	Sondeo de Exploración Minera	23
2.5.3	Sondeo con Recuperación de Testigos.....	24
2.5.4	Testigos de Sondaje de Exploración.....	25
2.5.5	Procesos de la Evaluación Mineralógica de Muestras de Exploración Minera	26
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	30
3.1	MATERIALES	30
3.1.1	Materiales de Oficina.....	30
3.1.2	Equipo de Protección Personal	30
3.2	MÉTODOS.....	31
3.2.1	Descripción de los Procesos Productivos	31
3.2.2	Identificar los Peligros, Evaluar los Riesgos, Proponer Medidas de Control y Demostrar Su Importancia	31
3.2.3	Seleccionar un Método Adecuado para el Análisis de Riesgos.....	44
3.2.4	Elaboración de un Mapa de Riesgos.....	44
3.2.5	Desarrollo de un Programa Anual de Seguridad y Salud Ocupacional	46
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	52
4.1	DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS	52
4.1.1	Laboratorio De Preparación De Muestras Inorgánicas (LPMI)	50
4.1.2	Sala de Ensayos al Fuego (SEF)	53
4.1.3	Sala de Partición (SP)	58
4.1.4	Laboratorio de Análisis de Concentrados Minerales (LACM)	60
4.2	IDENTIFICAR LOS PELIGROS, EVALUAR LOS RIESGOS Y PROPONER MEDIDAS DE CONTROL.....	63
4.2.1	Matriz de Evaluación de Riesgos de 6x6 del MINTRA.....	63
4.2.2	Matriz de Evaluación IPER Modelo A de la OHSAS:18001	77
4.2.3	Seleccionar un Método Adecuado para la Evaluación de Riesgos	95
4.2.4	Mapa de Riesgo en el Analisis Mineralogico de Muestras de Exploracion Minera.....	95
4.2.5	Programa de Seguridad y Salud Ocupacional.....	96
V.	CONCLUSIONES	97
VI.	RECOMENDACIONES	98
VII.	BIBLIOGRAFÍA	99
VIII.	ANEXOS	103

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Factores de riesgo físico	12
Tabla 2: Factores de riesgo químico.....	15
Tabla 3: Factores de riesgo ergonómico.....	16
Tabla 4: Factores de riesgo de Inseguridad	17
Tabla 5: Controles aplicables a cada nivel de riesgo puro.....	21
Tabla 6: Maquinaria utilizada en la preparación de muestras.....	28
Tabla 7: Maquinaria utilizada en la sala de ensayos.....	28
Tabla 8: Maquinaria utilizada en la sala de partición	29
Tabla 9: Maquinaria utilizada en el análisis de concentrados minerales	29
Tabla 10: Ejemplo de elaboración de matriz IPER para el caso planteado	33
Tabla 11: Niveles de valoración para el análisis de consecuencia y severidad	34
Tabla 12: Niveles de valoración para el análisis de probabilidad.....	34
Tabla 13: Matriz de evaluación de riesgos	35
Tabla 14: Significancia del riesgo	36
Tabla 15: Matriz de evaluación de riesgos de 6x6.....	37
Tabla 16: Índice de probabilidad	38
Tabla 17: Índice de severidad.....	39
Tabla 18: Matriz de evaluación de riesgos	40
Tabla 19: Matriz de identificación de peligros y evaluación de riesgos OHSAS 18001:2007 modelo A	44
Tabla 20: Matriz de identificación de peligros y evaluación de riesgos OHSAS 18001:2007 modelo A modificada	46
Tabla 21: Formas geométricas y significado de las señales de seguridad	48
Tabla 22: Señales de advertencia.....	48
Tabla 23: Señales de Obligación	46
Tabla 24: Programa anual de seguridad y salud ocupacional	51
Tabla 25: Flujograma de la generación de órdenes	50
Tabla 26 Flujograma de la recepción de la muestra	50
Tabla 27: Flujograma de fraccionamiento y secado	51
Tabla 28: Flujograma de la reducción de muestras	52
Tabla 29: Flujograma de la división de muestras	52
Tabla 30: Flujograma de la pulverización de muestras	53
Tabla 31: Flujograma de la distribución de muestras	53
Tabla 32: Flujograma de la recepción de muestras.....	54
Tabla 33: Flujograma del pesado de muestras.....	54
Tabla 34: Conformación del fundente	55
Tabla 35: Flujograma de homogeneización de la muestra	56

Tabla 36: Flujograma de la fundición.....	56
Tabla 37: Flujograma de la separación de escorias	57
Tabla 38: Flujograma de la copelación.....	57
Tabla 39: Flujograma de la laminación del botón	58
Tabla 40: Flujograma de liberación del Au	59
Tabla 41: Reactivos utilizados y peligrosidad	59
Tabla 42: Flujograma del lavado de tubos de ensayo	60
Tabla 43: Reactivos utilizados y peligrosidad	60
Tabla 44: Flujograma de la digestión de la muestra	61
Tabla 45: Reactivos utilizados y peligrosidad	61
Tabla 46: Reactivos utilizados y peligrosidad	62
Tabla 47: Flujograma del ICP-OES.....	62
Tabla 48: Flujograma del reporte de resultados	63
Tabla 49: Etapas de la evaluación mineralógica.....	63
Tabla 50: Procesos del laboratorio de preparación de muestras inorgánicas	64
Tabla 51: Actividades de la pulverización de muestras.....	64
Tabla 52: Identificación de peligros en la matriz de evaluación de riesgos de 6x6 – MINTRA	65
Tabla 53: Descripción de peligros en la matriz de evaluación de riesgos de 6x6 – MINTRA	66
Tabla 54: Identificación de los riesgos en la matriz de evaluación de riesgos 6x6 - MINTRA.....	67
Tabla 55: Severidad de los riesgos en la matriz de evaluación de riesgos de 6x6 – MINTRA	68
Tabla 56: Probabilidad de los riesgos en la matriz de evaluación de riesgos de 6x6 – MINTRA	69
Tabla 57: Nivel de riesgo en la matriz de evaluación de riesgos de 6x6 – MINTRA	70
Tabla 58: Medidas de control en la matriz de evaluación de riesgos de 6x6 – MINTRA	72
Tabla 59: Resultados de una sección de la matriz de evaluación de riesgos de 6x6.....	76
Tabla 60: Resultados de la matriz de evaluación de riesgos de 6x6.....	74
Tabla 61: Niveles de Riesgos por Etapa según la Matriz de Evaluación de Riesgos de 6x6.....	75
Tabla 62: Identificación de los Riesgos en la Matriz IPER	77
Tabla 63: Índice de Probabilidad.....	79
Tabla 64: Índice de Severidad	80
Tabla 65: Identificación de riesgos en la matriz IPER	81
Tabla 66: Resultados de la matriz IPER.....	83
Tabla 67 Niveles de riesgos por etapas según la matriz IPER.....	84
Tabla 68: Medidas de control propuestas	86
Tabla 69: Descripción de las medidas de control propuestas en la matriz IPER.....	88
Tabla 70: Resultados de una sección de la matriz IPER.....	92

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Representación del concepto de riesgo laboral	9
Figura 2: Sondeo de exploración minera	23
Figura 3: Equipo de perforación diamantina	24
Figura 4: Equipo de perforación con aire reverso.....	25
Figura 5: Fotografía de un testigo de exploración minera	26
Figura 6: Flujograma de la evaluación mineralógico de muestras de exploración minera	27
Figura 7: Flujograma resumido	52
Figura 8: Distribución de riesgos por etapas – Matriz 6x6.....	74
Figura 9: Distribución de riesgos por nivel de valoración – Matriz 6x6	75
Figura 10: Niveles de riesgos por etapa – Matriz 6x6	76
Figura 11: Distribución de riesgos por etapa.....	83
Figura 12: Distribución de riesgos por nivel de valoración	84
Figura 13: Niveles de riesgo por etapa según matriz IPER	85

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Resolución de Presidencia N° 087-2016-INGEMMET/PCD	104
Anexo 2: Matriz de Evaluación de Riesgos de 6x6	126
Anexo 3: Matriz IPER	155
Anexo 4: Mapa de Riesgos	176
Anexo 5: Programa de Seguridad y Salud Ocupacional	178

RESUMEN

En el presente estudio se aplicaron dos metodologías para el análisis y gestión de los riesgos ocupacionales presentes en la Evaluación Mineralógica de Muestras de Exploración Minera, actividad que esta normada por la Resolución de Presidencia N° 087-2016-INGEMMET/PCD, la primera metodología es la “Matriz de Evaluación de Riesgos de 6x6” elaborada por el Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo de Perú - MINTRA y descrita por el Decreto Supremo N° 050-2013-TR, la segunda metodología corresponde a la matriz IPER, el modelo usado fue desarrollado en base a la normativa internacional Occupational Health and Safety Assessment Series - OHSAS 18001. Los objetivos principales son: identificar los peligros laborales presentes en la actividad, evaluar el riesgo puro, es decir, el nivel de riesgo sin alguna medida de control implementada, y posteriormente evaluar el riesgo mitigado con las medidas de control existentes y exigidas por la R.P. N° 087-2016-INGEMMET/PCD, de esta forma se podrá observar la efectividad de esta norma en materia de seguridad y salud ocupacional. En base a las evaluaciones de riesgo antes realizadas, se propone nuevas medidas de control más eficientes y adecuadas para la actividad, cuya aplicación está regida por una propuesta de programa de seguridad y salud ocupacional. Finalmente, estos peligros identificados son plasmados en mapas de riesgos siguiendo la distribución arquitectónica genérica de un emplazamiento dedicado a esta actividad económica y a lo observado en las visitas técnicas.

Palabras Clave: Evaluación Mineralógica, Peligro, Riesgo Ocupacional, Matriz, Evaluación, Medidas de control.

ABSTRACT

In the present study two methodologies were applied for the analysis and management of the occupational risks present in the Mineralogical Evaluation of Mining Exploration Samples, activity that is regulated by the Resolution of the Presidency N ° 087-2016-INGEMMET / PCD, the first methodology is the "6x6 Risk Assessment Matrix" prepared by the Ministry of Labor and Employment Promotion of Peru - MINTRA and described by Supreme Decree No. 050-2013-TR, the second methodology corresponds to the IPER matrix, the model used was developed based on the international Occupational Health and Safety Assessment Series - OHSAS 18001. The main objectives are: to identify the occupational hazards present in the activity, to evaluate the pure risk, that is, the level of risk without any control measure implemented, and subsequently evaluate the risk mitigated with the existing control measures and required by the RP N ° 087-2016-INGEMMET / PCD, in this way it will be possible to observe the effectiveness of this norm in matters of occupational health and safety. Based on the risk assessments previously carried out, new more efficient and appropriate control measures are proposed for the activity, whose application is governed by a proposal for an occupational health and safety program. Finally, these identified hazards are captured in risk maps following the generic architectural distribution of a site dedicated to this economic activity and to what was observed in the technical visits.

Key words: Mineralogical Evaluation, Hazard, Occupational Risk, Matrix, Evaluation, Control measures.

I. INTRODUCCIÓN

En el Perú, según el último censo realizado en el año 2005, aproximadamente el 54.0% de la población se encuentra dentro de la Población Económicamente Activa. Lamentablemente no se tiene datos exactos de los accidentes de trabajo, ni de las enfermedades ocupacionales, dado que no existe un registro unificado y los reportes no son consolidados ni compartidos. Si bien existe actualmente normativa referida a la Seguridad y Salud en el Trabajo, estas constituyen más una serie de guías técnicas para realizar las evaluaciones de riesgos ocupacionales según el criterio de la misma empresa, este tipo de libertad otorgada a las mismas empresas para que puedan evaluar sus propios riesgos ocupacionales en perjuicio del trabajador.

Como una actividad complementaria y coercitiva a la evaluación de riesgos ocupacionales, se encuentra la fiscalización laboral, actividad ejercida por la SUNAFIL, la cual fue creada en el año 2013 por Ley N°29981, esta entidad hasta la presente fecha no cuenta con los instrumentos de gestión necesarios para realizar una adecuada fiscalización laboral, y por lo tanto no pueden determinar adecuadamente los niveles de riesgo a los que está expuesto el trabajador o si las medidas de control implementadas por la empresa son suficientes.

Este estudio puede ser utilizado como un instrumento que permite conocer las actividades y sus riesgos asociados en la evaluación mineralógica de muestras de exploración minera. Un considerable aporte a desarrollarse, es que las medidas de control propuestas corresponden a aquellas que ya están implementadas en laboratorios donde se realiza esta actividad, y una vez propuestas estas medidas de control, se vuelve a realizar una evaluación de riesgos con un matriz diferente, de esta forma podemos observar la importancia de la implementación de medidas de control y si estas medidas son las adecuadas para reducir lo suficiente el nivel de riesgo tal que la seguridad y salud del trabajador no se vea amenazada.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 MARCO NORMATIVO EN LA EVALUACIÓN MINERALÓGICA DE MUESTRAS DE EXPLORACIÓN MINERA

2.1.1 ISO 17025

Estándar de calidad para los laboratorios que realicen ensayos analíticos tal como el análisis mineralógico, en resumen, esta norma nos indica que todo laboratorio acreditado realiza sus procedimientos de forma estándar. Es importante porque se realizó una visita técnica a un laboratorio acreditado y porque todo laboratorio que realiza esta actividad apunta a realizar sus procesos de esta forma.

2.1.2 Resolución de Presidencia N° 087 – 2016-INGEMMET/PCD

El 21 de julio de 2016 por la presente resolución presidencial se aprobó el Manual de Procedimientos de la Dirección de Laboratorios del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico – INGEMMET el cual es un instrumento descriptivo, normativo, instructivo e informativo que contiene procedimientos, manuales, métodos de ensayo, planes de calidad, flujogramas y formatos para normar las actividades que realiza el INGEMMET.

Siendo INGEMMET el ente rector del Análisis Mineralógico, esta actividad se rige bajo la presente norma, específicamente en función a los documentos de código DL-I-001, DL-ME-005 y DL-ME-007.

- **DL-I-001:** Titulado “Preparación Mecánica de Muestras”, describe secuencialmente el proceso de preparación mecánica (secado, chancado, pulverizado, homogeneizado, etc) con el objetivo de lograr la granulometría requerida, respetando los procesos y procedimientos según normas de calidad, de acuerdo a las condiciones y especificaciones necesarias para la posterior determinación analítica.

- **DL-ME-005:** Cuyo título es “Análisis de Elementos Mayores en Muestras de Rocas y Minerales por ICP-OES”, nos detalla los principios, procedimientos, materiales y precauciones para la determinación cuantitativa por el método de Espectrometría de Emisión Óptica usando una fuente de plasma acoplado inductivamente (ICP-OES) de diversos elementos químicos en muestras de rocas después de una preparación mecánica y dilución multiácida.
- **DL-ME-007:** Titulado “Análisis de Oro por Ensayos al Fuego”, describe el método para determinar cuantitativamente el contenido de oro en muestras geológicas (rocas, sedimentos) y en muestras minerales, hallando esta concentración por un método espectrométrico.

Estos documentos se encuentran en el Anexo 1

2.2 MARCO NORMATIVO EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL REFERIDAS AL SECTOR INDUSTRIAL

2.2.1 D.S. N° 42 – F

El D.S. N° 42-F: Reglamento de Seguridad Industrial, fue el decreto donde se aprobó el Reglamento de Seguridad Industrial.

Este decreto da una pauta importante respecto al dictado de normas y demás disposiciones pertinentes para la debida prevención de accidentes derivados de las actividades industriales, además busca garantizar las condiciones de seguridad de los trabajadores (empleados y obreros del sector industrial) en todo lugar en el que desarrollen sus actividades. Salvaguardar la vida, salud e integridad física de los trabajadores y terceros, mediante la prevención y eliminación de las causas de accidentes; proteger las instalaciones y propiedades industriales, con el objeto de garantizar las fuentes de trabajo y mejorar la productividad además de obtener todas las ventajas derivadas de un adecuado régimen de seguridad industrial.

El D.S. 42-F indica que dentro de una instalación industrial se debe presentar lo siguiente:

- **Franjas de Seguridad:** Adoptan el uso de colores de seguridad para transmitir un mensaje o hacer llamativo o claramente visible un objeto o lugar.

- **Señalización:** Conjunto de estímulos que condicionan la actuación del individuo que los recibe frente a una circunstancia (riesgos, protecciones necesarias a utilizar, etc.) que se pretende resaltar.
- **Señal de Advertencia o Precaución:** Señal de advertencia que advierte sobre un peligro o un riesgo.
- **Señal de evacuación:** Señal de seguridad que indica la vía segura de la salida de emergencia a las zonas de seguridad.
- **Señal de Protección Contra Incendios:** Señal de seguridad que sirva para ubicar e identificar equipos, materiales o sustancias de protección contra incendios.
- **Señal de Seguridad:** Señal que por la combinación de una forma geométrica y de un color, proporciona una indicación general relativa a la seguridad y que, si se añade un símbolo gráfico o un texto, proporciona una indicación relativa a la seguridad.
- **Símbolo:** Es un pictograma que describe una situación determinada, que indica información representativa u prohibición, y que se utilizan en las señales de seguridad.

2.3 MARCO NORMATIVO EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL REFERIDAS A TODAS LAS ACTIVIDADES ECONÓMICAS

2.3.1 Ley 29783: Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo

Mediante la Ley 29783: Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo, se estableció la obligación empresarial de contar con un Sistema de Gestión en Seguridad y Salud en el Trabajo, entre otras obligaciones.

Esta Ley es aplicable a todos los sectores, empleadores y trabajadores de la actividad pública y privada. Tiene por objetivo promover una cultura de prevención de riesgos laborales en el país. Para ello, cuenta con el deber de prevención de los empleadores, el rol de fiscalización y control del Estado y la participación de los trabajadores y sus organizaciones sindicales, quienes, a través del diálogo social, velan por la promoción, difusión y cumplimiento de la normativa sobre la materia.

Para el caso de un laboratorio de análisis de muestras de exploración minera, cada actividad se rige por lo estipulado por esta normativa y otras más específicas.

2.3.2 D.S. 005-2012-TR

El Decreto Supremo 005-2012-TR: Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo, define al sistema de gestión como un conjunto de elementos interrelacionados que buscan establecer objetivos de seguridad y salud en el trabajo y las acciones necesarias para alcanzar dichos objetivos.

En esta reglamentación tiene características claves correspondientes a la gestión de riesgos ocupacionales, tales como:

- **Mejora Continua:** Referido a la efectividad y eficiencia para poder reducir los accidentes, incidentes o enfermedades laborales. Para esto es necesario poder identificar adecuadamente los peligros existentes en el lugar de trabajo.
- **Actividades del Sistema:** Se refiere a la forma de controlar los peligros y disminuir los niveles de riesgo por medio de procedimientos, programas y actividades.

En este reglamento se definen conceptos importantes utilizados en el presente documentos, tales como accidente de trabajo, peligro, riesgo, condición sub estándar, acto sub estándar, control de riesgos, ergonomía, evaluación de riesgo, identificación de peligros, mapa de riesgos, y programa anual de seguridad y salud.

2.3.3 D.S. 007-2007-TR

El D.S. 007-2007-TR: Modificación de Artículos del D.S. 009-2005-TR, Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo derogado.

Básicamente este decreto estableció en su momento lo siguiente: El empleador debe implementar los registros y documentación del sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo, en función de las necesidades presentes. Estos registros y documentos pueden ser llevados a través de medios físicos o por medios electrónicos. Así mismo deben estar actualizados y a disposición de los trabajadores y de la autoridad competente, respetando el derecho a la confidencialidad en todo aspecto.

Esta normativa aplica para el caso de la matriz IPER, los mapas de riesgo y el programa de seguridad y salud ocupacional que podría elaborar una empresa utilizando este documento como guía, estos deben ser entregados a todos los trabajadores y encontrarse disponibles en un lugar visible.

2.3.4 D.S. 008-2010-TR

D.S. 008-2010-TR: Modificación del Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo derogado y Aprobación de Formularios

Modificación de algunos artículos del D.S.007-2007-TR (derogado), con respecto al derecho de todos los trabajadores de comunicarse libremente con el inspector de seguridad, a los reportes que se deben presentar periódicamente a la autoridad, así como la aprobación de los formularios para la presentación de información.

En un futuro los resultados obtenidos en este estudio pueden ser complementados por medio de la colaboración del personal, que pueden identificar nuevos riesgos no considerados o darle una evaluación más objetiva a estos.

2.3.5 R.M. 375-2008-TR

R.M. 375-2008-TR: Norma Básica de Ergonomía y de Procedimiento de Evaluación de Riesgo Disergonómico. El objetivo principal de esta norma es establecer los parámetros que permitan la adaptación de las condiciones de trabajo a las características físicas y mentales de los trabajadores con el fin de proporcionarles bienestar, seguridad y mayor eficacia en su desempeño, tomando en cuenta que la mejora de las condiciones de trabajo contribuye a una mayor eficacia y productividad empresarial.

Específicamente, reconocer que los factores de riesgo disergonómico son un importante problema del ámbito de la salud ocupacional, reducir la incidencia y severidad de los disturbios músculo esquelético relacionado con el trabajo, disminuir los costos por incapacidad de los trabajadores, mejorar la calidad de vida del trabajador, disminuir el ausentismo laboral.

2.3.6 ANEXO 3 del D.S. 050-2013-TR

El D.S. 050-2013-TR aprobó los Formatos Referenciales que Contemplan la Información Mínima que deben Contener los Registros Obligatorios del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo.

El Anexo 3 es la “Guía Básica Sobre Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo”.

Se utilizó el primer método de los métodos cuantitativos para la valoración de los riesgos ocupacionales establecidos por el Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo, este método se llama: “Matriz de Evaluación de Riesgos de 6x6” y sus variables de análisis son la severidad de las consecuencias y la probabilidad.

El método evalúa el riesgo puro, es decir, aquel riesgo sin medidas de control, por lo que, dado la naturaleza y normatividad de la actividad a evaluar, es necesario utilizar otro método para la valoración de la efectividad de las medidas de control existentes.

2.3.7 OSHA 18001:2007

OHSAS 18001 es un estándar voluntario que tiene como finalidad proporcionar a las organizaciones un modelo de sistema para la gestión de la seguridad y salud en el trabajo, que les sirva tanto para identificar y evaluar los riesgos laborales, el cumplimiento de requisitos legales y otras aplicaciones.

La OHSAS 18001:2007 incluye en su apartado 4.3.1 una metodología de planificación para desarrollar la identificación de peligros, evaluación de riesgos y determinación de controles (IPER) en función de las actividades de la organización, para posteriormente llevar a cabo una evaluación de riesgos asociados, dando como resultado el valor del riesgo mitigado, es decir el nivel de riesgo reducido por la aplicación de las medidas de control ya existentes, sin embargo esa matriz también te permite proponer nuevas medidas de control más efectivas.

2.4 MARCO CONCEPTUAL EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

2.4.1 Peligro Laboral

El peligro laboral es una fuente de daño potencial. En cuanto a la interpretación de daño, en la OHSAS 18001:2007 se indica en términos de daño humano o deterioro de la

salud, o una combinación de estos, otros posibles efectos podrán recaer sobre las organizaciones, en forma de pérdidas sobre la propiedad o el equipamiento.

Partiendo de que un peligro es una fuente de daño potencial, podrían señalarse a modo de ejemplo los siguientes: el sistema de transmisión de una máquina, la instalación eléctrica de un almacén, el pavimento de una vía circulación, la radiación ultravioleta de un equipo de soldadura, una metodología de trabajo, o un producto químico debido a su toxicidad. (Brocal F., 2014).

Resumiendo, se asume como definición de peligro laboral a una fuente de daño potencial, pudiendo ser esta fuente: materiales, equipos, métodos o prácticas de trabajo.

2.4.2 Identificación de Peligros

Según la OHSAS 18001:2007 la identificación de peligros es el proceso para reconocer que existen peligros en una determinada actividad.

Para realizar la identificación de peligros es necesario conocer cada proceso de la actividad a evaluar, sus materias primas, insumos, producto y metodología. Así podemos identificar todo aquello con potencial de causar daño sin olvidar las acciones de las personas y las condiciones del medio donde se desarrolla la actividad.

2.4.3 Riesgos Laborales

Según la Ley Española de Prevención de Riesgos Laborales, se define al riesgo laboral como “La posibilidad de que un trabajador sufra un determinado daño derivado del trabajo”, otro factor importante para darle una definición adecuada al riesgo laboral es poder calificarlo según su gravedad, para esta misma ley, una adecuada definición de riesgo laboral viene acompañada de la determinación de la gravedad de este, para lo cual se valora conjuntamente la probabilidad de que se produzca el daño y la severidad del mismo. Una vez se haya realizado esta valoración conjunta, se puede calificar adecuadamente la gravedad de un determinado riesgo y darle a cada uno de ellos una correcta definición.

En resumen, el riesgo es la probabilidad de que un trabajador sufra un daño derivado del trabajo, de una determinada severidad.

2.4.4 Diferencia entre el Concepto de Peligro Laboral y Riesgo Laboral

El riesgo es la posibilidad de daño cuando existe una exposición al peligro, es decir, es necesaria la exposición a un peligro para que exista un riesgo laboral. Los conceptos de exposición, específicamente exposición al peligro, tiene muchas definiciones muy similares entre sí, como por ejemplo, la exposición es el proceso por el que un organismo entra en contacto con un peligro (Kolluru R. et al, 1996). En resumen, un riesgo siempre coincidirá con un peligro, un riesgo se generará con la exposición a dicho peligro, de forma que si no hay posibilidades de exposición, no habrá riesgos (Brocal F., 2014)

Erickson, citado por Brocal, muestra una simplificación del razonamiento y una explicación más precisa cuando indica que mientras un peligro es un posible (o potencial) daño o lesión (o inmediato precursor del daño o lesión), un riesgo es la probabilidad de que una persona pueda realmente experimentar un peligro específico, de forma que como posibilidad, un peligro debería visualizarse como inherente a una sustancia o situación y, como probabilidad, un riesgo debería visualizarse como inherente a la exposición real de la persona.

El conjunto de estos conceptos y su relación analógica se muestra en la siguiente Figura 1.



Figura 1: Representación del concepto de riesgo laboral

FUENTE: Brocal F., 2014

2.4.5 Gestión de Riesgos

La gestión de riesgos se encarga de identificar, analizar, cuantificar los riesgos y tomar las medidas preventivas para que los trabajadores se encuentren en un lugar de trabajo libre de situaciones inseguras. (Lázaro, L. 2007).

En la actualidad, la gestión de riesgo se implementa por etapas, cada una de estas planteadas en modelos ya desarrollados; según Cortés (2001), la gestión de riesgos se divide en las siguientes etapas:

- Análisis del riesgo, que consiste en la identificación de peligros asociados a cada etapa del trabajo y la posterior estimación de los riesgos teniendo en cuenta la probabilidad y las consecuencias.
- Valoración del riesgo, cuando ya se tiene la magnitud del riesgo y se emite un juicio si el riesgo resulta tolerable o no.
- Control del riesgo, a través de técnicas que permiten suprimir las causas o eliminar los riesgos y consecuencias de estos.

Generalmente en toda actividad se encuentran riesgos imposibles de eliminar pero si de reducir, estos riesgos se llaman inherentes y se encuentran en gran cantidad en las actividades del sector industrial como lo es la evaluación mineralógica.

2.4.6 Riesgo Inherente

Un riesgo inherente es aquel que no se puede separar de la actividad donde existe, las aplicaciones de las respectivas medidas de control solo causan una disminución de la probabilidad de ocurrencia. Toda empresa mantiene dentro de sus actividades riesgos inherentes, por lo que es necesario su completo conocimiento y comprensión, para lograr una correcta identificación y proponer las adecuadas medidas de control.

2.4.7 Riesgo Puro

Si un riesgo presente en un proceso o actividad no tiene medidas de control implementadas se considera un riesgo puro (Lázaro, L. 2007). La existencia de riesgos puros es aceptable solo dependiendo del nivel de este riesgo, el cual varía de la metodología de evaluación. Si un riesgo es de nivel bajo, puede tolerarse dejarlo en su

estado puro y no implementar medida de control, aunque algunas instituciones implementan medidas de control a todos los riesgos evaluados.

En la presente investigación se utiliza la Matriz de Evaluación de Riesgos de 6x6 para la evaluación de riesgos puros.

2.4.8 Riesgo Residual

Es aquel riesgo que subsiste, después de haber implementado controles. Algunas instituciones implementan medidas de control a todos los riesgos evaluados. El nivel de riesgo nunca puede erradicarse por completo, pero se busca llevarlo a un nivel mínimo.

2.4.9 Clasificación de los Riesgos Laborales

Según Morgado, P. (2006), citado por Carrion H. David (2009), los riesgos se clasifican en:

- **Riesgos físicos:** son tipos o formas de energías existentes en un lugar de trabajo, dependiendo de ciertas condiciones y situaciones que pudieran causar daños.
- **Riesgos químicos:** son todas las sustancias orgánicas e inorgánicas, naturales o sintéticas que pueden incorporarse al ambiente y que son capaces de afectar la salud o la vida de los trabajadores.
- **Riesgos biológicos:** son los agentes infecciosos de origen animal o vegetal, y las sustancias derivadas de ellos, que pueden ocasionar enfermedades o malestar en los trabajadores.
- **Riesgos ergonómicos:** son aquellos factores inadecuados del sistema hombre-máquina desde el punto de vista de diseño, construcción, operación, ubicación de maquinarias, los conocimientos, la habilidad, las condiciones y las características de los operarios y de las interrelaciones con el entorno y el medio ambiente de trabajo.

Según las actividades y procesos productivos que se realizan en un laboratorio de evaluación mineralógica de muestras de exploración, este tipo de clasificación de riesgos es el más adecuado para el análisis de riesgos ocupacionales.

2.4.10 Factores de Riesgo Ocupacional

Los factores de riesgo ocupacional son todas aquellas condiciones del ambiente, instrumentos, materiales, la tarea o la organización del trabajo que puede encerrar un daño potencial a la salud y seguridad de los trabajadores o un efecto negativo a la empresa (MINSALUD, 2011). Un factor de riesgo engloba a los peligros, pues esta última abarca a aquello que bajo determinadas situaciones causaría daño al trabajador mientras que un factor de riesgo involucra a los peligros y a aquello que en un mayor grado o en diferentes condiciones pudiera ser peligros.

Según la “Guía Técnica para el Análisis de Exposición a Factores de Riesgo Ocupacional” elaborada por el Ministerio de Salud y Protección Social de la República - MINSALUD de Colombia los factores de riesgo se dividen de la siguiente forma:

2.4.10.1 Factor de Riesgo Físico

Se clasifican aquí los factores ambientales de naturaleza física considerando esta como la energía que se desplaza en el medio, que cuando entren en contacto con las personas pueden tener efectos nocivos sobre la salud dependiendo de su intensidad, exposición y concentración de los mismos.

La división de los factores de riesgo físico se encuentra en la Tabla 1.

Tabla 1: Factores de riesgo físico

Factor de Riesgo	División
Ruido	Continuo
	Impacto/Impulso
	Intermitente
Iluminación Inadecuada	Excesiva
	Deficiente
Vibraciones	De cuerpo entero (Global)
	Segmentaria (mano y brazo)
Radiaciones	Ionizantes
	No ionizantes
Confort Térmico	Calor

Continuación...

Factor de Riesgo	División
	Frio
	Disconfort Térmico

FUENTE: MINSALUD, 2011.

- **Ruido:** cualquier sonido que es molesto y desagradable para el oído humano, es generado por una vibración alterando las moléculas de aire y generando alteraciones de la presión; las cuales pueden percibirse por el oído y se denomina nivel de presión sonora.

En la evaluación mineralógica de muestras de exploración minera, este factor de riesgo es el más importante en las primeras etapas de producción, se genera por el uso de chancadoras y pulverizadoras del testigo de exploración, cuyo funcionamiento genera altos niveles de ruido al que está expuesto el trabajador de esa área.

- **Vibraciones:** son considerados efectos físicos que actúan sobre el hombre por transmisión de energía mecánica desde fuentes oscilantes. Las fuentes de vibración pueden ser golpeteos o fricciones en mecanismos, masas giratorias mal centradas o mal equilibradas, impulsos de presión de aire comprimido, etc.

Según la parte del cuerpo a la que afecta, las vibraciones se dividen en vibraciones globales (afecta todo el cuerpo) y vibraciones locales o segmentarias (afectan principalmente manos y brazos).

Las vibraciones actúan sobre el conjunto de sistemas del organismo que encuentre a su paso (cardiovascular, nervioso y óseo, fundamentalmente). En la evaluación mineralógica de muestras de exploración, las vibraciones son generadas paralelamente al ruido, en las mismas etapas y por el uso de la misma maquinaria (chancadoras y pulverizadoras).

- **Iluminación:** Es la cantidad de energía lumínica que recibe un lugar. Tomando en cuenta que la visión es el proceso por medio del cual se transforma la energía luminosa en impulsos nerviosos capaces de generar sensaciones, la iluminación se convierte en un factor de riesgo pues si no es la adecuada para la actividad a desarrollarse, puede afectar la visión del trabajador.
- **Radiaciones No Ionizantes:** En esta categoría están incluidas las regiones comúnmente conocidas como bandas infrarrojas (puede ocasionar cataratas), visible y ultravioleta (conjuntivitis y lesiones de córnea) la primera convierte la energía en calor y los dos últimos producen reacciones fotoquímicas o fluorescentes.

En la evaluación mineralógica de muestras de exploración minera se generan radiaciones no ionizantes en la sala de ensayos al fuego y de espectrofotometría de absorción atómica; en la primera se encuentran hornos de fundición y copelación los cuales emiten energía infrarroja, en la segunda se encuentra el ICP-AES que funciona descomponiendo la luz en todo su espectro electromagnético.

- **Confort Térmico:** son las condiciones ambientales que dependen del calor producido por el cuerpo y de los intercambios térmicos entre el hombre y el medio ambiente.

Se determina en base a la sensación del trabajador respecto a la temperatura de su medio de trabajo, en la evaluación mineralógica, esta sensación térmica será de más temperatura en la etapa de ensayos al fuego debido a que se tienen hornos de fundición y copelación.

2.4.10.2 Factor de Riesgo Químico

Son aquellos constituidos por elementos y sustancias que, al entrar al organismo, mediante inhalación, absorción cutánea o ingestión pueden provocar intoxicación, quemaduras, irritaciones o lesiones sistémicas. Depende del grado de concentración y tiempo de exposición pueden tener efectos irritantes, asfixiantes, anestésicos, narcóticos, tóxicos, sistémicos, alergénicos, carcinogénicos, mutagénicos, etc.

La división de los factores de riesgo químico se encuentra en el Tabla 2.

Tabla 2: Factores de riesgo químico

Factor de Riesgo	División	Subdivisión
Sólidos	Polvo	Inorgánico
		Orgánico
	Fibras	Fibrogénicas
		No Fbrogénicas
Humos	Metálicos	-
	No Metálicos	-
Gases y Vapores	-	-

FUENTE: MINSALUD, 2011.

- **Sólidos:** Se incluyen en ellos los polvos y las fibras. Los polvos son partículas sólidas suspendidas en el aire, cuyo tamaño oscila entre 0.1 y 25 micras de diámetro. Pueden ser generados por procesos u operaciones que produzcan ruptura de materiales sólidos.

En la etapa de preparación de la muestra se genera gran cantidad de polvos producto del chancado y pulverizado de la muestra de exploración.

- **Humos:** Se clasifican de acuerdo a su naturaleza en metálicos o no metálicos. Son partículas sólidas suspendidas en el aire, originadas en procesos de combustión incompleta. Su tamaño es generalmente inferior a 0.1 micra.

Los humos metálicos son generados en la evaluación mineralógica de muestras de exploración minera en la etapa de ensayos al fuego donde la muestra de mineral ya preparada es llevada a más de mil grados para su fundición.

- **Gases:** Estado de agregación de la materia en el cual, bajo ciertas condiciones de temperatura y presión, sus moléculas interaccionan solo débilmente entre sí, expandiéndose y adoptando la forma y el volumen del recipiente que las contiene. Los hornos utilizados en la etapa de preparación de muestras y en la etapa de ensayos al fuego utilizan gas natural, generando el riesgo de una fuga de este insumo, etc.

- Vapores: Son sustancias en estado gaseoso que a temperatura y presión ordinarias se encuentran en estado sólido o líquido. Su tamaño es molecular.

Durante la evaluación mineralógica de muestras de exploración minera, en la sala de partición, se generan vapores ácidos debido al uso de ácidos corrosivos (ác. Nítrico y ácido Clorhídrico) a altas temperaturas, lo cual causa su volatilización.

2.4.10.3 Factor de Riesgo Ergonómico o de Carga Física

Proviene de condiciones de trabajo tales como el proceso, la organización, el contenido y el medio ambiente de trabajo, las cuales determinan condiciones de salud y producen efectos a nivel del bienestar del trabajador y de la productividad de la empresa.

La división de los factores de riesgo ergonómico se encuentra en el Tabla 3.

Tabla 3: Factores de riesgo ergonómico

Factor de Riesgo	División	Subdivisión
Carga física	Carga estática	Posturas inadecuadas
	Carga dinámica	Inadecuada aplicación de fuerzas
		Inadecuada movilización de cargas
		Movimientos repetitivos
	Inadecuado diseño del puesto del trabajador	Planos de trabajo inadecuado
		Espacios de trabajo inadecuado

FUENTE: MINSALUD, 2011.

- Carga Física: se refieren a los factores que entorno a la labor realizada imponen en el trabajador un esfuerzo físico e implica el uso de los componentes del sistema osteomuscular y cardiovascular. Estos factores son: Postura, Fuerza y Movimiento. Se divide en los siguiente:
 - Carga estática: la originada por la prolongada contracción muscular es más fatigoso que el esfuerzo dinámico o sea el movimiento.
 - Carga dinámica: es la ocasionada por el trabajo muscular durante el movimiento repetitivo o durante acciones esforzadas como el levantamiento y transporte de cargas o pesos.

- Diseño del puesto de trabajo: se trata de las características del entorno al espacio de trabajo, en relación con las áreas de trabajo, los planos, los espacios, las herramientas, los equipos, las máquinas de trabajo.

Este factor de riesgo aparece en la etapa inicial de la evaluación mineralógica de muestras de exploración, es decir, en la preparación de muestras, donde los testigos de exploración minera son transportados desde el lugar donde son almacenados hasta la sala de preparación de muestras, específicamente al chancado y posterior pulverizado.

2.4.10.4 Factor de Riesgo de Inseguridad

Son todos los factores de riesgo que involucra aspectos relacionados con electricidad, explosión e incendio, mecánicos y locativos.

La división de los factores de riesgo de inseguridad se encuentra en el Tabla 4

Tabla 4: Factores de riesgo de Inseguridad

Factor de Riesgo	División
Electricidad	Alta Tensión
	Baja Tensión
	Electricidad Estática
Explosión e Incendio	-
Mecánico	Manejo de Elementos Cortopunzantes
	Mecanismos en Movimiento
	Vehículos en movimiento
	Maquinaria sin Protección y/o equipo
	Manipulación de Materiales
Locativos	Estructuras e Instalaciones
	Trabajo en Altura
	Sistemas de Almacenamiento

FUENTE: MINSALUD, 2011.

- **Electricidad:** se refiere a los sistemas eléctricos de las máquinas, equipos instalaciones locativas que conducen o generan energía dinámica o estática y que, al entrar en contacto pueden provocar, entre otras lesiones como: quemaduras, shock, fibrilación ventricular, según sea la intensidad y el tiempo de contacto.
- **Explosión e Incendio:** se consideran a todos los objetos, elementos, sustancias, fuentes de calor o sistemas eléctricos que en ciertas circunstancias de inflamabilidad, combustibilidad o defectos, respectivamente puedan desencadenar incendio y explosiones.
- **Mecánicos:** este factor de riesgo hace referencia a todo lo relacionado con objetos, máquinas, equipos y herramientas que por sus condiciones de funcionamiento, diseño, forma, tamaño, ubicación tienen la capacidad potencial de entrar en contacto con las personas o materiales provocando lesiones o daños.
- **Locativos:** este factor de riesgo hace referencia a condiciones de las instalaciones o áreas de trabajo que bajo circunstancias no adecuadas pueden ocasionar accidentes de trabajo o pérdidas para la empresa, pueden generar caídas, golpes, atrapamiento etc., o se puede decir que es todo lo relacionado con infraestructura involucra techos, paredes, escaleras, ventanas, sistemas de almacenamiento, etc., que en un momento determinado puedan producir lesiones personales y daños materiales.

2.4.11 Evaluación de Riesgos

Actualmente se reconoce la evaluación de riesgos laborales como la base para la gestión de la seguridad y salud en el trabajo. Según la Ley española N°31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, la evaluación de los riesgos laborales es el proceso dirigido a estimar la magnitud de aquellos riesgos que no hayan podido evitarse, obteniendo la información necesaria para que se tomen decisiones apropiadas sobre la necesidad de adoptar medidas preventivas y, en tal caso, sobre el tipo de medidas que deben adoptarse.

La evaluación de riesgos se divide en dos etapas: el análisis de riesgo y la valoración del riesgo. En la primera se identifica el peligro y se estima el riesgo, mientras que en la valoración se utiliza matrices de evaluación de riesgos para obtener un nivel de,

emitiendo así un juicio sobre la tolerabilidad del riesgo en cuestión, si el riesgo es no tolerable, se tienen que establecer controles.

2.4.12 Matriz de Evaluación Riesgos

Morgado, P. (2006) citado por Carrion H. David (2009), define una matriz de riesgos como una herramienta de control y de gestión normalmente utilizada para identificar las actividades más importantes de una empresa, el tipo y el nivel de riesgos inherentes a estas actividades.

A nivel ocupacional, una matriz de riesgo es una herramienta sumamente útil para identificar los peligros y evaluar los riesgos en una determinada actividad, de ahí surge el concepto de matriz IPER, la más clásica para la evaluación de riesgos ocupacionales, la cual nos muestra el nivel de los riesgos presentes en cada actividad, además, en esta matriz se pueden adicionar las medidas de control necesarias.

Las matrices de riesgo utilizadas en la presente investigación son la Matriz de Evaluación de Riesgos de 6x6 del Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo de Perú (MINTRA), explicada en el Anexo 3 del D.S. 050-2013-TR y la Matriz de Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos Modelo A en base a la OHSAS: 18001 elaborada por Eduardo Cruz en el año 2010 en sus tesis para optar el título de Ingeniero de Minas, titulada “Metodología de Planificación para la Identificación, Evaluación de Riesgos y Determinación de Controles en Base a la Norma OHSAS 18001:2007”.

2.4.13 Determinación de las Medidas de Control de Riesgos

Finalizada la evaluación de riesgos, la organización debe ser capaz de determinar si los controles existentes son suficientes o si necesitan mejorarse y/o añadir nuevos controles

Las medidas adicionales de control se decidirán y aplicarán en función de la tolerabilidad del riesgo que se haya determinado. Los riesgos calificados como **críticos o altos**, deberán ser gestionados en un Programa Anual de Seguridad y Salud en el Trabajo. Además, para estos casos, se determinará si se detiene la actividad hasta controlar la situación y si se realizará alguna medida de control transitoria o provisoria.

También se debe establecer cómo se gestionarán los riesgos que sean **medianamente tolerables** calificados como **medios y moderados**. Se debe decidir si serán ingresados

al Programa Anual de Seguridad y Salud en el Trabajo, por ejemplo, con actividades de monitoreo, capacitación, sensibilización, etc.

Por último la organización debe definir cómo se gestionarán los riesgos **tolerables o riesgos bajos**. Se debe establecer si es necesario que sean administrados, si ingresarán al Programa Anual de Seguridad y Salud en el Trabajo, si se controlarán con motivo del mejoramiento continuo, si se mantendrán monitoreados, etc.

2.4.13.1 Jerarquía y Foco de Acción de las Medidas de Control

Las medidas de control se aplican en la siguiente jerarquía dependiendo de la magnitud del riesgo (OHSAS 18001:2007).

- Eliminación
- Sustitución
- Controles de Ingeniería
- Señalización/advertencias y/o controles administrativos
- Elementos de Protección Personal

Esta jerarquía puede ser expresada también como:

- Eliminar el peligro (cuando es factible)
- Reducir el riesgo (reduciendo la probabilidad de ocurrencia o la consecuencia potencial)
- Elementos de protección personal

Las medidas de control tienen una jerarquía para combatir los riesgos de diversa magnitud, teniendo cada jerarquía como foco de acción, se explica en la Tabla 5.

Tabla 5: Controles aplicables a cada nivel de riesgo puro

Riesgo Puro	División	Actúa en
Riesgo alto	Eliminar	La Fuente
	Sustituir y controles de ingeniería	
Riesgo medio	Señalización, advertencia y/o controles administrativos	El Medio
Riesgo bajo	Equipos de protección personal	El Individuo

FUENTE: Elaboración Propia.

El resultado de la evaluación de la matriz IPER indicará la necesidad de establecer controles aplicados a la fuente, el medio y el individuo.

Las Medidas de Control que Actúan en la Fuente: Pueden ser desde el ajuste o mantenimiento de la maquinaria, sustitución o eliminación de la tecnología; aislamiento parcial de la fuente por paredes (pantallas), encapsulamiento de la fuente, aislamiento del trabajador en cabinas insonorizadas, recubrimiento de techos y paredes por material absorbente de ondas sonoras; entre otras medidas de ingeniería.

Las Medidas de Control que Actúan en el Medio: muchas de estas medidas son de índole administrativas y están destinadas a limitar el tiempo de exposición, número de trabajadores expuestos, descansos en ambientes adecuados y rotación de puestos, en gran medida se considera los aspectos laborales, procedimiento escrito de trabajo seguro, etc.

Las Medidas de Control que Actúan en el Individuo: se fundamentan en el control del riesgo sobre el hombre, se deben priorizar las medidas anteriores, pero en ocasiones son las únicas medidas posibles de cumplir. Ejemplo: Uso de equipos de protección personal (EPP), educación ocupacional, etc.

2.4.14 Mapa de Riesgos

Ramírez, C. (2002), citado por Carrión H. David (2009), argumenta que un mapa de riesgos es un gráfico, croquis o maqueta, donde se identifican las áreas, de una empresa, instalación, entre otros, que resultarían afectadas como consecuencia negativa de la ocurrencia de un evento no deseado, además, también se muestran los diferentes

elementos a considerar ante una eventualidad de esta índole, tales como extintores, rutas de escape, entre otros. Como ventaja de esta herramienta encontramos que permite la participación de organismos especializados en el manejo de desastres, lo que permite disminuir al mínimo la vulnerabilidad de un entorno y sus habitantes a la hora de una emergencia.

2.4.15 Programa de Seguridad y Salud Ocupacional

El Programa de Seguridad y Salud Ocupacional busca establecer procedimientos para controlar los factores de riesgo, los accidentes laborales, las enfermedades profesionales entre otros; a través de jornadas de capacitación, etc.

2.5 MARCO CONCEPTUAL EN LA EVALUACIÓN MINERALÓGICA Y MUESTRAS DE EXPLORACIÓN MINERA

2.5.1 Exploración Geológica Minera

A nivel técnico la exploración geológica minera es la búsqueda geo-científica, descubrimiento, caracterización, delimitación y estimación del potencial de una concentración de sustancias minerales con chances de ser sustentables para explotación minera segura, racional, responsable y con adecuada rentabilidad económica por el más largo plazo. (PERUMIN, 2013)

Según la “Guía Ambiental de Exploración de Yacimientos Minerales en el Perú” la exploración es el acto de buscar o investigar un depósito de minerales. La exploración incluye pero no se limita a pozos de perforación, calicatas, zanjas y otros trabajos con el propósito de extraer muestras antes de comenzar el desarrollo o las operaciones mineras.

La exploración excluye aquellas actividades que causan ligera o ninguna alteración a la superficie, tales como estudios, levantamiento topográfico, uso de instrumentos o aparatos que se pueden transportar a mano o son transportados sobre la superficie para realizar pruebas, mediciones o estudios magnéticos, radioactivos o de otro tipo, u otro trabajo relacionado que no cause una mayor alteración a la tierra que la causada por el uso ordinario de personas que no hacen exploraciones.

El término tampoco incluye el trazado de mapas geológicos, la recolección de pequeñas cantidades de muestras de las rocas de la superficie para análisis o la recolección de muestras de roca, suelo o agua para análisis geoquímicos.

2.5.2 Sondeo de Exploración Minera

El sondaje es un término técnico minero para definir la perforación mecánica de diámetro y profundidad variable que permite el reconocimiento de la litología, mineralización, estructura y alteración en profundidad, mediante la obtención fragmentada o continua de rocas y suelos (SONAMI, 1999)

Los sondeos son una herramienta vital en la exploración minera. A través de las exploraciones del subsuelo por métodos diversos, se obtienen muestras en profundidad que permiten confirmar o desmentir posibles interpretaciones sobre la existencia de yacimientos y en su caso, conocer la ley del mineral. (GERRM, 2015).

En la Figura 2 se puede observar un ejemplo de sondeo de exploración minera.



Figura 2: Sondeo de exploración minera

FUENTE: GERRM, 2015.

Existen diversos tipos de sondeos de exploración minera, según los objetivos de la actividad siendo el más común el sondeo con recuperación de testigo, además existen los sondeos destructivos y los sondeos OG.

Los sondeos con recuperación de testigos, cortan la roca extrayéndola con su estructura original obteniendo un testigo de diámetro entre 45 mm y 102 mm. El método del

sondeo destructivo fractura el terreno generando muestras amorfas y más grandes las cuales son recogidas en bolsas de registro, el diámetro habitual es de 140 mm. El último tipo de sondeo es el sondeo OG, donde se alcanzan longitudes de varios miles de metros y con frecuencia cuentan con ramificaciones que siguen distintas direcciones.

2.5.3 Sondeo con Recuperación de Testigos

Es el método más usado en los procesos de exploración minera, siendo los testigos de sondaje de exploración la forma más común en que se recibe la muestra para la evaluación mineralógica a nivel de laboratorio. Los dos tipos principales de perforación son de diamantina (DDH) y los de aire reverso o circulación inversa (RC).

Para el caso de la Perforación Diamantina, utiliza un cabezal o broca diamantada, que rota en el extremo de las barras de perforación, cuya abertura en el extremo de la broca diamantada permite cortar un testigo sólido de roca que se desplaza hacia arriba en la tubería de perforación y se recupera luego en la superficie. En la Figura 3 se observa un equipo de perforación con diamantina.



Figura 3: Equipo de perforación diamantina

FUENTE: LOGISMARKEt, 2015.

La perforación con aire reverso es fundamentalmente diferente de la de diamantina. , tanto en términos de equipo y toma de muestra La principal diferencia es que la perforación de aire reverso crea pequeñas astillas de roca en lugar de un testigo sólido.

El aire reverso es mucho más rápido que la perforación diamantina, y también mucho menos costosa. En la Figura 4 se observa un equipo de perforación con aire reverso.



Figura 4: Equipo de perforación con aire reverso

FUENTE: EXPLOMIN, 2015.

2.5.4 Testigos de Sondaje de Exploración

La culminación del proceso de exploración de minerales culmina con la etapa de perforación o sondajes, por medio de esta etapa se determina las dimensiones del proyecto de exploración o prospecto minero y demás información necesaria para la evaluación final y en última instancia, la determinación de la rentabilidad económica del prospecto.

Los dos tipos principales de perforación son de diamantina (DDH) y los de aire reverso o circulación inversa (RC), en ambos casos la muestra se le denomina testigo de exploración, el cual se puede observar en la Figura 5.



Figura 5: Fotografía de un testigo de exploración minera

FUENTE: IDMINING, 2015.

Los análisis químicos de las muestras de testigos son la base para determinar la ley media del depósito mineral. El cuidadoso registro de las muestras de testigos de sondajes ayuda a delinear la geometría y el cálculo del volumen de mineral y proporciona importantes datos estructurales; pero lo más importante es que estas muestras son evaluadas mineralógicamente en un laboratorio especializado para de esta forma analizar cualitativa y cuantitativamente su composición, necesario para la evaluación y aprovechamiento de las materias primas minerales.

2.5.5 Procesos de la Evaluación Mineralógica de Muestras de Exploración Minera

Los procesos de la evaluación mineralógica de muestras de exploración minera son los mismos en cada empresa del rubro pues corresponden a actividades convencionales, la máxima autoridad que establece los procesos a desarrollarse para esta actividad es INGEMMET el cual según la RP-087-2016-PCD se aprueba el 21 de julio del 2016 el Manual de Procedimientos de la Dirección de Laboratorios del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico – INGEMMET, donde se mencionan las etapas y procesos a desarrollarse para la evaluación mineralógica de muestras de exploración minera.

En el flujograma de las etapas y procesos se observa en la Figura 6.

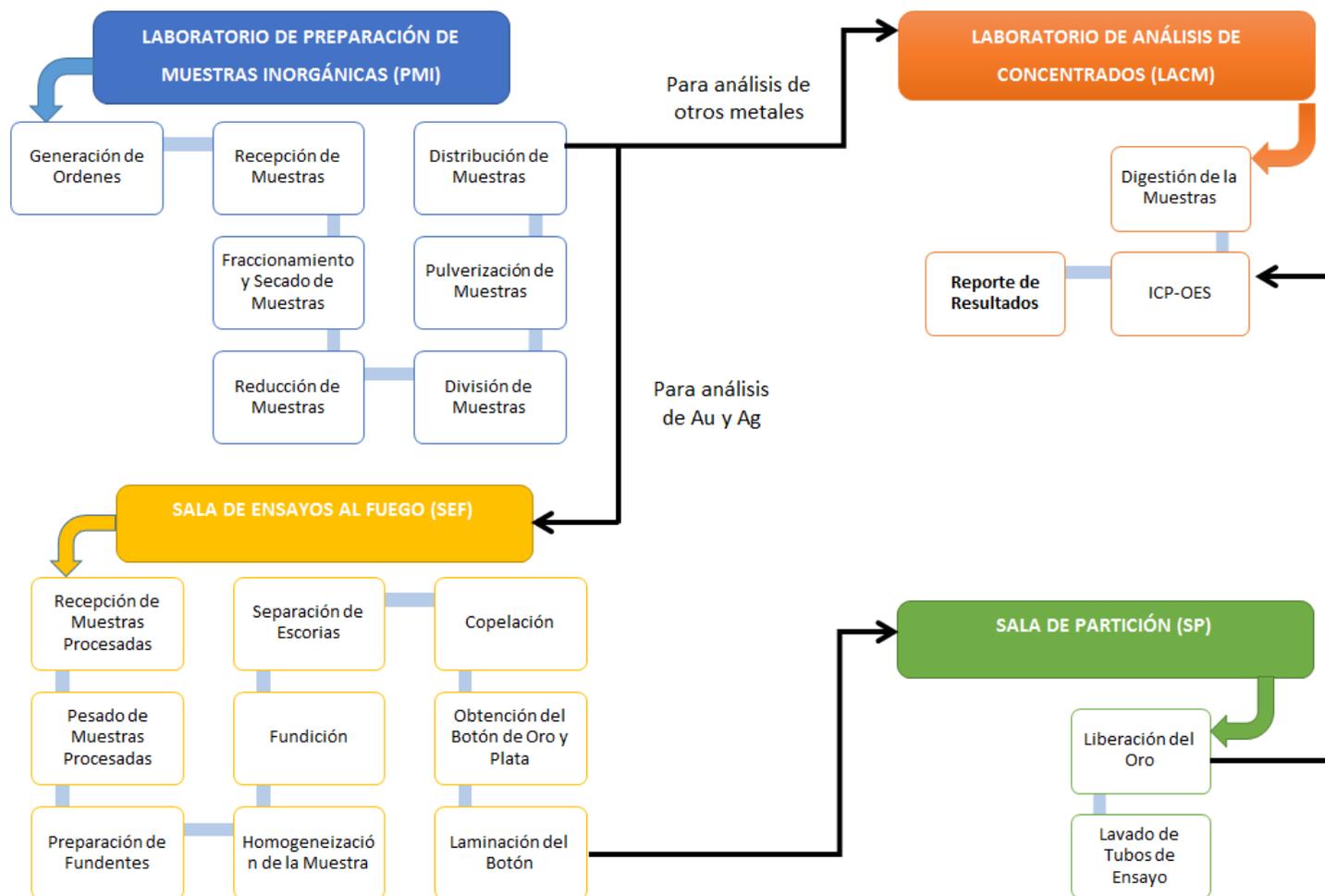


Figura 6: Flujograma de la evaluación mineralógico de muestras de exploración minera

FUENTE: RP-087-2016-INGEMMET/PCD Modificado

También es importante mostrar la maquinaria que se utilizará en cada proceso y que es generadora de riesgos ocupacionales de nivel medio o alto. En el Tabla 6, Tabla 7, Tabla 8 y Tabla 9 se puede observar las maquinarias utilizadas en cada proceso.

Tabla 6: Maquinaria utilizada en la preparación de muestras

Laboratorio de Preparación de Muestras Inorgánicas (PMI)	
Proceso	Equipo
Generación de ordenes	PC e impresoras
Recepción de muestras	Montacargas
Pesado y secado de muestras	Balanza y horno
Reducción de muestras	Chancadora
División de muestras	Divisor rotatorio
Pulverizado de muestras	Pulverizadora
Distribución de muestras	PC y escaner

FUENTE: Elaboración Propia.

Tabla 7: Maquinaria utilizada en la sala de ensayos

Sala de Ensayos al Fuego (SEF)	
Proceso	Equipo
Recepción de Muestras Procesadas	Impresoras/Pc
Pesado de Muestras Procesadas	Impresoras/Pc
Homogenizado de Muestras	-
Preparación de Fundentes	-
Fundición	Hornos De Fundición
Separación de Escorias	-
Copelación de Muestras	Hornos De Copelación
Separación del Botón De Oro Y Plata	-
Laminación del Botón	-

FUENTE: Elaboración Propia.

Tabla 8: Maquinaria utilizada en la sala de partición

Sala de Partición (SP)	
Proceso	Equipo
Liberación Del Au	Planchas De Calentamiento
Lavado De Tubos	-

FUENTE: Elaboración Propia.

Tabla 9: Maquinaria utilizada en el análisis de concentrados minerales

Laboratorio de Análisis de Concentrados Minerales (LACM)	
Proceso	Equipo
Digestión de La Muestra	Planchas de Calentamiento
Concentrados Minerales/Espectrofotometría	ICP-AES
Reporte de Resultados	Pc

FUENTE: Elaboración Propia.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 MATERIALES

Los materiales utilizados para la elaboración del presente estudio se dividen en materiales de oficina y equipo de protección personal para la etapa de visitas técnicas.

3.1.1 Materiales de Oficina

- Computadora portátil
- Bibliografía
- Libreta de campo

3.1.2 Equipo de Protección Personal

- Tapones para oído
- Casco
- Chaleco de seguridad
- Zapatos de seguridad
- Gafas de seguridad
- Guantes de protección física y química
- Respiradores

3.2 METODOS

Se propone una metodología para cada objetivo específico.

3.2.1 Descripción de los Procesos Productivos

Por medio de observaciones directas realizadas en un laboratorio de análisis mineralógico, implementado en cumplimiento al ISO 17025 – Sistema de Gestión de la Calidad en un Laboratorio y a los procesos establecidos por INGEMMET para la evaluación mineralógica según la RP-087-2016-INGEMMET/PCD. Complementado además, con información teórica obtenida de fuentes bibliográficas confiables:

- Se realizaron visitas técnicas a la empresa SGS del Perú
- Se detallaron los procesos productivos, considerando datos de producción, trabajadores, tipo y cantidad de maquinaria, etc.
- Se representó cada proceso productivo mediante flujogramas, donde se evidencia los recursos e insumos a utilizarse, la cantidad de personal, el equipo electro-mecánico, el tipo de energía utilizada y los factores de riesgo asociado.

3.2.2 Identificar los Peligros, Evaluar los Riesgos, Proponer Medidas de Control y Demostrar Su Importancia

Para la Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos Ocupacionales aplicada a la Evaluación Mineralógica de Muestras de Exploración Minera se utilizó dos metodologías diferentes, la primera propuesta por el Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo (Matriz de Evaluación de Riesgos de 6x6) y la segunda elaborada por Eduardo Cruz en base a la norma OHSAS:18001 (Matriz IPER).

- Se utilizó la Matriz de Evaluación de Riesgos de 6x6 para identificar los peligros y evaluar los niveles de riesgos puros en cada actividad.
- Se identificaron los controles de riesgo existentes, observados en las visitas técnicas y exigidas por la RP-087-2016-INGEMMET/PCD.

Posteriormente a la realización de la Matriz de Evaluación de Riesgos de 6x6 se desarrolló una matriz IPER Modelo A basada en la norma OHSAS: 18001.

- Se elaboró una matriz IPER Modelo A para evaluar los niveles de riesgo ya minimizado por las medidas de control existentes.
- En la matriz IPER Modelo A se evalúan otros parámetros no considerados en la Matriz de Evaluación de Riesgos de 6x6, tales como el índice de trabajadores expuestos, el índice de capacitación, etc.
- De ser necesario, se propone nuevas medidas de control más adecuadas para reducir los riesgos críticos o altos de una determinada actividad.
- Se utilizan gráficos estadísticos para la explicación de los resultados obtenidos por ambas matrices.

En la Matriz de Evaluación de Riesgos de 6x6 se evalúa el riesgo puro y se identifican las medidas de control existentes, observadas en las visitas técnicas. Posteriormente, con la matriz IPER se evalúa los niveles de riesgo mitigado y se comparan los niveles de riesgo demostrando la efectividad de las medidas de control en la reducción de riesgos

Si el riesgo sigue siendo altamente significativo (riesgo crítico o alto), en la matriz IPER Modelo A se proponen nuevas medidas de control.

La identificación de los peligros y evaluación de riesgos se debe de realizar cumpliendo los siguientes pasos:

- Etapa: Se utiliza las etapas definidas en la sección 2.5.5
- Proceso: Conjunto de actividades que caracteriza un trabajo que tenga entradas y salidas. Será representado gráficamente por medio de un flujograma.
- Actividad: Desdoblamiento de los procesos. Las actividades pueden ser consideradas como micro-procesos. Ejemplo: transporte del material a la chancadora, colocación de las copelas, adición de agua regia, etc.
- Peligro: Elemento de las actividades, productos y/ servicios que pueden ser una fuente o agente de una situación capaz de causar daños relacionados con la seguridad o salud.

- Descripción: Esta columna debe rellenarse para explicar con mayor claridad el peligro presente en la tarea analizada. Este campo puede rellenarse libremente, pero de forma objetiva.
- Riesgo: Combinación de la probabilidad de ocurrencia de un evento o las exposiciones y la severidad de la lesión o salud que pueden ser causados por el evento o exposiciones.

En el Tabla 10 se muestra un ejemplo de elaboración de matriz IPER.

Tabla 10: Ejemplo de elaboración de matriz IPER para el caso planteado

Proceso: Liberación del oro (Au)			
Actividad	Peligro/Aspecto	Descripción	Riesgo
Funcionamiento de la plancha de calentamiento	Vapores ácidos	Debido a las altas temperaturas, un cantidad del HNO ₃ se volatiliza	Intoxicación, Irritación de las vías respiratorias.

FUENTE: Elaboración Propia.

3.2.2.1 Matriz de Evaluación de Riesgos de 6x6 del Ministerio de Trabajo

- Severidad y Probabilidad: Para cada riesgo puro asociado a un peligro se determina la consecuencia o severidad y se le asigna un valor, (Ver Tabla 11), y la probabilidad de que ocurra con su respectivo valor (Ver Tabla 12). Finalmente, se valora el riesgo por medio de una matriz (Ver Tabla 13 y Tabla 14).

Tabla 11: Niveles de valoración para el análisis de consecuencia y severidad

Niveles/Valoración	Severidad
Minima (1)	Regresa al trabajo dentro de 8 horas (ejemplo: un corte menor).
Moderado Leve (2)	Regresa al trabajo dentro de uno o más días de descanso.
Moderado (5)	Puede estar fuera del trabajo por un corto tiempo, pero se recupera completamente (ejemplo: fractura)
Moderado Alto (10)	Puede estar fuera del trabajo por un periodo largo, nunca se recupera (ejemplo: lesión permanente, cáncer)
Mayor (20)	Muerte como resultado del incidente o enfermedad ocupacional (fatal, enfermedad)
Catastrófico (50)	Una o más enfermedades o fatalidades entre las personas bajo responsabilidad de la empresa.

FUENTE: Elaboración Propia.

Tabla 12: Niveles de valoración para el análisis de probabilidad

Valoración	Probabilidad
1	Escasa
2	Baja Probabilidad
3	Puede Suceder
4	Probable
5	Muy Probable

FUENTE: Elaboración Propia.

- Nivel de Riesgo: La clasificación del Riesgo Puro consiste en el producto de la severidad por la probabilidad

$$\text{Nivel de Riesgo} = \text{Severidad} * \text{Probabilidad}$$

La puntuación mínima posible para un determinado riesgo puro indica que el mismo no provoca ningún efecto adverso a la seguridad y salud en el trabajo

(SST). La puntuación máxima significa que el riesgo puro es extremadamente perjudicial a la SST. A continuación, se presentan los niveles de riesgo en función de la severidad y la probabilidad.

Tabla 13: Matriz de evaluación de riesgos

Severidad	Catastrófico (50)	50	100	150	200	250
	Mayor (20)	20	40	60	80	100
	Moderado Alto (10)	10	20	30	40	50
	Moderado (5)	5	10	15	20	25
	Moderado Leve (2)	2	4	6	8	10
	Mínima (1)	1	2	3	4	5
		Escaso (1)	Baja Probabilidad (2)	Puede Suceder (3)	Probable (4)	Muy Probable (5)
		Probabilidad				

FUENTE: D.S. 050-2013-TR, 2013.

- Significancia del Riesgo: Luego se evaluará la tolerabilidad del riesgo, según los parámetros mostrados en la Tabla 14.

Tabla 14: Significancia del riesgo

Tipo de Riesgo	Color	Valoración
Riesgo crítico		$50 < X \leq 250$
Riesgo alto		$10 < X \leq 50$
Riesgo medio		$3 < X \leq 10$
Riesgo bajo		$X \leq 3$

FUENTE: D.S. 050-2013-TR, 2013.

El formato de la “Matriz de Evaluación de Riesgos de 6x6 se muestra en el Tabla 15.

Tabla 15: Matriz de evaluación de riesgos de 6x6

Matriz De Evaluación 6x6 – MINTRA	Riesgo Crítico	Rojo
	Riesgo Alto	Naranja
Evaluación Mineralógica de Muestras de Exploración Minera	Riesgo Medio	Amarillo
Etapas:	Riesgo Bajo	Verde

Proceso:

Actividad	Ítem	Peligro	Descripción	Riesgos (Posibles Efectos)	Nivel de Riesgo			Medidas de Control Existentes
					Puro	S	P	

FUENTE: Modificación del D.S. 050-2013-T, 2013.

Una vez evaluados los riesgos ocupacionales puros, e identificadas las medidas de control existentes y exigidas por la RP-087-2016-INGEMMET/PCD, se utiliza la matriz IPER Modelo A en base a la norma OHSAS 18001:2007 para volver a analizar y evaluar el nivel de cada uno de los riesgos ocupacionales y así observar el grado de disminución en el que se ve afectado el nivel de riesgo puro gracias a las medidas de control, demostrando, a través de esta matriz IPER, la importancia de los procedimientos realizados anteriormente, principalmente de la correcta implementación de medidas de control para cada riesgo puro.

Adicionalmente, se proponen medidas de control para aquellos riesgos cuya evaluación sigue siendo alta.

3.2.2.2 Matriz IPER Modelo A en Base a la Norma OHSAS 18001:2007

- Severidad y Probabilidad: Una vez identificados los riesgos se procede a evaluarlos aplicando los índices de **probabilidad** (Ver Tabla 16) y de **severidad** (Ver Tabla 17).

Tabla 16: Índice de probabilidad

Valor del Índice	Expuesto (IE)	Procedimiento Seguro en el Trabajo (IPT)	Capacitación y Entrenamiento en Trabajo Seguro (ICE)	Frecuencia de Exposición (IF)	Control Actual de Riesgo (ICAR)*
1	1-3	Existencia e implementación satisfactoria	Personal entrenado identifica y controla el riesgo	Esporádicamente al año	Ningún valor (Valor = -1)
2	4-8	Existencia e implementación parcial.	Personal entrenado identifica pero no sabe controlar el peligro (Falta capacitar)	Ocasionalmente al mes	Individuo: Uso de equipos de protección personal. Cursos de Capacitación

Continuación...

Valor del Índice	Expuesto (IE)	Procedimiento Seguro en el Trabajo (IPT)	Capacitación y Entrenamiento en Trabajo Seguro (ICE)	Frecuencia de Exposición (IF)	Control Actual de Riesgo (ICAR)*
3	9-15	Existe pero no se ha implementado	Personal entrenado no identifica ni controla el peligro (Falta concientizar)	Eventualmente a la semana	Medio: Uso de controles administrativos (supervisión) y ambientales (el entorno del lugar de trabajo), y otras documentaciones
4	>15	No existe	Personal no entrenado	Continuamente o diario	FUENTE: Uso de controles técnicos en la fuente

*Cálculo de ICAR: ante la existencia de varios tipos de controles en la fuente, los valores respectivos se suman, y este resultado se usa para el cálculo del índice de probabilidad.

FUENTE: Cruz, 2010

Para hallar el Índice de Probabilidad se utiliza la siguiente fórmula:

$$IP = (IE + IPT + ICE + IF - ICAR) + 1$$

Tabla 17: Índice de severidad

Valoración	Severidad
1	Leve (lesión sin incapacidad)
2	Moderado (lesión con incapacidad temporal)
3	Grave (lesión con incapacidad permanente o enfermedad ocupacional)
4	Mortal (fatal)

FUENTE: Cruz, 2010

- Nivel y Significancia del Riesgo: La clasificación del Riesgo consiste en el producto de la severidad por la probabilidad.

$$\text{Nivel de Riesgo} = \text{Severidad} * \text{Probabilidad}$$

El producto de los Índices de Probabilidad (**IP**) y Severidad (**IS**) valorados, determinan la Magnitud del Riesgo Laboral (**MRL**)

$$\text{MRL} = \text{IP} * \text{IS}$$

Una vez obtenida la MRL, se analiza el grado de riesgo según la siguiente calificación de riesgos y priorizaciones de control (Ver Tabla 18).

Tabla 18: Matriz de evaluación de riesgos

MRL	Grado de Riesgo	Prioridad	Calificación del Riesgo
De 26 a 52	Alto (Inaceptable)	I	Significativo
De 14 a 25	Moderado	II	No Significativo
De 1 a 13	Bajo	III	No Significativo

FUENTE: Cruz, 2010

El formato de la “Matriz IPER OHSAS 18001:2007 Modelo A se muestra en el Tabla 19.

Tabla 19: Matriz de identificación de peligros y evaluación de riesgos OHSAS 18001:2007 modelo A

Matriz IPER OHSAS 18001:2007 Modelo A	Riesgo Alto	Rojo
Evaluación Mineralógica de Muestras de Exploración Minera	Riesgo Moderado	Naranja
Etapa:	Riesgo Bajo	Verde

Proceso:																	
Actividad	Identificación de Peligro y Riesgo Asociado			Valoración del Riesgo							Medidas de Control Propuestas Para Determinados Riesgos						
	Ítem	Peligro	Riesgos (Posibles Efectos)	Índice De Probabilidad						Índice de Severidad (IS)	Magnitud del Riesgo Laboral (MRL)	Fuente	Medio	Individuo			
				Índice de Personas Expuestas (Ie)	Índice de Procedimiento de Trabajo Seguro (IPT)	Índice de Capacitación (ICE)	Índice de Frecuencia (IF)	Índice de Control Actual de Riesgo (ICAR)	Índice de Probabilidad (IP)								

FUENTE: Cruz, 2010

Sin embargo, Eduardo Cruz en la matriz IPER Modelo A basada en la norma OHSAS 18001 que desarrolló en el año 2010, no evalúa el riesgo residual, o aquel nivel de riesgo existente aún después de proponer una medida de control.

Es importante evaluar el riesgo residual pues nos permite verificar que la medida de control propuesta es la adecuada para reducir el nivel del riesgo hasta un nivel tolerable o bajo.

Por lo tanto, en el Tabla 20 se plantea un modelo de matriz IPER la cual es una modificación del elaborado por Eduardo Cruz.

Tabla 20: Matriz de identificación de peligros y evaluación de riesgos OHSAS 18001:2007 modelo A modificada

Matriz IPER OHSAS 18001:2007 Modelo A	Riesgo Alto	Rojo
Evaluación Mineralógica De Muestras De Exploración Minera	Riesgo Moderado	Naranja
Etapa:	Riesgo Bajo	Verde

Proceso:																					
Actividad	Identificación de Peligro y Riesgo Asociado			Valoración del Riesgo							Medidas de Control Propuestas					Valoración del Riesgo Residual					
	Ítem	Peligro	Riesgos (Posibles Efectos)	Índice de Probabilidad						Índice De Severidad (IS)	Magnitud Del Riesgo Laboral (MRL)	Fuente	Medio	Individuo	Índice de Probabilidad					Índice De Severidad (IS)	Magnitud Del Riesgo Residual Laboral (MRL)
				Índice De Personas Expuestas (IE)	Índice De Procedimiento De Trabajo Seguro (IPT)	Índice De Capacitación (ICE)	Índice De Frecuencia (IF)	Índice De Control Actual De Riesgo (ICAR)	Índice De Probabilidad (IP)						Índice De Personas Expuestas (IE)	Índice De Procedimiento De Trabajo Seguro (IPT)	Índice De Capacitación (ICE)	Índice De Frecuencia (IF)	Índice De Control Actual De Riesgo (ICAR)		

FUENTE: Modificado de Cuz, 2010

3.2.3 Seleccionar un Método Adecuado para el Análisis de Riesgos

La evaluación mineralógica de muestras de exploración minera es una actividad estandarizada y normada a nivel nacional y mundial, de procesos convencionales utilizados por todas las empresas del rubro e incluso por INGEMMET, la autoridad nacional en el sector minero-metalúrgico.

Los procesos establecidos en la RP-087-2016-INGEMMET/PCD aseguran la calidad de los resultados e inclusive, en la normativa referida, se encuentran muchas veces recomendaciones para evitar los accidentes laborales, por lo tanto para seleccionar un método adecuado en la evaluación de riesgos:

- Se analizó en base a la RP-087-2016-PCD que matriz permite evaluar los procedimientos y recomendaciones de seguridad establecidas en la norma.
- La matriz que presentó los suficientes campos para poder evaluar lo estipulado en la RP-087-2016-PCD es el método adecuado para la identificación de peligros y evaluación de riesgos en esta actividad.

3.2.4 Elaboración de un Mapa de Riesgos

Para elaborar un mapa de riesgo se realizó lo siguiente:

- Se elaboró un plano sencillo de las instalaciones donde se realizaría la actividad objeto del presente estudio, usando referencias arquitectónicas obtenidas de las visitas a otra empresa del rubro.
- En el plano de las instalaciones donde se realizaría la actividad se identificó la posible ubicación de los puestos de trabajo, maquinarias o equipos existentes que generan un riesgo alto.
- Se asignó un símbolo a cada tipo de riesgo.
- Se asignó un símbolo para cada medida de control a utilizarse.

La simbología a usarse se basa en la Norma Técnica Peruana NTP 399.010-1: Señales de Seguridad, tal como se muestra en la Tabla 21, Tabla 22 y Tabla 23.

Tabla 21: Formas geométricas y significado de las señales de seguridad

Forma Geométrica	Significado	Ejemplo de Uso
 Círculo	obligación	Use protección ocular Use mascarilla
 Triángulo Equilátero	advertencia	Riesgo eléctrico Peligro de ácido corrosivo

FUENTE: NTP 399.010-1, 2004.

Tabla 22: Señales de advertencia

Significado de la señal	Señal de seguridad	Significado de la señal	Señal de seguridad
Riesgo eléctrico		Cuidado con sus manos	
Riesgo de descargas eléctricas		Peligro ácido corrosivo	
Sustancias o materias tóxicas		Atención agente oxidante	
Radiaciones no ionizantes		Cuidado superficie caliente	

FUENTE: NTP 399.010-1, 2004.

Tabla 23: Señales de Obligación

Significado de la señal	Señal de seguridad	Significado de la señal	Señal de seguridad
Uso obligatorio de cascos de seguridad		Uso obligatorio de protección ocular	
Uso obligatorio de protección auditiva		Uso obligatorio de mascarilla	
Uso obligatorio de botas de seguridad		Uso obligatorio de cascos, máscara de gas y protección auditiva	
Uso obligatorio de guantes de seguridad		Uso obligatorio de mandil	

FUENTE: NTP 399.010-1, 2004.

3.2.5 Desarrollo de un Programa Anual de Seguridad y Salud Ocupacional

Un Programa Anual de Seguridad y Salud Ocupacional es un conjunto de actividades de prevención en seguridad y salud en el trabajo que establece la empresa, entidad pública o privada para ejecutar a lo largo de un año.

La principal característica es que los cumplimientos de estas actividades están supervisados por controles establecidos en el mismo programa, donde también se puede detallar demás información complementaria, sin embargo, debido a que el presente estudio está enfocado en evaluar los riesgos en una determinada actividad y no en una empresa, mucha información será completada en términos generales.

Para elaborar un Programa Anual de Seguridad y Salud Ocupacional se realizó lo siguiente:

- Se estableció en el Programa como prioridad la implementación de controles en aquellas actividades que presentan riesgos altos o críticos.
- El programa contiene actividades, responsables, recursos y plazos de ejecución, estos últimos de forma genérica. Mediante el Programa Anual de Seguridad y Salud en el Trabajo se establecen las acciones y responsabilidades con la finalidad de prevenir accidentes de trabajo, enfermedades ocupacionales y proteger la salud de los trabajadores.

El formato del programa de seguridad y salud ocupacional se puede observar en el Tabla 24.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS

El flujograma de las etapas y procesos de forma resumida se muestra en la Figura 7.

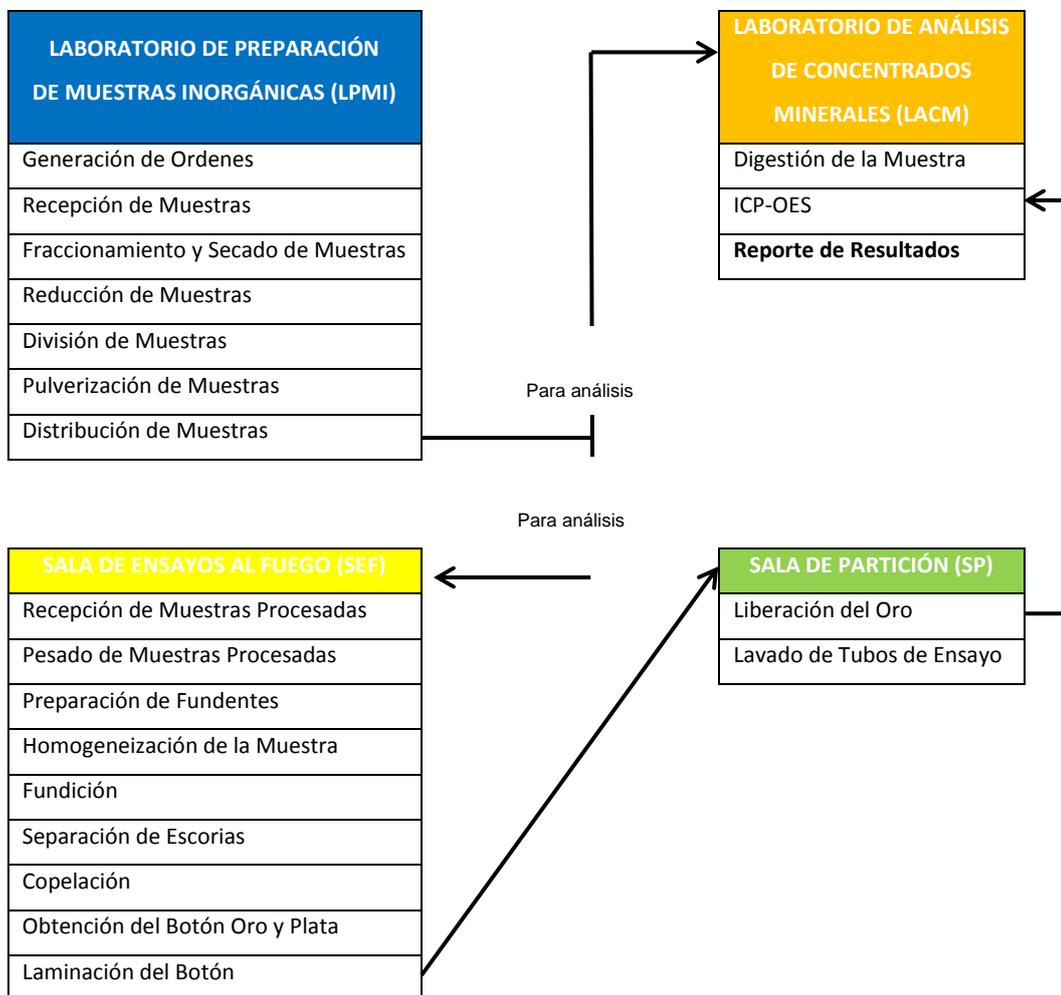


Figura 7: Flujograma resumido

FUENTE: RP-087-2016-INGEMMET/PCD Modificado

Siendo la descripción de cada una de las etapas la siguiente:

4.1.1 Laboratorio De Preparación De Muestras Inorgánicas (LPMI)

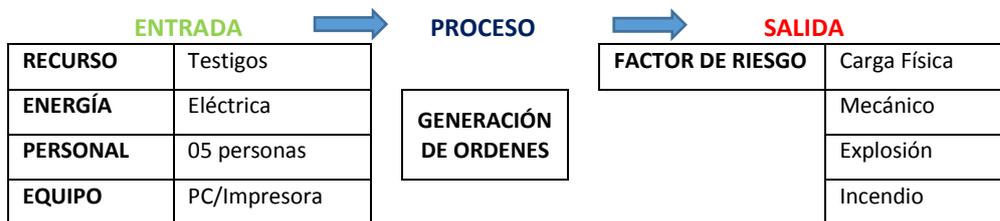
Con muestras inorgánicas nos referimos a los testigos de exploración minera, los cuales, con el objetivo de lograr la granulometría adecuada son sometidos a un proceso de preparación mecánica.

A continuación se detalla técnicamente cada proceso y se representa con un flujograma dividido en tres etapas (entrada, proceso y salida), donde se muestra en la entrada los inputs que tienen la capacidad de generar riesgos, mientras que en la salida, para el presente estudio, solo se muestran los factores de riesgo. Los siguientes procesos están dimensionados para una producción de 68865 kg de muestra por mes (SGS, 2015).

4.1.1.1 Generación de Ordenes

Abarca todo el proceso de recepción y almacenamiento organizado de los testigos de exploración, además de la creación de una base de datos virtual donde se generarán las órdenes de salida de muestras para su análisis.

Tabla 25: Flujograma de la generación de órdenes



FUENTE: Elaboración propia

4.1.1.2 Recepción de Muestras

Una vez la muestra sale del almacén de testigos de exploración debe ser recibida en el Laboratorio de Preparación de Muestras Inorgánicas. Para lograr la capacidad de producción deseada se cuenta con un montacargas de combustión interna.

Tabla 26 Flujograma de la recepción de la muestra



FUENTE: Elaboración propia

4.1.1.3 Fraccionamiento y Secado de Muestras:

Los testigos de exploración que presentan tamaños mayores a 5” son fraccionados con picotas y combas.

El proceso de secado de las muestras se realiza a una temperatura de 105 °C + 5°C durante 12 horas (DL-I-001/INGEMMET), por medio de un horno industrial de secado que es alimentado con gas natural.

Tabla 27: Flujoograma de fraccionamiento y secado



FUENTE: Elaboración propia

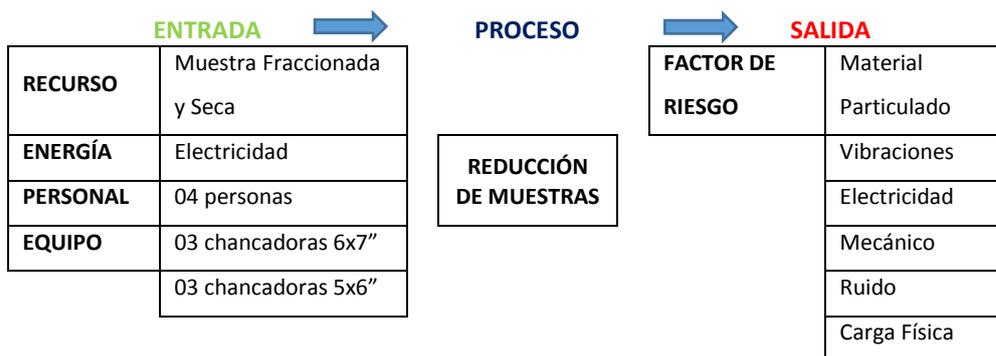
4.1.1.4 Reducción de Muestras

La reducción de muestras corresponde al uso de las chancadoras limpias como equipo principal, dividido en dos etapas: chancado primario y chancado secundario. (INGEMMET, 2016)

- Chancado Primario: El equipo identificado en las visitas técnicas es de 03 chancadoras de quijada 6x7”. Este proceso consiste en disminuir el tamaño de la muestra gruesa de entre 2” a 5” hasta obtener una granulometría óptima de 0.5”.
- Chancado Secundario: El equipo identificado es de 03 chancadoras de quijada 5x6” para el chancado secundario. Este proceso consiste en disminuir el tamaño de la muestra gruesa de 0.5” hasta obtener una granulometría óptima de 2mm.

Para verificar que se obtiene el tamaño adecuado, todo el material chancado es tamizado con una malla de luz 10 según la norma internacional de tamices ASTM E - 11/95.

Tabla 28: Flujograma de la reducción de muestras

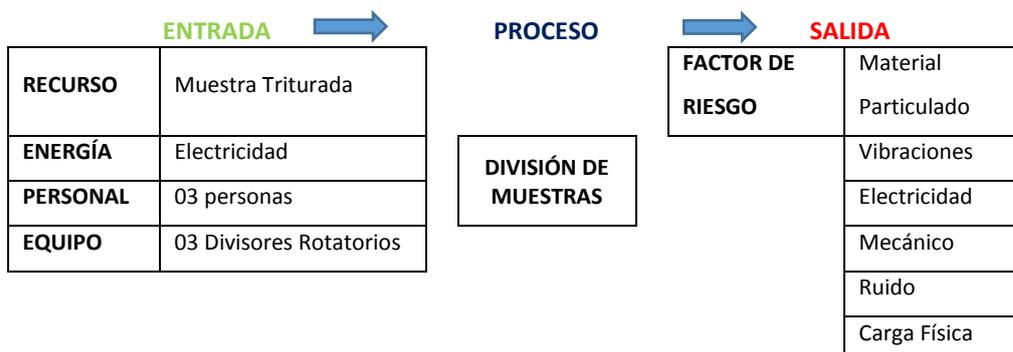


FUENTE: Elaboración propia

4.1.1.5 División de Muestras

Se obtienen sub muestras de la muestra triturada por medio de un divisor rotatorio, con el fin de obtener una porción representativa de la muestra y destinarla a la pulverización.

Tabla 29: Flujograma de la división de muestras



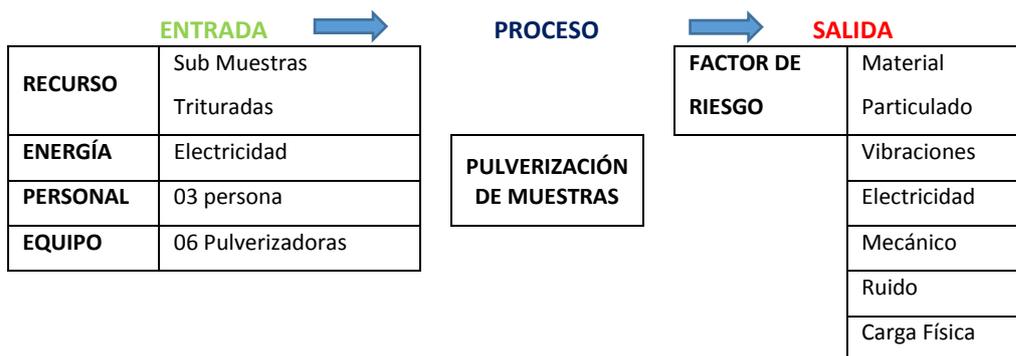
FUENTE: Elaboración propia

4.1.1.6 Pulverización de Muestras

Por medio de una pulverizadora de anillos de cromo numerosas submuestras son pulverizadas hasta un tamaño menor que 106 micras, esto es comprobado realizando un tamizado con una malla de luz 140 según la norma internacional de tamices ASTM E - 11/95.

Los equipos pulverizadores cuentan con ollas o morteros donde ocurre la reducción de tamaño de la muestra, principalmente por compresión a elevadas revoluciones por minuto.

Tabla 30: Flujograma de la pulverización de muestras



FUENTE: Elaboración propia

Después del pulverizado, las muestras son embolsadas y codificadas.

4.1.1.7 Distribución de Muestras

Una vez la muestra ya está preparada para la evaluación mineralógica es destinada a la siguiente área, la cual puede ser la Sala en Ensayos al Fuego para el caso de la determinación de oro y plata o directamente al Laboratorio de Análisis de Concentrados Minerales para la determinación de otros metales.

Tabla 31: Flujograma de la distribución de muestras



FUENTE: Elaboración propia

4.1.2 Sala de Ensayos al Fuego (SEF)

Esta etapa es un procedimiento muy común en la evaluación mineralógica para la determinación cuantitativa de oro y plata en una muestra. Consiste en producir una fusión de la muestra usando reactivos y fundentes adecuados para obtener dos fases líquidas: una escoria constituida principalmente por silicatos complejos y una fase metálica constituida por plomo, el cual colecta los metales de interés (Au y Ag); que posteriormente serán sometidos a Análisis Químico (INGEMMET, 2016).

4.1.2.1 Recepción de Muestras

Siguiendo la misma línea de identificación de una muestra, aquellas que requieran una evaluación de concentración de metales preciosos son destinadas a la Sala de Ensayos al Fuego.

Tabla 32: Flujograma de la recepción de muestras



FUENTE: Elaboración propia

4.1.2.2 Pesado de Muestras

La cantidad estándar de muestra a usarse para los ensayos al fuego son de 50 gr (SGS, 2016) para lo cual se utiliza una luna de reloj previamente tarada, se utiliza una balanza micro analítica.

Tabla 33: Flujograma del pesado de muestras



FUENTE: Elaboración propia

4.1.2.3 Preparación de Fundentes

Son compuestos que facilitan la fundición de una sustancia al mezclarse con esta, además sirve para eliminar óxidos y otras sustancias no deseadas o impedir su formación (UNCP, 2009). El fundente o flux está compuesto por lo mostrado en el Tabla 34.

Tabla 34: Conformación del fundente

Compuesto	Nomenclatura	Función
Litargirio	PbO	Funde a 883 °C, oxidante y desulfurizador, se reduce a Pb para coleccionar Au, Ag, Pd, Pt, etc.
Sílice	SiO ₂	Retiene otros compuestos no importantes para el proceso.
Borax	Na ₂ B ₄ O ₇	Disminuye el punto de fusión
Carbonato de Sodio	Na ₂ CO ₃	En 950 °C se descompone en Na ₂ O y CO ₂
Nitrato de Potasio	KNO ₃	1 gr de nitrato K oxida 4 gr de Pb a PbO
Harina	C ₆ H ₁₀ O ₅	1 gr de harina actúa sobre PbO y produce 12 gr de Pb

FUENTE: UNCP, 2009

El fundente más importante de este proceso es el Litargirio, pues una parte de este reactivo se reduce a plomo metálico mediante el almidón o cualquier otro reductor, una vez reducido, desempeña el papel de colector de oro y plata.

El bórax disuelve los óxidos metálicos, en estado fundido sirve de solvente a los óxidos metálicos y demás impurezas pudiendo así separarlas de los minerales auríferos en una muestra de exploración.

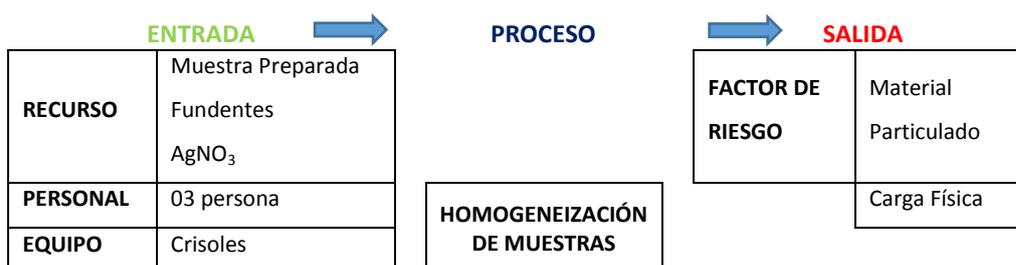
El carbonato de sodio proporciona transparencia a la escoria y también funciona como silicato liberando dióxido de carbono, para retener óxidos metálicos que no son necesarios determinar en el análisis.

El nitrato de Potasio, es un poderoso agente oxidante que a una alta temperatura se rompe liberando oxígeno y oxidando así el azufre e incluso al plomo y al cobre que se encuentran en la muestra. (Tarqui, 2010)

4.1.2.4 Homogeneización de la Muestra

Este proceso se realiza por medio de un movimiento mecánico dentro de los crisoles. para que la mezcla de la muestra y los fundentes presente las mismas proporciones en toda la sustancia y asegurar así la calidad del análisis.

Tabla 35: Flujograma de homogeneización de la muestra



FUENTE: Elaboración propia

4.1.2.5 Fundición

Consiste en producir una fusión de la muestra usando reactivos fundentes adecuados para obtener dos fases líquidas; una escoria constituida principalmente por silicatos complejos y una fase metálica constituida por plomo, el cual colecta los metales nobles de interés (Au y Ag) tomando el nombre de régulo. Los dos líquidos se separan en dos fases debido a su respectiva inmiscibilidad y gran diferencia de densidad.

Tabla 36: Flujograma de la fundición



FUENTE: Elaboración propia

En el proceso de fusión se colocan los crisoles con la carga al horno por 1 a 1.5 horas y a una temperatura de 1060°C (Act labs Perú), una vez terminada la fusión, se retira el crisol del horno y se vacía el fundido en lingoteras cónicas limpias.

4.1.2.6 Separación de Escoria

Se refiere a la separación mecánica y manual de la escoria y el régulo, por medio de un martillo y cincel. Las escorias son fundamentalmente silicatos formados por la fusión del fundente con minerales que no son de interés para el análisis.

Tabla 37: Flujograma de la separación de escorias



FUENTE: Elaboración propia

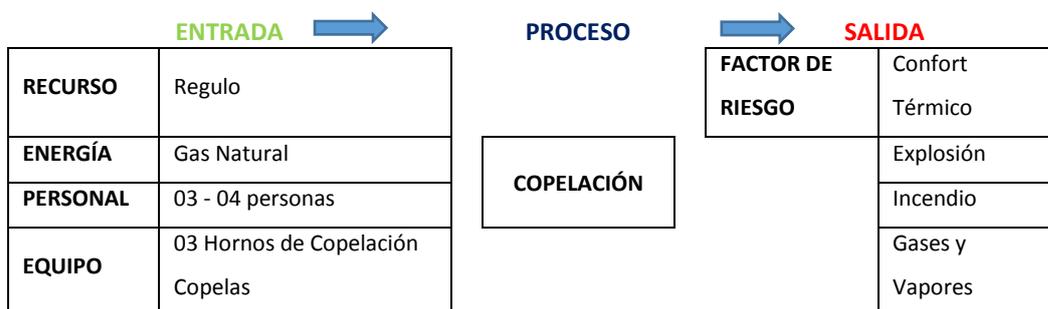
4.1.2.7 Copelación

Las copelas son pequeños contenedores de paredes porosas fabricadas de cenizas de huesos y de magnesita.

Inicialmente se calientan las copelas en el horno por 30 minutos a una temperatura de 900°C, luego se procede a cargar el regulo, una vez cargadas, se cierra la puerta del horno por 20 a 30 minutos hasta que se observe que el plomo este líquido. (INGEMMET, 2016)

Pasado este tiempo, se continúa el proceso de oxidación a 900 °C pero con la puerta del horno semi abierta para permitir el ingreso de corrientes de aire y facilitar el proceso de oxidación de plomo. (INGEMMET, 2016)

Tabla 38: Flujograma de la copelación



FUENTE: Elaboración propia

Durante este proceso a medida que el plomo se oxida, este promueve la oxidación de los otros metales no nobles, formando compuestos fusibles que serán absorbidos por la

copela. Los metales nobles por su parte con una menor afinidad por el oxígeno y una mayor tensión superficial se quedan sobre la superficie de la copela. (Tarqui, 2010)

En resumen, el 98.5% de plomo queda atrapado en las copelas mientras que el 1.5% se elimina como vapores metálicos. (INGEMMET).

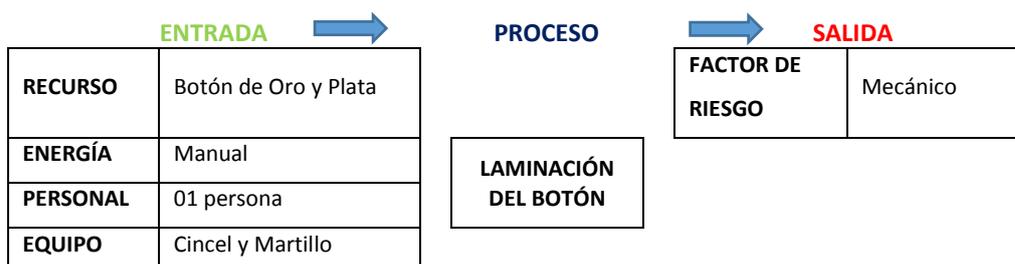
4.1.2.8 Obtención del Botón de Oro y Plata

El botón de oro y plata se coloca sobre papel blanco para así iniciar la laminación. Este procedimiento se realiza manualmente.

4.1.2.9 Laminación del Botón

Se realiza con un martillo especial para esta actividad, el botón es golpeado con mucho cuidado para crear grietas de tamaños ínfimos por donde los reactivos de la etapa posterior podrán penetrar en la muestra (INGEMMET).

Tabla 39: Flujograma de la laminación del botón



FUENTE: Elaboración propia

4.1.3 Sala de Partición (SP)

La partición es el proceso de separación del oro de la plata a través de una digestión ácida. Es importante mencionar que esta etapa, al igual que la etapa anterior, corresponde al análisis solamente de oro y plata.

4.1.3.1 Liberación del Au

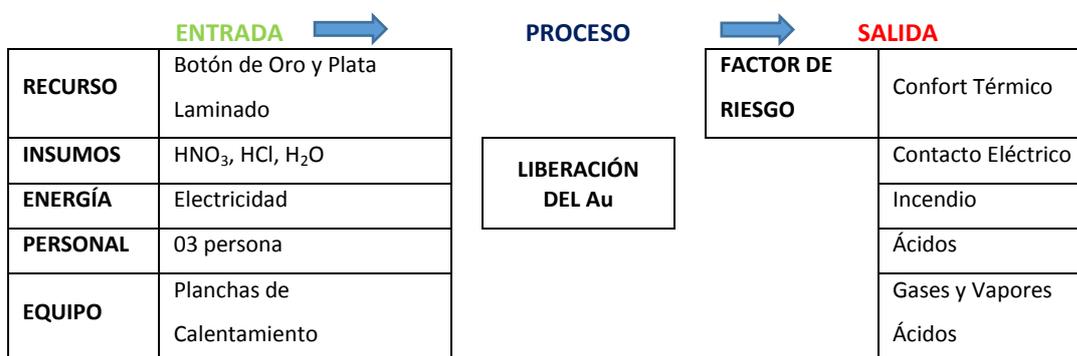
El botón de oro y plata laminado se lleva a un tubo de ensayo de 10 ml que contiene HNO₃, todo sobre una plancha de digestión a 150 °C, hasta disolver la plata pasando a solución de nitrato de plata que posteriormente se recupera en formas de cloruro, precipitando con ácido clorhídrico (Vásquez García, 2010).

La reacción que ocurre es la siguiente:



Posteriormente se realiza un filtrado y lavado con agua con cuatro a cinco repeticiones, de esta forma se obtiene el Au libre de la solución de nitrato de plata. Se diluye una vez más el Au usando agua regia (Ac. Nítrico_{conc} + Ac. Clorhídrico_{conc}) sobre planchas de calentamiento a 80°C. (INGEMMET).

Tabla 40: Flujograma de liberación del Au



FUENTE: Elaboración propia

Los reactivos utilizados en esta etapa son Ác. Nítrico y Ác. Clorhídrico concentrado, cuyas características de peligrosidad se muestran en el Tabla 41.

Tabla 41: Reactivos utilizados y peligrosidad

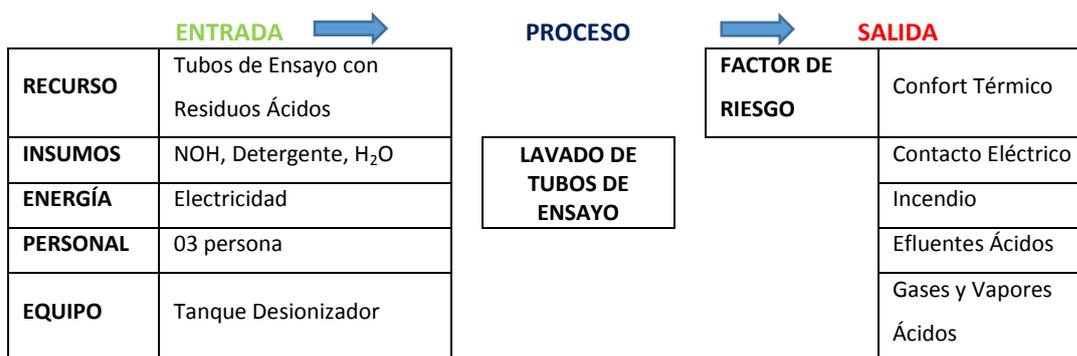
Producto	Nombre Comercial	Inflamable	Corrosivo	Reactivo	Explosivo	Toxico
Ácido clorhídrico	-	x	x	x		x
Ácido nítrico	-	x	x	x		x

FUENTE: Elaboración propia

4.1.3.2 Lavado de Tubos de Ensayo

Los tubos de ensayo utilizados son lavados con soda caustica, detergentes y agua desionizada, (tanque desionizador) para asegurar que no quede ningún residuo para el próximo análisis.

Tabla 42: Flujoograma del lavado de tubos de ensayo



FUENTE: Elaboración propia

Los insumos utilizados en esta etapa son Soda Caustica y Detergente cuyas características de peligrosidad se muestran en el siguiente cuadro.

Tabla 43: Reactivos utilizados y peligrosidad

Producto	Nombre Comercial	Inflamable	Corrosivo	Reactivo	Explosivo	Toxico
Soda caústica	-			x		x
Detergente	-					x

FUENTE: Elaboración propia

4.1.4 Laboratorio de Análisis de Concentrados Minerales (LACM)

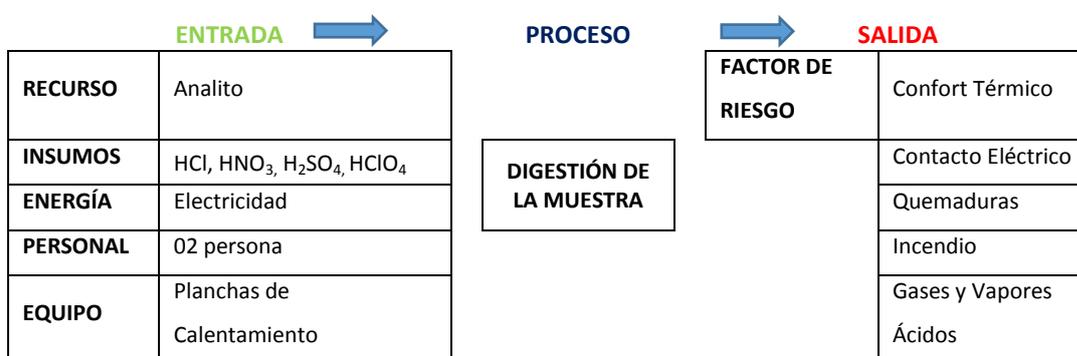
En esta etapa se realizan análisis de concentrados de metales preciosos como oro y plata y de metales no ferrosos: Cobre, Plomo, Zinc y otros, por medio de un espectrofotómetro de emisión atómica con plasma acoplado inductivamente (ICP-OES) para la obtención de resultados de concentración a nivel de trazas.

Pero un procedimiento anterior obligatorio al análisis de concentrados, es la digestión de la muestra para que esta sea analizada en un medio forma líquido.

4.1.4.1 Digestión de la Muestra

La digestión se realiza por medio de ácidos inorgánicos a altas temperaturas sobre una plancha de calentamiento hasta que la fase sólida es disuelta completamente. Generalmente la temperatura de descomposición es el punto de ebullición del reactivo ácido (R. Bock, 1979).

Tabla 44: Flujograma de la digestión de la muestra



FUENTE: Elaboración propia

Para el caso de metales como el cobre, plomo, zinc y otros la digestión de la muestra se realiza añadiendo una mezcla de ácido clorhídrico, ácido nítrico, ácido sulfúrico y ácido perclórico

Tabla 45: Reactivos utilizados y peligrosidad

Producto	Nombre Comercial	Inflamable	Corrosivo	Reactivo	Explosivo	Toxico
Ácido clorhidrico	-	x	x	x		x
Ácido nitrico	-	x	x	x		x
Ácido sulfurico	-	x	x	x		x
Ácido perclórico	-	x	x	x		x

FUENTE: Elaboración propia

Para el caso del oro y la plata, la digestión de la muestra se realiza en una etapa previa, llamada “Liberación del Au”, donde se utiliza agua regia.

Tabla 46: Reactivos utilizados y peligrosidad

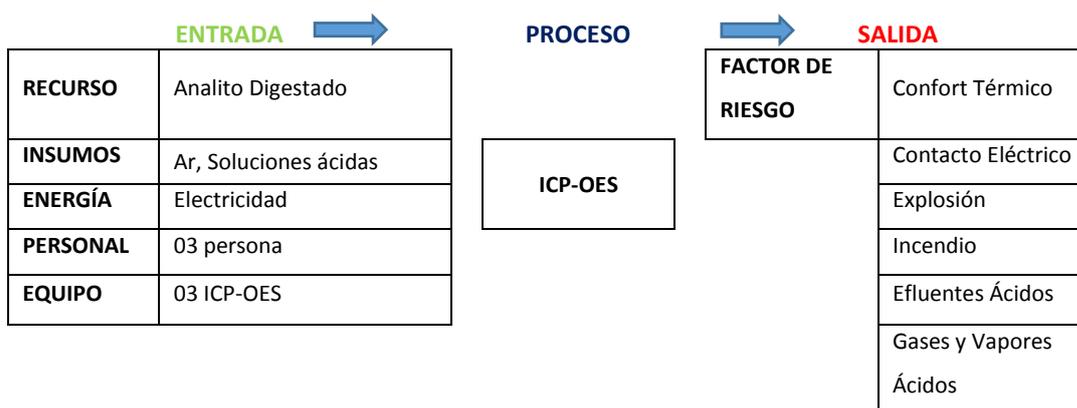
Producto	Nombre Comercial	Inflamable	Corrosivo	Reactivo	Explosivo	Toxico
Ácido clorhídrico	-	x	x	x		x
Ácido nítrico	-	x	x	x		x

FUENTE: Elaboración propia

4.1.4.2 Espectrofotometría de Emisión Óptica de Plasma Acoplado por Inducción

El método consiste en la medición de las especies atómicas por su absorción a una longitud de onda particular por medio de un ICP-OES. La fuente de energía de esta técnica es una fuente luminosa de gas Argón, con un espectro electromagnético que abarca desde la radiación visible hasta la ultravioleta. (Gomez H, 2011).

Tabla 47: Flujograma del ICP-OES



FUENTE: Elaboración propia

4.1.4.3 Reporte de Resultados

Obtenida la información de la composición mineralógica del analito digerido, por medio del ICP-OES, se realiza un informe por cada muestra en cual será entregado al cliente.

Tabla 48: Flujograma del reporte de resultados



FUENTE: Elaboración propia

4.2 IDENTIFICAR LOS PELIGROS, EVALUAR LOS RIESGOS Y PROPONER MEDIDAS DE CONTROL

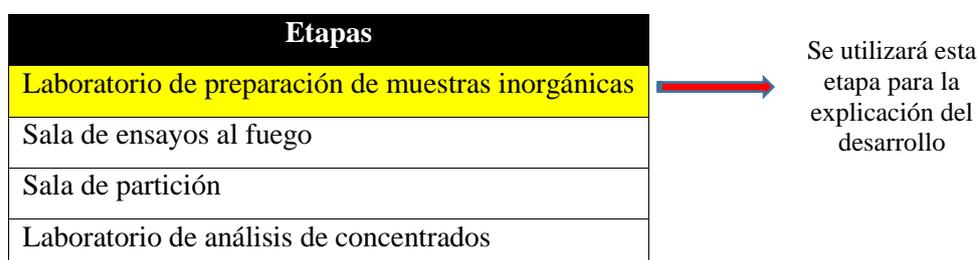
4.2.1 Matriz de Evaluación de Riesgos de 6x6 del MINTRA

La Matriz de Evaluación de Riesgos de 6x6 completa se encuentra en el Anexo 2, se mostrará la explicación del desarrollo de una sección de la matriz.

4.2.1.1 Etapa

Se seleccionará una etapa para la explicación, de aquellas descritas en la sección 2.5.5

Tabla 49: Etapas de la evaluación mineralógica



FUENTE: Elaboración propia

4.2.1.2 Proceso

Para este caso se muestran los procesos que ocurren dentro del Laboratorio de Preparación de Muestras Inorgánicas según la sección 2.5.5. Se seleccionará un proceso para la explicación.

Tabla 50: Procesos del laboratorio de preparación de muestras inorgánicas

Etapa: laboratorio de preparación de muestras inorgánicas	
procesos	Generación de ordenes
	Recepción de muestras
	Fraccionamiento y secado de muestras
	Reducción de muestras
	División de muestras
	Pulverización de muestras
	Distribución de muestras

→ Se utilizará este proceso para la explicación del desarrollo

FUENTE: Elaboración propia

4.2.1.3 Actividad

Cada proceso tiene múltiples actividades y es en cada una de estas donde se realiza una identificación y evaluación de riesgos.

Tabla 51: Actividades de la pulverización de muestras

Etapa: Laboratorio de Preparación de Muestras Inorgánicas	
Proceso: Pulverización de Muestras	
actividades	Disposición de las muestras en las pulverizadoras
	Conexión y encendido de las pulverizadoras
	Pulverizado de las sub muestras trituradas
	Retiro de las submuestras pulverizadas
	Embolsado y etiquetado de las sub muestras pulverizadas

} Se utilizarán estas actividades para la explicación del desarrollo

FUENTE: Elaboración propia

4.2.1.4 Peligro

De las actividades elegidas anteriormente se han identificado los peligros o aquella condición de la actividad capaz de causar daños a los trabajadores.

Tabla 52: Identificación de peligros en la matriz de evaluación de riesgos de 6x6 – MINTRA

Matriz de Evaluación de 6x6 – MINTRA modificada		
Evaluación Mineralógica de Muestras de Exploración Minera		
Etapas: Laboratorio de Preparación de Muestras Inorgánicas		
Proceso: Pulverización de Muestras		
Actividad	Ítem	Peligro
disposición de las muestras en las pulverizadoras	055	Movimiento repetitivo
conexión y encendido de las pulverizadoras	056	Electricidad
pulverizado de las submuestras trituradas	057	Pulverizadora en funcionamiento
	058	Ruido
	059	Vibraciones
	060	Material particulado

Los peligros identificados son los siguientes

FUENTE: Elaboración propia

4.2.1.5 Descripción de los Peligros

En la descripción se menciona como, durante la actividad, sucede aquella situación que genera el peligro y que lo origina.

Tabla 53: Descripción de peligros en la matriz de evaluación de riesgos de 6x6 – MINTRA

Matriz de Evaluación de 6x6 – MINTRA modificado			
Evaluación mineralógica de muestras de exploración minera			
Etapas: Laboratorio de preparación de muestras inorgánicas			
Proceso: Pulverización de muestras			
Actividad	Ítem	Peligro	Descripción
disposición de las muestras en las pulverizadoras	055	Movimiento repetitivo	las muestras secadas son colocadas manualmente en las pulverizadoras hasta su máxima capacidad
conexión y encendido de las pulverizadoras	056	Electricidad	las pulverizadoras utilizan energía eléctrica siendo está un riesgo inherente.
pulverizado de las sub muestras trituradas	057	Pulverizadora en funcionamiento	el funcionamiento de las pulverizadoras genera el riesgo inherente de laceraciones si el trabajador no mantiene una distancia prudente.
	058	Ruido	se genera niveles altos de ruido producto del funcionamiento de la maquinaria y del chancado de las muestras
	059	Vibraciones	las fuerzas producidas por las maquinas genera altos niveles de vibraciones
	060	Material particulado	las muestras son reducidas a partículas donde una cantidad se dispersa en el ambiente de trabajo debido al funcionamiento de las maquinas.

FUENTE: Elaboración propia

4.2.1.6 Riesgo

Los riesgos provienen de los peligros, consiste en determinar de qué forma se afectaría la salud y/o seguridad de los trabajadores en caso de la ocurrencia de un evento y la severidad de este.

Tabla 54: Identificación de los riesgos en la matriz de evaluación de riesgos 6x6 - MINTRA

Matriz de Evaluación de 6x6 – MINTRA modificado			
Evaluación mineralógica de muestras de exploración minera			
Etapas: Laboratorio de preparación de muestras inorgánicas			
Proceso: Pulverización de muestras			
Actividad	Ítem	Peligro	Riesgo
disposición de las muestras en las pulverizadoras	055	Movimiento repetitivo	Lesión musculo esquelética, tensión muscular
conexión y encendido de las pulverizadoras	056	Electricidad	Contacto eléctrico indirecto
pulverizado de las sub muestras trituradas	057	Pulverizadora en funcionamiento	Laceraciones y pérdidas de extremidades
	058	Ruido	Hipoacusia, malestar, disconfort
	059	Vibraciones	Alteraciones neuromusculares y sensoriales
	060	Material particulado	Asma ocupacional, alergias, bronquitis, etc.

FUENTE: Elaboración propia

4.2.1.7 Severidad (S)

Se interpreta como el tiempo que necesita el trabajador para recuperarse a consecuencia de verse afectado por la materialización de un riesgo ocupacional.

La Matriz 6x6 considera 6 niveles de severidad (mínima, moderado leve, moderado, moderado alto, mayor, catastrófico), los cuales se muestran en el Tabla 11 con su respectiva valoración, el nivel de severidad para cada riesgo lo define el evaluador en base a su criterio y el concepto previamente explicado.

Tabla 55: Severidad de los riesgos en la matriz de evaluación de riesgos de 6x6 – MINTRA

Matriz de Evaluación de 6x6 – MINTRA modificado				
Evaluación mineralógica de muestras de exploración minera				
Etapas: laboratorio de preparación de muestras inorgánicas				
Proceso: Pulverización de muestras				
Actividad	Ítem	Peligro	Riesgo	Nivel de Riesgo puro
				s
Disposición de las muestras en las pulverizadoras	055	Movimiento repetitivo	Lesión musculoesquelética, tensión muscular	2
Conexión y encendido de las pulverizadoras	056	Electricidad	Contacto eléctrico indirecto	20
Pulverizado de las submuestras trituradas	057	Pulverizadora en funcionamiento	Laceraciones y pérdidas de extremidades	20
	058	Ruido	Hipoacusia, malestar, disconfort	10
	059	Vibraciones	Alteraciones neuromusculares y sensoriales	5
	060	Material particulado	Asma ocupacional, alergias, bronquitis, etc.	20

FUENTE: Elaboración propia

4.2.1.8 Probabilidad (P)

Se define como la posibilidad de que se materialice el riesgo y afecte la salud o seguridad del trabajador.

La Matriz 6x6 considera 5 niveles de probabilidad (escasa, baja probabilidad, puede suceder, probable, muy probable), los cuales se muestran en el Tabla 12 con su respectiva valoración, el valor de probabilidad para cada riesgo lo define el evaluador en base a su criterio y el concepto previamente explicado.

Tabla 56: Probabilidad de los riesgos en la matriz de evaluación de riesgos de 6x6 – MINTRA

Matriz de Evaluación de 6x6 – MINTRA modificado					
Evaluación mineralógica de muestras de exploración minera					
Etapas: laboratorio de preparación de muestras inorgánicas					
Proceso: pulverización de muestras					
Actividad	Ítem	Peligro	Riesgo	Nivel de Riesgo puro	
				s	p
Disposición de las muestras en las pulverizadoras	055	Movimiento repetitivo	Lesión musculo esquelética, tensión muscular	2	5
Conexión y encendido de las pulverizadoras	056	Electricidad	Contacto eléctrico indirecto	20	2
Pulverizado de las sub muestras trituradas	057	Pulverizadora en funcionamiento	Laceraciones y pérdidas de extremidades	20	3
	058	Ruido	Hipoacusia, malestar, disconfort	10	5
	059	Vibraciones	Alteraciones neuromusculares y sensoriales	5	5
	060	material particulado	asma ocupacional, alergias, bronquitis, etc.	20	5

FUENTE: Elaboración propia

4.2.1.9 Nivel del Riesgo (R)

La Matriz 6x6 determina el grado de riesgo puro por medio de la multiplicación del nivel de severidad por el valor de probabilidad

$$\text{Nivel de Riesgo} = \text{Severidad} * \text{Probabilidad}$$

Esta matriz considera 4 niveles de riesgo (riesgo crítico, riesgo alto, riesgo medio, riesgo bajo), clasificados según diferentes valores obtenidos de multiplicar la severidad por la probabilidad, tal como se muestra en el Tabla 14 donde cada nivel tiene un color representativo.

Tabla 57: Nivel de riesgo en la matriz de evaluación de riesgos de 6x6 – MINTRA

Matriz de Evaluación 6x6 – MINTRA modificado						
Evaluación mineralógica de muestras de exploración minera						
Etapas: Laboratorio de preparación de muestras inorgánicas						
Proceso: Pulverización de muestras						
Actividad	Ítem	Peligro	Riesgo	Nivel de Riesgo puro		
				S	P	R
Disposición de las muestras en las Pulverizadoras	055	Movimiento Repetitivo	Lesión musculoesquelética, tensión muscular	2	5	10
Conexión y encendido de las Pulverizadoras	056	Electricidad	contacto eléctrico indirecto	20	2	40
Pulverizado de las Submuestras Trituradas	057	Pulverizadora en funcionamiento	Laceraciones y pérdidas de extremidades	20	3	60
	058	Ruido	Hipoacusia, malestar, discomfort	10	5	50

Continuación...

Matriz de Evaluación 6x6 – MINTRA modificado						
Evaluación mineralógica de muestras de exploración minera						
Etapas: Laboratorio de preparación de muestras inorgánicas						
Proceso: Pulverización de muestras						
Actividad	Ítem	Peligro	Riesgo	Nivel de Riesgo puro		
				S	P	R
	059	Vibraciones	Alteraciones neuromusculares y sensoriales	5	5	25
	060	Material Particulado	Asma ocupacional, alergias, bronquitis, etc.	20	5	100

FUENTE: Elaboración propia

4.2.1.10 Medidas de Control

Las actividades que lo requieren, presentan medidas de control de riesgos, según lo observado en las visitas técnicas, debido a que las empresas de este rubro se rigen bajo la RP-087-2016-INGEMMET/PCD, la cual en sus lineamientos exige medidas de control de carácter obligatorio.

Tabla 58: Medidas de control en la matriz de evaluación de riesgos de 6x6 – MINTRA

Matriz de Evaluación de 6x6 – MINTRA modificado			
Evaluación mineralógica de muestras de exploración minera			
Etapas: Laboratorio de preparación de muestras inorgánicas			
Proceso: Pulverización de muestras			
Actividad	Ítem	Riesgo	Medidas de control existente
Disposición de las muestras en las Pulverizadoras	055	Lesión musculo esquelética, tensión muscular	Individuo: Uso de faja anatómica.
Conexión y encendido de las Pulverizadoras	056	contacto eléctrico indirecto	Fuente: Revisiones periódicas del estado de la conexión de las pulverizadoras y su funcionamiento y establecimiento de medidas de corrección y/o mejora. Individuo: Uso de zapatos de seguridad con suela aislante.
Pulverizado de las Sub muestras Trituradas	057	Laceraciones y perdidas de extremidades	Medio: Establecimiento de una señal de prohibido el paso cuando la pulverizadora se encuentre en funcionamiento
	058	Hipoacusia, malestar, disconfort	Individuo: Uso tapones auditivos u orejeras anti-ruídos.
	059	Alteraciones neuromusculares y sensoriales	-
	060	Asma ocupacional, alergias, bronquitis, etc.	Fuente: Adecuación de una cabina alrededor de la pulverizadora, donde en la parte superior se ubica el extractor modelo dust box. Individuo: Uso de mascarilla o respirador antipolvo.

FUENTE: Elaboración propia

4.2.1.11 Resultados

La Matriz de Evaluación 6x6 del MINTRA muestra los resultados de niveles de riesgos puros. En el Tabla 59 se observa la sección de la matriz ya desarrollada, la matriz completa se encuentra en el Anexo 2

Tabla 59: Resultados de una sección de la matriz de evaluación de riesgos de 6x6

Matriz De Evaluación 6x6 – MINTRA Modificado						Riesgo Crítico		Rojo
						Riesgo Alto		Naranja
Evaluación Mineralógica de Muestras de Exploración Minera						Riesgo Medio		Amarillo
Etapa: Laboratorio de Preparación de Muestras Inorgánicas						Riesgo Bajo		Verde
Proceso: Pulverización De Muestras								
Actividad	Ítem	Peligro	Descripción	Riesgos (Posibles Efectos)	Nivel De Riesgo Puro			Medidas De Control Existentes
					S	P	R	
Disposición de las muestras en las Pulverizadoras	055	Movimiento Repetitivo	Las muestras secadas son colocadas manualmente en las pulverizadoras hasta su máxima capacidad	Lesión musculo esquelética, tensión muscular	2	5	10	Individuo: Uso de faja anatómica.
Conexión y encendido de las Pulverizadoras	056	Electricidad	Las pulverizadoras utilizan energía eléctrica siendo está un riesgo inherente.	contacto eléctrico indirecto	20	2	40	Fuente: Revisiones periódicas del estado de la conexión de las pulverizadoras y su funcionamiento y establecimiento de medidas de corrección y/o mejora. Individuo: Uso de zapatos de seguridad con suela aislante.
Pulverizado de las Sub muestras Trituradas	057	Pulverizadora en funcionamiento	El funcionamiento de las pulverizadoras genera el riesgo inherente de laceraciones si el trabajador no mantiene una distancia prudente.	Laceraciones y perdidas de extremidades	20	3	60	Medio: Establecimiento de una señal de prohibido el paso cuando la pulverizadora se encuentre en funcionamiento
	058	Ruido	Se genera niveles altos de ruido producto del funcionamiento de la maquinaria y del chancado.	Hipoacusia, malestar, disconfort	10	5	50	Individuo: Uso tapones auditivos u orejeras anti-ruídos.
	059	Vibraciones	Las fuerzas producidas por las maquinas genera altos niveles de vibraciones	Alteraciones neuromusculares y sensoriales	5	5	25	-
	060	Material Particulado	Las muestras son reducidas a partículas de 106 micras donde una cantidad se dispersa en el ambiente de trabajo debido al funcionamiento de las maquinas.	Asma ocupacional, alergias, bronquitis, etc.	20	5	100	Fuente: Adecuación de una cabina alrededor de la pulverizadora, donde en la parte superior se ubica el extractor modelo dust box. Individuo: Uso de mascarilla o respirador antipolvo.

La matriz completa se encuentra en el Anexo 2

Los resultados obtenidos en la matriz 6x6 completa son: 129 peligros identificados y riesgos evaluados distribuidos de la siguiente forma (Ver Tabla 60):

Tabla 60: Resultados de la matriz de evaluación de riesgos de 6x6

Etapas	PMI	SEF	SP	LACM	
Niveles					
Riesgo Crítico	10	8	2	1	21
Riesgo Alto	17	10	3	7	37
Riesgo Medio	36	14	15	6	71
Riesgo Bajo	0	0	0	0	0
	63	32	20	14	

FUENTE: Elaboración propia

Lo cual fue plasmado en la Figura 8 y Figura 9.

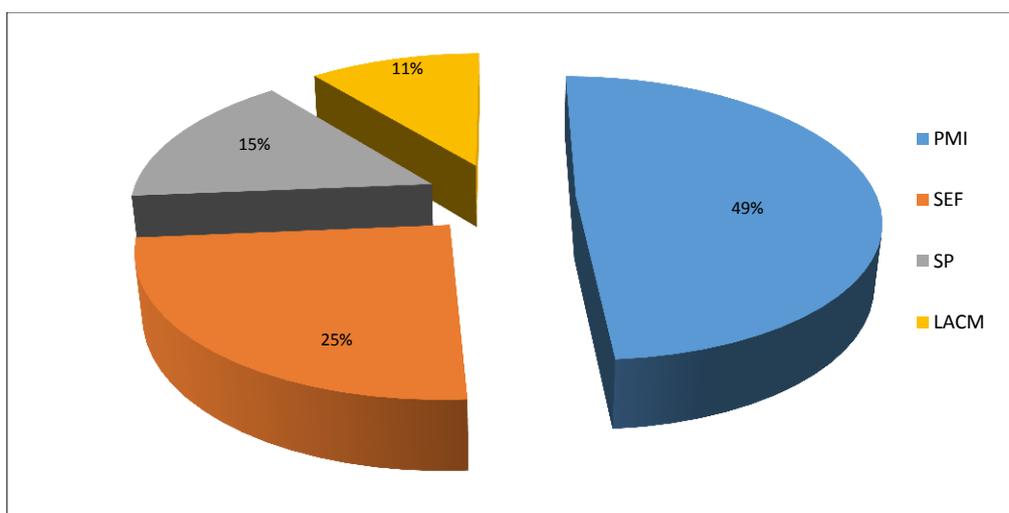


Figura 8: Distribución de riesgos por etapas – Matriz 6x6

FUENTE: Elaboración propia

De la Figura 8 se puede observar lo siguiente:

- La etapa de Preparación de Muestras Inorgánicas (PMI) contiene el 49% de todos los riesgos.

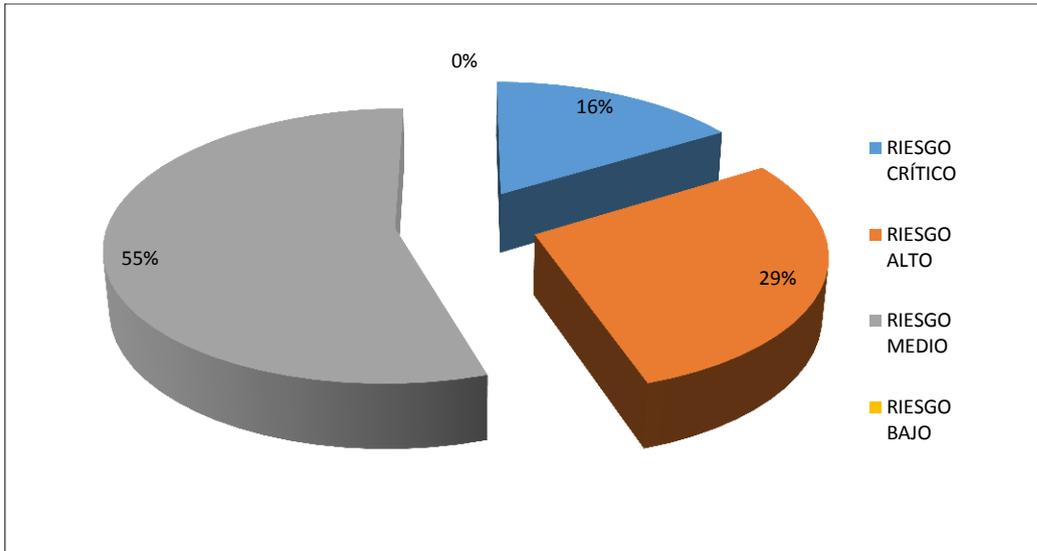


Figura 9: Distribución de riesgos por nivel de valoración – Matriz 6x6

FUENTE: Elaboración propia

De la Figura 9 se puede observar lo siguiente:

- El 45% de los riesgos evaluados tienen una valoración significativa (16% riesgos críticos y 29% riesgos altos)

Se determinó el porcentaje (%) que representa cada nivel de peligro en una determinada etapa, dando el siguiente resultado (Ver Tabla 61).

Tabla 61: Niveles de Riesgos por Etapa según la Matriz de Evaluación de Riesgos de 6x6

Etapas				
Niveles	Preparación de Muestras (PMI)	Sala de Ensayos al Fuego (SEF)	Sala de Partición (SP)	Laboratorio de Análisis de Concentrados Minerales (LACM)
Riesgo Crítico	15.87%	25.00%	10.00%	7.14%
Riesgo Alto	26.98%	31.25%	15.00%	50.00%
Riesgo Medio	57.14%	43.75%	75.00%	42.86%
Riesgo Bajo	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

FUENTE: Elaboración propia

Lo cual fue plasmado en la Figura 10.

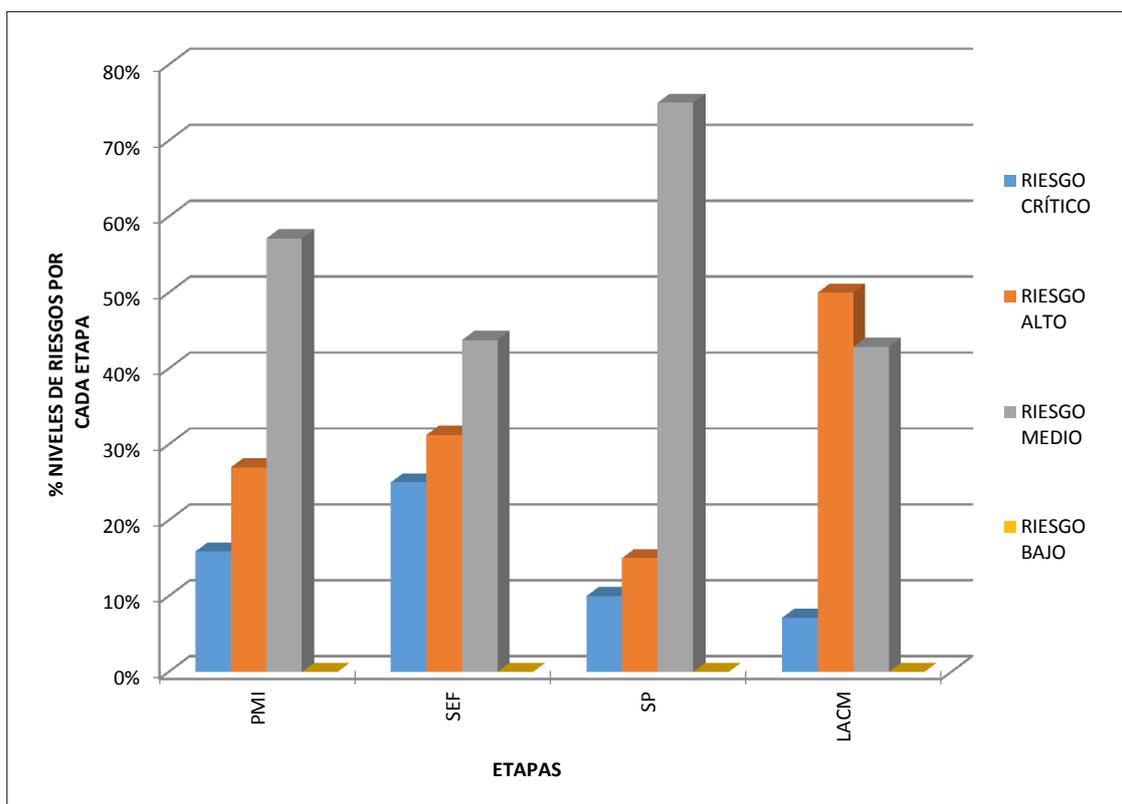


Figura 10: Niveles de riesgos por etapa – Matriz 6x6

FUENTE: Elaboración propia

De la Figura 10 se puede observar lo siguiente:

- En la etapa de Preparación de Muestras Inorgánicas el 42.86% de los riesgos tienen una valoración significativa (15.87% riesgos críticos y 26.98% riesgos altos)
- En la Sala de Ensayos al Fuego el 56.25% de los riesgos tienen una valoración significativa (25% riesgos críticos y 31.25% riesgos altos)
- En la Sala de Partición el 25% de los riesgos tienen una valoración significativa (10% riesgos críticos y 15% riesgos altos)
- En el Laboratorio de Análisis de Concentrados Minerales el 57.14% de los riesgos tienen una valoración significativa (7.14% riesgos críticos y 50% riesgos altos)

4.2.2 Matriz de Evaluación IPER Modelo A de la OHSAS:18001

La Matriz de Evaluación IPER completa se encuentra en el Anexo 3, a continuación se mostrará la explicación del desarrollo de una sección de la matriz a partir de la valoración del riesgo debido a que en la sección 4.2.1 ya se encuentran descritos los demás ítems.

Los ítems descritos en la sección 4.2.1 son los siguientes:

- Etapa
- Proceso
- Actividad
- Peligro
- Riesgo

Donde se obtiene lo siguiente (Ver Tabla 62)

Tabla 62: Identificación de los Riesgos en la Matriz IPER

Matriz IPER OHSAS 18001:2007 Modelo A			
Evaluación Mineralógica de Muestras de Exploración Minera			
Etapas: Laboratorio de Preparación de Muestras Inorgánicas			
Proceso: Pulverización de Muestras			
Disposición de las muestras en las Pulverizadoras	055	Movimiento Repetitivo	Lesión musculo esquelética, tensión muscular
Conexión y encendido de as Pulverizadoras	056	Electricidad	contacto eléctrico indirecto
Pulverizado de las Sub muestras Trituradas	057	Pulverizadora en funcionamiento	Laceraciones y perdidas de extremidades
	058	Ruido	Hipoacusia, malestar, disconfort
	059	Vibraciones	Alteraciones neuromusculares y sensoriales
	060	Material Particulado	Asma ocupacional, alergias, bronquitis, etc.

FUENTE: Elaboración propia

Los ítems a describir para la matriz IPER son los siguientes:

4.2.2.1 Índice de Probabilidad (IP)

Para determinar el índice de probabilidad se consideran 5 subíndices, las cuales son:

- Trabajadores Expuestos (IE)
- Procedimientos Seguros en el Trabajo (IPT)
- Capacitación y Entrenamiento en Trabajo Seguro (ICE)
- Frecuencia de Exposición (IF)
- Control Actual del Riesgo (ICAR)

A cada subíndice se le adiciona un valor siguiendo los lineamientos de la tabla 16 del capítulo 7.2.2 y lo observado en las visitas técnicas, definido el valor de cada subíndice, se aplica la siguiente fórmula para hallar el índice de probabilidad.

$$\mathbf{IP = (IE + IPT + ICE + IF - ICAR) + 1}$$

Obteniendo como resultado la siguiente (Ver Tabla 63):

Tabla 63: Índice de Probabilidad

Matriz IPER OHSAS 18001:2007 Modelo A									
Evaluación Mineralógica de Muestras de Exploración Minera									
Etapas: Laboratorio de Preparación de Muestras Inorgánicas									
Actividad	Identificación de Peligro y Riesgo Asociado			Valoración del Riesgo					
	Ítem	Peligro	Riesgos (Posibles Efectos)	Índice De Probabilidad					
				Índice De Personas Expuestas (IE)	Índice De Procedimiento De Trabajo Seguro (IPT)	Índice De Capacitación (ICE)	Índice De Frecuencia (IF)	Índice De Control Actual De Riesgo (ICAR)	Índice De Probabilidad (IP)
Proceso: Pulverización de Muestras									
Disposición de las muestras en las Pulverizadoras	055	Movimiento Repetitivo	Lesión musculo esquelética, tensión muscular	1	4	2	4	2	10
Conexión y encendido de las Pulverizadoras	056	Electricidad	Contacto eléctrico indirecto	2	1	1	4	6	3
Pulverizado de las Sub muestras trituradas	057	Pulverizadora en funcionamiento	Laceraciones y perdidas de extremidades	2	1	1	4	3	6
	058	Ruido	Hipoacusia, malestar, discomfort	2	1	1	4	2	7
	059	Vibraciones	Alteraciones neuromusculares y sensoriales	2	1	2	4	-1	11
	060	Material Particulado	Asma ocupacional, alergias, bronquitis, etc.	2	1	1	4	6	3

FUENTE: Elaboración propia

4.2.2.2 Índice de Severidad

La matriz IPER considera 4 niveles de severidad (leve, moderado, grave y mortal) según el nivel de afectación al trabajador tal como se muestra en el Tabla 17 de la sección 3.2.2.2 donde se le da una valoración a cada nivel de severidad (Ver Tabla 64).

Tabla 64: Índice de Severidad

Matriz IPER OHSAS 18001:2007 Modelo A										
Evaluación Mineralógica de Muestras de Exploración Minera										
Etapas: Laboratorio de Preparación de Muestras Inorgánicas										
Actividad	Identificación de Peligro y Riesgo Asociado			Valoración del Riesgo						
	Ítem	Peligro	Riesgos (Posibles Efectos)	Índice De Probabilidad						Índice De Severidad (IS)
				Índice De Personas Expuestas (IE)	Índice De Procedimiento de Trabajo Seguro (IFT)	Índice De Capacitación (ICE)	Índice De Frecuencia (IF)	Índice De Control Actual De Riesgo (ICAR)	Índice De Probabilidad (IP)	
Proceso: Pulverización de Muestras										
Disposición de las muestras en las Pulverizadoras	055	Movimiento Repetitivo	Lesión musculo esquelética, tensión muscular	1	4	2	4	2	10	1
Conexión y encendido de las Pulverizadoras	056	Electricidad	contacto eléctrico indirecto	2	1	1	4	6	3	4
Pulverizado de las Submuestras riituradas	057	Pulverizadora en funcionamiento	Laceraciones y perdidas de extremidades	2	1	1	4	3	6	3
	058	Ruido	Hipoacusia, malestar, disconfort	2	1	1	4	2	7	3
	059	Vibraciones	Alteraciones neuromusculares y sensoriales	2	1	2	4	-1	11	3
	060	Material Particulado	Asma ocupacional, alergias, bronquitis, etc.	2	1	1	4	6	3	3

FUENTE: Elaboración propia

4.2.2.3 Nivel y Significancia del Riesgo

La Matriz IPER determina el grado de riesgo por medio de la multiplicación del índice de probabilidad por el valor del índice de severidad.

$$\text{Magnitud del Riesgo} = \text{Severidad} * \text{Probabilidad}$$

Esta matriz considera 3 niveles de riesgo (riesgo alto, riesgo moderado y riesgo bajo), clasificados según diferentes valores obtenidos de multiplicar la severidad por la probabilidad, tal como se muestra en el Tabla 18 de la sección 3.2.2.2, donde cada nivel tiene un color representativo y solo los riesgos altos son significativos y ameritan establecer una medida de control inmediata que reduzca este nivel de riesgo.

Tabla 65: Identificación de riesgos en la matriz IPER

Matriz IPER OHSAS 18001:2007 Modelo A											
Evaluación Mineralógica de Muestras de Exploración Minera											
Etapas: Laboratorio de Preparación de Muestras Inorgánicas											
Riesgo Alto										Rojo	
Riesgo Moderado										Naranja	
Riesgo Bajo										Verde	
Actividad	Identificación de Peligro y Riesgo Asociado			Valoración del Riesgo							
	Ítem	Peligro	Riesgos (Posibles Efectos)	Índice De Probabilidad						Índice De Severidad (IS)	Magnitud Del Riesgo Laboral (MRI)
				Índice De Personas Expuestas (IE)	Índice De Procedimiento De Trabajo Seguro (IPT)	Índice De Capacitación (ICE)	Índice De Frecuencia (IF)	Índice De Control Actual De Riesgo (ICAR)	Índice De Probabilidad (IP)		
Proceso: Pulverización De Muestras											
Disposición de las muestras en las Pulverizadoras	055	Movimiento Repetitivo	Lesión musculoesquelética, tensión muscular	1	4	2	4	2	10	1	10

Matriz IPER OHSAS 18001:2007 Modelo A

Actividad	Identificación de Peligro y Riesgo Asociado			Valoración del Riesgo							
	Ítem	Peligro	Riesgos (Posibles Efectos)	Índice De Probabilidad						Índice De Severidad (IS)	Magnitud Del Riesgo Laboral (MLR)
				Índice De Personas Expuestas (IE)	Índice De Procedimiento De Trabajo Seguro (IPT)	Índice De Capacitación (ICE)	Índice De Frecuencia (IF)	Índice De Control Actual De Riesgo (ICAR)	Índice De Probabilidad (IP)		
Proceso: Pulverización De Muestras											
Conexión y encendido de las Pulverizadoras	056	Electricidad	contacto eléctrico indirecto	2	1	1	4	6	3	4	12
Pulverización de las Submuestras trituradas	057	Pulverizadora en funcionamiento	Laceraciones y pérdidas de extremidades	2	1	1	4	3	6	3	18
	058	Ruido	Hipoacusia, malestar, disconfort	2	1	1	4	2	7	3	21
	059	Vibraciones	Alteraciones neuromusculares y sensoriales	2	1	2	4	-1	11	3	33
	060	Material Particulado	Asma ocupacional, alergias, bronquitis, etc.	2	1	1	4	6	3	3	9

FUENTE: Elaboración propia

Los resultados obtenidos en la matriz IPER completa son: 129 peligros identificados y riesgos evaluados distribuidos de la siguiente forma:

Tabla 66: Resultados de la matriz IPER

Etapas	PMI	SEF	SP	LACM	
Niveles					
Riesgo Alto	3	3	2	1	9
Riesgo Medio	15	13	6	5	39
Riesgo Bajo	45	16	12	8	81
	63	32	20	14	

FUENTE: Elaboración propia

Estos resultados fueron plasmados en la Figura 11 y Figura 12.

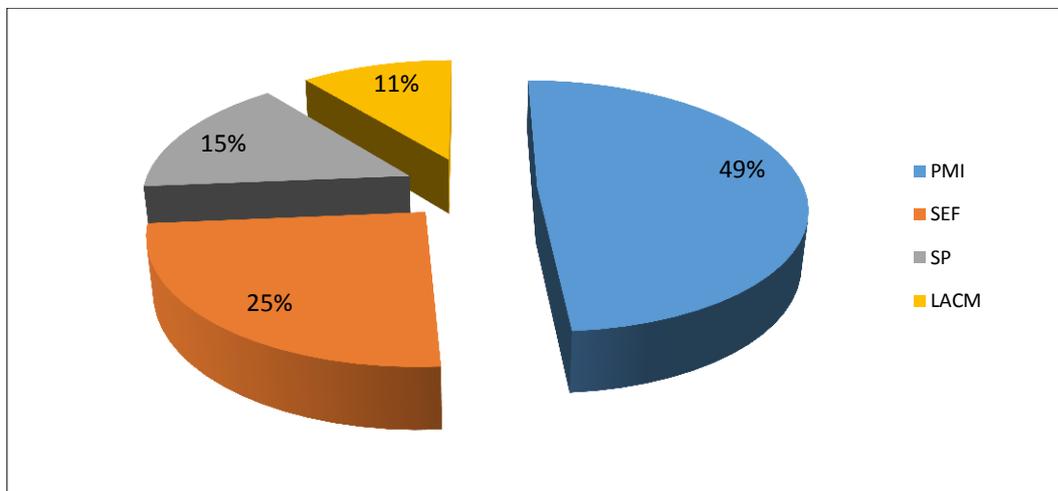


Figura 11: Distribución de riesgos por etapa

FUENTE: Elaboración propia

De la Figura 11 se puede observar lo siguiente:

- La etapa de Preparación de Muestras Inorgánicas (PMI) contiene el 49% de los riesgos evaluados.

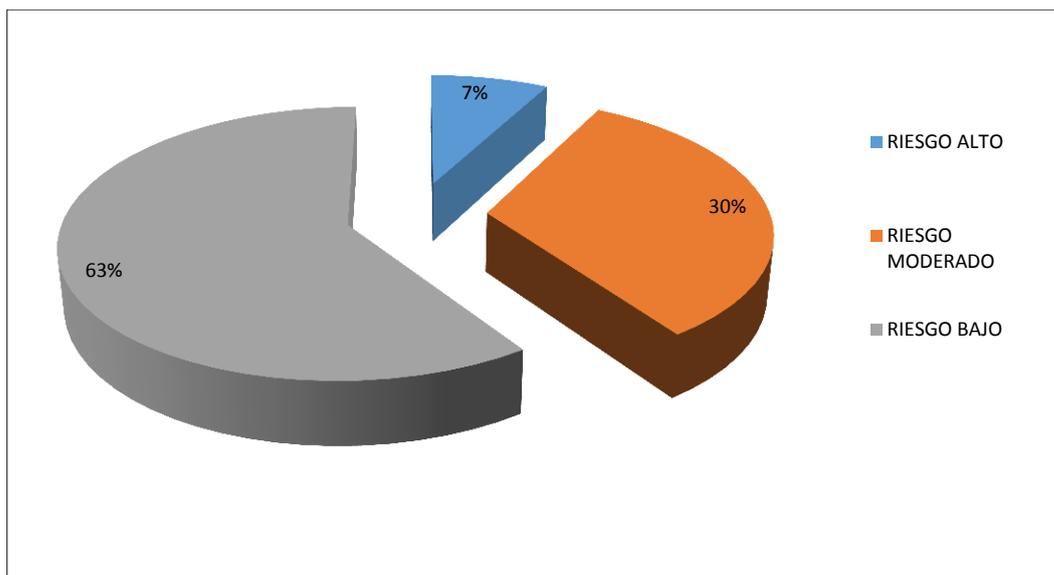


Figura 12: Distribución de riesgos por nivel de valoración

FUENTE: Elaboración propia

De la Figura 12 se puede observar:

- El 7% de los riesgos tienen una valoración significativa (riesgos altos).

Se determinó el porcentaje (%) que representa cada nivel de peligro en una determinada etapa, dando como resultado el Tabla 67.

Tabla 67 Niveles de riesgos por etapas según la matriz IPER

Etapas	Preparación de Muestras (PMI)	Sala De Ensayos al Fuego (SEF)	Sala de Partición (SP)	Laboratorio de Análisis de Concentrados Minerales (LACM)
Riesgo Alto	4.76%	9.38%	10.00%	7.14%
Riesgo Medio	23.81%	40.63%	30.00%	35.71%
Riesgo Bajo	71.43%	50.00%	60.00%	57.14%
	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

FUENTE: Elaboración propia

Lo cual fue plasmado en la Figura 13.

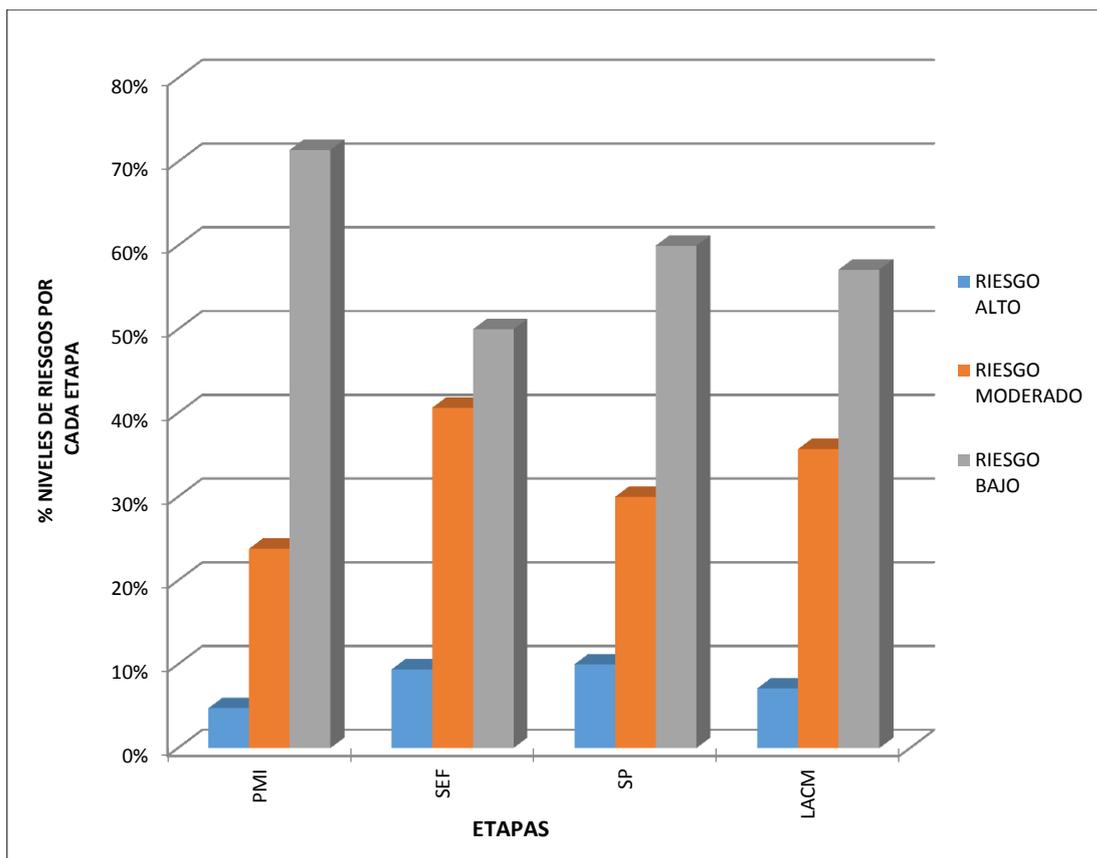


Figura 13: Niveles de riesgo por etapa según matriz IPER

FUENTE: Elaboración propia

De la figura anterior se puede observar:

- En la etapa de Preparación de Muestras Inorgánicas, el 4.76% de los riesgos aún presentan una valoración significativa (riesgos altos).
- En la Sala de Ensayos al Fuego, el 9.38% de los riesgos aún presentan una valoración significativa (riesgos altos).
- En la Sala de Partición, el 10% de los riesgos aún presentan una valoración significativa (riesgos altos).
- En el Laboratorio de Análisis de Concentrados Minerales, el 7.14% de los riesgos aún presentan una valoración significativa (riesgos altos).

Se observa que, pese a la existencia de medidas de control, aún existen riesgos altos en las diversas etapas de la Evaluación Mineralógica de Muestras de Exploración Minera.

Por lo tanto, en la matriz IPER se proponen nuevas medidas de control.

4.2.2.4 Medidas de Control Propuestas

La matriz IPER permite proponer nuevas medidas de control para los riesgos evaluados. Estas medidas de control están clasificadas en fuente, medio e individuo, según lo explicado en la sección 2.4.13.

Tabla 68: Medidas de control propuestas

Matriz IPER OHSAS 18001:2007 Modelo A	Riesgo Alto	Rojo
Evaluación Mineralógica de Muestras de Exploración Minera	Riesgo Moderado	Naranja
Etapas: Preparación de Muestras Inorgánicas	Riesgo Bajo	Verde

Proceso: Pulverización de Muestras														
Actividad	Identificación de Peligro y Riesgo Asociado			Valoración del Riesgo								Medidas de Control Propuestas Para Determinados Riesgos		
	Ítem	Peligro	Riesgos (Posibles Efectos)	Índice De Probabilidad						Índice de Severidad (IS)	Magnitud del Riesgo Laboral (MRL)	Fuente	Medio	Individuo
				Índice de Personas Expuestas (Ie)	Índice de Procedimiento de Trabajo Seguro (IPT)	Índice de Capacitación (ICE)	Índice de Frecuencia (IF)	Índice de Control Actual de Riesgo (ICAR)	Índice de Probabilidad (IP)					
Disposición de las muestras en las Pulverizadoras	055	Movimiento Repetitivo	Lesión músculo esquelética, tensión muscular	1	4	2	4	2	10	1	10	Desarrollar un Programa de Ergonomía Implementar un Programa de Capacitaciones en Seguridad y Salud Ocupacional		
Conexión y encendido de las Pulverizadoras	056	Electricidad	Contacto eléctrico indirecto	2	1	1	4	6	3	4	12	Verificar que el equipo tiene conexión a tierra. Los cables deben estar contenidos y protegidos.	Desarrollar un Programa de Mantenimiento de las Instalaciones eléctricas y los pozos a tierra. Programa de Mantenimiento Preventivo de toda la Maquinaria	
Pulverizado de las Submuestras Trituradas	057	Chancadora 6x7" en funcionamiento	Laceraciones y pérdidas de extremidades	2	1	1	4	3	6	3	18	Cercar el espacio alrededor de cada pulverizadora con una cabina, la cual permanecerá cerrada durante el funcionamiento.	Realizar un procedimiento escrito de trabajo seguro y capacitar al personal. Contar con un supervisor de seguridad ocupacional durante el desarrollo de esta actividad.	
	058	Ruido	Hipoacusia, malestar, disconfort	2	1	1	4	2	7	3	21	Cercar el espacio alrededor de cada pulverizadora con una cabina la cual permanecerá cerrada durante el funcionamiento.	Implementar un Programa de Monitoreo Ocupacional.	
	059	Vibraciones	Alteraciones neuromusculares y sensoriales	2	1	2	4	-1	11	3	33	Colocar las pulverizadoras sobre un pavimento aislante de fuerzas que funciona como un amortiguador dinámico.	Implementar un Programa de Monitoreo Ocupacional.	
	060	Material Particulado	Asma ocupacional, alergias, bronquitis, etc.	2	1	1	4	6	3	3	9	Cercar el espacio alrededor de cada pulverizadora con una cabina cerrada.	Implementar un Programa de Monitoreo Ocupacional.	

FUENTE: Elaboración propia

En el Tabla 69 se describen las medidas de control que requieren una explicación técnica.

Tabla 69: Descripción de las medidas de control propuestas en la matriz IPER

Medida de Control de Riesgos
Implementar un programa de ergonomía
<p>Descripción: Se aprobó mediante Resolución Ministerial 375-2008-TR la Norma Básica de Ergonomía y de Procedimiento de Evaluación de Riesgo Disergonómico que permiten establecer controles de riesgo disergonómico mediante un programa de ergonomía integrado al sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo.</p> <p>Las medidas de control estipuladas en este Programa de Ergonomía se califican como controles administrativos, pues se establecen procedimientos, recomendaciones y obligaciones para realizar las siguientes actividades: manipulación manual de cargas, posicionamiento postural en los puestos de trabajo, equipos en los puestos de trabajo de producción, equipos en los puestos de trabajo informáticos, condiciones ambientales de trabajo, organización del trabajo y factores de riesgo disergonómico.</p> <p>Los riesgos disergonómicos son evaluados según metodologías especiales establecidos también en la presente normativa</p>
Implementar un programa de capacitaciones en seguridad y salud ocupacional
<p>Descripción: La ley 29783 Ley de Seguridad y Salud en el trabajo establece en sus artículos 27 y 28 que el empleador en cumplimiento del deber de prevención garantiza que los trabajadores sean capacitados en materia de prevención. Estas capacitaciones deben estar centradas en el puesto de trabajo, en la función que cada trabajador desempeña, en los cambios de equipo cuando estos se produzcan, en las medidas de control de riesgos existentes, etc.</p> <p>La capacitación puede ser impartida por el trabajador o a través de terceros y cada trabajador debe completar mínimo 04 capacitaciones por año de trabajo. En un Programa de Capacitaciones se establece un cronograma anual de capacitaciones con responsable y público objetivo, el cual es aprobado por el comité Paritario de Seguridad y Salud Ocupacional.</p> <p>Este Programa de Capacitaciones al igual que el Programa de Ergonomía es una exigencia legal, sin embargo, mediante esta investigación se puede dar énfasis en que temas se deben tratar y a qué áreas de trabajo darles prioridad.</p>

Continuación...

Implementar un programa de monitoreo ocupacional

Descripción: La ley 29783 Ley de Seguridad y Salud en el trabajo establece en su artículo 33 que es un registro obligatorio del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo el Registro de Monitoreo de Agentes Físicos, Químicos, Biológicos, Psicosociales y Factores de Riesgo Disergonómico.

Este monitoreo ocupacional nos sirve para garantizar que el ambiente de trabajo se encuentra en buenas condiciones para el desarrollo de la actividad y nos permite conocer si el proceso se realiza con una alta eficiencia o si genera residuos en tal concentración que contaminan el medio. Realizar un Monitoreo Ocupacional es una medida de control pues nos permite, una vez identificado un riesgo considerable, elaborar un programa de control de este agente.

Para saber si la concentración de un agente puede generar una afectación al trabajador, se comparan los resultados obtenidos del monitoreo ocupacional con normativa nacional tales como la R.M. 375-2008-TR, Norma básica de ergonomía y de procedimiento de evaluación de riesgos Disergonómicos, el D.S. N° 015-2005-SA, Reglamento sobre los valores límite permisibles para agentes químicos en el ambiente de trabajo. A nivel de normativa internacional, Se usa como referencia el estándar ISO 9612:2009: “Acústica-determinación de la exposición ocupacional a ruido – método de ingeniería” para ruido ocupacional, ISO 7243: “Hot Environments – estimation of the heat stress on working man, base don the WBGT index” para estrés térmico, NIOSH 7301 –Elements by ICP para humos metálicos, etc.

Implementar un programa de mantenimiento preventivo de toda la maquinaria

Descripción: El mantenimiento preventivo busca preservar en buenas condiciones las máquinas y equipos de una organización. Por medio del mantenimiento preventivo se logra la disminución de fallas, que podrían significar un peligro para el personal operador o un retraso en las actividades de la empresa.

La Ley 29783 Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo, en su artículo 69 establece que los empleadores deben disponer lo necesario para que las máquinas y/o equipos no constituyan una fuente de peligro ni pongan en riesgo la seguridad y salud de los trabajadores. Además se debe proporcionar al trabajador la debida información y capacitación al trabajador sobre la instalación adecuada, utilización y mantenimiento preventivo de las maquinarias y equipos.

El Decreto Supremo N° 42 F Reglamento de Seguridad Industrial, el cual busca la prevención de accidentes en todas las ocupaciones de la actividad industrial, establece en su Capítulo I Artículo 1215 que todas las máquinas, instalaciones eléctricas, mecánicas y demás, así como las herramientas y equipos, se conservarán siempre en buenas condiciones de seguridad.

Continuación...

Colocar las chancadoras sobre un pavimento aislante de fuerzas que funciona como un amortiguador dinámico

Descripción: Los riesgos producidos de las vibraciones no tienen ningún tipo de medidas de control, por lo tanto, durante la evaluación de riesgos se obtienen un nivel alto de riesgo, en la Matriz IPER se proponen medidas de control aplicadas a la maquinaria para reducir estos riesgos, lo cual consiste en amortiguadores de vibraciones o masas auxiliares neutralizadoras de vibraciones.

Según describe Aguirre en su tesis para optar el título en ingeniería mecánica titulada “Estudio de las Vibraciones de una Chancadora de Quijada del Laboratorio de Ingeniería de Minas de la PUCP, 2013”, el mejor control de vibraciones producidas por chancadoras es la construcción de un bloque de inercia como cimentación de la chancadora. Este tipo de cimentación consta de un bloque sólido de hormigón cuyo centro está alineado a eje vertical de la maquinaria, generalmente se diseñan como estructuras rígidas, pero una variación de este diseño especial para el control de vibraciones, es colocar un conjunto de resortes entre dos bloques de cimentación y entre la capa de suelo., para limitar la transmisión de cargas dinámicas al cimiento. (Gualdrón, 2013).

Desarrollar un programa de mantenimiento de las instalaciones eléctricas y los pozos a tierra

Descripción: La puesta a tierra es una serie de conexiones eléctricas que terminan en un electrodo el cual tiene contacto directo con el suelo, pues se encuentra enterrado, su objetivo es conseguir que el conjunto de instalaciones, edificios y superficies próximas al terreno no mantengan entre sí una diferencia de potencial y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de falla o la descarga de origen atmosférico. La instalación de la puesta a tierra se realiza siguiendo los lineamientos de la Norma Técnica Peruana NTP 350-055-1999 Seguridad Eléctrica – Sistema de Puesta a Tierra.

Tanto las instalaciones eléctricas como la puesta a tierra están expuestas a las condiciones del medio, inclusive el electrodo de la puesta a tierra es propenso a corrosión, por lo tanto debe establecerse un Programa de Mantenimiento para estos componentes eléctricos. Siendo esta la medida de control del riesgo, debe mantener siempre su capacidad de mitigación del riesgo, en un aspecto más específico, su resistencia de al paso de corriente eléctrica.

El Decreto Supremo N° 42 F Reglamento de Seguridad Industrial, el cual busca la prevención de accidentes en todas las ocupaciones de la actividad industrial, establece en su Capítulo I Artículo 1215 que todas las máquinas, instalaciones eléctricas, mecánicas y demás, así como las herramientas y equipos, se conservarán siempre en buenas condiciones de seguridad.

Este mantenimiento es, además, un requisito indispensable para aprobar una inspección de Defensa Civil según el Decreto Supremo N° 066-2007-PCM – Reglamento de Inspecciones Técnicas de Seguridad en Defensa Civil.

Continuación...

Procedimiento escrito de trabajo seguro
<p>Descripción: También llamado PETS es un documento donde se establecen normas y procedimientos para realizar de manera correcta y segura una actividad, de esta forma evitar la exposición a los riesgos inherentes.</p> <p>El PETS permite eliminar o reducir los actos inseguros por medio de la estandarización u homogeneización de los procedimientos, es decir, si hay un cambio de personal, la actividad se realizará de igual forma siguiendo lo establecido en el PETS. De esta manera, el trabajador sabrá cómo actuar correctamente en las diferentes fases de su tarea, y podrá percibir detalladamente las atenciones especiales que se debe tener en cuenta en momentos u operaciones clave para su seguridad personal, la de sus compañeros y la de las instalaciones.</p> <p>Los responsables de las áreas de trabajo y de los procesos productivos son quienes deben cuidar de la elaboración de los PETS, contando para su elaboración con la opinión y la colaboración de los trabajadores y del área de seguridad y salud ocupacional.</p>
Programa de mantenimiento preventivo de las instalaciones de gas
<p>Descripción: Una herramienta indispensable para prevenir los riesgos generados por instalaciones y equipos es establecer procedimientos con cuales examinar periódicamente las condiciones peligrosas que presenten o puedan presentar dichas instalaciones o equipos, por diseño, funcionamiento o situación dentro del contexto del área de trabajo. Por lo tanto, es necesario que se realice un programa de mantenimiento que asegure las condiciones de seguridad y pueda establecer medidas correctivas para una instalación o equipo.</p> <p>La Ley 29783 Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo, en su artículo 69 establece que los empleadores deben disponer lo necesario para que las máquinas y/o equipos no constituyan una fuente de peligro ni pongan en riesgo la seguridad y salud de los trabajadores. Además se debe proporcionar al trabajador la debida información y capacitación al trabajador sobre la instalación adecuada, utilización y mantenimiento preventivo de las maquinarias y equipos.</p>
Las planchas de calentamiento deben estar dentro de una cabina cerrada conectadas a un extractor
<p>Descripción: Los riesgos producidos por la existencia de vapores ácidos generados de la digestión multiácida a altas temperaturas sobre la plancha eléctrica, se realizan bajo una campana extractora, siendo esta el control de riesgo actual, sin embargo, este control no disminuye el riesgo lo suficiente, por lo que en la matriz IPER se propone un control más sofisticado sobre el medio, recomendando una cámara extractora de vidrio para laboratorio</p>

FUENTE: Elaboración propia

4.2.2.5 Resultados

Como resultado final de la matriz IPER se obtiene el nivel de riesgo residual o aquel riesgo que aún permanece pese a evaluar las medidas de control existentes y las propuestas. Este riesgo residual debe ser no significativo (riesgo bajo o medio) para garantizar que las medidas de control propuestas son las adecuadas.

En el Tabla 70 se observa la sección de la matriz IPER ya desarrollada con la evaluación del riesgo residual, la matriz completa se encuentra en el Anexo 3.

Tabla 70: Resultados de una sección de la matriz IPER

Matriz IPER OHSAS 18001:2007 Modelo A	Riesgo Alto	Rojo
Evaluación Mineralógica De Muestras De Exploración Minera	Riesgo Moderado	Naranja
Etapa: Preparación de Muestras Inorgánicas	Riesgo Bajo	Verde

Proceso: Pulverización de Muestras																								
Actividad	Identificación de Peligro y Riesgo Asociado			Valoración del Riesgo								Medidas de Control Propuestas			Valoración del Riesgo Residual									
	Ítem	Peligro	Riesgos (Posibles Efectos)	Índice de Probabilidad						Índice De Severidad (IS)	Magnitud Del Riesgo Laboral (MRL)	Fuente	Medio	Individuo	Índice de Probabilidad					Índice De Severidad (IS)	Magnitud Del Riesgo Residual Laboral (MRL)			
				Índice De Personas Expuestas (IE)	Índice De Procedimiento De Trabajo Seguro (IPT)	Índice De Capacitación (ICE)	Índice De Frecuencia (IF)	Índice De Control Actual De Riesgo (ICAR)	Índice De Probabilidad (IP)						Índice De Personas Expuestas (IE)	Índice De Procedimiento De Trabajo Seguro (IPT)	Índice De Capacitación (ICE)	Índice De Frecuencia (IF)	Índice De Control Actual De Riesgo (ICAR)			Índice De Probabilidad (IP)		
Disposición de las muestras en las Pulverizadoras	055	Movimiento Repetitivo	Lesión musculo esquelética, tensión muscular	1	4	2	4	2	10	1	10		Desarrollar un Programa de Ergonomía Implementar un Programa de Capacitaciones en Seguridad y Salud Ocupacional				1	4	2	4	3	9	1	9
Conexión y encendido de las Pulverizadoras	056	Electricidad	Contacto eléctrico indirecto	2	1	1	4	6	3	4	12	Verificar que el equipo tiene conexión a tierra. Los cables deben estar contenidos y protegidos.	Desarrollar un Programa de Mantenimiento de las Instalaciones eléctricas y los pozos a tierra. Programa de Mantenimiento Preventivo de toda la Maquinaria				2	1	1	4	7	2	4	8
Pulverizado de las Submuestras Trituradas	057	Chancadora 6x7" en funcionamiento	Laceraciones y pérdidas de extremidades	2	1	1	4	3	6	3	18	Cercar el espacio alrededor de cada pulverizadora con una cabina, la cual permanecerá cerrada durante el funcionamiento.	Realizar un procedimiento escrito de trabajo seguro y capacitar al personal. Contar con un supervisor de seguridad ocupacional durante el desarrollo de esta actividad.				2	1	1	4	7	2	3	6
	058	Ruido	Hipoacusia, malestar, disconfort	2	1	1	4	2	7	3	21	Cercar el espacio alrededor de cada pulverizadora con una cabina la cual permanecerá cerrada durante el funcionamiento.	Implementar un Programa de Monitoreo Ocupacional.				2	1	1	4	7	2	3	6

Continuación...

	059	Vibraciones	Alteraciones neuromusculares y sensoriales	2	1	2	4	-1	11	3	33	Colocar las pulverizadoras sobre un pavimento aislante de fuerzas que funciona como un amortiguador dinámico.	Implementar un Programa de Monitoreo Ocupacional.		2	1	2	4	7	3	3	9
	060	Material Particulado	Irritación ocular y de las vías respiratorias	2	1	1	4	6	3	3	9	Cercar el espacio alrededor de cada pulverizadora con una cabina la cual está conectada al extractor modelo dust box	Implementar un Programa de Monitoreo Ocupacional.		2	1	1	4	7	2	3	6

La matriz completa se encuentra en el Anexo 3

4.2.3 Seleccionar un Método Adecuado para la Evaluación de Riesgos

La RP N° 087-2016-INGEMMET/PCD en sus normas DL-I-001, DL-ME-005 y DL-ME-007 adjuntas en el Anexo 1, establecen los lineamientos para el desarrollo de las actividades del Análisis Mineralógico de Muestras de Exploración Minera, dentro de estos lineamientos además del procedimientos también se muestran aquellos controles obligatorios como el Equipo de Protección Personal (EPP) necesario u otro tipo de control implementado en la fuente o en el medio.

Toda empresa formal que se dedique a esta actividad debe de estar autorizada por INGEMMET, por lo tanto sus actividades deben desarrollarse en función de la RP N° 087-2016-INGEMMET/PCD, incluyendo los procedimientos seguros que esta normativa estipula.

La Matriz de Evaluación de Riesgos más adecuada para el Análisis Mineralógico de Muestras de Exploración Minera es la Matriz IPER Modelo A basada en la OHSAS: 18001; la cual nos permite evaluar el riesgo reduciéndole el índice de control actual de riesgo (ICAR) y otros campos tales como Capacitación del Personal, Procedimiento seguro de trabajo, etc.

Además, la matriz IPER, nos permite proponer medidas de control alternativas o más sofisticadas para la actividad tal que el riesgo pueda ser disminuido aún más hasta niveles no significativos.

4.2.4 Mapa de Riesgo en el Analisis Mineralogico de Muestras de Exploracion Minera

Los mapas de riesgo se realizaron independientemente para cada etapa siguiendo la distribución arquitectónica observada durante las visitas al campo y el tipo y cantidad de maquinaria necesaria para lograr el procesamiento de 68865 kg de muestra por mes (SGS,2015).

Los mapas se encuentran en el Anexo 4.

4.2.5 Programa de Seguridad y Salud Ocupacional

En el Programa de Seguridad y Salud Ocupacional se establecerá un periodo anual de aplicación de los controles de riesgo propuestos en la matriz IPER, implementado cronológicamente según importancia y/o necesidad.

El Programa de Seguridad y Salud Ocupacional se encuentra en el Anexo 5

Según lo observado, el Programa funciona como un cronograma que designa al responsable y el mes de implementación de la medida de control propuesta en la matriz IPER, la fecha de implementación se establece según el nivel del riesgo y el proceso, pues debido a que es un ciclo continuo, debe implementarse medidas secuencialmente siguiendo todos los procesos según el orden establecido en la sección 2.5.5

V. CONCLUSIONES

- La evaluación mineralógica de muestras de exploración minera se divide en 04 etapas: Laboratorio de Preparación de Muestras, Sala de Ensayos al Fuego, Sala de Partición y Laboratorio de Análisis de Concentrados Minerales, en las cuales se identificó 129 peligros.
- La etapa que presenta la mayor cantidad de peligros es la Preparación de Muestras Inorgánicas (PMI) con el 49% de los peligros totales.
- Según la Matriz de Evaluación de Riesgos de 6x6, el 45% de los riesgos evaluados tienen una valoración significativa (riesgos críticos y riesgos altos).
- Según la Matriz IPER Modelo A, el 8% de los riesgos evaluados tienen una valoración significativa (riesgos altos).
- Es necesario establecer medidas de control para reducir el nivel de riesgo de aquellos riesgos significativos evaluados en la Matriz IPER Modelo A.
- La Matriz IPER Modelo A basada en la OHSAS 18001:2007 es la más adecuada para la Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos Ocupacionales en la Evaluación Mineralógica de Muestras de Exploración Minera.
- En los mapas de riesgo se puede observar como aumenta en cantidad las señales de identificación de riesgos ocupacionales en zonas próximas a las maquinarias (chancadoras, pulverizadoras, hornos, planchas) y a los lugares donde se usan insumos reactivos (ácidos, combustible, gas natural).

VI. RECOMENDACIONES

- Debido a la gran cantidad de riesgos inherentes de nivel alto presentes en el análisis mineralógico de muestras de exploración minera, es necesario que en toda empresa que se dedica a esta actividad se establezca un supervisor o un comité de seguridad y salud ocupacional el cual tomará en cuenta estos peligros y se dedicará a implementar las medidas de control obligatorias según normativa y las propuestas en el presente documento.
- Las medidas de control de riesgos obligatorias por normativa son principalmente aplicadas al individuo, es decir, proveer de equipos de protección personal a los trabajadores, sin embargo, según la Organización Mundial de la Salud lo más recomendable es adecuar la fuente en la mayor medida posible por medio de una mejora tecnológica o un cambio de procesos a otros más eficientes.
- Debido a que la presente investigación no se realiza específicamente para una empresa, si no, para una actividad, no se ha detallado en los mapas de riesgos la ubicación de los elementos obligatorios de seguridad tales como extintores, botiquines, luces de emergencia, lavador de ojos; sin embargo, se debe tener presente que estos elementos y su distribución deben considerarse en toda institución y son objeto de fiscalización laboral por lo que deben considerarse en un Plan de Seguridad y Salud Ocupacional.
- Se recomienda que las empresas que se dedican a esta actividad realicen anualmente exámenes ocupacionales a sus trabajadores para monitorear constantemente si se está generando alguna enfermedad ocupacional en algún puesto de trabajo.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Act Labs Perú Quality Analysis. Ensayos al Fuego (Revisado: 30/03/16). Disponible en: <http://www.actlabsperu.com/en/servicios/ensayos.swf>
- AENOR (2007). Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo. OHSAS 18001. Madrid – España.
- Aguirre Zaquinaula, Norman Osvaldo (2013). Tesis para optar el Grado de Magister en Ingeniería Mecánica. Estudio de las Vibraciones de una Chancadora de Quijada, del Laboratorio de Ingeniería de Minas de la PUCP. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima – Perú.
- Brocal Fernández F. (2014). Tesis Doctoral: Metodología para la Identificación de Riesgos Laborales Nuevos y Emergentes en los Procesos Avanzados de Fabricación Industrial. Universidad Nacional de Educación a Distancia. Madrid – España.
- Carrión H. David O. (2009). Tesis para optar el Título de Ingeniero Industrial. Evaluación de los Riesgos Presentes en las Instalaciones de una Planta Productora de Fluidos de Perforación en el Estado de Azoátegui. Universidad de Oriente. Barcelona – España.
- Córtez Díaz, José María (2001). Técnicas de Seguridad, Seguridad e Higiene del Trabajo. Editorial Tebar. Madrid – España.

- Covil, M. Glossary of HSE terms (2009). UK: IAGC (International Association of Geophysical Contractors) - OGP (International Association of Oil & Gas Producers). (Revisado: 25/04/16). Disponible en: <http://www.hse.gov.uk/aboutus/strategiesandplans/managementplan/m-plan-05.htm>
- Cruz Romero, Eduardo Manuel (2010). Tesis para optar el Título de Ingeniero de Minas. Metodología de Planificación para la Identificación de Peligros, Evaluación de Riesgos y Determinación de Controles en Base a la Norma OHSAS 18001:2007. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima – Perú.
- Dante Tarqui Arapa. LMS Consulting. Análisis de Oro por Vía Seca (Revisado: 29/03/16). Disponible en: <http://www.slideshare.net/lmsconsulting/seminario-de-analisis-de-oro-por-va-seca-lms>
- Dirección General de Relaciones Laborales- Gobierno de Cataluña (2006). Manual para la Identificación y Evaluación de Riesgos Laborales. Barcelona – España.
- ESPAÑA. Ley 31/1995 (1995) Prevención de Riesgos Laborales. (BOE, núm. 269, 10.11.1995, pp. 32590 - 32611). (Revisado: 25/04/16). Disponible en: www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1995-24292
- Facultad de Ingeniería Metalúrgica y de Materiales-Universidad Nacional del Centro del Perú UNCP. Determinación Analítica del Oro y Plata. (Revisado: 29/03/16). Disponible en: <http://www.slideshare.net/jekada/determinacin-analtica-del-oro>
- Gomez H. Diego Mauricio (2011). Validación de la Metodología por el Método Estándar 3111^a-Absorción Atómica para el Análisis de Metales Pesados en Muestras de Aguas y Aguas Residuales-Tesis para optar el Grado de Tecnólogo Químico. Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira. Colombia.
- Grupo Especializado en Recursos y Reservas Minerales – GERRM (2015). Exploración de Yacimientos mediante la Perforación de Sondeos- I Jornada sobre Temas de Actualidad en la Minería. Madrid – España.

- INDECOPI (2004). Comité de Reglamentos Técnicos y Comerciales. Norma Técnica Peruana NTP 399.010-1-2004, 2ª Edición. Lima – Perú.
- INGEMMET (2016). RP-087-2016-INGEMMET/PCD -Manual de Procedimiento de la Dirección de Laboratorios del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico. Lima – Perú.
- ISO 17025 – Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayos y Calibración. (Revisado: 26 de julio de 2016). Disponible en: <http://www.gestion-calidad.com/iso-17025.html>
- INGEMMET. Dirección de Laboratorios – Laboratorio de Química Analítica. Descripción de los Procedimientos del Área de Ensayos al Fuego. (Revisado: 30/03/16). Disponible en: http://www.ingemmet.gob.pe/documents/10181/20013/FLUJOTECNICA_DE_ENSAYO_AL_FUEGO.pdf/d090e380-c6fb-41c6-97ed-2bc58b27dadb
- Jorge Vásquez García (2010). Procesamiento de Minerales Auríferos, El control Analítico en el Procesamiento de Minerales. Editorial del Ministerio de Energía y Minas. Colombia.
- Kolluru R. et al (2010). Risk assessment and management handbook for Environmental, Health and Safety Professionals. NewYork. McGraw-Hill.
- Lázaro Trujillo, Lucero Paloma (2007). Prevención de Fatalidades en una Empresa que Fábrica Tapas de Plástico a Través del Análisis de Peligros Operacionales. (Tesis para Optar el Título de Ingeniero Industrial). Lima – Perú.
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente de España – Laboratorio Arbitral Agroalimentario (2012). Análisis de Elementos para Categorías de Ensayo NT-18 Mediante las Técnicas de Espectrometría Atómica o Espectrometría de Masas. España.
- Ministerio de Energía y Minas – MINEM (2010). Guía Ambiental para Actividades de Exploración de Yacimientos Minerales en el Perú. Lima – Perú.

- Ministerio de la Protección Social de la República de Colombia (2011). Guía Técnica para el Análisis de Exposición a Factores de Riesgo Ocupacional. Imprenta Nacional de Colombia.
- Ministerio del Trabajo y Promoción del Empleo MINTRA (2013). Anexo 3 del D.S. 050-2013-TR: Guía Básica sobre el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo. Lima – Perú.
- OHSAS (2010). Departamento de Trabajo de los Estados Unidos. Hoja Informativa de Datos Enfocada en los Programas, Políticas o Normas de OHSAS. EEUU.
- PERUMIN (2013). 31 Convención Minera: Minería, Oportunidad y Desarrollo Sostenible. Arequipa– Perú. del 1 al 20 de setiembre del 2013.
- R. Bock (1979). A Handbook of Descomposition Methods in Analytical Chemistry, New York – EEUU, Wiley Editor.
- Robert E. Herrick (2011). Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo .Capítulo 31: Aspectos Generales y Principios de la Protección Personal. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. Ministerio de Empleo y Seguridad Social. Gobierno de España – Madrid.
- Sociedad Mineralógica de Chile – SONAMI (1999). Manual de Prácticas Ambientales para la Exploración Minera. Santiago de Chile – Chile.
- Sulcek y P. Povondra (1986), Methods of Decomposition in Inorganic Analysis, Boca Ratón. EEUU, CRC Press.
- Universidad Nacional de Trujillo (2012), Manual del Laboratorio de Metalurgia. La Libertad – Perú.

VIII. ANEXOS

	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-001 Versión : 03 Fecha aprob.: 05/05/2016
	PREPARACIÓN MECÁNICA DE MUESTRAS	Página : 1 de 8

1. FINALIDAD

Describir secuencialmente el proceso de preparación mecánica (secado, chancado, pulverizado, homogenizado, etc.) con el objetivo de Lograr la granulometría requerida, respetando los procesos y procedimientos según normas de calidad, de acuerdo a las condiciones y especificaciones que son necesarios para los análisis químicos y de difracción de rayos X.

2. ALCANCE

Aplica desde la recepción y verificación de muestras que pueden ser; rocas, sedimentos, arcillas y muestras mineralizadas, con su respectiva codificación y la documentación para la preparación de dicha muestra, luego son entregados a la Dirección de Laboratorios.

3. DOCUMENTOS A CONSULTAR

- 3.1 Libro: Ingeniería metalúrgica, Autor: I. Quiroz Núñez
- 3.2 Documento Introducción al Muestreo Minero, Autor: Marco Antonio Alfaro Sironvalle
- 3.3 ***Decreto Supremo N°035-2007-EM, Reglamento de Organización y Funciones INGEMMET.***

4. REQUISITOS

No aplica

5. RESPONSABILIDADES

- 5.1 El Responsable de Laboratorio de Preparación de Muestras es el encargado de implementar, mantener y verificar que se cumpla con lo establecido en la presente instrucción.
- 5.2 El técnico especialista del área de preparación mecánica es responsables de conocer, aplicar las normas de calidad y seguridad, son los responsable de la recepción y verificación de las muestras, en coordinación con el encargado del proyecto, conjuntamente con Analista Químico y/o con la Secretaria de la Dirección de Laboratorio para la preparación de dichas muestras.

6. DESARROLLO DEL INSTRUCTIVO

El Técnico Especialista debe colocarse el equipo de protección de personal (EPP) adecuados:



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-001 Versión : 03 Fecha aprob.: 05/05/2016
	PREPARACIÓN MECÁNICA DE MUESTRAS	Página : 2 de 8

- Guarda-polo (mandil)
- Tapones auditivos, Orejeras (anti-ruídos)
- Mascarías (anti-polvos y gases)
- Lentes de protección adecuados
- Botas de seguridad
- Guantes de seguridad.

6.1 Recepción de las muestras

El Técnico Especialista es el encargado de recepcionar la muestra con la solicitud de preparación y el tipo de ensayo químico y/o de difracción de rayos X, que va a realizar, esta es verificada detalladamente para lograr su conformidad, una vez aprobada se procede con la preparación en caso contrario se procederá a registrar un producto no conforme y/o una SAC respectiva, así mismo se mantendrá en custodia hasta corregir dicha observación o de lo contrario será devuelta al cliente.

6.2 Verificación de muestra

El técnico especialista es el encargado de corroborar que las muestras que ingresan a la preparación deben ser representativas y/o tener el peso necesario con el fin de obtener un buen resultado en el análisis químico.

Tipo de muestras geológicas	Peso Aproximado
muestras polimetálicos, arcillas	2 kg
Muestra de sedimentos	5 – 6 Kg

Cuadro N°1: Peso aproximado de las muestras.

6.3 Secado de muestra

El técnico especialista es el encargado realiza el ingreso de muestras en la estufa eléctrica, estas son depositadas en recipientes de bandejas de acero inoxidable o de plástico con el fin de obtener un secado homogéneo.

Si las muestras presentan tamaños mayores a 5" se procede a seccionar las rocas con el uso de combas, picota, etc.

El secado de las muestras se realiza a temperaturas apropiadas según los tipos de análisis o ensayos químicos a realizar.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-001 Versión : 03 Fecha aprob.: 05/05/2016
	PREPARACIÓN MECÁNICA DE MUESTRAS	Página : 3 de 8

Tipo de Muestras	Elementos	Temperatura	Tiempo aproximado
Sedimentos	*Polimetálico	80°C ±5°C	8 hrs
	Hg, As	40°C ±5°C	
Menas	Polimetálicos	105°C ±5°C	12 hrs
Rocas – Ígneas	*Óxidos, trazas (Roca-Total)	80°C ±5°C	4 – 5 hrs
Minerales Salinos	Óxidos, trazas (Roca-Total)	40°C ±5°C	4 hrs
Lodos, Arcillas	Hg, As	40°C ±5°C	12 hrs
	Óxidos, trazas (Roca-Total) Polimetálicos	80°C ±5°C	12 hrs

Cuadro N°2: temperaturas según el tipo de ensayo químico que se va a realizar y el tiempo de secado se establecerá según la característica de muestra física.

*Se establece los elementos en el formato de la Dirección de Laboratorios – Laboratorio de Química (DL-F-212).

6.4 Proceso de Preparación de Muestras

Para realizar el proceso de preparación de Muestras es necesario realizar la limpieza de los equipos en el caso de las chancadoras se utiliza cuarzo aproximadamente de 1kg antes y después de cada muestra, de igual manera se efectúa la limpieza de las herramientas, además de utilizar aire comprimido, paño o franela húmeda.

Es necesario encender el sistema del extractor de polvo para empezar a realizar la preparación de las muestras.

6.4.1 Etapas de Chancado

6.4.1.1 Chancado Primario

Actualmente el Área de Preparación Mecánica de Muestras cuenta con una chancadora de quijada 6x7"aprox.

Este proceso consiste en disminuir el tamaño de la muestra gruesa de 2" hasta obtener una granulometría óptima de 1/2" (85%) pasante.

La muestra es ingresada a la chancadora por la parte superior mediante una bandeja de metal o de plástico, la muestra procesada es recogida en la bandeja de descarga ubicada en la parte inferior de la chancadora.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-001 Versión : 03 Fecha aprob.: 05/05/2016
	PREPARACIÓN MECÁNICA DE MUESTRAS	Página : 4 de 8

6.4.1.2 Chancado Secundario

El chancado secundario es realizado con una chancadora de quijada de 5x6" aprox. Este proceso consiste en reducir la granulometría de la muestra obtenido de la etapa de Chancado Primario de ½" a 2mm (malla -10) **(95%) pasante**, el procedimiento es similar al chancado primario.

La muestra obtenida deberá pasar por un tamiz de malla 10, al 95%, debido a que es recomendable trabajar en dicha granulometría, de esta manera el cuarteado es homogéneo y de esta manera también tenemos menos desgaste con los moteros u **ollas de anillos** para obtener buenos resultados en los posteriores procesos.

6.4.2 Homogenización y Cuarteo

Este procedimiento permite reducir la cantidad de muestra a la mitad en repetidas veces para lograr obtener una muestra que represente el total de muestra, Por ejemplo:

Si tenemos una muestra al 100% de malla -10 y contiene 2 kg, luego de este proceso tendremos 1 kg. de muestra, en nuestro caso es una porción de 250 gr aproximadamente.

Esto se puede realizar de dos maneras; el cuarteo manual y el cuarteo mecánico el cual nos proporcionara la cantidad de muestra que se requiere en el ensayo químico y difracción de rayos X.

6.4.2.1 Divisor de rifle:

Tiene un número par de ductos igual a 12 que es para muestras a malla - 10, los cuales descargan paralelamente, el ancho de cada ducto será aproximadamente 50 % mayor a la partícula más grande de la muestra que se va a cuartear

El divisor tiene 2 recipientes, colocados uno a cada lado, para recibir las muestras que pasan a través de él.

El divisor de rifle debe tener un ancho igual o menor que el ancho total del conjunto de ductos, por lo tanto la muestra caerá a los recipientes de manera sin restricciones o pérdidas de material.

Es importante que se deba realizar el cuartear y homogeneizar las muestras sin importar su cantidad inicial.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-001 Versión : 03 Fecha aprob.: 05/05/2016
	PREPARACIÓN MECÁNICA DE MUESTRAS	Página : 5 de 8

6.5 Pulverizado

Este proceso consiste en reducir la granulometría hasta llegar a un tamaño de partícula requerida según el solicitante, esto va depender del estudio correspondiente, especificado en la solicitud de preparación (Formato DL-F-216).

Los equipos pulverizadores cuentan con ollas o morteros donde ocurre la reducción del tamaño de la muestra, principalmente por compresión a elevadas revoluciones (RPM).

El Área de Preparación Mecánica tiene diferentes tipos de morteros, para evitar la contaminación por elementos específicos que poseen dichas ollas.

Los mismos deben de ser limpiados antes y después de cada proceso con cuarzo en un tiempo de 1 min en el pulverizador, luego se lava con agua y aire comprimido para obtener resultados óptimos.

- Molino de discos vibratorios RS 200

Utiliza ollas de acero templado, zirconio, carburo de tungsteno, manganeso, y ágata

- Pulverizador de anillos

Utiliza ollas de acero templado, carburo de tungsteno, níquel - cromo -cobalto.

Tipo de olla o mortero	Equipo	Velocidad RPM	Dureza Aprox.	Composición %
Ágata	RM 200	100	6.5 – 7 Mohs	SiO ₂ 99.9, Al ₂ O ₃ (0,02), CaO (0,01), Fe ₂ O ₃ (0,01), K ₂ O (0,01), Na ₂ O (0,02), MgO (0,01), MnO (0,01)
Carburo de Tungsteno	RS 200	700 - 1400	1180 – 1280 HV 30	WC 94, Co 6
Acero Templado	RS 200	700 - 1400	62 – 63 HRC	Fe (85,34), Cr (12), C (2.2), Mn (0,45), Si (0,4), P (0,03), S (0,03)
Oxido de Zirconio	RS 200	700 - 1400	1250 HV 0.5	ZrO ₂ (94,5), Y ₂ O ₃ (5,2), SiO ₂ / MgO / CaO / Fe ₂ O ₃ / Na ₂ O / K ₂ O (<0,3)



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-001 Versión : 03 Fecha aprob.: 05/05/2016
	PREPARACIÓN MECÁNICA DE MUESTRAS	Página : 6 de 8

Ágata	RS 200	0 - 700	6.5 – 7 Mohs	SiO ₂ 99.9, Al ₂ O ₃ (0,02), CaO (0,01), Fe ₂ O ₃ (0,01), K ₂ O (0,01), Na ₂ O (0,02), MgO (0,01), MnO (0,01)
-------	--------	---------	-----------------	--

Nota: Todos los equipos de preparación mecánica de muestras son limpiados con cuarzo, agua y aire comprimido

6.5.1 Proceso de Pulverización para análisis químico

El proceso de pulverizado para análisis químico utiliza un pulverizador de anillos con el objetivo de llevar la muestra a un tamaño de partícula inferior a 106µm (malla -140).

Para elegir la olla u mortero adecuado es necesario conocer el tipo de ensayo químico que se va a realizar.

La muestra que ingresa al mortero debe tener un peso aprox. de 50 – 80 gr por pulverizado en un tiempo de 2 min este proceso se realiza de dos a tres veces hasta obtener el peso requerido.

6.5.2 Proceso de Pulverización para Análisis de Difracción de Rayos X

Para realizar este proceso el área de preparación mecánica cuenta con un molino de discos vibratorios, este nos ayuda a obtener muestras de partículas inferiores a 38µm (malla -400).

Para este proceso se necesita 10 gr de muestras porque son realizadas en morteros de ágata

6.5.3 Tamizado

Este proceso se realiza cada 10 muestras para corroborar que la muestra tiene la granulometría requerirá para el análisis correspondiente

- Para el análisis químico (malla -140), 95% pasante.
- Para el análisis de difracción de rayos x (malla -400) 95% pasante.
- Los sedimentos son tamizados a malla -80, y enviados para su ensayo al Laboratorio.

6.5.4 Control Granulométrico

- El control de mallas se realizara cada 25 muestras y/o menores a 25 se controlara 1 muestra.
- Los resultados de los controles de calidad son registrado en el formato de chancado y pulverizado de muestras.

6.5.5 Control de Blancos

- El control de blancos deberá realizarse una vez al mes y enviados al Laboratorio de Química para su ensayo respectivo.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-001 Versión : 03 Fecha aprob.: 05/05/2016
	PREPARACIÓN MECÁNICA DE MUESTRAS	Página : 7 de 8

6.6 Embolsado y codificado de la Muestra

Las muestras ya pulverizadas son embolsadas con sus respectivos códigos

Este contiene:

- El numero correlativo.
- El número de la solicitud y la Dirección a la cual pertenece.
- El código de muestra.

Se procede a transferir las muestras a sus respectivos procesos.

6.7 Entrega de Muestras

Las muestras son entregadas con una copia de la solicitud a las áreas correspondientes, las mismas son recibidas por la persona en quien este delegada esta función, ellos son encargado de verificar y llenar el formato con la información pertinente, donde conste sus datos personales, fecha de recepción y una vez este conforme firmen dicho formato:

Laboratorio de Química (Formato DL-F-212)

Laboratorio de Rayos X (Formato DL-F-161)

La muestra de rechazo o (contra muestra) es custodiada por 30 días después de la entrega de resultados de los Laboratorios de Química y Rayos X. luego de este tiempo estas muestras son devueltas al cliente.

7 DIAGRAMACION

No Aplica

8 INSTRUCCIONES

No aplica

9 DURACIÓN

No aplica

10 Registros

10.1 Registro en Excel (escritorio PC13-020)

10.2 Base de datos

10.3 Ordenes de trabajo

10.4 Referencia - Oficina de administración área de ventas

10.5 Solicitudes de análisis



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-001 Versión : 03 Fecha aprob.: 05/05/2016
	PREPARACIÓN MECÁNICA DE MUESTRAS	Página : 8 de 8

- 10.6 Formato laboratorio de Química DL-F-212
- 10.7 Formato laboratorio de rayos X DL-F-161
- 10.8 Formato preparación de muestras DL-F-216
- 10.9 Formato control de calidad DL-F-236
- 10.10 Cuaderno de registros

11 GLOSARIO DE TERMINOS

- 11.1 **CHANCADO:** Proceso de trituración por impacto, compresión, fricción de las muestras mediante el uso chancadoras principalmente.
- 11.2 **CONMINUCIÓN SECA:** Procesos de reducción del mineral, es un término general utilizado para indicar la reducción de tamaño de un material y que puede ser aplicado sin importar el mecanismo de fractura involucrado. Este término incluye las etapas de chancado primario, secundario y terciario dadas las características del mineral.
- 11.3 **GRANULOMETRÍA:** Representa la distribución de los tamaños que posee el agregado mediante el tamizado según especificaciones técnicas.
- 11.4 **MALLA:** Abertura cuadrada de un tamiz según norma ASTM en los tamices de la serie U.S.A.
- 11.5 **TAMIZADO.-** Operación que consiste en separar por tamaño las partículas de un agregado, mediante tamices.
- 11.6 **CUARTEO.-** Procedimiento empleado para reducir el tamaño original de una muestra de suelo o agregado pétreo, cuyo objetivo es obtener una muestra representativa del material y de un tamaño acorde a los requerimientos del ensaye a realizar.
- 11.7 **MUESTRA DE LABORATORIO.-** Cantidad mínima de material necesario para realizar los ensayos de laboratorio requeridos.
- 11.8 **SEDIMENTACIÓN.-** Formación de sedimentos a partir de partículas suspendidas en el agua.
- 11.9 **DIVISOR:** reducción de partículas en cantidades homogéneas
- 11.10 **SEDIMENTACIÓN.-** Formación de sedimentos a partir de partículas suspendidas en el agua.
- 12 **ANEXOS.**
No aplica.

Aprobado por :	Edwin Loaiza Choque DIRECTOR DE LABORATORIOS
----------------	---



	MÉTODO DE ENSAYO	Código : DL-ME-005 Versión : 02 Fecha aprob. : 08/06/2016
	ANÁLISIS DE ELEMENTOS MAYORES EN MUESTRAS DE ROCAS Y MINERALES POR ICP-OES	Página : 1 de 6

1. OBJETIVO

Determinar cuantitativamente por el método de Espectrometría de emisión Óptica usando una fuente de plasma acoplada inductivamente (ICP-OES), elementos mayores (ppm, %) de Silicio, Aluminio, Titanio, Hierro, Manganeso, Calcio, Magnesio, Sodio, Potasio y Fósforo en muestras de rocas después de una disolución total multi-ácida en vaso de teflón herméticamente cerrado.

2. PRINCIPIO DEL METODO Y ALCANCE

El ICP-*OES* necesita que las muestras a analizar estén en solución. El nebulizador transforma la solución en Aerosol. La luz emitida por los átomos de algún elemento en el ICP deben ser convertidos a señales eléctricas las cuales pueden ser medidas cuantitativamente. La intensidad de la señal del electrón es comparada con intensidades de una concentración conocida.

Es un método basado en la medición de la intensidad emitida de las muestras de rocas, previamente puestas en disolución multi-ácida (HCl, HNO₃, HF, HClO₄) en un vaso de teflón herméticamente cerrado y de acuerdo a la presencia o ausencia de los elementos emite una señal, la cual es registrada en el software Expert II de Varian 735 ES de donde se obtiene el resultado final. La determinación analítica multi elemental es por los elementos mayores: Silicio, Aluminio, Titanio, Hierro, Manganeso, Calcio, Magnesio, Sodio, Potasio y Fósforo. El equipo utilizado es el Espectrómetro ICP-OES Varian 735 ES- Radial.

3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- 3.1 DL-I-019 Operatividad del Espectrómetro de Emisión óptica VARIAN 735-ES.
- 3.2 DL-I-018 Funcionamiento y Operación de la plancha de calentamiento Thermoline

4. RESPONSABILIDADES

- 4.1. El Especialista encargado de la disolución de muestras y pesaje y/o Técnico de Laboratorio, son los encargados de realizar el rotulado, registro, pesaje, digestión ácida de las muestras.
- 4.2. El Especialista I/II en Química Analítica, asiste en el análisis multi elemental por ICP-OES, preparando las soluciones estándar de calibración del instrumento, las soluciones muestras, materiales de referencia certificados, muestras de desarrollo de la curva de calibración instrumental y eliminación de interferencias en la programación para la determinación analítica.
- 4.3. El Especialista III en Química Analítica Instrumental, es el encargado de realizar la determinación analítica multi elemental de los elementos: Silicio, Aluminio, Titanio, Hierro, Manganeso, Calcio, Magnesio, Sodio, Potasio y Fósforo. El equipo utilizado es el espectrómetro ICP-OES Varian 735 ES- Radial.



	MÉTODO DE ENSAYO	Código : DL-ME-005 Versión : 02 Fecha aprob. : 08/06/2016
	ANÁLISIS DE ELEMENTOS MAYORES EN MUESTRAS DE ROCAS Y MINERALES POR ICP-OES	Página : 2 de 6

4.4. El Responsable del Laboratorio Químico, recibe la documentación y las muestras que serán analizadas de la Dirección de Laboratorios, distribuye las muestras y coordina con el profesional y/o técnico para la realización de su codificación, registro, pesaje y digestión ácida, coordinando a su vez con el Especialista III en Química analítica del ICP-OES el control de calidad de los análisis. Coordina con el especialista la selección de los materiales de referencia y controles analíticos para el aseguramiento de la calidad de los resultados que se emite del laboratorio. Verifica la calidad de los resultados emitidos por el Especialista III en Química analítica del ICP-OES y emite los reportes técnicos.

5. Reactivos y Precauciones de Seguridad

Se usarán reactivos de reconocido grado analítico y agua purificada.

5.1 Ácido Clorhídrico concentrado, ACS, ISO. HCl 37% de concentración.

(Nota: Corrosivo, usar guantes y gafas, usar solo bajo campana de extracción)

5.2 Ácido Nítrico concentrado ACS, ISO. HNO₃ 65% de concentración.

(Nota: Corrosivo, usar guantes y gafas, usar solo bajo campana de extracción)

5.3 Ácido Perclórico concentrado ACS, ISO. HClO₄ 70% de concentración.

(Nota: Corrosivo, usar guantes y gafas, usar solo bajo campana de extracción)

5.4 Ácido Fluorhídrico concentrado ACS, ISO. HF 48 % de concentración.

(Nota: Corrosivo, usar guantes y gafas, usar solo bajo en campana de extracción)

5.5 Ácido Clorhídrico al 20% (v/v).

(Nota: Corrosivo, usar guantes y gafas, usar solo bajo en campana de extracción)

Los especialistas durante el desarrollo de los métodos deberán hacer uso obligatorio de los Equipos de Protección personal (EPP) guantes, mascarillas, respiradores y protectores auditivos, observando especial cuidado en la manipulación de ácidos concentrados.

Soluciones estándares para efectuar la curva de calibración

Preparar los estándares de calibración en el rango lineal recomendado de la siguiente manera:

STD 1 Elementos Mayoritarios

Elemento	Std Madre(ppm)	Alícuota(ml)	Volumen (ml)	Concentración(ppm)
Al	1000	5	250	20
Ti	1000	5	250	20
Fe	100	12.5	250	5
Mn	100	12.5	250	0.5
Ca	1000	5	250	20



 INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO	MÉTODO DE ENSAYO	Código : DL-ME-005 Versión : 02 Fecha aprob. : 08/06/2016
	ANÁLISIS DE ELEMENTOS MAYORES EN MUESTRAS DE ROCAS Y MINERALES POR ICP-OES	Página : 3 de 6

Mg	1000	5	250	20
Na	1000	5	250	20
K	1000	5	250	20
P	100	2.5	250	1

STD 2 Elementos Mayoritarios

Elemento	Std Madre(ppm)	Alícuota(ml)	Volumen (ml)	Concentración(ppm)
Al	1000	10	250	40
Ti	1000	10	250	40
Fe	1000	2.5	250	10
Mn	1000	10	250	1
Ca	1000	10	250	40
Mg	1000	10	250	40
Na	1000	10	250	40
K	1000	10	250	40
P	1000	1.25	250	2

STD 3 Elementos Mayoritarios

Elemento	Std Madre(ppm)	Alícuota(ml)	Volumen (ml)	Concentración(ppm)
Al	1000	25	250	100
Ti	1000	25	250	100
Fe	1000	12.5	250	50
Mn	1000	6.25	250	2
Ca	1000	25	250	100
Mg	1000	25	250	100
Na	1000	25	250	100
K	1000	25	250	100
P	1000	2.5	250	5

STD Si

Elemento	Std Madre(ppm)	Alícuota(ml)	Volumen (ml)	Concentración(ppm)
Si	1000	2	100	20
Si	1000	5	100	50
Si	1000	10	100	100



	MÉTODO DE ENSAYO	Código : DL-ME-005 Versión : 02 Fecha aprob. : 08/06/2016
	ANÁLISIS DE ELEMENTOS MAYORES EN MUESTRAS DE ROCAS Y MINERALES POR ICP-OES	Página : 4 de 6

Parámetros Analíticos para análisis por Espectrometría de Emisión Óptica por Plasma Acoplado Inductivamente.

Elemento	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	MnO	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅
Unidades	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
LDM %	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01

6. Materiales y Equipos:

- 6.1 Espectrómetro de Emisión Óptica acoplado a un plasma inductivamente acoplado marca Varian modelo 325-ES.
- 6.2 Balanza analítica Sartorius con precisión de 0.1 mg.
- 6.3 Planchas de calentamiento y digestor a presión.

7. Descripción del Método

- 7.1 Preparar junto con las muestras, 2 blancos, 2 muestras certificadas, leyes alta e intermedia, 2 muestras de control internas.
- 7.2 Pesar 0.2 g de muestra de roca en vaso de teflón con tapa hermética. Dependiendo del número de muestras pesar cada 10 muestras un duplicado.
- 7.3 Adicionar 3 ml de HCl y 1 ml de HNO₃ y se lleva a la plancha de calentamiento a sequedad. Enfriar un poco.
- 7.4 Adicionar 0.5 ml de HCl y 0.5 ml de HNO₃ y llevar a la plancha para eliminar los gases nitrosos. Enfriar.
- 7.5 Adicionar 3 ml de HF. Cerrar inmediatamente los vasos y colocar en el digestor a presión, el cual va sobre una plancha a temperatura de 110° C durante 2 horas.
- 7.6 Apagar la plancha y enfriar por lo menos 4 horas (o dejar enfriar hasta el día siguiente).
- 7.7 Transvasar la muestra a una fiola de polipropileno de 250 ml. utilizando para el lavado 25 ml ácido clorhídrico concentrado.
- 7.8 Adicionar 25 ml de H₃BO₃, al 5% caliente, homogenizar y enraizar con agua ultra pura.
- 7.9 Dejar enfriar y trasvasar a tubos de polipropileno para posterior lectura por ICP-OES.

Condiciones Instrumentales:

Condiciones de Operatividad (ICP-OES)

Condiciones	Unidades	
Potencia	KW	1.10
Flujo de Plasma	L/min	15.0
Flujo Auxiliar	L/min	1.5
Flujo Nebulizador	L/min	0.75
Altura Visión	mm	11.0
Tiempo Lectura réplica	s	5.0
Retraso de estabilización Instrumento	s	15.0



	MÉTODO DE ENSAYO	Código : DL-ME-005 Versión : 02 Fecha aprob. : 08/06/2016
	ANÁLISIS DE ELEMENTOS MAYORES EN MUESTRAS DE ROCAS Y MINERALES POR ICP-OES	Página : 5 de 6

PARAMETROS DE INTRODUCCIÓN DE MUESTRA	Unidades	
Retraso toma de muestra	s	30.0
Velocidad de la Bomba	rpm	15.0
Tiempo de Lavado	s	10.0
Bombeo rápido (Lavado y retraso de toma de muestra)	OK	
PARÁMETROS GENERALES		
Réplicas		3

8. Aseguramiento de la Calidad de Resultados

Las muestras son analizadas por duplicado cada 10 muestras y se procede a analizar un blanco de proceso y Material de Referencia Certificado – MCR.

Este procedimiento finaliza cuando el registro automático es evaluado por la Especialista en química analítica instrumental para la verificación y reporte de resultados por el responsable del Laboratorio.

9. Cálculo de resultados

Los cálculos de resultados se efectúan mediante las formulas, tanto en ppm como en %

$$\text{ppm} = \frac{\text{Volumen (ml)} \cdot \text{Lectura (mg L)} \cdot \text{Factor de dilución}}{\text{Peso de la muestra (g)}}$$

$$\% = \frac{\text{Volumen (ml)} \cdot \text{Lectura (mg L)} \cdot \text{Factor de dilución}}{\text{Peso de la muestra (g)} \cdot 10000}$$

10 Registros.

10.1 Base de datos del Espectrómetro Varian.

10.2 Registro automático del Espectrómetro Varian para métodos cuantitativos del software Expert II.

10.3 DL-F-227 Informe de Ensayo Roca Total (18 elementos)

10.4 *DL- F-228 Informe de Ensayo Roca Total Digestión Multiácida.*

10.5 Registro en el Disco: W.



	MÉTODO DE ENSAYO	Código : DL-ME-007 Versión : 01 Fecha aprob. : 14/10/2015
	ANÁLISIS DE ORO POR ENSAYO AL FUEGO POR AAS-FLAMA	Página : 1 de 6

1. Objetivo

Describir el Método de Ensayo al Fuego para determinar cuantitativamente el contenido de oro en muestras geológicas (rocas, sedimentos) y en muestras minerales por el método de Espectrofotometría de Absorción Atómica.

2. Principio del Método y Alcance

El **método** permite obtener el oro por la fusión oxidante y/o reductora de una muestra en presencia de una mezcla de reactivos fundentes adecuados y un colector, óxido de plomo. Al fundirse la muestra mineral, el oro y plata son colectados por el plomo que se reduce a plomo metálico y la ganga es disuelta como escoria, separándose ambas por densidad.

El botón de plomo es copelado para liberar la aleación oro-plata bajo la forma de una perla metálica. El contenido de oro es determinado por Espectrofotometría de Absorción Atómica y el resultado expresado en g/t (partes por millón).

Para muestras en concentraciones mayores a 10 ppm, se aplica el método gravimétrico.

3. Documentos de Referencia

- 3.1 Curso de Especialización en las Técnicas de Análisis por Vía Seca de los Elementos de Oro y Plata. SEIT S.E.R.L. Noviembre 1993.
- 3.2 Manual Espectrofotómetro Thermo AA iCE3300.

4. Responsabilidades

- 4.1 El Analista, es el encargado de realizar la actividad del método de Ensayo al Fuego desde la pesada hasta la entrega de la muestra disuelta y preparada para su lectura por absorción atómica en el Formato DL-F- 208.
- 4.2 El Especialista, es el autorizado de realizar la lectura del elemento en el espectrofotómetro de absorción atómica para concentraciones de oro menores a 10 ppm mediante el Formato DL-F- 208.
- 4.3 El Responsable del Laboratorio, verifica el aseguramiento de calidad efectuado mediante los datos de la exactitud y precisión de los análisis, análisis de blancos de reactivos, blanco de preparación de muestras, muestras duplicadas, materiales de referencia certificados y emite el informe de ensayo final. Los resultados de ensayo son reportados una vez que se han aprobado los procedimientos de QA/QC.
- 4.4 El Director de Laboratorio, aprueba los resultados y los entrega a la Dirección de Línea que solicitó el análisis o en el caso de un cliente privado entrega los resultados a ventas.

5. Reactivos y Precauciones de Seguridad

- **Ácido Nítrico 65% Suprapur (guantes, gafas, mascarilla, mandil)**



	MÉTODO DE ENSAYO	Código : DL-ME-007 Versión : 01 Fecha aprob. : 14/10/2015
	ANÁLISIS DE ORO POR ENSAYO AL FUEGO POR AAS-FLAMA	Página : 2 de 6

- **Ácido Clorhídrico 30%, Suprapur (guantes, gafas, mascarilla, mandil)**
- **Nitrato de Plata 99.8 %QP(guantes de goma, gafas, mandil)**
- **Agua ultra pura (guantes, mandil)**
- **Nitrato de Potasio 99.0% ISO(guantes de goma, gafas, mandil)**
- **Plomo Granulado QP(guantes de goma, mandil)**
- **Litargirio (PbO) 99.0-100.5 % Extra Pure (guantes de goma, gafas, mascarilla, mandil)**
- **Carbonato de Sodio 99.99% (guantes, mandil)**
- **Bórax QP (guantes, gafas, mandil)**
- **Sílice QP (guantes, mandil)**
- **Harina (guantes, mandil)**
- **Solución Estándar de Oro de 1000 mg /l.**

Es de uso obligatorio los EPP (Equipos de Protección Personal) en la manipulación de reactivos y materiales durante el proceso del análisis de oro por ensayo al fuego y por AAS (Espectrofotometría de absorción atómica)

5.1 Mezcla fundente: para una cantidad de **55** muestras, **para muestras oxidadas o sulfuradas***

- | | | |
|----------------------|---|-----------|
| - Litargirio | : | 3.5625 Kg |
| - Carbonato de sodio | : | 2,8125 Kg |
| - Bórax | : | 1,1250 Kg |
| - Sílice | : | 0,3750 Kg |
| - Harina | : | 0,3750 Kg |

(*) Previamente se calcina la muestra a 600°C ± 50, aproximadamente por 1 hora.

5.2 Solución de HNO₃ al 15 %: (v/v).

Diluir 150ml de HNO₃ concentrado a un volumen de 1 litro de agua **ultrapura**.

5.3 Preparación de estándares

Solución Stock de Oro de 100 ppm:

Se toman 10 ml de la solución estándar de Oro de 1000 mg/l y se lleva a un volumen de 100 ml. Se enrasa con **agua ultra pura**.

A partir de Solución Stock de Oro de 100 ppm se preparan **los siguientes** estándares de la curva de calibración: **0.125ppm, 0.25ppm, 0.5ppm, 1.0ppm y 2.5ppm**.

A cada estándar se adiciona 10 ml de agua regia y se enrasa con agua ultra pura en un volumen de 100 ml.



	MÉTODO DE ENSAYO	Código : DL-ME-007 Versión : 01 Fecha aprob. : 14/10/2015
	ANÁLISIS DE ORO POR ENSAYO AL FUEGO POR AAS-FLAMA	Página : 3 de 6

5.4 Preparación de solución de agua regia:

HCl + HNO₃ (3:1)

5.5 Preparación de solución de HCl 10%

Adicionar 100 ml de HCl y llevar a 1 litro y enrasar a cada estándar.

5.6 Preparación de solución de AgNO₃ (Sal) 12%

Pesar 12g nitrato de plata y disolver en 100 ml de HNO₃.

5.7 Materiales y Equipos

- Lingoteras.
- **Crisoles refractarios.**
- **Copelas refractarias.**
- Crisol de porcelana.
- Mechero.
- Tubos de polipropileno de 14 ml, volumétricos.
- **Fiolas de vidrio de 25 ml, 50 ml y 100 ml, graduadas.**
- Pinzas, espátulas.
- Pipetas volumétricas.
- Guantes revestidos de aluminio.
- Protector facial.
- Protector de oídos.
- Máscara facial para gases y polvo.
- Pinceles, brochas.
- Cucharones, franela, recipientes y luna de reloj.
- Equipo: Espectrofotómetro de Absorción Atómica Thermo Scientific ICE 3000.
- Balanza analítica, Sartorius BP-211D, sensibilidad 0.01 mg (hasta 80 g); sensibilidad 0.1 mg (hasta 210 g).
- **Balanza Electrónica Digital OHAUS, d=0.001 g (hasta 410 g).**
- **Horno de Fundición marca HINSA.**
- **Termocupla tipo K.**

7. Descripción del Método

7.1 Recepción

En el formato DL-F-212 que se recibe con las muestras se le asigna un código interno.

En el formato DL-F-208 transcribir el código interno del Laboratorio del formato DL-F-212.

7.2 Pesado:

Pesar 50 gr de la muestra en una luna de reloj previamente tarada.



	MÉTODO DE ENSAYO	Código : DL-ME-007
	ANÁLISIS DE ORO POR ENSAYO AL FUEGO POR AAS-FLAMA	Versión : 01 Fecha aprob. : 14/10/2015
		Página : 4 de 6

7.3 Acondicionamiento de Crisoles y Calcinación de Muestras Sulfuradas

Limpiar y codificar los crisoles refractarios, según el formato DL-F- 208.

Adicionar al crisol, la muestra, Adicionar 150 gr. de la mezcla fundente y homogenizar, luego adicionar 4 - 5 gotas de $AgNO_3$ al 12% para muestras geoquímicas, y de 10 a 15 gotas para muestras mineralizadas, y una capa de 15-20g. de bórax para cubrir la mezcla.

Cuando las muestras presentan una coloración oscura es probable que sean sulfuradas por lo que se procede a calcinar a una temperatura de $600\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 50\text{ }^{\circ}\text{C}$. Aproximadamente 1 hora.

7.4 Fundición:

Colocar los crisoles con la carga al horno por 1 - 1.5 horas a $1000^{\circ}\text{C} \pm 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ para realizar la escorificación.

Retirar el crisol del horno y vaciar el fundido en las lingoteras (limpias) hasta que enfríe, y se procede a quitar la escoria, del régulo de plomo (aleación Au-Ag-Pb-Cu-etc.), al régulo de plomo se le da la forma cúbica, martillando sobre un yunque. En el caso de no observar homogeneidad (dispersión de Pb), se añade Nitrato de Potasio y/o harina de 2.0- 5 gr y Pb granulado (muestras concentradas de cobre) y repetir el proceso de fundición.

7.5 Copelación:

Precalear las copelas en el horno por 30 minutos a una temperatura de $900^{\circ}\text{C} \pm 50^{\circ}\text{C}$, luego se procede a cargar las muestras (regulo de plomo), luego dejar la puerta del horno cerrada por 20 a 30 minutos, observar que el plomo este líquido.

Continuar el proceso de copelación a $900^{\circ}\text{C} \pm 50\text{ }^{\circ}\text{C}$, con la puerta del horno semi abierta para permitir el ingreso de corrientes de aire y facilitar el proceso de oxidación del plomo.

La copelación puede durar entre 45 a 60 minutos aproximadamente, dependiendo del tamaño del regulo de plomo. Al finalizar este proceso se obtendrá un botón de Au - Ag.

Retirar las copelas del horno conteniendo el botón de Au - Ag de acuerdo al orden y ubicación de los crisoles.

7.6 Partición:

Retirar el botón de Au - Ag de la copela para limpiarlo, laminarlo utilizando un papel blanco y colocarlo en un crisol de porcelana, previamente codificado de acuerdo al formato.

Adicionar 2/3 del volumen del crisol con una solución de HNO_3 al 15 %.

Colocar el crisol en una plancha de calentamiento a una temperatura de $60-70^{\circ}\text{C}$ para disolver la plata, apareciendo las primeras partículas de oro.

Lavar las partículas de oro con agua ultrapura.

Secar y calcinar en el mechero hasta que las partículas tomen el color natural del oro.



	MÉTODO DE ENSAYO	Código : DL-ME-007 Versión : 01 Fecha aprob. : 14/10/2015
	ANÁLISIS DE ORO POR ENSAYO AL FUEGO POR AAS-FLAMA	Página : 5 de 6

7.7 Determinación Analítica:

Para rangos menores de 10 ppm, determinar por absorción atómica:

Disolver la partícula de oro con solución de agua regia a un volumen del 4 % del volumen final, contenida en crisol de porcelana y colocarlo en una plancha de calentamiento a la temperatura de 100-110°C.

Llevar la solución de oro a volumen final de 5 ml. en tubos de 14 ml, volumétricos.

Luego realizar la lectura de oro por Espectrofotometría de Absorción Atómica.

Para las soluciones que su absorbancia superen la curva de calibración serán diluidas hasta que su absorbancia se encuentre dentro del rango analítico de la curva de calibración.

8. Aseguramiento de la Calidad de Resultados

Se determina el aseguramiento de la calidad de resultados en el laboratorio, mediante el uso de un blanco de reactivos, muestras duplicadas cada 9 muestras, 3 materiales de referencia certificado (de concentración bajo, medio y alto).

Los valores aceptables de la curva de calibración en el tipo de Curva Segmentada deben ser +/- 5 % de error.

Para lotes de muestras menores a 9, se procederá haciendo uso de los mismos controles.

9. Cálculo de Resultados

Ingresando los datos a la siguiente fórmula, el cálculo lo efectúa el aplicativo del software del equipo.

$$\text{Elemento ppm (ug/g)} = \frac{\text{Lectura (ug/ml) en la muestra solución} \times \text{Vf (ml)} \times \text{Fd}}{\text{Peso muestra (g)}}$$

Donde:

Vf = Primer volumen de la fiola en que se lleva la muestra, en ml.

Fd = Factor de Dilución.

10. Registros

10.1 DL-F-212 SOLICITUD PARA ANALISIS GEOQUIMICO"

10.2 DL-F-208 CONTROL INTERNO DE ANÁLISIS DE MUESTRAS DETERMINACIÓN DE ORO FIRE ASSAY".

10.3 DL-F-203 ANÁLISIS DE ORO POR ENSAYO AL FUEGO.



Anexo 2: Matriz de Evaluación de Riesgos de 6x6

Matriz De Evaluación 6x6 – MINTRA					Riesgo Crítico		Rojo	
					Riesgo Alto		Naranja	
Evaluación Mineralógica de Muestras de Exploración Minera					Riesgo Medio		Amarillo	
Etapa: Preparación de Muestras Inorgánicas					Riesgo Bajo		Verde	
Proceso: Generación De Ordenes								
Actividad	Ítem	Peligro	Descripción	Riesgos (Posibles Efectos)	Nivel de Riesgo Puro			Medidas de Control Existentes
					S	P	R	
Recepción de los Testigos de Exploración	001	Ingreso parcial de transporte pesado para descargue	El camión que transporta los testigos ingresa parcialmente en retroceso a la zona de recepción para el descargue.	Impacto con el camión en retroceso	5	3	15	Medio: Alarma de transporte pesado en retroceso. Medio: Señalización de no transitar en el área de ingreso del camión
	002	Trabajo prolongado de pie con flexión	El descargue de los testigos de exploración es manual y realizado por obreros.	Dolores lumbares, cansancio	1	5	5	Individuo: Uso de faja anatómica
	003	Carga de material pesado	Los testigos de exploración son colocados manualmente encima del montacargas.	Lesión musculo esquelética	2	5	10	Individuo: Uso de faja anatómica
Transporte de los Testigos de Exploración	004	Montacargas en movimiento	El montacargas traslada los testigos de la zona de recepción al laboratorio de preparación de muestras.	Atropello de personal, lesión, fractura.	20	3	60	Medio: Señalización de una ruta específica que debe seguir el montacargas y la cual los peatones deben respetar.

Continuación...

	005	Surtimiento de gasolina al montacargas	El Montacargas funciona a gasolina y la recarga se da dentro de las instalaciones.	Explosión e incendio	20	3	60	Fuente: El montacargas se encuentra apagado al momento de la recarga. Medio: Señalización de prohibido hacer fuego en todo el perímetro.
	006	Emisión de gases de combustión interna	Debido al motor de combustión interna que posee el montacargas.	Irritación del sistema respiratorio, alergias, mareos	1	5	5	-
Ordenamiento de los Testigos de Exploración	007	Manejo manual de carga	Los testigos son descargados manualmente del montacargas	Laceración de las extremidades.	1	5	5	Individuo: Uso de Guantes de protección y zapatos de seguridad.
	008	Trabajo prolongado de pie con flexión	Los testigos son ordenados en el suelo de un almacén especial según sus características.	Dolores lumbares, cansancio	1	5	5	Individuo: Uso de faja anatómica
	009	Carga de material pesado	Para poder ordenarlos el personal carga cada testigo hasta su respectivo lugar.	Lesión musculo esquelética	2	5	10	Individuo: Uso de faja anatómica.
Creación de la base de datos de las muestras codificadas	010	Postura Inadecuada	Actividad administrativa y de oficina, la mala postura frente al computador	Dolores lumbares	1	5	5	-
	011	Movimientos Repetitivos	Debido a que la base de datos consiste en registrar en un computador los testigos recibidos.	Lesión musculo esquelética	2	5	10	-
Generación de la orden de salida de muestra para análisis.	012	Postura Inadecuada	Actividad administrativa y de oficina, la mala postura frente a la PC.	Dolores lumbares	1	5	5	-

Continuación...

	013	Movimientos Repetitivos	Debido a la constante actividad de emitir y rellenar formatos de salida en la PC.	Lesión musculo esquelética	2	5	10	-
Proceso: Recepción De Muestras								
Actividad	Ítem	Peligro	Descripción	Riesgos (Posibles Efectos)	Nivel de Riesgo Puro			Medidas de Control Existentes
					S	P	R	
Disposición de los testigos en el montacargas	014	Trabajo prolongado de pie con flexión	Una vez generada la orden de salida, los testigos son manipulados por un personal para su traslado	Dolores lumbares, cansancio	1	5	5	Individuo: Uso de faja anatómica.
	015	Carga de material pesado	Los testigos son cargados manualmente al montacargas.	Lesión musculo esquelética	2	5	10	Individuo: Uso de faja anatómica.
Transporte de los Testigos de Exploración según Orden de Servicio	016	Vehículo pesado en movimiento	El montacargas traslada los testigos de la zona de recepción al laboratorio de preparación de muestras.	Atropellamiento	20	3	60	Medio: Señalización de una ruta específica que debe seguir el montacargas y la cual los peatones deben respetar.
	017	Surtimiento de gasolina al montacargas	El Montacargas funciona a gasolina y la recarga se da dentro de las instalaciones.	Explosión e incendio	20	1	20	Fuente: El montacargas se encuentra apagado al momento de la recarga. Medio: Señalización de Prohibido hacer fuego en todo el perímetro.

Continuación...

	018	Emisión de gases de combustión interna	Debido al motor de combustión interna que posee el montacargas.	Irritación del sistema respiratorio, alergias, mareos	1	5	5	-
Descargue de los testigos del montacargas	019	Trabajo prolongado de pie con flexión	Una vez generada la orden de salida, los testigos son manipulados por un personal para su traslado	Dolores lumbares, cansancio	1	5	5	Individuo: Uso de faja anatómica.
	020	Carga de material pesado	Los testigos son cargados manualmente al montacargas.	Lesión musculo esquelética	2	5	10	Individuo: Uso de faja anatómica.
Proceso: Fraccionamiento y Secado De Muestras								
Actividad	Ítem	Peligro	Descripción	Riesgos (Posibles Efectos)	Nivel de Riesgo Puro			Medidas de Control Existentes
					S	P	R	
Fraccionamiento con picotas y combas	021	Elementos cortantes y de impacto	Los testigos son fraccionados en partes más pequeñas usando picotas y combas	Laceraciones y cortes de manos	5	4	20	Individuo: Uso de guantes y lentes de seguridad.
	022	Material Particulado	Producto del fraccionamiento se genera material Particulado en pequeña cantidad.	Alergias e irritación	1	5	5	Individuo: Uso de mascarillas o respiradores.
	023	Sobreesfuerzos y movimientos repetitivos	El acto de fraccionar el testigo con la picota y el martillo genere un sobreesfuerzo muscular.	Lesión musculo esquelética	2	4	8	-

Continuación...

	024	Ruido	Producto del golpe al testigo para su fraccionamiento se genera ruido.	Disconfort, incomodidad, hipoacusia	1	5	5	Individuo: Uso de tapones para oídos.
Medición de las muestras fraccionadas	025	Movimientos repetitivos	Las muestras fraccionadas deben tener una longitud adecuada si es excedida son nuevamente fraccionadas	Lesión musculo esquelética, tensión muscular	2	5	10	Individuo: Uso de faja anatómica.
Colocación de determinado peso de muestra en bandejas de secado	026	Movimientos repetitivos	Se coloca determinada cantidad de muestras en una bandeja de secado	Lesión musculo esquelética, tensión muscular	2	5	10	Individuo: Uso de faja anatómica.
	027	Materiales cortantes	Las muestras tienen aristas cortantes debido al fraccionamiento	Laceraciones y cortes de manos	5	4	20	Individuo: Uso de guantes, lentes y zapatos de seguridad.
Secado en hornos de las muestras fraccionadas	028	Movimientos repetitivos	Debido a la colocación de las bandejas con las muestras dentro de los hornos	Lesión musculo esquelética, tensión muscular	2	5	10	Individuo: Uso de faja anatómica.
	029	Hornos en funcionamiento	Los hornos funcionan con gas por lo tanto el riesgo inherente es el de explosión e incendio	Explosión e incendio	50	2	100	Fuente: Revisiones periódicas del estado de la conexión entre el horno y el balón de gas y reparaciones y/o mejoras técnicas.
	030	Exposición a calor	Los hornos trabajan a una temperatura de 105°C por 12 horas	Estrés térmico, disconfort	10	5	50	Individuo: Uso de un protector aislante de calor a cuerpo completo durante el tiempo apertura del horno.

Continuación...

	031	Superficies calientes	Toda la superficie de los hornos se encuentran a altas temperaturas	Quemaduras	5	5	25	Individuo: Uso de un protector aislante de calor a cuerpo completo durante el tiempo de exposición.
	032	Vapor de agua	Producto del secado se emite vapor de agua de las muestras	Irritación del sistema respiratorio, alergias	2	3	10	-
	033	Ruido	El ruido generado producto del secado es leve	Malestar, disconfort	1	5	5	-
Proceso: Reducción De Muestras								
Sub Proceso: Chancado Primario								
Actividad	ítem	Peligro	Descripción	Riesgos (Posibles Efectos)	Nivel De Riesgo Puro			Medidas De Control Existentes
					S	P	R	
Disposición de las muestras en la chancadora	034	Movimiento Repetitivo	Las muestras secadas son colocadas manualmente en las chancadoras hasta su máxima capacidad	Lesión musculo esquelética, tensión muscular	2	5	10	Individuo: Uso de faja anatómica

Continuación...

<p>Conexión y encendido de las chancadoras 6x7"</p>	<p>035</p>	<p>Electricidad</p>	<p>Las chancadoras utilizan energía eléctrica siendo esta un riesgo inherente.</p>	<p>Contacto eléctrico indirecto</p>	<p>20</p>	<p>2</p>	<p>40</p>	<p>Fuente: Revisiones periódicas del estado de la conexión de la chancadora y su funcionamiento, y establecimiento de medidas de corrección y/o mejora. Individuo: Uso de zapatos de seguridad con suela aislante.</p>
<p>Chancado Primario de las Muestras Secas</p>	<p>036</p>	<p>Chancadora 6x7" en funcionamiento</p>	<p>El funcionamiento de la chancadora genera el riesgo inherente de laceraciones si el trabajador no mantiene una distancia prudente.</p>	<p>Laceraciones y pérdidas de extremidades</p>	<p>20</p>	<p>3</p>	<p>60</p>	<p>Medio: Establecimiento de una señal de prohibido el paso cuando la chancadora esté en funcionamiento</p>
	<p>037</p>	<p>Ruido</p>	<p>Se genera niveles altos de ruido producto del funcionamiento de la maquinaria y del chancado de las muestras</p>	<p>Hipoacusia, malestar, disconfort</p>	<p>10</p>	<p>5</p>	<p>50</p>	<p>Individuo: Uso tapones auditivos u orejeras anti-ruídos.</p>
	<p>038</p>	<p>Vibraciones</p>	<p>Las fuerzas producidas por las maquinas genera altos niveles de vibraciones</p>	<p>Alteraciones neuromusculares y sensoriales</p>	<p>5</p>	<p>5</p>	<p>25</p>	<p>-</p>
	<p>039</p>	<p>Material Particulado</p>	<p>Las muestras son reducidas a fragmentos de 0.5", en este proceso se genera partículas las cuales se dispersan en el ambiente de trabajo.</p>	<p>Asma ocupacional, alergias, bronquitis, etc.</p>	<p>20</p>	<p>5</p>	<p>100</p>	<p>Fuente: Adecuación de una cabina alrededor de la chancadora, donde en la parte superior se ubica el extractor modelo dust box. Individuo: Uso de mascarilla o respirador antipolvo.</p>

Continuación...

Retiro de las Muestras Chancadas	040	Movimiento Repetitivo	Los fragmentos son extraídas manualmente del depósito de la chancadora, una vez finalizado el proceso.	Tensión muscular	2	5	10	Individuo: Uso de faja anatómica.
Proceso: Reducción De Muestras								
Sub Proceso: Chancado Secundario								
Actividad	ítem	Peligro	Descripción	Riesgos (Posibles Efectos)	Nivel De Riesgo Puro			Medidas De Control Existentes
					S	P	R	
Disposición de las muestras en la chancadora	041	Movimiento Repetitivo	Los fragmentos son colocadas manualmente en las chancadoras hasta su máxima capacidad	Lesión musculo esquelética, tensión muscular	2	5	10	Individuo: Uso de faja anatómica.
Conexión y encendido de las chancadoras 5x6"	042	Electricidad	Las chancadoras utilizan energía eléctrica siendo esta un riesgo inherente.	contacto eléctrico indirecto	20	2	40	Fuente: Revisiones periódicas del estado de la conexión de las chancadoras y su funcionamiento y establecimiento de medidas de corrección y/o mejora. Individuo: Uso de zapatos de seguridad con suela aislante.

Continuación...

Chancado Secundario de las Muestras Secas	043	Chancadora 5x6"en funcionamiento	El funcionamiento de las chancadoras genera el riesgo inherente de laceraciones si el trabajador no mantiene una distancia prudente.	Laceraciones y perdidas de extremidades	20	3	60	Medio: Establecimiento de una señal de prohibido el paso cuando la chancadora se encuentre en funcionamiento
	044	Ruido	Se genera niveles altos de ruido producto del funcionamiento de la maquinaria y del chancado de las muestras	Hipoacusia, malestar, disconfort	10	5	50	Individuo: Uso tapones auditivos u orejeras anti-ruídos.
	045	Vibraciones	Las fuerzas producidas por las maquinas genera altos niveles de vibraciones	Alteraciones neuromusculares y sensoriales	5	5	25	-
	046	Material Particulado	Las muestras son reducidas a fragmentos de 2 mm donde se genera material particulado el cual se dispersa en el ambiente de trabajo.	Asma ocupacional, alergias, bronquitis, etc.	20	5	100	Fuente: Adecuación de una cabina alrededor de la chancadora, donde en la parte superior se ubica el extractor modelo dust box. Individuo: Uso de mascarilla o respirador antipolvo.
Retiro de las Muestras Trituradas	047	Movimiento Repetitivo	Las partículas chancadas son extraídas manualmente del depósito de la chancadora, una vez finalizado el proceso.	Tensión muscular	2	5	10	Individuo: Uso de faja anatómica.

Continuación...

Actividad	Ítem	Peligro	Descripción	Riesgos (Posibles Efectos)	Nivel De Riesgo Puro			Medidas De Control Existentes
					S	P	R	
Disposición de las muestras en el Divisor Rotatorio	048	Movimiento Repetitivo	Los fragmentos son colocados manualmente en el divisor hasta su máxima capacidad	Lesión musculo esquelética, tensión muscular	2	5	10	Individuo: Uso de faja anatómica.
Conexión y encendido del Divisor Rotatorio	049	Electricidad	El divisor rotatorio utiliza energía eléctrica siendo esta un riesgo inherente.	contacto eléctrico indirecto	20	2	40	Fuente: Revisiones periódicas del estado de la conexión del divisor rotatorio y su funcionamiento y establecimiento de medidas de corrección y/o mejora.
División de las Muestras Trituradas en Sub muestras	050	Divisor Rotatorio en funcionamiento	El funcionamiento del divisor genera el riesgo inherente de laceraciones si el trabajador no mantiene una distancia prudente.	Laceraciones y perdidas de extremidades	10	5	50	Medio: Establecimiento de una señal de prohibido el paso cuando el divisor se encuentre en funcionamiento
	051	Ruido	Se genera niveles mínimos de ruido producto del funcionamiento de la maquinaria	Hipoacusia, malestar, disconfort	2	4	8	-
	052	Vibraciones	Las fuerzas producidas por las maquinas genera bajos niveles de vibraciones	Alteraciones neuromusculares y sensoriales	2	4	8	-

Continuación...

	053	Material Particulado	Producto de la rotación muy rápida de las muestras, se dispersa una pequeña cantidad de material Particulado.	Asma ocupacional, alergias, bronquitis, etc.	2	4	8	Fuente: Adecuación de una cabina alrededor del divisor, donde en la parte superior se ubica el extractor modelo dust box. Individuo: Uso de mascarilla o respirador antipolvo.
Retiro de las Sub muestras	054	Movimiento Repetitivo	Las muestras son extraídas manualmente del divisor	Tensión muscular	2	5	10	Individuo: Uso de faja anatómica.
Proceso: Pulverización De Muestras								
Actividad	Ítem	Peligro	Descripción	Riesgos (Posibles Efectos)	Nivel De Riesgo Puro			Medidas De Control Existentes
					S	P	R	
Disposición de las muestras en las Pulverizadoras	055	Movimiento Repetitivo	Las muestras secadas son colocadas manualmente en las pulverizadoras hasta su máxima capacidad	Lesión musculo esquelética, tensión muscular	2	5	10	Individuo: Uso de faja anatómica.
Conexión y encendido de las Pulverizadoras	056	Electricidad	Las pulverizadoras utilizan energía eléctrica siendo esta un riesgo inherente.	contacto eléctrico indirecto	20	2	40	Fuente: Revisiones periódicas del estado de la conexión de las pulverizadoras y su funcionamiento y establecimiento de medidas de corrección y/o mejora. Individuo: Uso de zapatos de seguridad con suela aislante.

Continuación...

Pulverizado de las Sub muestras Trituradas	057	Pulverizadora en funcionamiento	El funcionamiento de las pulverizadoras generan el riesgo inherente de laceraciones si el trabajador no mantiene una distancia prudente.	Laceraciones y pérdidas de extremidades	20	3	60	Medio: Establecimiento de una señal de prohibido el paso cuando la pulverizadora se encuentre en funcionamiento
	058	Ruido	Se genera niveles altos de ruido producto del funcionamiento de la maquinaria y del pulverizado de las muestras	Hipoacusia, malestar, disconfort	10	5	50	Individuo: Uso tapones auditivos u orejeras anti-ruídos.
	059	Vibraciones	Las fuerzas producidas por las maquinas genera altos niveles de vibraciones	Alteraciones neuromusculares y sensoriales	5	5	25	-
	060	Material Particulado	Las muestras son reducidas a partículas donde una cantidad se dispersa en el ambiente de trabajo debido al funcionamiento de las maquinas.	Asma ocupacional, alergias, bronquitis, etc.	20	5	100	Fuente: Adecuación de una cabina alrededor de la pulverizadora, donde en la parte superior se ubica el extractor modelo dust box. Individuo: Uso de mascarilla o respirador antipolvo.
Retiro de las Submuestras Pulverizadas	061	Movimiento Repetitivo	Las partículas pulverizadas son extraídas manualmente del depósito de las pulverizadoras una vez finalizado el proceso.	Tensión muscular	2	5	10	Individuo: Uso de faja anatómica.

Continuación...

Embolsado y Etiquetado de las Submuestras Pulverizadas	062	Movimientos repetitivos	El embolsado, etiquetado y codificado de cada submuestra pulverizada se realiza manualmente	Lesión musculo esquelética, tensión muscular	2	5	10	Individuo: Uso de faja anatómica.
Proceso: Distribución De Muestras								
Actividad	Ítem	Peligro	Descripción	Riesgos (Posibles Efectos)	Nivel De Riesgo Puro			Medidas De Control Existentes
					S	P	R	
Traslado de las Submuestras embolsadas y etiquetadas	063	Vehículo liviano y mecánico en movimiento	Según el análisis a realizarse se direcciona a una determinada área por medo de un vehículo manual de carga	Lesión musculo esquelética, choque	5	5	25	-

Matriz De Evaluación 6x6 – MINTRA					Riesgo Crítico			Rojo
					Riesgo Alto			Naranja
Evaluación Mineralógica de Muestras de Exploración Minera					Riesgo Medio			Amarillo
Etapa: Sala de Ensayos al Fuego					Riesgo Bajo			Verde
*Solo serán derivadas a esta sala las muestras que requieran de un análisis mineralógico de oro (Au) y plata (Ag), para el análisis mineralógico de otros metales se deriva directamente al Laboratorio de análisis de concentrados.								
Proceso: Recepción De Muestras								
Actividad	Ítem	Peligro	Descripción	Riesgos (Posibles Efectos)	Nivel De Riesgo Puro			Medidas De Control Existentes
					S	P	R	
Recepción de las Sub muestras Empaquetadas	064	Ingreso parcial del vehículo liviano y manual	La carretilla de transporte industrial ingresa a la sala de ensayos al fuego	Atropello	1	5	5	-
	065	Trabajo prolongado de pie con flexión	Un personal recibe al vehículo que contiene las muestras y las descarga	Dolores lumbares, cansancio	1	5	5	-
Ordenamiento de las Sub muestras Empaquetadas	066	Trabajo prolongado de pie con flexión	Un personal se encarga de ordenar y clasificar las muestras según orden de llegada, prioridad, etc.	Lesión musculo esquelética	2	5	10	-

Continuación...

Creación de la base de datos de las Sub muestras codificadas	067	Postura Inadecuada	Actividad administrativa y de oficina, generalmente ocasiona una mala postura frente al computador	Dolores lumbares	1	5	5	-
	068	Movimientos Repetitivos	Debido a que la base de datos consiste en registrar en un computador los testigos recibidos.	Lesión musculo esquelética	2	5	10	-
Generación de la orden de salida de Sub muestra para análisis.	069	Postura Inadecuada	Actividad administrativa y de oficina, mala postura frente a la PC.	Dolores lumbares	1	5	5	-
	070	Movimientos Repetitivos	Debido a la constante actividad de emitir y rellenar formatos de salida en la PC.	Lesión musculo esquelética	2	5	10	-

Continuación...

Proceso: Pesado De Muestras								
Actividad	Ítem	Peligro	Descripción	Riesgos (Posibles Efectos)	Nivel De Riesgo Puro			Medidas De Control Existentes
					S	P	R	
Colocación de las Sub muestras en la Balanza Analítica	071	Material Particulado	Se pesa una determinada cantidad de la sub muestra para enviar a análisis.	Irritación de los ojos y el sistema respiratorio.	2	4	8	Individuo: Uso de lentes de seguridad y mascarilla
Separación de la Sub muestra cada 50 gr	072	Material Particulado	La sub muestra es dividida cada 50 gr, lo cual es enviado a análisis	Irritación de los ojos y el sistema respiratorio.	2	4	8	Individuo: Uso de lentes de seguridad y mascarilla
Proceso: Preparación De Fundentes								
Actividad	Ítem	Peligro	Descripción	Riesgos (Posibles Efectos)	Nivel De Riesgo Puro			Medidas De Control Existentes
					S	P	R	
Mezcla de los Componentes	073	Partículas Químicas	La mezcla de los componentes del fundente se realiza manualmente	Irritación de las vías respiratorias, intoxicación	10	5	50	Fuente: El fundente se prepara dentro de una bajo un extractor modelo dust box Individuo: Uso de mascarilla o respirador antipolvo.

Continuación...

	074	Manipulación de los componentes	Los componentes de los fundentes son manipulados por el personal encargado de su preparación.	Irritación dérmica intoxicación	10	5	50	Individuo: Uso de guantes de protección para manipular los componentes
Proceso: Homogeneización De La Muestra								
Actividad	Ítem	Peligro	Descripción	Riesgos (Posibles Efectos)	Nivel De Riesgo Puro			Medidas De Control Existentes
					S	P	R	
Colocación de las Sub muestras y los fundentes en los crisoles	075	Material Particulado	Los crisoles son contenedores donde se colocaran las muestras y los fundentes para la fundición.	Irritación de los ojos y el sistema respiratorio, asma ocupacional.	10	5	50	Individuo: Uso de mascarilla o respirador antipolvo.
Agitación y mezcla homogénea en los crisoles	076	Material Particulado	Se agita manualmente cada crisol para asegurar una mezcla entre la muestra y el fundente.	Irritación de los ojos y el sistema respiratorio, asma ocupacional.	10	5	50	Individuo: Uso de mascarilla o respirador antipolvo.

Continuación...

Proceso: Fundición								
Actividad	Ítem	Peligro	Descripción	Riesgos (Posibles Efectos)	Nivel De Riesgo Puro			Medidas De Control Existentes
					S	P	R	
Colocación de los crisoles dentro del horno	077	Puerta del horno semiabierta	La puerta del horno puede caer y causar lesiones en las extremidades	Golpes y cortes	5	4	20	-
Abertura del suministro de gas del horno	078	Gas Natural	Una posible fuga de gas genera el riesgo de que los trabajadores sufran asfixia	asfixia	50	2	100	Fuente: Revisiones periódicas del estado de la conexión entre el horno y el balón de gas y establecimiento de medidas de corrección y/o mejora.
Encendido del horno mediante chispa eléctrica	079	Chispa eléctrica	La chispa genera el riesgo de explosión debido a que el horno funciona con gas y puede existir una fuga	Explosión e incendio	50	2	100	Fuente: Revisiones periódicas del estado de la conexión entre el horno y el balón de gas y establecimiento de medidas de corrección y/o mejora.
Fundición de las submuestras y fundentes	080	Horno en funcionamiento	Mientras está en funcionamiento el suministro de gas está abierto pudiendo existir una fuga	Explosión e incendio	50	2	100	Fuente: Revisiones periódicas del estado de mantenimiento del horno y establecimiento de medidas de corrección y/o mejora.
	081	Calor	La temperatura de fusión es de 1060 °C por lo tanto la temperatura en el medio es alta	Estrés térmico, deshidratación	10	5	50	Individuo: Uso de un traje aislante de calor a cuerpo completo durante el tiempo de exposición.

Continuación...

	082	Volatilización de componentes químicos	La fusión a altas temperaturas genera que algunos componentes tóxicos se volatilicen como plomo, boro, etc.	Inhalación de gases y vapores, intoxicación	20	5	100	Fuente: Los horno están conectados a un cámara de extracción de gases y vapores Individuo: El traje aislante de calor contiene una mascarilla incorporada.
Retiro de las crisoles del horno para su enfriamiento	083	Altas temperaturas	Terminada la fusión, los crisoles son extraídos del horno y colocados en una mesa para su enfriamiento.	Quemaduras	5	5	25	Individuo: Uso de un traje aislante de calor a cuerpo completo y utilización de pinzas metálicas para la extracción.
Proceso: Separación De La Escoria								
Actividad	Ítem	Peligro	Descripción	Riesgos (Posibles Efectos)	Nivel De Riesgo Puro			Medidas De Control Existentes
					S	P	R	
Separación de la escoria del regulo con martillo y cincel	084	Elementos cortantes y de impacto	El cincel es un elemento cortante que puede generar laceraciones en las manos, igualmente el martillo.	Laceraciones y cortes de manos	2	5	10	Individuo: Uso de guantes y gafas de protección.
	085	Sobreesfuerzos y movimientos repetitivos	El acto de martillar el cincel para martillar la escoria causa un sobreesfuerzo.	Lesión musculo esquelética	2	5	10	-
	086	Ruido	Golpear el cincel con el martillo genera ruido en bajo niveles.	Disconfort, incomodidad,	2	5	10	-

Continuación...

Proceso: Copelación								
Actividad	Ítem	Peligro	Descripción	Riesgos (Posibles Efectos)	Nivel De Riesgo Puro			Medidas De Control Existentes
					S	P	R	
Colocación de las copelas dentro del horno	087	Puerta del horno semiabierta	La puerta del horno puede caer y causar lesiones en las extremidades	Golpes y cortes	5	4	20	-
Abertura del suministro de gas del horno	088	Gas Natural	Una posible fuga de gas genera el riesgo de que los trabajadores sufran asfixia	asfixia	50	2	100	Fuente: Revisiones periódicas del estado de la conexión entre el horno y el balón de gas
Encendido del horno mediante chispa eléctrica	089	Chispa eléctrica	La chispa genera el riesgo de explosión debido a que el horno funciona con gas y puede existir una fuga	Explosión e incendio	50	2	100	Fuente: Revisiones periódicas del estado de la conexión entre el horno y el balón de gas y establecimiento de medidas de corrección y/o mejora.
Proceso de copelación (fusión y volatilización del plomo)	090	Horno en funcionamiento	Mientras está en funcionamiento el suministro de gas está abierto pudiendo existir una fuga	Explosión e incendio	50	2	100	Fuente: Revisiones periódicas del estado de mantenimiento del horno y establecimiento de medidas de corrección y/o mejora.
	091	Calor	La temperatura de fusión es de 900 °C por lo tanto la temperatura en el medio es alta	Estrés térmico, deshidratación	10	5	50	Individuo: Uso de un traje aislante de calor a cuerpo completo durante el tiempo de exposición

Continuación...

	092	Volatilización de plomo	La fusión a altas temperaturas genera que una cantidad de plomo se volatilice.	Inhalación de gases y vapores, intoxicación	20	5	100	Fuente: Los horno están conectados a un cámara de extracción de gases y vapores Individuo: El traje aislante de calor contiene una mascarilla incorporada.
Retiro de las copelas del horno para su enfriamiento	093	Altas temperaturas	Terminada la fusión, las copelas son extraídos del horno y colocados en una mesa para su enfriamiento.	Quemaduras	5	5	25	Individuo: Uso de un traje aislante de calor a cuerpo completo y utilización de pinzas metálicas para la extracción.
Proceso: Obtención Del Botón De Oro Y Plata								
Actividad	Ítem	Peligro	Descripción	Riesgos (Posibles Efectos)	Nivel De Riesgo Puro			Medidas De Control Existentes
					S	P	R	
Colocación del botón de oro y plata sobre papel blanco	094	Contacto con plomo sólido que es separado del botón.	el plomo que retenía al oro y plata se queda en su mayoría retenido en la copela junto a otros metales no nobles	Irritación dérmica leve	1	5	5	Individuo: Uso de guantes y gafas de protección.
Proceso: Laminación Del Botón De Oro Y Plata								
Actividad	ítem	Peligro	Descripción	Riesgos (Posibles Efectos)	Nivel De Riesgo Puro			Medidas De Control Existentes
					S	P	R	
Martilleo del botón de oro y plata	095	Uso de martillo	el botón es golpeado con mucho cuidado para crear grietas	Golpes y lesiones en las extremidades	2	5	10	Individuo: Uso de guantes y gafas de protección.

Matriz De Evaluación 6x6 – MINTRA	Riesgo Crítico	Rojo
	Riesgo Alto	Naranja
Evaluación Mineralógica de Muestras de Exploración Minera	Riesgo Medio	Amarillo
Etapas: Sala de Partición	Riesgo Bajo	Verde

*Solo serán derivadas a esta sala las muestras que requieran de un análisis mineralógico de oro (Au) y plata (Ag), para el análisis mineralógico de otros metales se deriva directamente al Laboratorio de análisis de concentrados.

Proceso: Liberación Del Oro (Au)

Actividad	Ítem	Peligro	Descripción	Riesgos (Posibles Efectos)	Nivel De Riesgo Puro			Medidas De Control Existentes
					S	P	R	
Colocación del botón dentro del tubo de ensayo	096	Manipulación de material frágil	Los tubos de ensayo son manipulados por el personal pudiendo romperse.	Cortes y lesiones	1	5	5	Fuente: Los tubos de ensayo están colocados sobre una gradillas
Adición de HNO₃ al tubo de ensayo	097	Manipulación de ácido nítrico	El HNO ₃ es un ácido muy corrosivo	Quemaduras químicas	2	5	10	Individuo: Uso de guantes látex y gafas de protección.
Colocación del tubo sobre la plancha	098	Manipulación de material frágil con contenido ácido	Los tubos de ensayo son con el botón y el ácido, son trasladados manualmente a la plancha.	Cortes, lesiones y quemaduras	2	5	10	Individuo: Uso de guantes de látex y gafas de protección. Fuente: Los tubos de ensayo con contenido ácido se transportan sobre una gradillas

Continuación...

Conexión y encendido de la plancha de calentamiento	099	Electricidad	Las planchas utilizan energía eléctrica siendo esta un riesgo inherente.	contacto eléctrico indirecto	20	2	40	Fuente: Revisiones periódicas del estado de la conexión de las planchas de calentamiento
Funcionamiento de la plancha de calentamiento	100	Plancha en funcionamiento	Plancha de digestión que calienta hasta los 150 °C	Quemaduras	2	10	20	-
	101	calor	La plancha de calentamiento emite energía al medio	Estrés térmico	2	4	8	-
	102	Vapores ácidos	Debido a las altas temperaturas, un cantidad del HNO ₃ se volatiliza	Intoxicación, irritación de las vías respiratorias.	20	3	60	Individuo: Uso de mascarillas
Filtrado y Lavado con agua	103	Soluciones ácidas	Por medio de H ₂ O ₂ se separa el Au del AgNO ₃	Quemaduras químicas leves o irritaciones	2	5	10	Individuo: Uso de guantes de látex y gafas de protección.
Colocación del AgNO₃ dentro del tubo de ensayo	104	Manipulación de material frágil	Los tubos de ensayo son manipulados por el personal pudiendo romperse.	Cortes y lesiones	1	5	5	-
Adición de HCl	105	Manipulación de ácido clorhídrico	Se adiciona HCl al AgNO ₃ para formar AgCl y poder determinar la concentración de Ag	Quemaduras químicas intensas	2	5	10	Individuo: Uso de guantes de látex y gafas de protección.
Colocación del oro dentro del tubo de ensayo	106	Manipulación de material frágil	Los tubos de ensayo son manipulados por el personal pudiendo romperse.	Cortes y lesiones	1	5	5	Fuente: Los tubos de ensayo están colocados sobre una gradillas

Continuación...

Adición de agua regia	107	Manipulación de ácido nítrico y ácido clorhídrico	Se diluye el Au usando agua regia para determinar su concentración	Quemaduras químicas intensas, irritación de las vías respiratorias	2	5	10	Individuo: Uso de guantes de látex y gafas de protección.
Colocación del tubo sobre la plancha	108	Manipulación de material frágil con contenido ácido	Los tubos de ensayo son con el oro y los ácidos son trasladados manualmente a la plancha.	Cortes, lesiones y quemaduras	1	5	5	Individuo: Uso de guantes de látex y gafas de protección. Fuente: Los tubos de ensayo con contenido ácido se transportan sobre una gradillas
Conexión y encendido de la plancha de calentamiento	109	Electricidad	Funcionan con electricidad	contacto eléctrico indirecto	20	2	40	Fuente: Revisiones periódicas del estado de la conexión de las planchas de calentamiento
Funcionamiento de la plancha de calentamiento	110	Plancha en funcionamiento	Plancha de digestión que calienta hasta los 80 °C	Quemaduras	2	5	10	-
	111	calor	La plancha de calentamiento emite energía al medio	Estrés térmico	2	5	10	-
	112	Vapores ácidos	Debido a las altas temperaturas, un cantidad de agua regia se volatiliza	Intoxicación, irritación de las vías respiratorias.	20	4	80	Individuo: Uso de mascarillas

Continuación...

Proceso: Lavados De Tubos De Ensayo								
Actividad	Ítem	Peligro	Descripción	Riesgos (Posibles Efectos)	Nivel De Riesgo Puro			Medidas De Control Existentes
					S	P	R	
Conexión y encendido del tanque desionizador	113	Electricidad	Utiliza energía eléctrica	contacto eléctrico indirecto	20	2	40	Fuente: Revisiones periódicas del estado de la conexión de las planchas de calentamiento
Funcionamiento del tanque desionizador	114	Ruido	Para el lavado se utiliza agua desionizada	Disconfort, incomodidad,	2	5	10	-
Uso de insumos químicos de limpieza	115	Manipulación de insumos químicos	Soda caustica y detergentes	Irritación dérmica leve	1	5	5	-

Matriz De Evaluación 6x6 – MINTRA					Riesgo Crítico			Rojo
					Riesgo Alto			Naranja
Evaluación Mineralógica de Muestras de Exploración Minera					Riesgo Medio			Amarillo
Etapa: Laboratorio de Análisis de Concentrados Minerales					Riesgo Bajo			Verde
*Etapa necesaria para la determinación analítica de cualquier metal								
Proceso: Digestión De La Muestra								
*Solamente ingresan a este proceso, metales como el cobre, plomo, zinc y otros. Metales como el oro y la plata quedan excluidos de este proceso y continúan con el siguiente.								
Actividad	Ítem	Peligro	Descripción	Riesgos (Posibles Efectos)	Nivel De Riesgo Puro			Medidas De Control Existentes
					S	P	R	
Colocación de la sub muestra dentro del tubo de ensayo	116	Manipulación de material frágil	Los tubos de ensayo son manipulados por el personal pudiendo romperse.	Cortes y lesiones	1	5	5	Fuente: Los tubos de ensayo se colocan sobre una gradillas
Adición de ácidos de digestión	117	Manipulación de ácido nítrico, clorhídrico, sulfúrico y perclórico	Para la digestión de la submuestra y posterior determinación analítica	Quemaduras químicas intensas, irritación de las vías respiratorias	2	5	10	Individuo: Uso de guantes de látex, gafas de protección y mascarilla.
Colocación del tubo sobre la plancha	118	Manipulación de material frágil con contenido ácido	Los tubos de ensayo con la submuestra y los ácidos son trasladados manualmente a la plancha.	Cortes, lesiones y quemaduras químicas	1	5	5	Individuo Uso de guantes de látex y gafas de protección. Fuente: Los tubos de ensayo con contenido ácido se transportan sobre una gradillas

Continuación...

Conexión y encendido de la plancha de calentamiento	119	Electricidad	Funcionan con electricidad	contacto eléctrico indirecto	20	2	40	Fuente: Revisiones periódicas del estado de la conexión de las planchas de calentamiento
Funcionamiento de la plancha de calentamiento	120	Plancha en funcionamiento	Plancha de digestión que calienta hasta los 150 °C	Quemaduras	2	5	10	-
	121	calor	La plancha de calentamiento emite energía al medio	Estrés térmico	2	5	10	-
	122	Vapores ácidos	Debido a las altas temperaturas, una cantidad de ácidos se volatilizan	Intoxicación, irritación de las vías respiratorias, muerte	20	4	80	Individuo: Uso de mascarilla
Proceso: Espectrofotometría De Emisión Óptica De Plasma Acoplado Por Inducción								
Actividad	Ítem	Peligro	Descripción	Riesgos (Posibles Efectos)	Nivel De Riesgo Puro			Medidas De Control Existentes
					S	P	R	
Colocación de las muestras digestadas en el ICP-OES	123	Manipulación de material frágil con contenido ácido	Los tubos de ensayo con la sub muestra digestada son trasladados manualmente al ICP-OES	Cortes, lesiones y quemaduras químicas	1	5	5	Individuo: Uso de guantes de látex y gafas de protección. Fuente: Los tubos de ensayo con contenido ácido se transportan sobre una gradillas

Continuación...

Conexión y encendido del ICP-OES	124	Electricidad	Utiliza electricidad para su funcionamiento	contacto eléctrico indirecto	20	2	40	Fuente: Revisiones periódicas del estado de la conexión del ICP-OES
Funcionamiento del ICP OES	125	Uso de gases comprimidos	Durante el suministro u operación estos pueden liberarse	Intoxicación	20	2	40	Fuente: Los ICP-OES están conectados a un extractor de gases y vapores Fuente: Revisiones periódicas del estado de la conexión del ICP-OES
	126	Fluidos corrosivos y líquidos inflamables	Durante el suministro u operación estos pueden liberarse	Quemaduras químicas	2	5	10	Individuo: Uso de guantes de látex de protección cuando se retiran las muestras del equipo. Fuente: Revisiones periódicas del estado de la conexión del ICP-OES
	127	Emisión de vapores ácidos	El ICP OES trabaja a altas temperaturas evaporando los ácidos de digestión de la muestra	Intoxicación e inflamación de las vías respiratorias	20	1	20	Individuo: Uso de mascarilla Fuente: Revisiones periódicas del estado de la conexión del ICP-OES
Reporte de Resultados	128	Postura Inadecuada	Actividad administrativa y de oficina, la mala postura frente a la PC.	Dolores lumbares	1	5	5	-
	129	Movimientos Repetitivos	Debido a la constante actividad de emitir y rellenar formatos de salida en la PC.	Lesión musculo esquelética	2	5	10	-

Anexo 3: Matriz IPER

Matriz IPER OHSAS 18001:2007 Modelo A	Riesgo Alto	Rojo
Evaluación Mineralógica De Muestras De Exploración Minera	Riesgo Moderado	Naranja
Etapas: Preparación de Muestras Inorgánicas	Riesgo Bajo	Verde

Actividad	Identificación De Peligro Y Riesgo Asociado			Valoración Del Riesgo								Medidas De Control Propuestas			Valoración Del Riesgo Residual							
	Ítem	Peligro	Riesgos (Posibles Efectos)	Índice De Probabilidad						Índice De Severidad (IS)	Magnitud Del Riesgo Laboral (MRL)	Fuente	Medio	Individuo	Índice De Probabilidad						Índice De Severidad (IS)	Magnitud Del Riesgo Residual Laboral (MRL)
				Índice De Personas Expuestas (IE)	Índice De Procedimiento De Trabajo Seguro (IPT)	Índice De Capacitación (ICE)	Índice De Frecuencia (IF)	Índice De Control Actual De Riesgo (ICAR)	Índice De Probabilidad (IP)						Índice De Personas Expuestas (IE)	Índice De Procedimiento De Trabajo Seguro (IPT)	Índice De Capacitación (ICE)	Índice De Frecuencia (IF)	Índice De Control Actual De Riesgo (ICAR)	Índice De Probabilidad (IP)		
Proceso: Generación De Ordenes																						
Recepción de los Testigos de Exploración	001	Ingreso parcial de transporte pesado para descargue	Impacto con el camión en retroceso	2	1	1	4	3	6	2	12		Personal que sirva de vigía durante el desarrollo de esta actividad.		2	1	1	4	3	6	2	12
	002	Trabajo prolongado de pie con flexión	Dolores lumbares, cansancio	2	4	1	4	2	10	1	10		Implementar un Programa de Ergonomía Implementar un Programa de Capacitaciones en Seguridad y Salud Ocupacional		2	4	1	4	2	10	1	10
	003	Carga de material pesado	Lesión musculo esquelética	2	1	1	4	2	7	1	7		Desarrollar un Programa de Ergonomía Implementar un Programa de Capacitaciones en Seguridad y Salud Ocupacional		2	1	1	4	2	7	1	7
Transporte de los Testigos de Exploración	004	Montacargas en movimiento	Atropello de personal, lesión, fractura.	2	2	1	4	3	7	3	21		Cercar la ruta del vehículo con vallas de tránsito Colocar la señalización de vehículo en movimiento y conos para el desvío de los peatones, mientras el vehículo está en funcionamiento.		2	2	1	4	7	3	3	9
	005	Surtimiento de gasolina al montacargas	Explosión e incendio.	2	1	1	4	7	2	4	8		Realizar el surtimiento de gasolina en un espacio fuera del área de proceso, en un lugar específico acondicionado adecuadamente		2	1	1	4	7	2	4	8

Continuación...

	006	Emisión de gases de combustión interna	Irritación del sistema respiratorio, alergias, mareos	2	4	2	4	-1	14	1	14	Utilizar un montacargas a gas o a energía eléctrica			2	4	2	4	4	9	1	9
Ordenamiento de los Testigos de Exploración	007	Manejo manual de carga	Laceración de las extremidades.	2	1	1	4	2	7	1	7		Implementar un Programa de Ergonomía		2	1	1	4	3	6	1	6
	008	Trabajo prolongado de pie con flexión	Dolores lumbares, cansancio	2	4	1	4	2	10	1	10		Desarrollar un Programa de Ergonomía Implementar un Programa de Capacitaciones en Seguridad y Salud Ocupacional		2	4	1	4	3	9	1	9
	009	Carga de material pesado	Lesión musculo esquelética	2	1	1	4	2	7	1	7		Implementar un Programa de Ergonomía		2	1	1	4	3	6	1	6
Creación de la base de datos de las muestras codificadas	010	Postura Inadecuada	Dolores lumbares	1	4	2	4	-1	13	1	13		Desarrollar un Programa de Ergonomía Implementar un Programa de Capacitaciones en Seguridad y Salud Ocupacional		1	4	2	4	3	9	1	9
	011	Movimientos Repetitivos	Lesión musculo esquelética	1	4	2	4	-1	13	1	13		Implementar un Programa de Ergonomía		1	4	2	4	3	9	1	9
Generación de la orden de salida de muestra para análisis.	012	Postura Inadecuada	Dolores lumbares	1	4	2	4	-1	13	1	13		Desarrollar un Programa de Ergonomía Implementar un Programa de Capacitaciones en Seguridad y Salud Ocupacional		1	4	2	4	3	9	1	9

Continuación...

	013	Movimientos Repetitivos	Lesión musculo esquelética	1	4	2	4	-1	13	1	13		Desarrollar un Programa de Ergonomía Implementar un Programa de Capacitaciones en Seguridad y Salud Ocupacional		1	4	2	4	3	9	1	9
Proceso: Recepción De Muestras																						
Disposición de los testigos en el montacargas	014	Trabajo prolongado de pie con flexión	Dolores lumbares, cansancio	1	4	1	4	2	9	1	9		Implementar un Programa de Ergonomía		1	4	1	4	3	8	1	8
	015	Carga de material pesado	Lesión musculo esquelética	1	1	1	4	2	6	1	6		Desarrollar un Programa de Ergonomía Implementar un Programa de Capacitaciones en Seguridad y Salud Ocupacional		1	1	1	4	3	5	1	5
Transporte de los Testigos de Exploración según Orden de Servicio	016	Montacargas en movimiento	Caída del conductor y/o atropello de personal, lesión, fractura.	2	2	1	4	3	7	3	21	Cercar la ruta de transito del vehículo con vallas de tránsito	Colocar la señalización de vehículo en movimiento y conos para el desvío de los peatones, mientras el vehículo está en funcionamiento		2	2	1	4	7	3	3	9
	017	Surtimiento de gasolina al montacargas	Explosión e incendio.	2	1	1	4	7	2	4	8	Realizar el surtimiento de gasolina en un espacio fuera del área de proceso, en un lugar específico acondicionado adecuadamente			2	1	1	4	7	2	4	8
	018	Emisión de gases de combustión interna	Irritación del sistema respiratorio, alergias, mareos	2	4	2	4	-1	14	1	14	Utilizar un montacargas a gas o a energía eléctrica			2	4	2	4	4	9	1	9
	019	Trabajo prolongado de pie con flexión	Dolores lumbares, cansancio	2	4	1	4	2	10	1	7		Implementar un Programa de Ergonomía		2	4	1	4	3	9	1	9
	020	Carga de material pesado	Lesión musculo esquelética	2	1	1	4	2	7	1	7		Desarrollar un Programa de Ergonomía Implementar un Programa de Capacitaciones en Seguridad y Salud Ocupacional		2	1	1	4	3	6	1	6

Continuación...

Proceso: Fraccionamiento Y Secado De Muestras																						
Fraccionamiento con picotas y combas	021	Elementos cortantes y de impacto	Laceraciones y cortes de manos	1	1	1	4	2	6	2	12		Implementar un Programa de Capacitaciones en Seguridad y Salud Ocupacional		1	1	1	4	3	5	2	10
	022	Material Particulado	Alergias e irritación	1	1	1	4	2	6	1	6		Implementar un Programa de Monitoreo Ocupacional.		1	1	1	4	3	5	1	5
	023	Sobreesfuerzos y movimientos repetitivos	Lesión musculo esquelética	1	3	2	4	-1	12	1	12		Desarrollar un Programa de Ergonomía Implementar un Programa de Capacitaciones en Seguridad y Salud Ocupacional		1	3	2	4	3	8	1	8
	024	Ruido	Disconfort, incomodidad, hipoacusia	1	1	1	4	2	6	2	12		Implementar un Programa de Monitoreo Ocupacional.		1	1	1	4	3	5	2	10
Medición de las muestras fraccionadas	025	Movimientos repetitivos	Lesión musculo esquelética, tensión muscular	1	4	2	4	2	10	1	10		Implementar un Programa de Ergonomía Implementar un Programa de Capacitaciones en Seguridad y Salud Ocupacional		1	4	2	4	3	9	1	9
Colocación de determinado peso de muestra en bandejas de secado	026	Movimientos repetitivos	Lesión musculo esquelética, tensión muscular	1	4	2	4	2	10	1	10		Implementar un Programa de Ergonomía Implementar un Programa de Capacitaciones en Seguridad y Salud Ocupacional		1	4	2	4	3	9	1	9
	027	Materiales cortantes	Laceraciones y cortes de manos	1	4	2	4	2	10	1	10		Implementar un Programa de Capacitaciones en Seguridad y Salud Ocupacional		1	4	2	4	3	9	1	9
Secado en hornos de las muestras fraccionadas	028	Movimientos repetitivos	Lesión musculo esquelética, tensión muscular	1	4	2	4	2	10	1	10		Implementar un Programa de Ergonomía Implementar un Programa de Capacitaciones en Seguridad y Salud Ocupacional		1	4	2	4	3	9	1	9

Continuación...

	029	Hornos en funcionamiento	Explosión e incendio	1	1	1	4	4	4	4	16	Realizar una limpieza y mantenimiento constante de los hornos, para así eliminar los residuos de mineral que podrían atorar los canales de distribución de gas y causar una fuga.	Implementar un Programa de Mantenimiento Preventivo de toda la Maquinaria.		1	1	1	4	7	1	4	4
	030	Exposición a calor	Estrés térmico, disconfort	1	1	1	4	2	6	3	18	Mejorar los sistemas de ventilación forzada que permita aumentar la velocidad del aire con la finalidad de facilitar la pérdida de calor por evaporación.	Colocar cerca al área de trabajo, hidrantes y/o bebederos.		1	1	1	4	7	1	3	3
	031	Superficies calientes	Quemaduras	1	1	1	4	2	6	2	12		Implementar un Programa de Capacitaciones en Seguridad y Salud Ocupacional		1	1	1	4	3	5	2	10
	032	Vapor de agua	Irritación del sistema respiratorio, alergias	1	1	1	4	-1	9	1	9		Implementar un Programa de Monitoreo Ocupacional.		1	1	1	4	3	5	1	5
	033	Ruido	Malestar, disconfort	1	3	2	4	-1	12	1	12		Implementar un Programa de Monitoreo Ocupacional.		1	3	2	4	3	8	1	8
Proceso: Reducción De Muestras																						
Sub Proceso: Chancado Primario																						
Disposición de las muestras en la chancadora	034	Movimiento Repetitivo	Lesión musculo esquelética, tensión muscular	1	4	2	4	2	10	1	10		Desarrollar un Programa de Ergonomía Implementar un Programa de Capacitaciones en Seguridad y Salud Ocupacional		1	4	2	4	3	9	1	9
Conexión y encendido de las chancadoras 6x7"	035	Electricidad	Contacto eléctrico indirecto	2	1	1	4	6	3	4	12	Verificar que el equipo tiene conexión a tierra y sus condiciones de mantenimiento. Los cables deben estar contenidos y protegidos.	Desarrollar un Programa de Mantenimiento de las Instalaciones eléctricas y los pozos a tierra. Programa de Mantenimiento Preventivo de toda la Maquinaria		2	1	1	4	7	2	4	8

Continuación...

Chancado Primario de las Muestras Secas	036	Chancadora 6x7" en funcionamiento	Laceraciones y perdidas de extremidades	2	1	1	4	3	6	3	18	Cercar el espacio alrededor de cada chancadora con una cabina, la cual permanecerá cerrada durante el funcionamiento.	Realizar un procedimiento escrito de trabajo seguro y capacitar al personal. Contar con un supervisor de seguridad ocupacional durante el desarrollo de esta actividad.	2	1	1	4	7	2	3	6
	037	Ruido	Hipoacusia, malestar, disconfort	2	1	1	4	2	7	3	21	Cercar el espacio alrededor de cada chancadora con una cabina la cual permanecerá cerrada durante el funcionamiento.	Implementar un Programa de Monitoreo Ocupacional.	2	1	1	4	7	2	3	6
	038	Vibraciones	Alteraciones neuromusculares y sensoriales	2	1	2	4	-1	11	3	33	Colocar las chancadoras sobre un pavimento aislante de fuerzas que funciona como un amortiguador dinámico.	Implementar un Programa de Monitoreo Ocupacional.	2	1	2	4	7	3	3	9
	039	Material Particulado	Asma ocupacional, alergias, bronquitis, etc.	2	1	1	4	6	3	3	9	Cercar el espacio alrededor de cada chancadora con una cabina cerrada.	Implementar un Programa de Monitoreo Ocupacional.	2	1	1	4	7	2	3	6
Retiro de las Muestras Chancadas	040	Movimiento Repetitivo	Tensión muscular	1	4	1	4	2	9	1	9		Implementar un Programa de Ergonomía	1	4	1	4	3	8	1	8
Proceso: Reducción De Muestras																					
Sub Proceso: Chancado Secundario																					
Disposición de las muestras en la chancadora	041	Movimiento Repetitivo	Lesión musculo esquelética, tensión muscular	1	4	2	4	2	10	1	10		Desarrollar un Programa de Ergonomía Implementar un Programa de Capacitaciones en Seguridad y Salud Ocupacional	1	4	2	4	3	9	1	9
Conexión y encendido de las chancadoras 6x7"	042	Electricidad	Contacto eléctrico indirecto	2	1	1	4	6	3	4	12	Verificar que el equipo tiene conexión a tierra. Los cables deben estar contenidos y protegidos.	Desarrollar un Programa de Mantenimiento de las Instalaciones eléctricas y los pozos a tierra. Programa de Mantenimiento Preventivo de toda la Maquinaria	2	1	1	4	7	2	4	8

Continuación...

Chancado Primario de las Muestras Secas	043	Chancadora 6x7" en funcionamiento	Laceraciones y perdidas de extremidades	2	1	1	4	3	6	3	18	Cercar el espacio alrededor de cada chancadora con una cabina, la cual permanecerá cerrada durante el funcionamiento.	Realizar un procedimiento escrito de trabajo seguro y capacitar al personal. Contar con un supervisor de seguridad ocupacional durante el desarrollo de esta actividad.	2	1	1	4	7	2	3	6
	044	Ruido	Hipoacusia, malestar, disconfort	2	1	1	4	2	7	3	21	Cercar el espacio alrededor de cada chancadora con una cabina la cual permanecerá cerrada durante el funcionamiento.	Implementar un Programa de Monitoreo Ocupacional.	2	1	1	4	7	2	3	6
	045	Vibraciones	Alteraciones neuromusculares y sensoriales	2	1	2	4	-1	11	3	33	Colocar las chancadoras sobre un pavimento aislante de fuerzas que funciona como un amortiguador dinámico.	Implementar un Programa de Monitoreo Ocupacional.	2	1	2	4	7	3	3	9
	046	Material Particulado	Asma ocupacional, alergias, bronquitis, etc.	2	1	1	4	6	3	3	9	Cercar el espacio alrededor de cada chancadora con una cabina cerrada.	Implementar un Programa de Monitoreo Ocupacional.	2	1	1	4	7	2	3	6
Retiro de las Muestras Chancadas	047	Movimiento Repetitivo	Tensión muscular	1	4	1	4	2	9	1	9		Implementar un Programa de Ergonomía	1	4	1	4	3	8	1	8
Proceso: División De Muestras																					
Disposición de las muestras en el Divisor Rotatorio	048	Movimiento Repetitivo	Lesión musculo esquelética, tensión muscular	1	4	1	4	-1	12	1	12		Implementar un Programa de Ergonomía Implementar un Programa de Capacitaciones en Seguridad y Salud Ocupacional	1	4	1	4	3	8	1	8
Conexión y encendido del Divisor Rotatorio	049	Electricidad	contacto eléctrico indirecto	2	1	1	4	4	5	4	20	Verificar que el equipo tiene conexión a tierra. Los cables deben estar contenidos y protegidos.	Desarrollar un Programa de Mantenimiento de las Instalaciones eléctricas y los pozos a tierra. Programa de Mantenimiento Preventivo a toda la Maquinaria	2	1	1	4	7	2	4	8
División de las Muestras Trituradas en Sub muestras	050	Divisor Rotatorio en funcionamiento	Laceraciones y perdidas de extremidades	2	1	1	4	3	6	3	18	Cercar el espacio alrededor del divisor con una baranda la cual permanecerá cerrada durante el funcionamiento.	Realizar un procedimiento escrito de trabajo seguro y capacitar al personal. Contar con un supervisor de seguridad ocupacional durante el desarrollo de esta actividad.	2	1	1	4	7	2	3	6

Continuación...

	051	Ruido	Hipoacusia, malestar, disconfort	2	1	1	4	-1	10	1	10		Implementar un Programa de Monitoreo Ocupacional.		2	1	1	4	3	6	1	6
	052	Vibraciones	Alteraciones neuromusculares y sensoriales	2	1	2	4	-1	11	1	11		Implementar un Programa de Monitoreo Ocupacional.		2	1	2	4	3	7	1	7
	053	Material Particulado	Asma ocupacional, alergias, bronquitis, etc.	2	1	1	4	6	3	1	3		Implementar un Programa de Monitoreo Ocupacional.		2	1	1	4	6	3	1	3
Retiro de las Sub muestras	054	Movimiento Repetitivo	Tensión muscular	1	4	1	4	2	9	1	9		Implementar un Programa de Ergonomía		1	4	1	4	3	8	1	8
Proceso: Pulverización De Muestras																						
Disposición de las muestras en las Pulverizadoras	055	Movimiento Repetitivo	Lesión musculo esquelética, tensión muscular	1	4	2	4	2	10	1	10		Desarrollar un Programa de Ergonomía Implementar un Programa de Capacitaciones en Seguridad y Salud Ocupacional		1	4	2	4	3	9	1	9
Conexión y encendido de las Pulverizadoras	056	Electricidad	Contacto eléctrico indirecto	2	1	1	4	6	3	4	12	Verificar que el equipo tiene conexión a tierra. Los cables deben estar contenidos y protegidos.	Desarrollar un Programa de Mantenimiento de las Instalaciones eléctricas y los pozos a tierra. Programa de Mantenimiento Preventivo de toda la Maquinaria		2	1	1	4	7	2	4	8
Pulverizado de las Sub muestras Trituradas	057	Pulverizadora en funcionamiento	Laceraciones y perdidas de extremidades	2	1	1	4	3	6	3	18	Cercar el espacio alrededor de cada pulverizadora con una cabina, la cual permanecerá cerrada durante el funcionamiento.	Realizar un procedimiento escrito de trabajo seguro y capacitar al personal. Contar con un supervisor de seguridad ocupacional durante el desarrollo de esta actividad.		2	1	1	4	7	2	3	6
	058	Ruido	Hipoacusia, malestar, disconfort	2	1	1	4	2	7	3	21	Cercar el espacio alrededor de cada pulverizadora con una cabina la cual permanecerá cerrada durante el funcionamiento.	Implementar un Programa de Monitoreo Ocupacional.		2	1	1	4	7	2	3	6

Continuación...

	059	Vibraciones	Alteraciones neuromusculares y sensoriales	2	1	2	4	-1	11	3	33	Colocar las pulverizadoras sobre un pavimento aislante de fuerzas que funciona como un amortiguador dinámico.	Implementar un Programa de Monitoreo Ocupacional.		2	1	2	4	7	3	3	9
	060	Material Particulado	Asma ocupacional, alergias, bronquitis, etc.	2	1	1	4	6	3	3	9	Cercar el espacio alrededor de cada pulverizadora con una cabina cerrada.	Implementar un Programa de Monitoreo Ocupacional.		2	1	1	4	7	2	3	6
Retiro de las Sub muestras Pulverizadas	061	Movimiento Repetitivo	Tensión muscular	1	4	1	4	2	9	1	9		Implementar un Programa de Ergonomía		1	4	1	4	3	8	1	8
Embolsado y Etiquetado de las Sub muestras Pulverizadas	062	Movimiento Repetitivo	Tensión muscular	1	4	1	4	2	9	1	9		Implementar un Programa de Ergonomía		1	4	1	4	3	8	1	8
Proceso: Distribución De Muestras																						
Traslado de las Sub muestras embolsadas y etiquetadas	063	Vehículo liviano y mecánico en movimiento	Lesión musculo esquelética, choque, atropello	2	1	1	4	-1	10	2	20		Establecer una ruta específica para el vehículo liviano y limitar su circulación a horas de menor tránsito de los trabajadores		2	1	1	4	3	6	2	12

Matriz IPER OHSAS 18001:2007 Modelo A	Riesgo Alto	Rojo
Evaluación Mineralógica De Muestras De Exploración Minera	Riesgo Moderado	Naranja
Etapa: Sala de Ensayos al Fuego	Riesgo Bajo	Verde

Actividad	Identificación De Peligro Y Riesgo Asociado			Valoración Del Riesgo								Medidas De Control Propuestas			Valoración Del Riesgo Residual							
	Ítem	Peligro	Riesgos (Posibles Efectos)	Índice De Probabilidad						Índice De Severidad (IS)	Magnitud Del Riesgo Laboral (MRL)	Fuente	Medio	Individuo	Índice De Probabilidad							
				Índice De Personas Expuestas (IE)	Índice De Procedimiento De Trabajo Seguro (IPT)	Índice De Capacitación (ICE)	Índice De Frecuencia (IF)	Índice De Control Actual De Riesgo (ICAR)	Índice De Probabilidad (IP)						Índice De Personas Expuestas (IE)	Índice De Procedimiento De Trabajo Seguro (IPT)	Índice De Capacitación (ICE)	Índice De Frecuencia (IF)	Índice De Control Actual De Riesgo (ICAR)	Índice De Probabilidad (IP)	Índice De Severidad (IS)	Magnitud Del Riesgo Residual Laboral (MRL)
Proceso: Recepción De Muestras																						
Recepción de las Sub muestras Empaquetadas	064	Ingreso parcial del vehículo liviano y manual	Atropello	2	1	2	4	-1	11	2	22	Desplazamiento del vehículo a una velocidad mínima y por medio de su ruta interna delimitada	Establecer una zona exclusiva de ingreso y aparcamiento para el vehículo liviano		2	1	2	4	7	3	2	6
	065	Trabajo prolongado de pie con flexión	Dolores lumbares, cansancio	1	4	1	4	-1	12	1	12		Implementar un Programa de Ergonomía		1	4	1	4	3	8	1	8
Ordenamiento de las Sub muestras Empaquetadas	066	Trabajo prolongado de pie con flexión	Lesión musculo esquelética	1	1	1	4	-1	9	1	9		Implementar un Programa de Ergonomía Implementar un Programa de Capacitaciones en Seguridad y Salud Ocupacional		1	1	1	4	3	5	1	5
Creación de la base de datos de las Sub muestras codificadas	067	Postura Inadecuada	Dolores lumbares	1	4	1	4	-1	12	1	12		Implementar un Programa de Ergonomía		1	4	1	4	3	8	1	8
	068	Movimientos Repetitivos	Lesión musculo esquelética	1	1	1	4	-1	9	1	9		Implementar un Programa de Ergonomía Implementar un Programa de Capacitaciones en Seguridad y Salud Ocupacional		1	1	1	4	3	5	1	5

Continuación...

Generación de la orden de salida de Sub muestra para análisis.	069	Postura Inadecuada	Dolores lumbares	1	4	1	4	-1	12	1	12		Implementar un Programa de Ergonomía		1	4	1	4	3	8	1	8
	070	Movimientos Repetitivos	Lesión muscular esquelética	1	1	1	4	-1	9	1	9		Implementar un Programa de Ergonomía Implementar un Programa de Capacitaciones en Seguridad y Salud Ocupacional		1	1	1	4	3	5	1	5
Proceso: Pesado De Muestras																						
Colocación de las Sub muestras en la Balanza Analítica	071	Material Particulado	Irritación de los ojos y el sistema respiratorio.	1	1	1	4	2	6	1	6		Implementar un Programa de Monitoreo Ocupacional.		1	1	1	4	3	5	1	5
Separación de la Sub muestra cada 50 gr	072	Material Particulado	Irritación de los ojos y el sistema respiratorio.	1	1	1	4	2	6	1	6		Implementar un Programa de Monitoreo Ocupacional.		1	1	1	4	3	5	1	5
Proceso: Preparación De Fundentes																						
Mezcla de los Componentes	073	Partículas Químicas	Irritación de las vías respiratorias, intoxicación	1	1	2	4	6	3	3	9	Se realizará dentro de una cabina semicerrada conectada directamente a un extractor		1	1	2	4	6	3	3	9	
	074	Manipulación de los componentes	Irritación dérmica intoxicación	1	1	2	4	2	7	2	14		Elaborar un Procedimiento escrito de trabajo seguro (PETS). Implementar un Programa de Capacitaciones en Seguridad y Salud Ocupacional.		1	1	2	4	3	6	2	12
Proceso: Homogeneización De La Muestra																						
Colocación de las Sub muestras y los fundentes en los crisoles	075	Material Particulado	Irritación de los ojos y el sistema respiratorio, asma ocupacional.	1	1	1	4	2	6	3	18	Se realizará dentro de una cabina semicerrada conectada directamente a un extractor.		1	1	1	4	4	4	3	12	
Agitación y mezcla homogénea en los crisoles	076	Material Particulado	Irritación de los ojos y el sistema respiratorio, asma ocupacional.	1	1	1	4	2	6	3	18	Se realizará dentro de una cabina semicerrada conectada directamente a un extractor.		1	1	1	4	4	4	3	12	

Continuación...

Proceso: Fundición																						
Colocación de los crisoles dentro del horno	077	Puerta del horno semiabierta	Golpes y cortes	2	1	2	4	-1	11	2	22	Implementar en el horno un mecanismo que asegure la apertura de la puerta			2	1	2	4	4	6	2	12
Abertura del suministro de gas del horno	078	Gas Natural	asfixia	2	1	1	4	4	5	4	20	Alarma de evacuación en caso de incendio o fuga de gas.	Desarrollar un Programa de Mantenimiento Preventivo de las conexiones de gas		2	1	1	4	7	2	4	8
Encendido del horno mediante chispa eléctrica	079	Chispa eléctrica	Explosión e incendio	2	1	1	4	4	5	4	20	Alarma de evacuación en caso de incendio o fuga de gas.	Desarrollar un Programa de Mantenimiento Preventivo de las conexiones de gas		2	1	1	4	7	2	4	8
Fundición de las sub muestras y fundentes	080	Horno en funcionamiento	Explosión e incendio	2	1	1	4	4	5	4	20	Realizar una limpieza y mantenimiento constante de los hornos, para así eliminar los residuos de mineral que podrían atorar los canales de distribución de gas y causar una fuga. Alarma de evacuación en caso de incendio o fuga de gas.	Implementar un Programa de Mantenimiento Preventivo de toda la Maquinaria.		2	1	1	4	7	2	4	8
	081	Calor	Estrés térmico, deshidratación	2	2	2	4	2	9	2	18		Colocar en lugares convenientes fuentes de agua fresca	Permitir a los trabajadores adoptar sus ritmos de trabajo según su tolerancia al calor.	2	2	2	4	5	6	2	12
	082	Volatilización de componentes químicos	Inhalación de gases y vapores, intoxicación	2	1	1	4	6	3	4	12		Elaborar un Procedimiento escrito de trabajo seguro (PETS). Disminuir la presencia del personal en el área de trabajo, mientras se realiza el proceso.		2	1	1	4	6	3	4	12
Retiro de las crisoles del horno para su enfriamiento	083	Altas temperaturas	Quemaduras	2	1	1	4	2	7	2	14		Señalización de altas temperaturas. Elaborar un Procedimiento escrito de trabajo seguro (PETS). Implementar un Programa de Capacitaciones en Seguridad y Salud Ocupacional		2	1	1	4	3	6	2	12

Continuación...

Proceso: Separación De La Escoria																						
Separación de la escoria del regulo con martillo y cincel	084	Elementos cortantes y de impacto	Laceraciones y cortes de manos	1	1	1	4	2	6	2	12		Implementar un Programa de Capacitaciones en Seguridad y Salud Ocupacional		1	1	1	4	3	5	2	10
	085	Sobreesfuerzos y movimientos repetitivos	Lesión musculo esquelética	1	1	1	4	-1	9	1	9		Implementar un Programa de Ergonomía		1	1	1	4	3	5	1	5
	086	Ruido	Disconfort, incomodidad,		1	1	1	4	-1	9	1	9		Implementar un Programa de Monitoreo Ocupacional.		1	1	1	4	3	5	1
Proceso: Copelación																						
Colocación de las copelas dentro del horno	087	Puerta del horno semiabierta	Golpes y cortes	2	1	2	4	-1	11	2	22	Implementar en el horno un mecanismo que asegure la apertura de la puerta		2	1	2	4	4	6	2	12	
Abertura del suministro de gas del horno	088	Gas Natural	asfixia	2	1	1	4	3	6	4	24	Alarma de evacuación en caso de incendio o fuga de gas.	Desarrollar un Programa de Mantenimiento Preventivo de las conexiones de gas	2	1	1	4	7	2	4	8	
Encendido del horno mediante chispa eléctrica	089	Chispa eléctrica	Explosión e incendio	2	1	1	4	3	6	4	24	Alarma de evacuación en caso de incendio o fuga de gas.	Desarrollar un Programa de Mantenimiento Preventivo de las conexiones de gas	2	1	1	4	7	2	4	8	
Proceso de copelación (fusión y volatilización del plomo)	090	Horno en funcionamiento	Explosión e incendio	2	1	1	4	3	6	4	24	Realizar una limpieza y mantenimiento constante de los hornos, para así eliminar los residuos de mineral que podrían atorar los canales de distribución de gas y causar una fuga. Alarma de evacuación en caso de incendio o fuga de gas.	Implementar un Programa de Mantenimiento Preventivo de toda la Maquinaria.	2	1	1	4	7	2	4	8	
	091	Calor	Estrés térmico, deshidratación	2	2	2	4	2	9	2	18		Colocar en lugares convenientes fuentes de agua fresca	Permitir a los trabajadores adoptar sus ritmos de trabajo según su tolerancia al calor.	2	2	2	4	5	6	2	12
	092	Volatilización de plomo	Inhalación de gases y vapores, intoxicación	2	1	1	4	6	3	4	12		Elaborar un Procedimiento escrito de trabajo seguro (PETS). Disminuir la presencia del personal en el área de trabajo, mientras se realiza el proceso.		2	1	1	4	6	3	4	12

Continuación...

Retiro de las copelas del horno para su enfriamiento	093	Altas temperaturas	Quemaduras	2	1	1	4	2	7	2	14		Señalización de altas temperaturas. Elaborar un Procedimiento escrito de trabajo seguro (PETS). Implementar un Programa de Capacitaciones en Seguridad y Salud Ocupacional		2	1	1	4	3	6	2	12
Proceso: Obtención Del Boton De Oro Y Plata																						
Colocación del botón de oro y plata sobre papel blanco	094	Contacto con plomo sólido que es separado del botón.	Irritación dérmica leve	1	1	1	4	2	6	1	6		Elaborar un Procedimiento escrito de trabajo seguro (PETS).		1	1	1	4	3	5	1	5
Proceso: Laminación Del Boton De Oro Y Plata																						
Martilleo del botón de oro y plata	095	Uso de martillo	Golpes y lesiones en las extremidades	1	1	1	4	2	6	2	12		Elaborar un Procedimiento escrito de trabajo seguro (PETS).		1	1	1	4	3	5	2	10

Matriz IPER OHSAS 18001:2007 Modelo A	Riesgo Alto	Rojo
Evaluación Mineralógica De Muestras De Exploración Minera	Riesgo Moderado	Naranja
Etapas: Sala De Partición	Riesgo Bajo	Verde
*Solo serán derivadas a esta sala las muestras que requieran de un análisis mineralógico de oro (Au) y plata (Ag), para el análisis mineralógico de otros metales se deriva directamente al Laboratorio de análisis de concentrados.		

Actividad	Identificación De Peligro Y Riesgo Asociado			Valoración Del Riesgo								Medidas De Control Propuestas			Valoración Del Riesgo Residual							
	Ítem	Peligro	Riesgos (Posibles Efectos)	Índice De Probabilidad						Índice De Severidad (IS)	Magnitud Del Riesgo Laboral (MRL)	Fuente	Medio	Individuo	Índice De Probabilidad							
				Índice De Personas Expuestas (IE)	Índice De Procedimiento De Trabajo Seguro (IPT)	Índice De Capacitación (ICE)	Índice De Frecuencia (IF)	Índice De Control Actual De Riesgo (ICAR)	Índice De Probabilidad (IP)						Índice De Personas Expuestas (IE)	Índice De Procedimiento De Trabajo Seguro (IPT)	Índice De Capacitación (ICE)	Índice De Frecuencia (IF)	Índice De Control Actual De Riesgo (ICAR)	Índice De Probabilidad (IP)	Índice De Severidad (IS)	Magnitud Del Riesgo Residual Laboral (MRL)
Proceso: Liberación Del Oro (Au)																						
Colocación del botón dentro del tubo de ensayo	096	Manipulación de material frágil	Cortes y lesiones	1	1	1	4	3	5	2	10		Elaborar un Procedimiento escrito de trabajo seguro (PETS).		1	1	1	4	3	5	2	10
Adición de HNO ₃ al tubo de ensayo	097	Manipulación de ácido nítrico	Quemaduras químicas	1	1	1	4	2	6	2	12		Elaborar un Procedimiento escrito de trabajo seguro (PETS). Implementar un Programa de Capacitaciones en Seguridad y Salud Ocupacional		1	1	1	4	3	5	2	10
Colocación del tubo sobre la plancha	098	Manipulación de material frágil con contenido ácido	Cortes, lesiones y quemaduras	1	1	1	4	6	2	2	4		Elaborar un Procedimiento escrito de trabajo seguro (PETS). Implementar un Programa de Capacitaciones en Seguridad y Salud Ocupacional		1	1	1	4	6	2	2	4
Conexión y encendido de la plancha de calentamiento	099	Electricidad	contacto eléctrico indirecto	1	1	1	4	4	4	4	16	Verificar que el equipo tiene conexión a tierra. Los cables deben estar contenidos y protegidos.	Desarrollar un Programa de Mantenimiento de las Instalaciones eléctricas y los pozos a tierra. Implementar un Programa de Mantenimiento Preventivo de toda la Maquinaria.		1	1	1	4	7	1	4	4

Continuación...

Funcionamiento de la plancha de calentamiento	100	Plancha en funcionamiento	Quemaduras	1	4	1	4	-1	12	2	24	Las planchas de calentamiento deben estar dentro de una cabina cerrada	Señalización de altas temperaturas		1	4	1	4	7	4	2	8
	101	calor	Estrés térmico	1	4	1	4	-1	12	1	12	Mejorar los sistemas de ventilación forzada que permita aumentar la velocidad del aire con la finalidad de facilitar la pérdida de calor por evaporación			1	4	1	4	4	7	1	7
	102	Vapores ácidos	Intoxicación, irritación de las vías respiratorias.	1	1	2	4	2	7	4	28	Las planchas de calentamiento deben estar dentro de una cabina cerrada conectadas a un extractor	Implementar un Programa de Capacitaciones en Seguridad y Salud Ocupacional		1	1	2	4	7	2	4	8
Filtrado y Lavado con agua	103	Soluciones ácidas	Quemaduras químicas leves o irritaciones	1	1	1	4	2	6	2	12		Elaborar un Procedimiento escrito de trabajo seguro (PETS). Implementar un Programa de Capacitaciones en Seguridad y Salud Ocupacional		1	1	1	4	3	5	2	10
Colocación del AgNO ₃ dentro del tubo de ensayo	104	Manipulación de material frágil	Cortes y lesiones	1	1	1	4	-1	9	2	18		Elaborar un Procedimiento escrito de trabajo seguro (PETS). Implementar un Programa de Capacitaciones en Seguridad y Salud Ocupacional		1	1	1	4	3	5	2	10
Adición de HCl	105	Manipulación de ácido clorhídrico	Quemaduras químicas intensas	1	1	1	4	2	6	2	12		Elaborar un Procedimiento escrito de trabajo seguro (PETS). Implementar un Programa de Capacitaciones en Seguridad y Salud Ocupacional		1	1	1	4	3	5	2	10
Colocación del oro dentro del tubo de ensayo	106	Manipulación de material frágil	Cortes y lesiones	1	1	1	4	3	5	2	10		Elaborar un Procedimiento escrito de trabajo seguro (PETS). Implementar un Programa de Capacitaciones en Seguridad y Salud Ocupacional		1	1	1	4	3	5	2	10
Adición de agua regia	107	Manipulación de ácido nítrico y ácido clorhídrico	Quemaduras químicas intensas, irritación de las vías respiratorias	1	1	1	4	2	6	2	12		Elaborar un Procedimiento escrito de trabajo seguro (PETS). Implementar un Programa de Capacitaciones en Seguridad y Salud Ocupacional		1	1	1	4	3	5	2	10

Continuación...

Colocación del tubo sobre la plancha	108	Manipulación de material frágil con contenido ácido	Cortes, lesiones y quemaduras	1	1	1	4	6	2	2	4		Elaborar un Procedimiento escrito de trabajo seguro (PETS). Implementar un Programa de Capacitaciones en Seguridad y Salud Ocupacional		1	1	1	4	6	2	2	4
Conexión y encendido de la plancha de calentamiento	109	Electricidad	contacto eléctrico indirecto	1	1	1	4	4	4	4	16	Verificar que el equipo tiene conexión a tierra. Los cables deben estar contenidos y protegidos.	Desarrollar un Programa de Mantenimiento de las Instalaciones eléctricas y los pozos a tierra. Implementar un Programa de Mantenimiento Preventivo de toda la Maquinaria.		1	1	1	4	7	1	4	4
Funcionamiento de la plancha de calentamiento	110	Plancha en funcionamiento	Quemaduras	1	4	1	4	-1	12	2	24	Las planchas de calentamiento deben estar dentro de una cabina cerrada	Señalización de altas temperaturas		1	4	1	4	7	4	2	8
	111	calor	Estrés térmico	1	4	1	4	-1	12	1	12	Mejorar los sistemas de ventilación forzada que permita aumentar la velocidad del aire con la finalidad de facilitar la pérdida de calor por evaporación			1	4	1	4	4	7	1	7
	112	Vapores ácidos	Intoxicación, irritación de las vías respiratorias.	1	1	2	4	2	7	4	28	Las planchas de calentamiento deben estar dentro de una cabina cerrada conectadas a un extractor	Implementar un Programa de Capacitaciones en Seguridad y Salud Ocupacional		1	1	2	4	7	2	4	8
Proceso: Lavados De Tubos De Ensayo																						
Conexión y encendido del tanque desionizador	113	Electricidad	contacto eléctrico indirecto	1	1	1	4	4	4	4	16	Verificar que el equipo tiene conexión a tierra. Los cables deben estar contenidos y protegidos.	Desarrollar un Programa de Mantenimiento de las Instalaciones eléctricas y los pozos a tierra.		1	1	1	4	7	1	4	4
Funcionamiento del tanque desionizador	114	Ruido	Discomfort, incomodidad,	1	1	1	4	-1	9	1	9		Implementar un Programa de Monitoreos Ocupacionales		1	1	1	4	3	5	1	5
Uso de insumos químicos de limpieza	115	Manipulación de insumos químicos	Irritación dérmica leve	1	1	1	4	-1	9	1	9		Elaborar un Procedimiento escrito de trabajo seguro (PETS). Implementar un Programa de Capacitaciones en Seguridad y Salud Ocupacional		1	1	1	4	3	5	1	5

Matriz IPER OHSAS 18001:2007 Modelo A	Riesgo Alto	Rojo
Evaluación Mineralógica De Muestras De Exploración Minera	Riesgo Moderado	Naranja
Etapas: Laboratorio De Análisis De Concentrados Minerales	Riesgo Bajo	Verde
*Etapas necesarias para la determinación analítica de cualquier metal		

Actividad	Identificación De Peligro Y Riesgo Asociado			Valoración Del Riesgo								Medidas De Control Propuestas			Valoración Del Riesgo Residual									
	Ítem	Peligro	Riesgos (Posibles Efectos)	Índice De Probabilidad						Índice De Severidad (IS)	Magnitud Del Riesgo Laboral (MRL)	Fuente	Medio	Individuo	ÍNDICE DE PROBABILIDAD									
				Índice De Personas Expuestas (IE)	Índice De Procedimiento De Trabajo Seguro (IPT)	Índice De Capacitación (ICE)	Índice De Frecuencia (IF)	Índice De Control Actual De Riesgo (ICAR)	Índice De Probabilidad (IP)						Índice De Personas Expuestas (IE)	Índice De Procedimiento De Trabajo Seguro (IPT)	Índice De Capacitación (ICE)	Índice De Frecuencia (IF)	Índice De Control Actual De Riesgo (ICAR)	Índice De Probabilidad (IP)	Índice De Severidad (IS)	Magnitud Del Riesgo Residual Laboral (MRL)		
Proceso: Digestión De La Muestra																								
*Solamente ingresan a este proceso, metales como el cobre, plomo, zinc y otros. Metales como el oro y la plata quedan excluidos de este proceso y continúan con el siguiente.																								
Colocación de la sub muestra dentro del tubo de ensayo	116	Manipulación de material frágil	Cortes y lesiones	1	1	1	4	4	4	2	8		Elaborar un Procedimiento escrito de trabajo seguro (PETS). Implementar un Programa de Capacitaciones en Seguridad y Salud Ocupacional				1	1	1	4	4	4	2	8
Adición de ácidos de digestión	117	Manipulación de ácido nítrico, clorhídrico, sulfúrico y perclórico	Quemaduras químicas intensas, irritación de las vías respiratorias	1	1	1	4	2	6	2	12		Elaborar un Procedimiento escrito de trabajo seguro (PETS). Implementar un Programa de Capacitaciones en Seguridad y Salud Ocupacional				1	1	1	4	3	5	2	10
Colocación del tubo sobre la plancha	118	Manipulación de material frágil con contenido ácido	Cortes, lesiones y quemaduras químicas	1	1	1	4	6	2	2	4		Elaborar un Procedimiento escrito de trabajo seguro (PETS). Implementar un Programa de Capacitaciones en Seguridad y Salud Ocupacional				1	1	1	4	6	2	2	4

Continuación...

Conexión y encendido de la plancha de calentamiento	119	Electricidad	contacto eléctrico indirecto	1	1	1	4	4	4	4	16	Verificar que el equipo tiene conexión a tierra. Los cables deben estar contenidos y protegidos.	Desarrollar un Programa de Mantenimiento de las Instalaciones eléctricas y los pozos a tierra. Implementar un Programa de Mantenimiento Preventivo de toda la Maquinaria.			2	1	1	4	7	2	4	8
Funcionamiento de la plancha de calentamiento	120	Plancha en funcionamiento	Quemaduras	1	4	1	4	-1	12	2	24	Las planchas de calentamiento deben estar dentro de una cabina cerrada	Señalización de altas temperaturas			1	4	1	4	7	4	2	8
	121	calor	Estrés térmico	1	4	1	4	-1	12	1	12	Mejorar los sistemas de ventilación forzada que permita aumentar la velocidad del aire con la finalidad de facilitar la pérdida de calor por evaporación				1	4	1	4	4	7	1	7
	122	Vapores ácidos	Intoxicación, irritación de las vías respiratorias.	1	1	2	4	2	7	4	28	Las planchas de calentamiento deben estar dentro de una cabina cerrada conectadas a un extractor	Implementar un Programa de Capacitaciones en Seguridad y Salud Ocupacional			1	1	2	4	7	2	4	8
Proceso: Espectrofotometría De Emisión Óptica De Plasma Acoplado Por Inducción																							
Colocación de las muestras digestadas en el ICP-OES	123	Manipulación de material frágil con contenido ácido	Cortes, lesiones y quemaduras químicas	1	1	1	4	6	2	2	4		Elaborar un Procedimiento escrito de trabajo seguro (PETS). Implementar un Programa de Capacitaciones en Seguridad y Salud Ocupacional			1	1	1	4	6	2	2	4
Conexión y encendido del ICP-OES	124	Electricidad	contacto eléctrico indirecto	1	1	1	4	4	4	4	16	Verificar que el equipo tiene conexión a tierra. Los cables deben estar contenidos y protegidos.	Desarrollar un Programa de Mantenimiento de las Instalaciones eléctricas y los pozos a tierra. Implementar un Programa de Mantenimiento Preventivo de toda la Maquinaria.			1	1	1	4	7	1	4	4
Funcionamiento del ICP OES	125	Uso de gases comprimidos	Intoxicación	1	1	1	4	4	4	4	16	Mantenimiento preventivo del ICP OES	Manual de uso seguro del ICP-OES Personal debidamente calificado y certificado			1	1	1	4	7	2	4	8
	126	Fluidos corrosivos y líquidas inflamables	Quemaduras químicas	1	1	1	4	6	2	2	4		Elaborar un Procedimiento escrito de trabajo seguro (PETS). Implementar un Programa de Capacitaciones en Seguridad y Salud Ocupacional			1	1	1	4	6	2	2	4

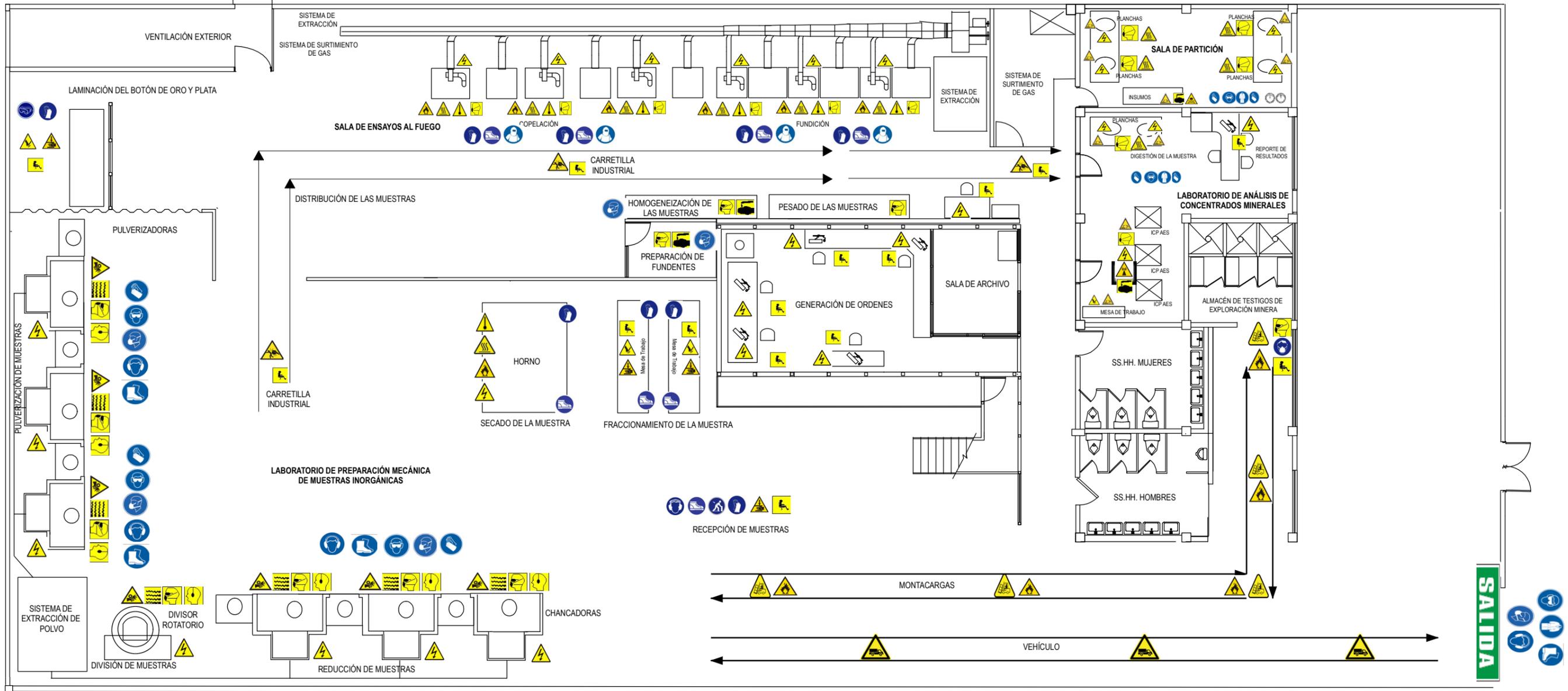
Continuación...

	127	Emisión de vapores ácidos	Intoxicación e inflamación de las vías respiratorias	1	1	1	4	6	2	4	8	Emisor de vapores ácidos del ICP OES conectado directamente a un extractor			1	1	1	4	6	2	4	8
Reporte de Resultados	128	Postura Inadecuada	Dolores lumbares	1	4	1	4	-1	12	1	12		Implementar un Programa de Ergonomía.		1	4	1	4	3	8	1	8
	129	Movimientos Repetitivos	Lesión muscular esquelética	1	4	1	4	-1	12	1	12		Implementar un Programa de Ergonomía.		1	4	1	4	3	8	1	8

Anexo 4: Mapa de Riesgos

MAPA DE RIESGOS

EVALUACIÓN MINERALÓGICA DE MUESTRAS DE EXPLORACIÓN MINERA



RIESGOS EXISTENTES

	VEHÍCULO EN MOVIMIENTO		ELECTRICIDAD		COLISIÓN CON VEHÍCULO EN MOVIMIENTO
	MONTACARGAS EN MOVIMIENTO		VIBRACIONES		SUPERFICIES CALIENTES
	MATERIALES INFLAMABLES		RUIDO		ESTRÉS TÉRMICO
	CUIDADO CON SUS MANOS		PARTICULAS		RIESGO DE CORTE
	DISERGONÓMICO		ATRAPAMIENTO		GASES, POLVOS Y VAPORES

CONTROLES EXISTENTES

	OBLIGATORIO USAR GUANTES DE SEGURIDAD		OBLIGATORIO USAR PROTECCIÓN OCULAR
	OBLIGATORIO USAR FAJA ANATÓMICA		OBLIGATORIO USAR MANDIL
	OBLIGATORIO USAR ZAPATOS DE SEGURIDAD		OBLIGATORIO USAR TRAJES DE ROPA PROTECTORA
	OBLIGATORIO USAR PROTECCIÓN AUDITIVA		
	OBLIGATORIO USAR RESPIRADOR		

MAPA DE RIESGOS

TÍTULO:	MAPA DE RIESGOS	
ACTIVIDAD:	EVALUACIÓN MINERALÓGICA DE MUESTRAS DE EXPLORACIÓN MINERA	
ELABORACIÓN:	WALTER GONZALO CHINCHAY LARA	MAPA:
FECHA:	27/07/2017	01
ESCALA:	SIN ESCALA	

Anexo 5: Programa de Seguridad y Salud Ocupacional

Etapa	Abreviación
Laboratorio de Preparación de Muestras Inorgánicas	PMI
Sala de Ensayos al Fuego	SEF
Sala de Partición	SP
Laboratorio de Análisis de Concentrados Minerales	LACM

LLLL

N°	Medida de Control a Implementar	Responsable de la Ejecución	Etapa	Meses												Requisito Legal y Descripción	
				E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
01	Implementar un Programa de Ergonomía	Seguridad y Salud Ocupacional	Todas														<p>El artículo 38 del Reglamento de la Ley N° 29783, aprobado con Decreto Supremo N° 005-2012-TR, establece que el empleador debe asegurar, cuando corresponda, el establecimiento y el funcionamiento efectivo de un Comité de Seguridad y Salud en el Trabajo.</p> <p>El artículo 42 del mencionado Reglamento establece como una de las funciones del Comité de Seguridad y Salud en el Trabajo, aprobar el Programa Anual de Seguridad y Salud en el Trabajo, el cual incluye la Programación del Monitoreo de Agentes de Riesgo.</p> <p>El artículo 33 del mencionado Reglamento establece como un registro obligatorio del Sistema de Seguridad y Salud en el Trabajo, al registro del monitoreo de agentes físicos, químicos, biológicos, psicosociales y factores de riesgo disergonómicos</p>

Continuación...

02	Implementar un Programa de Capacitaciones en Seguridad y Salud Ocupacional	Seguridad y Salud Ocupacional	Todas															<p>El artículo 38 del Reglamento de la Ley" N° 29783, aprobado con Decreto Supremo N° 005-2012-TR, establece que el empleador debe asegurar, cuando corresponda, el establecimiento y el funcionamiento efectivo de un Comité de Seguridad y Salud en el Trabajo.</p> <p>El artículo 42 del mencionado Reglamento establece como una de las funciones del Comité de Seguridad y Salud en el Trabajo, aprobar el Programa Anual de Seguridad y Salud en el Trabajo así como aprobar el Plan Anual de Capacitación sobre seguridad y salud en el trabajo, entre otros.</p>
03	Colocar la señalización de vehículo en movimiento y conos para el desvío de los peatones, mientras el vehículo está en funcionamiento.	Seguridad y Salud Ocupacional	PMI															<p>El artículo 35 de la Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo N° 29783, establece que es responsabilidad del empleador elaborar mapas de riesgo de las instalaciones de la empresa.</p> <p>En estos mapas de riesgo se detalla señalética de seguridad en base a la Norma Técnica Peruana 399.010-1 2004.</p> <p>La misma señalética e instrumentos de seguridad deben implementarse a nivel real en la instalación</p>
04	Realizar el surtimiento de gasolina en un espacio fuera del área de proceso, en un lugar específico acondicionado adecuadamente	Seguridad y Salud Ocupacional y PMI	PMI															<p>Acondicionar un área para el surtimiento de gasolina fuera de la zona de trabajo.</p>

Continuación...

05	Implementar un Programa de Monitoreo Ocupacional.	Seguridad y Salud Ocupacional	Todas													<p>El artículo 38 del Reglamento de la Ley N° 29783, aprobado con Decreto Supremo N° 005-2012-TR, establece que el empleador debe asegurar, cuando corresponda, el establecimiento y el funcionamiento efectivo de un Comité de Seguridad y Salud en el Trabajo.</p> <p>El artículo 42 del mencionado Reglamento establece como una de las funciones del Comité de Seguridad y Salud en el Trabajo, aprobar el Programa Anual de Seguridad y Salud en el Trabajo, el cual incluye la Programación del Monitoreo de Agentes de Riesgo.</p> <p>El artículo 33 del mencionado Reglamento establece como un registro obligatorio del Sistema de Seguridad y Salud en el Trabajo, al registro del monitoreo de agentes físicos, químicos, biológicos, psicosociales y factores de riesgo disergonómicos</p> <p>Por lo tanto, de elaborar un Programa de Monitoreo Ocupacional, este se debe aprobar al inicio del año junto con el Plan Anual de Seguridad y Salud Ocupacional.</p>
06	Realizar una limpieza y mantenimiento constante de los hornos, para así eliminar los residuos de mineral que podrían atorar los canales de distribución de gas y causar una fuga.	PMI	PMI												Responsabilidad de la dirección y personal del área de Preparación de Muestras Inorgánicas	

Continuación...

07	Implementar un Programa de Mantenimiento Preventivo de toda la Maquinaria.	Seguridad y Salud Ocupacional	Todas															<p>El artículo 69 de la Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo N° 29783 y en el artículo 1215 del Decreto Supremo N° 42 F Reglamento de Seguridad Industrial, establecen que todas las máquinas, instalaciones eléctricas, mecánicas y demás, así como las herramientas y equipos, se conservarán siempre en buenas condiciones de seguridad.</p> <p>Como todo Programa, debe estar referenciado en el Plan Anual de Seguridad y Salud Ocupacional y ser aprobado a inicios de año, junto con este.</p>
08	Verificar que el equipo tiene conexión a tierra y sus condiciones de mantenimiento	Seguridad y Salud Ocupacional y PMI	PMI															<p>Se propone una inspección de seguridad en la conexión a tierra, cada tres meses debido a la alta valoración del riesgo.</p>
09	Desarrollar un Programa de Mantenimiento de las Instalaciones eléctricas y los pozos a tierra.	Seguridad y Salud Ocupacional	Todas															<p>Como todo Programa, debe estar referenciado en el Plan Anual de Seguridad y Salud Ocupacional y ser aprobado a inicios de año, junto con este.</p> <p>El Programa de Mantenimiento de Instalaciones Eléctricas y Pozos a Tierra, nos indica donde están ubicados los pozos a tierra, las condiciones que deben mantener, el periodo de mantenimiento, procedimiento de mantenimiento, responsables, etc.</p>

Continuación...

10	Cercar el espacio alrededor de cada chancadora\pulverizadora con una cabina, la cual permanecerá cerrada durante el funcionamiento.	PMI	PMI																En esta etapa se genera ruido debido al funcionamiento de la maquinaria, para evitar la propagación se propone cercar las chancadoras y pulverizadoras con una cabina. Esta medida debe implementarse después de colocar las chancadora\pulverizadora sobre un pavimento aislante.
11	Realizar un procedimiento escrito de trabajo seguro y capacitar al personal.	Seguridad y Salud Ocupacional	Todas																Un procedimiento escrito de trabajo seguro se aprueba junto con el Plan Anual e Seguridad y Salud Ocupacional y forma parte del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional.
12	Colocar las chancadora\pulverizadora sobre un pavimento aislante de fuerzas que funciona como un amortiguador dinámico	PMI	PMI																Al ser un riesgo alto y sin un control actual existente, es necesario implementar la medida de control propuesta a inicios de año.
13	Cercar el espacio alrededor de cada chancadora\pulverizadora con una cabina la cual está conectada al extractor modelo dust box	PMI	PMI																En esta etapa se genera material particulado debido al funcionamiento de la maquinaria, para evitar la propagación se propone cercar las chancadoras y pulverizadoras con una cabina conectada al extractor modelo dust box La cabina alrededor de la chancadora\pulverizadora también sirve para evitar el contacto del personal con la maquinaria en funcionamiento. Esta medida debe implementarse después de colocar las chancadora\pulverizadora sobre un pavimento aislante y asegurando que la cabina pueda aislar también el ruido.

Continuación...

14	Desarrollar un Programa de Mantenimiento de los Elementos de Seguridad de las Instalaciones	Seguridad y Salud Ocupacional	Todas														Como todo Programa, debe estar referenciado en el Plan Anual de Seguridad y Salud Ocupacional y ser aprobado a inicios de año, junto con este.
15	Desarrollar un Programa de Mantenimiento Preventivo de las conexiones de gas	Seguridad y Salud Ocupacional	PMI, SEF														Como todo Programa, debe estar referenciado en el Plan Anual de Seguridad y Salud Ocupacional y ser aprobado a inicios de año, junto con este.
16	Colocar la plancha de calentamiento dentro de una cabina cerrada cuando está en funcionamiento	SP	SP														Los procesos que involucren altas temperaturas deben estar aislados para evitar las quemaduras del personal.
17	Las planchas de calentamiento deben estar dentro de una cabina cerrada conectadas a un extractor	SP	SP														En la sala de partición se usan ácidos a altas temperaturas por medio de las planchas de calentamiento, estos vapores ácidos deben ser retenidos dentro de una cabina y canalizados hacia un extractor.