



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SEGURIDAD Y GESTIÓN MINERA



**EVALUACIÓN DE CONCENTRACIÓN DE GASES EN
TRABAJOS DE ESPACIOS CONFINADOS DE LA
EMPRESA SERMEL LÍDER 2023**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. WILBER CHAGUA MAMANI

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO DE SEGURIDAD Y GESTIÓN MINERA**

JULIACA - PERÚ

2024



UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SEGURIDAD Y GESTIÓN MINERA

**EVALUACIÓN DE CONCENTRACIÓN DE GASES EN
TRABAJOS DE ESPACIOS CONFINADOS DE LA
EMPRESA SERMEL LÍDER 2023**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. WILBER CHAGUA MAMANI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO DE SEGURIDAD Y GESTIÓN MINERA

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE


M.Sc. JUAN CARLOS HERRERA MIRANDA

PRIMER MIEMBRO


Dr. LUCAS COAQUIRA CANO

SEGUNDO MIEMBRO


Dr. OSCAR GONZALO APAZA PEREZ

ASESOR DE TESIS


M.Sc. VICTOR PAREDES ARGANDOÑA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

SEGURIDAD Y GESTIÓN DE RIESGOS – P26



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ" FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS DECANATURA

RESOLUCIÓN N° 095-2024-D-FIS-UANCV-J

Juliaca, 05 de junio del 2024

VISTOS:

El expediente N° 2024-CU-6573 (fecha y hora de sustentación), expediente N° 2024-CU-6551 (Título), la RESOLUCIÓN N° 054-2024-D-FIS-UANCV que aprueba el Borrador de Tesis y el DICTAMEN N° 473-2024-OI-VI DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN presentado por el (la) bachiller, **CHAGUA MAMANI, WILBER** quien solicita: FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS, titulado: **EVALUACIÓN DE CONCENTRACIÓN DE GASES EN TRABAJOS DE ESPACIOS CONFINADOS DE LA EMPRESA SERMEL LÍDER 2023** conducente a la obtención del Título Profesional de **INGENIERO DE SEGURIDAD Y GESTIÓN MINERA** por la modalidad de Sustentación de Tesis,

CONSIDERANDO:

Que, con Resolución N° 0827-2023-UANCV-CU-R se aprueba la ampliación de Sustentación de Tesis y/o examen de suficiencia para el mes de enero del 2024 y acorde al artículo 5° numeral 5.14 de la Ley Universitaria N° 30220 establece que las universidades se rigen por el principio del interés superior del estudiante.

Que es necesario dar cumplimiento a la Ley 30220 y sus modificatorias, al Estatuto Universitario y al Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" de Juliaca y de la Facultad de Ingeniería de Sistemas.

En uso de las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería de Sistemas y, estando al informe de la Comisión de Grados y Títulos de la Facultad.

SE RESUELVE:

PRIMERO.- NOMINAR JURADOS PARA LA SUSTENTACIÓN DE TESIS del tema titulado: **EVALUACIÓN DE CONCENTRACIÓN DE GASES EN TRABAJOS DE ESPACIOS CONFINADOS DE LA EMPRESA SERMEL LÍDER 2023** presentado por el (la) bachiller: **CHAGUA MAMANI, WILBER**, para optar el Título Profesional de **INGENIERO DE SEGURIDAD Y GESTIÓN MINERA** habiéndose designado por sorteo a la siguiente terna de jurados:

- Presidente : M. SC. JUAN CARLOS HERRERA MIRANDA
- 1er. Miembro : DR. LUCAS COAQUIRA CANO
- 2do. Miembro : DR. OSCAR GONZALO APAZA PEREZ
- Asesor de Tesis : M SC. VICTOR PAREDES ARGANDOÑA

SEGUNDO.- PROGRAMAR la FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS VIRTUAL para el día **JUEVES, 06 DE JUNIO DEL 2024** a horas **10:00 a.m.** hora exacta. El acto académico de sustentación virtual se llevará a cabo a través de la plataforma de video conferencia Cisco Webex Meetings.

TERCERO.- Realizada la Sustentación de Tesis, el Presidente de la terna de jurados levantará y firmará el Acta de Sustentación de Tesis, en el cual se consignará el resultado obtenido por el (la) Bachiller sustentante, del mismo modo firmaran los otros dos miembros de jurado y asesor de tesis, dando conformidad al acto.

CUARTO.- La Dirección de la Escuela Profesional de Ingeniería de Seguridad y Gestión Minera, el Jurado y el Presidente de la Comisión de Grados y Títulos, quedan encargados de dar cumplimiento a la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese y Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

M.Sc. Juan Carlos Herrera Miranda
DECANO

C.c.
Arch. 2024
JCHM/
Distribución: Jurados, Interesado



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ" FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

RESOLUCIÓN N° 062-2023-D-FIS-UANCV

Juliaca, 26 de abril del 2024

VISTOS; el Expediente N° 2023-CU-216529 y el Acta de Aprobación de Borrador de Tesis de fecha 23 de abril del 2024 y la RESOLUCIÓN N° 298-2023-D-FIS-UANCV que aprueba el Perfil de Tesis de fecha 22 de marzo del 2023, presentado por el (la) Bachiller: **CHAGUA MAMANI, WILBER** con el tema titulado: **EVALUACIÓN DE CONCENTRACIÓN DE GASES EN TRABAJOS DE ESPACIOS CONFINADOS DE LA EMPRESA SERMEL LÍDER 2023**, para optar el Título Profesional de **INGENIERO DE SEGURIDAD Y GESTIÓN MINERA**.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller **CHAGUA MAMANI, WILBER**, ha presentado su Borrador de Tesis titulado: **EVALUACIÓN DE CONCENTRACIÓN DE GASES EN TRABAJOS DE ESPACIOS CONFINADOS DE LA EMPRESA SERMEL LÍDER 2023**, para optar el Título Profesional de **INGENIERO DE SEGURIDAD Y GESTIÓN MINERA**.

Que, habiendo procedido de acuerdo al Reglamento de Grados y Títulos de la UANCV y el Presidente de la Comisión de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería de Sistemas, nominó como Jurados a los siguientes Docentes:

- Presidente : M. Sc. Juan Carlos Herrera Miranda
- 1er. Miembro : Dr. Lucas Coaquira Cano
- 2do. Miembro : Dr. Oscar Gonzalo Apaza Perez
- Asesor de Tesis : M. Sc. Victor Paredes Argandoña

Que, la terna de jurados ha aprobado en su integridad el Borrador de Tesis titulado: **EVALUACIÓN DE CONCENTRACIÓN DE GASES EN TRABAJOS DE ESPACIOS CONFINADOS DE LA EMPRESA SERMEL LÍDER 2023**.

Estando en la opinión favorable del Presidente de la Comisión de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería de Sistemas, en concordancia al Reglamento de Grados y Títulos de la UANCV y en uso de las atribuciones que le concede la Ley Universitaria 30220, Ley de Creación de la UANCV 23738 y Modificatoria N° 24661 y el Estatuto Modificado de la UANCV.

SE RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR EL BORRADOR DE TESIS, presentado por el (la) Bachiller: **CHAGUA MAMANI, WILBER**, con el tema titulado: **EVALUACIÓN DE CONCENTRACIÓN DE GASES EN TRABAJOS DE ESPACIOS CONFINADOS DE LA EMPRESA SERMEL LÍDER 2023**, quedando apto para tramitar el Dictamen de Originalidad de Trabajo de Investigación y posteriormente solicitar la Fecha y Hora de Sustentación de Tesis previa presentación de los requisitos correspondientes según lo establecido en el Reglamento de Grados y Títulos de la UANCV, la misma que conducirá a la obtención del **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE SEGURIDAD Y GESTIÓN MINERA**

ARTÍCULO SEGUNDO.- La Comisión de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería de Sistemas y el Secretario Académico de la Facultad de Ingeniería de Sistemas, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese y Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

M.Sc. Juan Carlos Herrera Miranda
DECANO

UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"RESOLUCIÓN N° 031-2024-D-FIS-UANCV

Juliaca, 18 de marzo del 2024

VISTOS; el Expediente N° 2023-CU-18767, presentado por el (la) Bachiller: **CHAGUA MAMANI, WILBER** quien solicita CAMBIO DEL SEGUNDO MIEMBRO DE JURADO Y ASESOR DEL BORRADOR DE TESIS titulado: **EVALUACIÓN DE CONCENTRACIÓN DE GASES EN TRABAJOS DE ESPACIOS CONFINADOS DE LA EMPRESA SERMEL LÍDER 2023**, aprobado con RESOLUCIÓN N° 298-2023-D-FIS-UANCV (borrador de tesis) de fecha 22 de junio del 2023.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller **CHAGUA MAMANI, WILBER**, ha presentado su Borrador de Tesis titulado: **EVALUACIÓN DE CONCENTRACIÓN DE GASES EN TRABAJOS DE ESPACIOS CONFINADOS DE LA EMPRESA SERMEL LÍDER 2023**, para optar el Título Profesional de INGENIERO DE SEGURIDAD Y GESTIÓN MINERA.

Que, habiendo procedido de acuerdo al Reglamento de Grados y Títulos de la UANCV y el Presidente de la Comisión de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería de Sistemas, nominó como Jurados a los siguientes Docentes:

- Presidente : M. Sc. Juan Carlos Herrera Miranda
- 1er. Miembro : Dr. Lucas Coaquira Cano
- 2do. Miembro : Dr. Oscar Gonzalo Apaza Perez
- Asesor de Tesis : Mgtr: Victor Paredes Argandoña

Que, es procedente la solicitud de **CAMBIO DEL SEGUNDO MIEMBRO DE JURADO Y ASESOR DEL BORRADOR DE TESIS** y Estando en la opinión favorable del Presidente de la Comisión de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería de Sistemas, en concordancia al Reglamento de Grados y Títulos de la UANCV y en uso de las atribuciones que le concede la Ley Universitaria 30220, Ley de Creación de la UANCV 23738 y Modificatoria N° 24661 y el Estatuto Modificado de la UANCV.

SE RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR EL CAMBIO DEL SEGUNDO MIEMBRO DE JURADO Y ASESOR DEL BORRADOR DE TESIS, presentado por el (la) Bachiller: **CHAGUA MAMANI, WILBER**, del tema titulado: **EVALUACIÓN DE CONCENTRACIÓN DE GASES EN TRABAJOS DE ESPACIOS CONFINADOS DE LA EMPRESA SERMEL LÍDER 2023**, conducente a optar el **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE SEGURIDAD Y GESTIÓN MINERA**, considerándose a partir de la fecha los siguientes Jurados y Asesor de Tesis:

- Presidente : M. Sc. Juan Carlos Herrera Miranda
- 1er. Miembro : Dr. Lucas Coaquira Cano
- 2do. Miembro : Dr. Paul Mamani Tisnado
- Asesor de Tesis : Dr. Juan Benites Noriega

ARTÍCULO SEGUNDO.- La Comisión de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería de Sistemas y el Secretario Académico de la Facultad de Ingeniería de Sistemas, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese y Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
M.Sc. Juan Carlos Herrera Miranda
DECANO



RESOLUCIÓN N° 298-2023-D-FIS-UANCV

Juliaca, 22 de junio del 2023

VISTOS; el Expediente N° 2023-003201, y la copia del Acta de Aprobación de Perfil de Tesis de fecha 30 de mayo del 2023, para optar el Título Profesional de INGENIERO DE SEGURIDAD Y GESTIÓN MINERA, presentado por el (la) Bachiller: **CHAGUA MAMANI, WILBER** con el tema titulado: **EVALUACIÓN DE CONCENTRACIÓN DE GASES EN TRABAJOS DE ESPACIOS CONFINADOS DE LA EMPRESA SERMEL LÍDER 2023.**

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller **CHAGUA MAMANI, WILBER**, ha presentado su Perfil de Tesis titulado: **EVALUACIÓN DE CONCENTRACIÓN DE GASES EN TRABAJOS DE ESPACIOS CONFINADOS DE LA EMPRESA SERMEL LÍDER 2023**, para optar el Título Profesional de INGENIERO DE SEGURIDAD Y GESTIÓN MINERA.

Que, habiendo procedido de acuerdo al Reglamento de Grados y Títulos de la UANCV y el Presidente de la Comisión de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería de Sistemas, nominó como Jurados a los siguientes Docentes:

- Presidente : M. Sc. Juan Carlos Herrera Miranda
- 1er. Miembro : Dr. Lucas Coaquira Cano
- 2do. Miembro : Dr. Oscar Gonzalo Apaza Perez
- Asesor de Tesis : Mgtr. Victor Paredes Argandoña

Que, la terna de jurados ha aprobado en su integridad el Perfil de Tesis titulado: **EVALUACIÓN DE CONCENTRACIÓN DE GASES EN TRABAJOS DE ESPACIOS CONFINADOS DE LA EMPRESA SERMEL LÍDER 2023**, procediendo con el levantamiento de Acta y firma de Aprobación correspondiente.

Estando en la opinión favorable del Presidente de la Comisión de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería de Sistemas, en concordancia al Reglamento de Grados y Títulos de la UANCV y en uso de las atribuciones que le concede la Ley Universitaria 30220, Ley de Creación de la UANCV 23738 y Modificatoria N° 24661 y el Estatuto Modificado de la UANCV.

SE RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR EL PERFIL DE TESIS, presentado por el (la) Bachiller: **CHAGUA MAMANI, WILBER**, con el tema titulado: **EVALUACIÓN DE CONCENTRACIÓN DE GASES EN TRABAJOS DE ESPACIOS CONFINADOS DE LA EMPRESA SERMEL LÍDER 2023**, quedando apto para el desarrollo y presentación del Borrador de Tesis según lo establecido en el Reglamento de Grados y Títulos de la UANCV.

ARTÍCULO SEGUNDO.- La Comisión de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería de Sistemas y el Secretario Académico de la Facultad de Ingeniería de Sistemas, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese y Archívese.



[Handwritten Signature]
M.Sc. Juan Carlos Herrera Miranda
DECANO



EVALUACIÓN DE CONCENTRACIÓN DE GASES EN TRABAJOS DE ESPACIOS CONFINADOS DE LA EMPRESA SERMEL LÍDER 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

21%

INDICE DE SIMILITUD

20%

FUENTES DE INTERNET

7%

PUBLICACIONES

13%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru	4%
	Trabajo del estudiante	

2	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez	3%
	Trabajo del estudiante	

3	repositorio.unsa.edu.pe	3%
	Fuente de Internet	

4	hdl.handle.net	1%
	Fuente de Internet	

5	repositorio.unap.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	

6	repositorio.uancv.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	

7	repositorio.unp.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	

8	es.scribd.com	
---	---------------	--



Metadatos complementarios



TÍTULO DE LA TESIS	
EVALUACIÓN DE CONCENTRACIÓN DE GASES EN TRABAJOS DE ESPACIOS CONFINADOS DE LA EMPRESA SERMEL LÍDER 2023	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	WILBER CHAGUA MAMANI
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	45448552
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0006-3028-5280
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	VICTOR PAREDES ARGANDOÑA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02368052
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0003-1301-8720
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	JUAN CARLOS HERRERA MIRANDA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	29606930
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	LUCAS COAQUIRA CANO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02391508
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	OSCAR GONZALO APAZA PEREZ
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	42431259
Datos de investigación	
Línea de investigación	SEGURIDAD Y GESTIÓN DE RIESGOS - P26



Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Román Distrito: Juliaca Coordenadas: Latitud: -15.4821655 Longitud: -70.140686 https://maps.app.goo.gl/GnxyTtXi2a6BCFJC9
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Marzo 2024 – Junio 2024
URL de disciplinas OCDE https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.02.04	Ingeniería, Tecnología https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.00.00 Minería, Procesamiento de minerales https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.07.05



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
"NESTOR CERRETELLA ANDINA VELÁSQUEZ"
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"
M.Sc. Juan Carlos Herrera Murandg
DIRECTOR
Unidad de Investigación FIS



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo WILBER CHAGUA MAMANI, identificado con DNI Nro. 45448552 en mi condición de egresado de:

- Escuela Profesional**
- Programa de Segunda Especialidad,**
- Programa de Maestría o Doctorado**

INGENIERÍA DE SEGURIDAD Y GESTIÓN MINERA

informo que he elaborado el/la **Tesis** o **Trabajo de Investigación**, **Trabajo Académico** denominada:

EVALUACIÓN DE CONCENTRACIÓN DE GASES EN TRABAJOS DE ESPACIOS CONFINADOS DE LA EMPRESA SERMEL LÍDER 2023

Asesorado por: M.Sc. VICTOR PAREDES ARGANDOÑA

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 28 de JUNIO del 2024


Firma del Asesor
(obligatoria)


FIRMA (obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

A mis queridos padres, Juan y Lucía.
Asimismo, a mi hermanita Beatriz. Este logro académico refleja el esfuerzo que invirtieron en mi educación sólida. Valoro mucho la dedicación y compromiso con mi educación, me llena de orgullo honrarlos de esta manera. Los amo querida familia.



AGRADECIMIENTO

A quienes siempre estuvieron apoyándome, a mis padres, a mi familia y a todos los que fueron parte de mi formación profesional. Gratitud a cada uno de ustedes.



ÍNDICE

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE	v
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN	xii

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA	1
1.2. FORMULACIÓN DE PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.2.1. Problema general.....	2
1.2.2. Problemas específicos	2
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.3.1. Objetivo general	3
1.3.2. Objetivos específicos	3
1.4. JUSTIFICACION DEL ESTUDIO	3
1.4.1. Justificación técnica	4
1.4.2. Justificación legal	4
1.4.3. Justificación social	5
1.4.4. Justificación económica	5
1.5. HIPÓTESIS.....	5
1.5.1. Hipótesis general	5



4.2. EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE CONCENTRACIÓN DE GASES EN TRABAJOS DE ESPACIOS CONFINADOS Y SU RELACIÓN CON LA SALUD DE LOS TRABAJADORES.	34
4.3. DEMOSTRACIÓN O CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS.....	47
4.3.1. Prueba de hipótesis general	47
4.3.2. Prueba de hipótesis específica	48
4.3.3. Prueba de hipótesis específica	49
4.3.4. Prueba de hipótesis específica	51
4.4. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	52
CONCLUSIONES.....	54
RECOMENDACIONES	56
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS	57
ANEXOS.....	60



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Operacionalización de variables	7
Tabla 2.	Características de la Atmosfera	12
Tabla 3.	Efectos	15
Tabla 4.	Efectos del CO	17
Tabla 5.	Efectos del CO ₂	18
Tabla 6.	Límites de O ₂ , CO y CO ₂	19
Tabla 7.	Ubicación de estaciones	35
Tabla 8.	Encuesta piloto	36
Tabla 9.	Registro del monitoreo de Oxígeno	37
Tabla 10.	Registro de hallazgos de concentración de CO y CO ₂	41
Tabla 11.	Límite de exposición ocupacional de agentes químicos	43
Tabla 12.	Cantidad de respuesta de la encuesta piloto.....	47
Tabla 13.	Prueba T para la hipótesis	48
Tabla 14.	Prueba estadística para la muestra de O ₂	49
Tabla 15.	Prueba T para la concentración de O ₂	49
Tabla 16.	Prueba estadística para la muestra de CO y CO ₂	50
Tabla 17.	Prueba T para la concentración de CO	50
Tabla 18.	Prueba T para la concentración de CO ₂	51
Tabla 19.	Estadísticas de muestras emparejadas	51
Tabla 20.	Correlaciones de muestras emparejadas	52
Tabla 21.	Prueba de muestras emparejadas.....	52



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Curva de Bradley	22
Figura 2. Plano de ubicación y ramales de ventilación	34
Figura 3. Equipo detector de O ₂ ,CO Y CO ₂	36
Figura 4. % de concentración de oxígeno.....	38
Figura 5. Limite aceptable de O ₂	39
Figura 6. Contrastación de la concentración de 2	39
Figura 7. Ratio entre el valor medido y el limite permisible	40
Figura 8. Monitoreo de CO y CO ₂	42
Figura 9. Límite de exposición ocupación para agentes químicos	43
Figura 10. Evaluación del CO	44
Figura 11. Evaluación del CO ₂	44
Figura 12. Ratio de exposición de CO	45
Figura 13. Ratio de exposición de CO ₂	46
Figura 14. Monitoreo de gases.....	64
Figura 15. Resultados de gases.....	64
Figura 16. Monitoreo de gases.....	65
Figura 17. Reporte de resultado de gases.....	65
Figura 18. Reporte de resultado de gases.....	66



RESUMEN

El método de explotación y el proceso acarreo del mineral en minera San Rafael generan gases de CO, CO₂ que reducen la concentración de O₂ y causan efectos inmediatos en la salud de los personales mineros. Evitar daños en la salud es asegurar la concentración permisible de oxígeno. El propósito de este trabajo de investigación es realizar la apreciación de los niveles de concentración de gases en trabajos de espacios confinados y el efecto en la salud física de los empleados de la empresa Sermel Líder que trabajan en la unidad minera San Rafael. Esta investigación se desarrolló con metodología de nivel descriptivo, de diseño transversal – no experimental. Los datos registrados in situ se analizaron en un solo tiempo. Por consiguiente, se obtiene que un 15% de los trabajadores tuvieron efectos inmediatos en su salud y un 85% no sintieron los efectos inmediatos ocasionados por la falta oxígeno. Respecto a la concentración de oxígeno en las 8 estaciones de monitoreo es superior a 19,5% del límite TWA. La concentración del monóxido de carbono más elevado se ubica en la estación PMA-05 con 21 ppm lo que refiere que en las siguientes estaciones de monitoreo son inferiores al límite máximo permisible de 25 ppm, el ratio es de 4 ppm de la mayor concentración de 21 ppm de CO. Y la mayor concentración de CO₂ es 3000 ppm lo que refiere que en las 8 estaciones son inferiores al límite permisible TWA de 5000 ppm, teniendo un ratio de exposición hasta 2000 ppm.

Palabras clave: Concentración, evaluación, límite, ratio, salud



ABSTRACT

The mining methods and the ore deposit itself to be mined at the San Rafael mining unit generate CO, CO₂ gases that reduce the concentration of O₂ and cause immediate effects on workers' health. health of the workers, to avoid damage to health is to ensure a minimum oxygen content. minimum oxygen content. The purpose of this research work is to the evaluation of gas concentration levels in confined space work and their effects on the health of workers. confined spaces and its effects on the health of the workers of the company Sermel Líder in the San Rafael mining unit. This research is developed by a descriptive methodology, with a transversal design - non-experimental. experimental design. The data recorded in situ on a single occasion were analyzed and it was obtained that 15% of the workers had 15% of the workers had immediate effects on their health and 85% did not feel the immediate effects. 85% did not feel the immediate effects caused by the lack of oxygen. The oxygen concentration at the 8 monitoring stations is higher than 19.5% of O₂. of O₂. The highest carbon monoxide concentration is at station PMA-05 with 21 ppm. PMA-05 station with 21 ppm, which indicates that the other monitoring stations are below the maximum are lower than the maximum allowable limit of 25 ppm. The ratio is 4 ppm of the highest concentration 21 ppm of CO . And the highest concentration of CO₂ is 3000 ppm which refers that in all 7 stations are lower than the permissible limit TWA of 5000 ppm and the lowest exposure ratio is 2000 ppm is 2000 ppm.

Keywords: Concentration, evaluation, limit, ratio, health



INTRODUCCIÓN

La intoxicación es un suceso que causa lesiones y se ubican dentro de los más comunes accidentes en la actividad minera subterránea. El anhídrido carbónico y dióxido de carbono al no ser ventilados y ante una deficiencia de suministro de aire rico en oxígeno y ausencia de monitoreo de gases causas efectos inmediatos en el bienestar físico de los empleados del sector minero.

Por ende, esta indagación se desarrolla en relación a la línea de averiguación de prevención y administración de riesgos. Con el propósito de evaluar el nivel de concentración de gases en trabajos de espacios confinados y sus efectos en salud de los personales de empresa Sermel Líder en la operación minera de San Rafael.

Esta investigación de tesis contiene un resumen de la investigación y posterior a ello se desarrolla en 4 (cuatro) capítulos: El capítulo primero, se realiza planteamiento, formulación de problemas, objetivo general, objetivos específicos, justificación del estudio e hipótesis de la averiguación y la presentación de operacionalización de variable. En el capítulo segundo, se ejecuta una revisión de bases teóricas, conceptual y antecedentes referentes al trabajo de investigación. En el capítulo tercero, se realiza el procedimiento metodológico de la investigación, proceso de selección de la muestra con referencia a la población de estudio, técnica e instrumentos de recopilación y procesamiento de datos de la investigación y el método para la validación de hipótesis. En el capítulo cuarto, se procede al estudio de la evaluación de gases de O₂, CO, CO₂ y el efecto en el bienestar de los trabajadores. A su vez, se presenta la discusión de resultados, conclusión y recomendaciones.



CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA

En transcurso de los últimos tiempos, la ventilación de aire viciado y aire rico en oxígenos en los labores de mina subterránea fue progresando debido a los avances de tecnología y ciencia que vienen evolucionado, así como la manera de prospección, explotación y acarreo del mineral en el yacimiento subterráneo, labores que se ubican a profundidades y que en sus actividad de minado se emiten diversos clases de vapores nocivos como el NO₂, CO₂ y CO generado de las operaciones mineras, para ello se obliga un análisis de la concentraciones de gases y el flujo de ventilación y extracción de atmosfera contaminada, porque la higiene y seguridad minera deben asegurar el contenido de oxígeno dentro de los valores permisibles en las labores subterráneas, facilitando la inhalación y exhalacion de aire por los trabajadores en el proceso de minado. (MTPE, 2022)

El desarrollo de la Minera San Rafael, se localiza geográfica en el distrito de Antauta, jurisdicción de la provincia de Melgar, dentro de la región Puno. La explotación y tratamiento del mineral es el estaño, se extrae por el método de explotación de minería subterránea por diversas contratistas, el proceso del circuito del flujo de aire aparentemente presenta problemas en recirculación del



aire usado por la ventilación auxiliar, esto puede generar una paralización de un frente de trabajo por la acumulación de gases nocivos que pueden llegar a una evaluación menor de 19.50% de O₂, dióxido de carbono y anhídrido de carbono a su valor permitido, que perjudicaría el proceso de producción. Por ello, es de necesidad realizar la investigación sobre la calidad de aire y verificar con los parámetros en la evaluación de concentración de gases, que será de mucha utilidad para una mejora progresiva en el desarrollo de mina y así preservar el bienestar de los empleados, evitar asfixias e intoxicación por gases y cualquier accidente fatal por causa de exposición a vapores. Una evaluación de agente ocupacional mejora la producción y la seguridad de los mineros, Por ello, necesario evaluar los valores de exposición ocupacional en minería para evitar intoxicaciones en la unidad minera San Rafael.

1.2. FORMULACIÓN DE PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema general

- ¿Como es la evaluación de concentración de gases en trabajos de espacios confinados en la unidad minera San Rafel 2023?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es la concentración de oxígeno en trabajos de espacios confinados en la unidad minera San Rafael 2023?
- ¿Cuál es la concentración de CO, CO₂ en trabajos de espacios confinados en la unidad minera San Rafael 2023?



- ¿Cuál es el efecto de la concentración de gases tóxicos en la salud de los trabajadores de mantenimiento de equipos de la empresa Sermel Líder en la unidad minera San Rafael 2023?

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. Objetivo general

- Evaluar los niveles de concentración de gases en trabajos de espacios confinados y sus efectos en la salud de los trabajadores de la empresa Sermel Líder en la unidad minera San Rafael 2023

1.3.2. Objetivos específicos

- Evaluar la concentración de oxígeno en trabajos de espacios confinados en la unidad minera San Rafael 2023
- Evaluar la concentración de monóxido y dióxido de carbono en trabajos de espacios confinados en la unidad minera San Rafael 2023
- Analizar los efectos de la concentración de gases tóxicos en la salud de los trabajadores de mantenimiento de equipos de la empresa Sermel Líder en la unidad minera San Rafael 2023

1.4. JUSTIFICACION DEL ESTUDIO

Las empresas o unidades mineras es fundamental que enfoquen atención a las actividades de ventilación con el propósito de incorporar aire con niveles de concentración de oxígeno superior a 19,5%, ello permite que la concentración de gases sea favorable en las actividades, tajos, galerías, niveles y rampas donde se realiza actividad minera. Por ende, mejorar la calidad de la explotación



minera, y el cumplimiento con los parámetros de higiene ocupacional en minería según los dispositivos legales vigentes.

1.4.1. Justificación Técnica

Este trabajo de investigación, se desarrolla con el propósito de resguardar la integridad física y mental de los personales mineros, reducir los costos que son generados por gaseamiento que conlleva a accidentes de trabajos y contratiempos con el asunto de producción. El trabajo generado en monitorear los niveles de gases en espacios confinados en la minería, es mejorar el desempeño laboral y contribuir a mejorar en las buenas prácticas de seguridad e higiene minera.

1.4.2. Justificación Legal

En consonancia a la normativa en minería. Que, por medio del consejo de ministros se aprueba el Decreto Supremo N°014-92-EM, como un texto único regulado de Ley General en Minería. Que, a su vez, velara el bienestar de los trabajadores, por ello establece en su Título Décimo Cuarto, de la mencionada ley, el aspecto de Bienestar y Seguridad, estableciendo obligaciones a los titulares o empleadores que están enfocadas en la actividad minera y que tienen trabajadores bajo su cuenta y mandato. Y por medio de la Ley N° 29783 se establece la Ley de SST, que tiene el propósito de causar una cultura de prevenir riesgos ocupacionales en el territorio del Perú y precisa que su alcance está enfocada a todos los sectores y actividades económicos y de servicio. Por consiguiente, se crea el reglamento sectorial para el ámbito de la actividad minera, mediante el D.S. N° 024-2016-EM y su modificación por medio del D.S.



N° 023-2017-EM que enfatiza el propósito de la ley en promover una cultura de prevenir riesgos ocupacionales en actividades del sector minero.

1.4.3. Justificación Social

En nuestro país, según el Reporte de Notificación de Accidentes de Trabajo que gestiona la Cartera de Trabajo y Promoción del Empleo (MTPE), argumenta en prevenir riesgos y una evaluación de concentración de gases permitirá prevenir el suceso de sucesos no deseados como: casi accidente, incidentes peligrosos, fatalidades en el trabajo y enfermedades laborales.

1.4.4. Justificación Económica

La inspección y fiscalización de la industria minera por OSINERGMIN o SUNAFIL puede generar costes por inobservancia a la jurisprudencia de prevención de riesgos y salud ocupacional en minería. La exposición de trabajadores en ambientes con presencia a agentes de riesgo ocupacional genera enfermedades y accidentes.

1.5. HIPÓTESIS

1.5.1. Hipótesis general

- La concentración de gases evaluados excede el límite de exposición ocupacional en trabajos de espacios confinados en la unidad minera San Rafael 2023

1.5.2. Hipótesis específicas

- La concentración de oxígeno es superior a 19.5% en trabajos de espacios confinados en la unidad minera San Rafael 2023



- La concentración de CO es inferior a 25 ppm y CO₂ menor a 30000 ppm en trabajos de espacios confinados en la unidad minera San Rafael 2023
- La concentración de gases tóxicos genera daño leve en la salud de los trabajadores de mantenimiento de equipos de la empresa Sermel Líder en la unidad minera San Rafael 2023

1.6. VARIABLES

Variable 1.

- ✓ Concentración de Gases.

Variable 2.

- ✓ Trabajos en espacios confinados



1.6.1. La operacionalización de variables

Tabla 1.

Operacionalización de variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	TECNICA E INSTRUMENTOS
Concentración de gases	- Concentración de Oxígeno - Concentración de monóxido de carbono	- % de Oxígeno - Monóxido de carbono en PPM - Salud de trabajadores	Técnica: - Observación Instrumento: - Lista de chequeo (Lista de monitoreo de gases)
Trabajos de espacios confinados	- Trabajo en espacios confinados o trabajos de alto riesgo	-Espacios confinados	Técnica: Documental. - Lista de identificación de espacios confinados

Nota. Elaboración Propia



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVEESTIGACIÓN

Chilon (2022) en su tesis titulado; Evaluación de sistema de ventilación para desaguar los gases y polvos en trabajos de una operación minera subterránea, que desarrolla sus trabajos por el método artesanal o mecánica. En su conclusión afirma que realizó la evaluación de aire requerida por medio de dilución artificial en la minería subterránea, el flujo de aire solicitado es de 36.66 m³ /min. Por ende, acorde a su evaluación de los niveles de gases obtenido, llego a la conclusión que no es ineludible un procedimiento de ventilación mecánica, pero si mejorar el sistema de ventilación natural, que las chimeneas de ventilación se deben perforar hasta llegar a la superficie para mejorar el transporte de aire y mantener los niveles adecuados de oxígeno. Ante estos resultados recomendó por abrir una chimenea para que los niveles de aire se encuentren dentro de los parámetros del ECA de aire.

Condori (2022) en su tesis tiene la conclusion indica que el nivel evaluado del ambiente atmosferico en la Unidad Minera Santa María no se encuentra dentro de los valores del límite indicado por Estandar de Calidad de Aire. En los niveles, rampas y galerias antes de la tronadura, los gases sus concentraciones



del anhídrido de carbono son de 26 ppm, 32 ppm, 38 ppm y 35 ppm durante trascurso del tiempo que va desde 13:00 a 16:00 horas, concentraciones que exceden los límites permisibles para agentes ocupacional establecido por el reglamento del sector minero. De igual modo, las evaluaciones indican que las concentraciones del agente gaseoso dióxido de nitrógeno da un resultado de un 4.5 ppm, 3.2 ppm, 4.2 ppm y 3.5 ppm en el trascurso desde 12:00 pm hasta 03:00 pm.

Fernandez et al (2022) en su investigación tiene la conclusión indican que en la toma de muestras de la circulación gases y aire in situ en la operación minera, registro una presencia del gas CH₄), (CO), (CO₂), (O₂), con niveles elevados de riesgo a salud y una deficiencia del circuito de ventilación y extracción de gases. Por ende, indica que es importante desarrollar una mejora continua del flujo o red de distribución de oxígeno a lo largo de la galería principal de la operación minera para cumplir con estándares y límites de exposición.

Orche (2020) en su investigación indica que niveles de gases que se emite en las galerías fueron evaluados para su comparación con los parámetros aceptables de Aire. En su conclusión indica que un aspecto fundamental está pendiente a evaluación es la indagación de la concentración atmosférica del aire en las galerías, a fin de preservar la salud física de las personas que ingresan y visitantes. Al respecto señala que en las galerías de la Mina del museo subterráneo, son espacios intermedias entre las rampas, galerías y niveles de minas cerrados, por ello, las condiciones ambientales son menos riesgosos en las iniciales y la exposición a riesgo de inhalación de gases más alta son en las siguientes niveles.



Quispe (2017) en su tesis concluyo que en el subnivel 500 de la operación minera Inmaculada 04, se halló valores medidos de 145 partes por millón de emisión de (CO), en el transcurso de acarreo de minerales con equipos de motor diésel, posteriormente se registró 45 ppm de CO sin la presencia de equipos a motor diésel, Sin embargo, en la rampa donde se evaluó los gases, se afirma que sobrepaso el estándar del límite de agentes ocupacionales del reglamento en seguridad y salud ocupacional del sector minero.

Ramírez (2020) en su investigación indica conclusión indica que las actividades que se desarrollan en minería, construcción, transporte y agricultura se realizan trabajos de alto riesgo, denominado un trabajo específico llamado espacios confinados en Colombia, un lugar reducido y limitado. Estos ambientes mencionadas generan un alto y gran índice de empleo directo que conlleva el desarrollo socioeconómico, por ello es necesario es necesario de una gestión preventiva. Con el índice de enfermedad/accidentalidad está en primer orden el sector de la industria minería por su labor de alto riesgo dentro de las operaciones mineras y en cantera. A su vez, conlleva la enfermedad respiratoria ocupacional denominado silicosis.

Taborda et al (2018) en su investigación tiene conclusión afirman que las actividades de prevención para mitigar suceso no deseado en espacios confinados, debe ser enfocado prioritariamente con la sensibilización y capacitación de todos los trabajadores involucrados según su labor; A su vez, la elaboración, administración y control de los estándares y procedimientos de trabajo específicos.

Tsukayama (2019) en su tesis indica conclusión indica que se debe diseñar y modelar un sistema digital con capacidad de captar especialmente seis (06)



vapores tóxicos que se presentan en los trabajos de lugares confinados en la escala de la gran minería que opera en la región de Arequipa.

Soncco (2016) en su tesis "Diseño de un nuevo sistema de ventilación para la dilución de gases nocivos en la Unidad Minera Untuca Sandia – Puno, concluyo que los niveles de atmosfera toxica incrementa llegando hasta 33.56pm de CO, 0.10 ppm en CO₂ y NO₂ de 0.14, por otra parte el porcentaje de concentracion de O₂ es desplazado por los gases toxicos y llega a disminuir a 19.53% generando riesgos en la operación minera. El investigador realizó la linea base diagnostico conforme al pedido del flujo o caudal de viento, según el personal in situ y equipos que operan en el interior de la mina, la investigacion de caudal de aire requerido es importante para que las unidades economicas administrativas de la industria minera esten a la vanguardia con la seguridad de sus personal y el acatamiento del marco normativo legal.

En la investigación titulada; Distribución de aire - ventilación minería subterránea. Indica que el proceso de ventilación se hace referencia a suministro de atmosfera, se comprenderá a los procesos siguientes a tratar: Ingreso de atmosfera puro – distribución por mangas y redistribución – extracción de ambiente atmosférico viciado. La explicación anterior se realiza para entender, si solo afirmamos la extracción de gas contaminado desde íntimo de las galerías de mina y no suministramos aire rico en oxígeno, no sería una dilución exitosa de aire, por ello es necesario seguir las etapas del proceso de suministro y extracción de gases. (Cisternas, 2010. citado por Soncco, 2016)



2.2. BASES TEÓRICAS

AIRE Y/O GASES

2.2.1. Composición de atmosfera - Aire

Compuesta por una combinación de diversos gases y en diferente proporción. Por ende, el aire se compone de mayor proporción con 78% de nitrógeno y de 21% de oxígeno, el otro 1% son otros gases.

Tabla 2.

Características de la Atmosfera

Gas	% en volumen	% en peso
O ₂	20.95	23.14
N ₂	78.09	75.53
CO ₂	0.03	0.046

Nota. (Soncco, 2016)

La atmosfera normal es aire húmedo, que tiene partículas de vapor de agua que oscilan de 0.1 a 3% de volumen. El aire y/o atmosfera es incoloro, sin olor, sin sabor y es esencial en las combustiones y desarrollo de la vida. Las concentraciones de gases a fin de evitar accidentes por gaseamiento y por ende preservar la existencia y salud de los trabajadores se realiza la medición de concentración de gases. Es inapropiado cuando contenga menos del 19.5% de oxígeno

2.2.2. Aire de mina

La atmosfera en interior mina realiza cambios en su composición o contenido de gases: el nivel de concentración de O₂ reduce, el CO₂ incrementa su concentración, por otro lado, también la concentración de nitrógeno y particular suspendida de agua en atmosfera. Por consiguiente, se incorpora a la atmosfera diversos gases según la actividad. Se afirma que la atmosfera en



interior mina se constituye de: oxígeno, gases que se generan por la actividad (gases explosivos o tóxicos) y gas viciado o muerto (anhídrido carbónico 15% al 5% y nitrógeno 85% a 95%).

2.2.3. Inhalación y exhalación humana

El motivo prioritario para suministrar aire y con porcentaje adecuado de oxígeno es para preservar la vida humana. La biología indica que el sistema respiratorio nos ayuda ingresar oxígeno a la sangre y expulsar el desecho denominado anhídrido carbónico. La frecuencia y el volumen en inhalación/exhalación de aire varia. Por consiguiente, la necesidad de oxígeno se incrementa por consecuencia de una mayor actividad física del trabajador. (W. Quispe, 2018)

Las personas viven respirando aire con el porcentaje adecuado de oxígeno, lo que permite que oxigene a las células y ello permite preservar el bienestar en toda ocasión y no es posible vivir sin oxígeno por más de 3 minutos, la ausencia de oxígeno nos llevaría a consecuencia fatales, es así que el cerebro sino capta oxígeno que transporta la sangre, no cumpliera las diversas que tiene y como afecto el trabajador y/o personas tendrían que morir por falta de oxígeno.(Díaz, 2019)

2.2.4. Bajo nivel de oxígeno por desplazamiento

Si el nivel de concentración se incrementa del anhídrido de carbono, dióxido de carbono y otros vapores, se tiene el efecto que reduzca su concentración en oxígeno en ambiente. Si el nivel es deficiente de oxígeno en la sangre puede ocasionar dificultad para respirar y conllevar diversas consecuencias inmediatas: en la piel, color de labios y uñas pueden tener un color azulado. Sin embargo, la



concentración alto de dióxido de carbono puede ocasionar respiración acelerada y confusiva, el cual generaría una insuficiencia respiratoria, que afecta la distribución de oxígeno en la sangre, por ende, el cuerpo no tiene suficiente oxígeno en las células y tiene demasiado dióxido de carbono.

2.2.5. Las principales causas de la disminución del oxígeno

Los sentidos del ser humano no detectan la deficiencia de oxígeno. El bajo nivel de concentración de oxígeno en las minas es generado por el proceso denominado oxidación lenta de materia orgánicas (sostenimiento con madera en mina, combustión incompleta de maquinarias, etc.), emisión de gas de las rocas, incendios o quema de bosques, respiración de personas que exhala anhídrido carbónico, combustión de cocinas y otros etc.

- ✓ Deficiente oxígeno en la atmosfera por oxidación de minerales, emisión de gases de las industrias, por vehículos con deficiente mantenimiento que hacen una combustión incompleta.
- ✓ Combinación con otros gases. Producido cuando se hacen detonaciones, incendios forestales, incendios en industrias, disparos o emanaciones de gases en mina generado por estratos rocosos.
- ✓ Disminución de oxígeno generador por la exhalación de gas por los seres humanos y animales.

2.2.6. Oxígeno (O₂)

El oxígeno (O₂) es un gas y es el segundo con mayor porcentaje y más volumen de la atmosfera. Alrededor del 21% del aire y/o atmosfera es oxígeno,



su peso específico es de 1.1054. El oxígeno es tan importante en el desarrollo de la vitalidad animal y vegetal.

El oxígeno es un gas o vapor incoloro, no tiene olor, contraste ni sabor; su masa específica en redondeo es de 1.11 con respecto al aire. La persona inhala y exhala mejor y realiza sus actividades más eficiente y eficazmente cuando el aire lleva un porcentaje de 21 de oxígeno, esta es la cantidad promedio que tiene la atmósfera con referencia el nivel del mar (Meliá, 2017),

Los efectos que causa la disminución de oxígeno genera daños a la salud de la siguiente manera:

Tabla 3.

Efectos

% Oxígeno	Efectos inmediatos
17	Inhalación y exhalación acelerada y profunda. A un ambiente de correspondiente a 2500 m.s.n.m
15	Vértigo, zumbido en oídos, respiración rápida
13	Pérdida de la razón tras exposición prolongada
9	Descompensación o acción súbita de desmayo
7	Riesgo de muerte. Corresponde a 8800 msnm
6	Movimientos incontrolados, muerte.

Nota. Soncco (2016)

El hombre inhala y exhala sin dificultad cuando la concentración del oxígeno oscila aproximadamente en un promedio de 21%. Cuando esta es inferior a 15%, tiene efectos inmediatos en los seres vivos, y serán respiración agitada y forzada, aceleración del ritmo cardiaco, zumbido en los oídos y descompensación o desmayo súbito. El efecto de pérdida de la razón procede si el contenido de oxígeno baja hasta 13% y 12%. Diversos países sugieren respecto a la atmosfera de la minería subterránea es peligroso para el trabajador cuando el



oxígeno sea menos del 19.5%, se deba realizar acciones inmediatas para suministrar aire y elevar el nivel de concentración de oxígeno. Soncco (2016) Inhalar el oxígeno a influencias más eminentes crea síntomas en el cuerpo, en particular del sistema nervioso, ocasionando en oportunidad la sensación de falta de oxígeno y una respiración profunda.

2.2.7. Monóxido de carbono

Gas que no tiene color ni olor y es generado por la combustión fragmentaria de la materia orgánica. Su peso específico es 0.9672 Al estar presente bastante tiempo en la atmósfera tiene el efecto de oxidarse y desprender el dióxido de carbono. El CO se produce mediante la combustión incompleta de diversas materias carbonosas que realiza reacción química en cadena, es por ello que también se localiza en la emisión de gases del escape de los vehículos automotores de combustión interna y los gases producidos en voladura con detonación de explosivos. El riesgo es desplazamiento del oxígeno para generar la peligrosidad tóxica en la salud de los trabajadores, aun cuando este en bajas concentraciones.

Por consiguiente, la exposición al riesgo existe una estrecha relación entre el dióxido de carbono y la exposición al aire, de modo que a medida que el gas se mantiene presente en la atmósfera durante más tiempo y a la misma concentración, la saturación de oxígeno en la sangre aumenta. Cuando la saturación de oxígeno en la sangre se sitúa en un rango del 70% al 80% y se mantiene esa condición, el nivel de saturación de oxígeno puede incrementarse la consecuencia sería la muerte por falta de oxígeno.

El gas tóxico denominado anhídrido de carbono, puede ser detectado e reconocido por detectores de medición de gases: monóxido de carbono, detector multigas o por análisis físico-químico. Ya que el CO es levemente más ligero que el oxígeno, por ello los detectores de gases debe mantenerse a la altura del tórax y ser portátil.

Tabla 4.

Efectos del CO

Partes por millón	Reacción en el ser humano
50	Ninguna reacción
100 a 300	Cefalea leve por 3 a 2 horas
500	Dolor agudo de cabeza, vómitos, colapso (debilidad total en 45 minutos)
1000	Cefalea aguda, dificultad para transitar
3000	Envenenamiento inmediatamente
10000	Efecto anteriores a los 3 minutos
20000	Muerte súbita

Nota. Jacinto Veliz et al(2022)

2.2.8. El dióxido de carbono o Anhídrido carbónico (CO₂)

Es uno de los gases tóxicos de la atmósfera cuya concentración puede variar en el tiempo y en el sitio. Se hace presente en la atmósfera por la exhalación respiratoria de los animales, seres humanos, la descomposición orgánica de la materia y también mediante la reacción química en cadena de combustible fósil. La atmósfera normal tiene alrededor del 0.03% de dióxido o anhídrido carbónico. Su peso específico es de 1.5291. El vapor de dióxido de carbono (CO₂) provoca que los seres humanos respiren más profundo y rápido a la vez. Inhalar aire con un contenido de 5% de anhídrido o (CO₂) incrementa

la respiración a un 300%, con respuesta a dificultad de inhalar aire. Inhalar aire con una concentración de 10% de (CO₂) causa un jadeo violento y causar una muerte súbita. El valor u origen del dióxido de carbónico es una concentración normal del aire. Sin embargo, es un producto generado de una combustión incompleta que pone en riesgo la vida, en la actividad minera se produce durante la voladura de corte con explosivos y a su vez, es un subproducto natural generado por los seres vivos en el proceso de respiración. La densidad de CO₂ es relativamente menos ligero, el anhídrido carbónico se ubica debido a su masa en altas concentraciones a lo largo del suelo y en labores o galerías profundas de la operación minera subterránea.

Tabla 5.

Efectos del CO₂

PPM	Reacciones en el organismo
5000	Concentración de permisible para un máximo de 8 horas de exposición.
30000	Fatiga, narcótico suave, capacidad auditiva disminuido, incremento de presión arterial, irritante y ardor del sistema de respiración y óptica.
50000	Asfixia tras permanecer durante 30 minutos
70000 a 100000	Perdida de conocimiento en pocos minutos. Incapacidad para respirar, grave riesgo a muerte súbita

Nota. Jacinto Veliz et al(2022)

2.2.9. Límites de exposición ocupacional.

La media moderada en el tiempo (TWA) son parámetros estandarizados de concentraciones y niveles, para ello establece que los personales, expuestos a 8 horas y 40 horas semanales a concentraciones y niveles dentro de parámetros permisibles durante labor, sin ocasionar efectos dañinos a su salud. Es un parámetro de referencia ante una exposición de Corta duración (STEL)

generalmente de 15 minutos y el nivel techo (CEILING) es el límite que por ningún instante debe ser superado

Tabla 6.*Límites de O₂, CO y CO₂*

Agente químico	Límites de exposición ocupacional		
	TWA	STEL	CEILING
(O ₂)	19.5 %	—	22.5%
(CO)	25 ppm	—	—
(CO)	5000 ppm	3000ppm	—

Nota. D.S. 023-2017-EM.

2.2.10. Presión

Ejerce el gas es en ambientes o atmosferas absolutas y técnicas. En un ambiente absoluta se define la compresión P_0 es igual a 1.0333 kg/cm² de una línea de 760 mm de Hg a 0° con respecto del nivel del oceano. La variación de altura con referencia al nivel del oceano y del nivel térmico, la presión P es diferente. (Novitzki, 1962)

2.2.11. Causas de los gases en minería subterránea.

En orden decreciente de importancia: Los gases que se genera en la operación de una mina subterránea generalmente son efecto a actividades realizadas para la extracción del mineral. (Díaz, 2019)

- ✓ Generación de gases tras detonación en voladuras: Se utiliza esta sustancia o compuestos para voladura y es de mayor utilidad actualmente en tronadura de minería subterránea el compuesto del ANFO y en menos uso las dinamitas; estos insumos utilizados producen gases al detonar los cortes. Los vapores



de gas que genera del ANFO son diversos tales como: Gases nitrosos (NO_2) (CO), (CO_2), y otros gases.

- ✓ Maquinarias y equipos de propulsados a combustible: Liberan mucha cantidad de químicos contaminantes en suspensión hasta $0,28 \text{ m}^3 / \text{min}$ por caballo de fuerza; estos gases tóxicos contaminantes son CO , NO_2 aldehídos, humos, metano y SO_2 . Esta emisión de concentración de gases indeseables altera con el tipo de combustible y estado de la maquinaria, su condición mecánica, propiedades químicas in situ.
- ✓ Respiración humana: La exhalación humana emite aproximadamente gas a un promedio de $47,20 \text{ m}^3 / \text{seg.}$ de dióxido o anhídrido carbónico por cada trabajador y/o persona.

2.2.12. Ventilación

El sistema o flujo de ventilación en la minería subterránea es un sumario mediante el cual fluye y circular el aire por medio de mangas de ventilación propulsado por equipo ventiladora principal, secundaria o auxiliar según corresponda, la necesidad del aire dependerá de la cantidad total de trabajadores laborando y la característica de las labores, el cantidad de equipos y maquinarias de motores diesel y la emisión de vapores naturales de la mina, en relación a esa necesidad se suministra aire y con ello brindar una atmosfera con oxígeno trabajos en interior de la operación minera. Los tipos de ventiladores para la circulación de gases está en ventilación natural y mecánica esta última se distribuye en ventiladores: (Jacinto Veliz et al, 2022).

- ✓ Ventiladores principales: El ventilador principal es aquel que introduce aire fresco con niveles aceptables de oxígeno y que circulara adentro de la mina;



son de buena capacidad y potencia y están diseñados para trabajar las 24 horas. Se encuentran instalados en el exterior de la mina, y en cantidad de 1 o mas para mantener constante el flujo de aire. Estos equipos son prendidos por acción de la energía eléctrica.

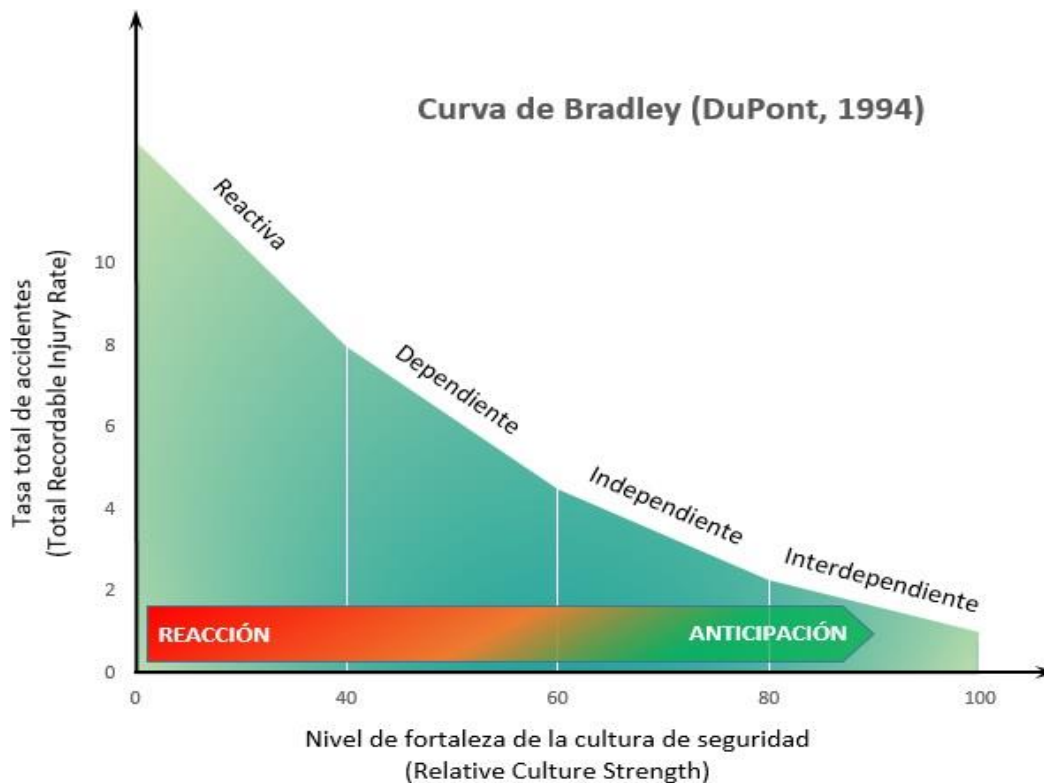
- ✓ Ventiladores secundarios: Son ventiladores que refuerzan el flujo de aire que transporta la maquina ventilador principal, haciendo que este ventilador secundario haga circular el aire propulsado por el ventilador primario.
- ✓ Ventiladores auxiliares: Su función es captar atmosfera de la red principal del flujo de ventilación, introduciendo a los frentes de trabajo que cuentan con una individual vía de acceso y salida.

2.2.13. Curva de Bradley

Se denomina Curva de Bradley porque permite que las organizaciones empresariales puedan comprender el punto que se ubican dentro de la acción de prevención de riesgos, medir su cultura de prevención efectiva en materia de seguridad y salud. El punto de partida ante un riesgo la reacción que con una buena cultura de seguridad será posible la anticipación a que se materialice los riesgos, por ello, permite comprender el nivel de reacción que se encuentra los trabajadores y la organización empresarial.

Figura 1.

Curva de Bradley



Nota. Meliá (2007)

2.3. MARCO CONCEPTUAL

Gases nocivos: Son la conglomeración de gases químicos tóxicos, producidos en mino por voladura con explosivos y también es generado por una combustión interna incompleta de las maquinas a diésel, los gases más generales de emisión son el (CO) y el (NO₂) que se consideran tóxicos a concentraciones del límite de exposición ocupacional. Los gases emanados durante la voladura se diluyen inmediatamente y su concentración se mantiene por dentro de los parámetros por acción de los procedimientos de flujo de ventilación en actividad minera.

Ventilación de gases: Es la actividad que consiste en hacer redondo por el interior de la mina y sus labores el caudal de aire necesario según la



cantidad de persona, máquinas y equipos, se debe realizar la disgregación de gases tóxicos que se proceden por la actividad de voladura, por la combustión diésel de las maquinas, equipos y por los vapores de anhídrido carbónico que emana las personas en el interior de la mina. Por ello la ventilación consiste en asegurar la concentración de oxígeno.

Gases asfixiantes: Estos gases producen un desplazamiento del oxígeno en el aire, debido a que su densidad es más ligero y por ello los gases asfixiantes aumenta y disminuye al oxígeno, creando ambientes riesgosos por falta de dilución de atmosfera asfixiantes.

Gas tóxico: Generan una reducción de oxígeno, penetrando los alveolos y llegando a los pulmones y luego a todo el organismo a causar efectos inmediatos en la salud.

Gases explosivos: Es un gas que tiene efectos perjudiciales en la salud de las personales, con reacciones de intoxicación, envenenamiento, irritación de las células, tejidos, alteración de órganos del cuerpo y en peor caso una muerte súbita; son vapores que una vez mezclados con el aire causan una explosión iniciada por electrolisis.

Gaseado: Definición que se usa para definir que es personales o varias han sido perjudicadas por un gas o vapor toxico o asfixiante que no se encuentra en los valores de los límites permisibles.

Mina subterránea: Es un trabajo subterráneo o debajo de la superficie terrestre que tiene el objeto la extracción y explotación de un determinado yacimiento mineralizado; está compuesto por niveles, labores, rampas, galerías y labores subterráneas que permiten la extracción y acarreo del mineral hacia la planta de beneficio.



Trabajador: Vida que ejecuta un trabajo con relación a actividad con la producción y que está bajo el control de la formación empresarial (ISO 45001, 2018).

TWA: Es la media moderada en el tiempo

STEL: Exposiciones en corto tiempo.

PPM: Partes por millón

Lugar de trabajo: Espacio y área bajo el control del empleador, donde un individuo desarrolla sus diligencias y cumplir los objetos de la organización (ISO 45001, 2018).

Peligro: Se define según ISO 45001 (2018) es una fuente o situación con un potencial para ocasionar lesiones y deterioro de la salud

lesión y deterioro de la salud: Efecto dañino en el estado físico, psíquico o cognitiva de un individuo (ISO 45001, 2018).

Riesgo: Respuesta ante la inseguridad (ISO 45001, 2018).

Incidente: Un suceso que tiene lugar como consecuencia de una acción realizada durante el trabajo o en el curso de una tarea, y que pueda provocar o ya haya provocado daños físicos y afectación en la salud. (ISO 45001, 2018)

Accidente de Trabajo (AT): Toda acción repentina que sobreviene por trabajar o con ocasión laboral y que su efecto en la persona sea una lesión orgánica, o interrupción funcional, una invalidez y muerte. (DS N°011-2019-TR, 2019)

Archivo Activo: Conjunto de documentos administrativos para custodiar en formato físico o electrónico, los documentos son de acceso directa y disponible para a el individuo que lo requiera. (DS.005-2012-TR, 2012)



Archivo Pasivo: Conjunto de documentos físico o digital donde los registros no se tiene la disponibilidad en forma directa e inaccesible inmediatamente para persona que lo solicite. (DS.005-2012-TR, 2012)

Capacitación: Enseñanza que consiste en inculcar conocimientos y técnicas en forma teórico y prácticos para el desarrollo de habilidades, capacidades y destrezas referente a desarrollo del trabajo, la preparación de control de riesgos y la seguridad y salud de las personas. (DS.005-2012-TR, 2012)

Causas Básicas: El marco normativo de seguridad según en el DS.005-2012-TR,(2012) define como a factores personales y factores de laborales.

Causas Inmediatas: El reglamento del DS.005-2012-TR (2012) define a los acciones y condiciones subestándares o inseguro.

Condiciones Subestándares: Es un ambiente desordenado o sitio del trabajo inadecuado que puede causar un suceso repentino fatal. (DS.005-2012-TR, 2012)

Actos Subestándares: Es aquella acción o práctica inadecuada desarrolla por un individuo que puede causar un suceso repentido no deseado. (DS.005-2012-TR, 2012)

Estadística de seguridad: En el reglamento de seguridad y salud del ámbito minero recomienda que el empleador/a deben realizar los indicadores periódicos y anuales de accidentabilidad, frecuencia y gravedad.

Ley de seguridad y salud ocupacional: La normativa de SST estableció con el propósito de generar una cultura de prevención de riesgos en el trabajo. Por ello, se tiene la participación en la prevención a los



empleadores, la función de fiscalización, seguimiento del Estado, la involucración de organizaciones sindicales y de los trabajadores que a través de la comunicación social, cuidan por la promoción, difusión y obediencia de la normativa de prevención de riesgos.(Ley 29783, 2011)

Registros y documentos sobre administración de gestión en

seguridad y salud en el trabajo: La organización elabora, administra y controla los registros y documentos administrativos del sistema de planificación de la seguridad y salud ocupacional, dichos documentos son custodiados en archivos activos y pasivos y llevados en formatos físicos o electrónicos. La custodia de registros y documentos debe ser actualizado y poner a disposición cuando lo requiera los empleados y la autoridades fiscalizadora competente, respetando el derecho a la confidencialidad de los hallazgos.(Ley 29783, 2011)



CAPÍTULO III

PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación se desarrolla con el diseño transversal – no experimental.

3.2. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

Según Supo (2012) una indagación descriptiva tiene la intención de describir acontecimientos sociales en un contexto temporal y geográfica localizada. Su propósito es describir y/o estimar parámetros.

3.3. POBLACIÓN Y LA MUESTRA

3.3.1. Población de estudio

Sermel Lider EIRL ejecuta trabajos en la actividad minera de la Compañía Minera Minsur, Ubicada en el departamento de Puno. El trabajo de investigación se desarrolla para evaluar la concentración de oxígeno, monóxido y dióxido de carbono y su efecto en la salud de 45 trabajadores que realizan trabajos en interior mina.

3.3.2. Muestra en estudio

Las actividades de espacios confinados son diversos en minería, por ende, se realizará la medición de concentración de gases en los siguientes trabajos, calculados con la siguiente ecuación de muestra:

$$n = \frac{Nz^2pq}{(N-1)e^2 + z^2pq}$$

Total, de muestra seleccionada = n

Desacuerdo máximo aceptado e= (5%=0.05)

Parámetro estadístico del Nivel de confianza. Z= (95%=1,96)

Cantidad de la población N= (80)

Probablemente de que suceda la situación estudiado p= (50%=0.5)

Probablemente de que no suceda. q= (1- p = 1-0.5)

La muestra de estudio entonces es n= 40

3.3.3. Técnicas e instrumentos de investigación para recolección de datos

Por consiguiente, se presenta la técnica e instrumento empleado en la presente investigación:

- a) **Técnica:** La técnica empleada en la investigación será la observación, mediante el cual se analizará atentamente el fenómeno, para su posterior de toma de información que emitirá el Multi-Gas que el nivel concentración de niveles de gases.
- b) **Instrumento:** Se utilizará la lista de chequeo o lista de cotejo como un mecanismo de recolección de toma de datos de emitirá el equipo Multi-Gas.



3.3.4. Validación para contrastación de hipótesis

En este apartado con la contrastación se manipula la prueba T Student en SPSS. En ello se planteará la hipótesis nula y alterna o llamada también hipótesis de investigación.

3.3.5. Valides y confiabilidad del instrumento

La realización con los valores se subiran con el software IBM SPSS para garantizar la fiabilidad y obtener resultados apropiados en la investigación.

3.3.6. Plan de recolección y procesamiento de información

Se generará el procesamiento de los niveles de gases y el efecto que causa en los trabajadores:

- a) Se realizará la anotación de concentración de gases
- b) Se anotar los efectos que causa en los trabajadores
- c) Una vez obtenido la cantidad de concentración de gases, se introducirá los datos anotados in situ a la herramienta IBM SPSS Statistics
- d) El resultante de la valuación se utiliza para llevar a cabo la presentación de la investigación.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN DE GASES

4.1.1. Procedimiento de evaluación de concentración de gases

La concentración de los gases en la atmosfera es medida de la siguiente manera:

- ✓ Se revisa y calibra el equipo para que genere señal de alarma sonora en caso la concentración de los vapores o gases emita lecturas que sobrepase los límites de exposición ocupacional. Este procedimiento se ejecuta realizando una revisión o un test al equipo con un botón de patrón, la verificación se realiza cada vez que se haga monitoreo o evaluación de la emisión de gases.
- ✓ Los vapores o gases a evaluar es en interior mina, en los frentes de trabajo, por ende se tiene que ingresar a la operación subterránea para medir y evaluar la concentración de los CO, CO₂ y O₂ que gases presentes en la atmosfera de interior mina.
- ✓ Cada gas específico emite valores medidos con equipos de multigas y en caso sea superior a los límites permisibles, se evidencia firmado un documento de compromiso donde se prohíbe ingresar a esa galería, nivel o frente de trabajo hasta que se suministre aire al sitio con presencia de

gases tóxicos, la dilución de gas puede ser suministrado con la instalación de un ventilador auxiliar aprovechando la ventilación de aire inyectada por el ventilador primaria y secundaria..

- ✓ Cada vez que se mida la concentración de los gases, se deja un registro o constancia del valor que emite los gases específicos evaluados, indicando la fecha y hora de la medición y el profesional o técnico que ejecuto el monitoreo. Ello es anotado en una pizarra o tablero para información sobre los gases presentes.

4.1.2. Diagnóstico actual del sistema de ventilación de gases.

El proceso de extracción y ventilación en la operación minera San Rafael de la minera Minsur, consistente en un flujo de ventilación que ingresa aire fresco por las siguientes galerías denominada: Carabaya, Zapata, San Rafael y Rampa 523) y la extracción de aire con gases tóxicos o aire viciado se realiza por : Volca, 370-36, Umbral, Patrón, 4820-1, 4820-2 y Alimak. El acarreo de mineral es por el vía denominada Rampa 523, que es una vía que permite el tránsito de los equipos y vehículos de transporte de mineral y trabajadores, las demás galerías y rampas son particularmente utilizado para suministrar el ingreso de aire fresco y extraer la atmosfera toxica o aire viciado generado por la actividad minera. El flujo de atmosfera viciado y aire limpio que ingresa a interior mina, son absolutamente independientes el proceso de extracción y suministro.

Se tiene interferencia en la extracción de atmosferas con gases tóxicos, ya que estos gases son de fuente de equipos utilizados en la perforación, voladura, acarreo y la propia mineralización que emiten aire con gases tóxicos, Por otro lado, el ingreso de aire rico en oxigeno posee una infraestructura que se



encuentra bien equipada y sobreestructurada en un 40.% y el suministro es hacia la parte NW, la orientación que emite el viento un poco colineal con las rampas por donde ingresa el aire, donde las actividades mineras de ingreso posee en forma de embudo y la orientación del viento tiene un 70% con dirección de NW. El aire con gases tóxicos es diluido hacia la exterior por medio de las chimeneas, galerías, comunicaciones de tajos vacíos a al exterior. Es importante que los ventiladores principales estén ubicados estratégicamente en zonas de buena captación de viento. Por ende, la operación minera realiza un esfuerzo en el sistema de ventilación para evacuar el aire viciado o atmosfera peligrosa. Los circuitos de por donde se suministran aire limpio tienen las siguientes características diferentes.

Circuito Umbral: Uno de los circuitos para extraer en aire viciado es el Umbral, es un circuito principal por donde se evacua más cantidad de atmosfera con gases tóxicos emitidos de los trabajos de perforación, exploración y de la rampa de acceso principal a una altitud de nivel 3650 al exterior donde se tiene funcionando 2 ventilador centrífugos en paralelo con una capacidad de 185.000 CFM individualmente.

Circuito Alimak: El sistema Alimak, es un manga de extracción que disipa la atmosfera viciada de la galería principal y frentes de trabajo hacia el exterior de la mina, está en funcionamiento 2 ventiladores axiales con una capacidad de 100,000 CFM y un ventilador tipo axial de 50,000 CFM, instalados en el interior mina en nivel 4200.

Circuito Volcán: El circuito denominado Volcán, viene a ser un circuito principal que también extrae atmosfera viciada de la Rampa principal de la mina, esta funciona a un nivel de 3880 y lleva hasta el exterior de la mina esta en



funcionamiento e instalado 01 ventilador axial con una potencia de 100,000 CFM.

Circuito 4820 : El circuito de 4820, es una red principal que traslada aire contaminado desde interior mina, en el nivel 3770 hasta la superficie de mina, se implemento una cantidad de 03 ventiladores axiales con una capacidad cada una de 150,000 CFM, instalados en el nivel 4450.

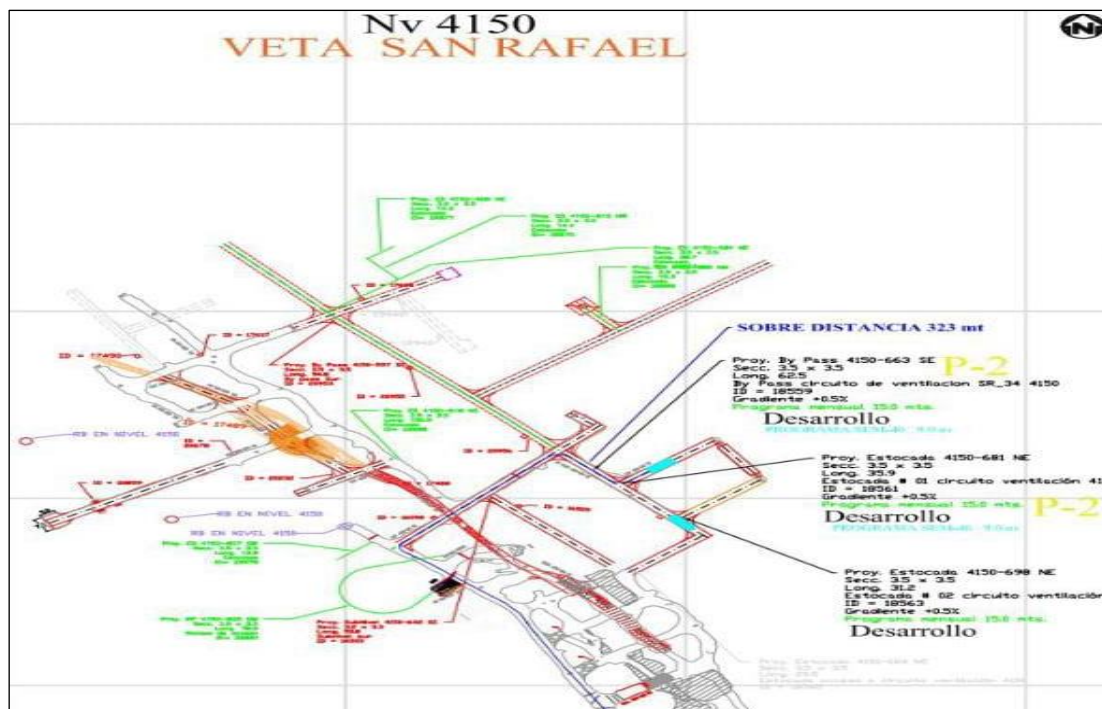
Circuito patrón: La red Patrón, es un circuito de aire contamina, el aire es extraído de nivel principal y trasladada el aire contaminado del nivel 4000 hacia la superficie de mina, se ha instalado 1 ventilador tipo axial de con una potencia de 120,000 CFM, funcionando en el nivel 4533 de interior mina.

Circuito 370-36: Es una red principal que hace fluir aire contaminado generado en el nivel 4050 hacia el exterior de la mina.

Los equipos de ventilación se dividieron en principales, secundarios y auxiliares para evitar la recirculación de aire. La zona o frentes de trabajo a evaluar la concentración de O₂, CO y CO₂ se muestra en el siguiente plano:

Figura 2.

Plano de ubicación y ramales de ventilación.



Nota. Unidad Minera San Rafael

El circuito de ventilación de aire y extractores de aire viciado se dividen en ramales para asegurar que los diferentes labores reciban su proporción de aire fresco, velocidad del aire en los frentes de trabajo de explotación, desarrollo y preparación debe mantenerse dentro de un rango específico, no deberá ser inferior a (20m/min) ni exceder (250m/min)..

4.2. EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE CONCENTRACIÓN DE GASES EN TRABAJOS DE ESPACIOS CONFINADOS Y SU RELACIÓN CON LA SALUD DE LOS TRABAJADORES.

La medición de agentes químicos (gases) se realiza acorde a la jurisprudencia de seguridad y salud ocupacional, dictaminado por el DS N°24-2016-EM y su modificatoria DS N°23-2017-EM, norma sectorial aplicado a



actividad minera. La evaluación de agente químicos en el aire: O₂, CO y CO₂ se realiza en labores e instalaciones, particularmente en los lugares susceptibles a mayores concentraciones, midiendo que se encuentren por inferior de los límites de exposición ocupacional (**Ver anexo 2**), aprobado por DS N°015– 2005-SA y ratificado por el DS N°23– 2017-EM, para garantizar la conservación de la salud de los personales mineros.

La evaluación de agentes químicos como el O₂, CO y CO₂ se establecieron en labores susceptible a mayor concentración y se definieron estaciones de monitoreo:

Tabla 7.

Ubicación de estaciones

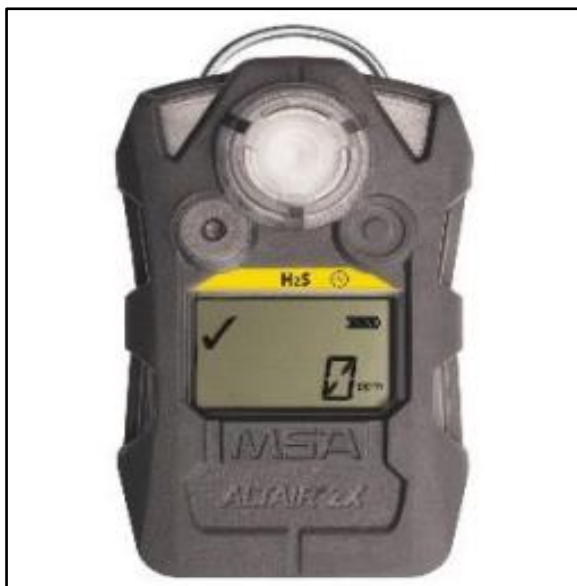
Monitoreo de gases	Nivel	Estación de monitoreo	Labor
(O ₂), (CO), (CO ₂).	4637	PMA-01	Veta San Rafael
	4390	PMA-02	Veta Rosario
	4350	PMA-03	Veta San German
	4330	PMA-04	Veta Kimberly
	4224	PMA-05	Vetan Jorge
	4152	PMA-06	Veta Victoria
	4116	PMA-07	Veta Cyndhi Sur
	4125	PMA-08	Comedor

Nota. Elaboración propia

Se observa que el monitoreo de oxígeno, monóxido y dióxido de carbono se realizara en diferentes niveles y labores de mina como: Veta San Rafael, Rosario, San German, Kimberly, Jorge, Victoria, Cyndhi Sur y en comedor, con estaciones de monitoreo de PMA-01, PMA-02, PMA-03, PMA-04, PMA-05, PMA-06, PMA-07 y PMA-08 respectivamente.

Figura 3.

Equipo detector de O2, CO Y CO2



Nota. MINSUR S.A. (2021)

El Multigas es el equipo con sensores de respuesta rápida, Mediante la capacidad de realizar lecturas del gas en tiempo real, notificar llamadas de emergencia y activar una alarma en caso de detectar a una persona caída.

La respuesta de encuesta aplicada, respecto a los efectos que sintieron los trabajadores en sus ambientes de trabajo se analiza en la tabla 08:

Tabla 8.

Encuesta piloto

Trabajadores que SI sintieron efectos inmediatos	Trabajadores que NO sintieron efectos inmediatos
6	34
15%	85%

Nota. Elaboración propia

Se muestra que un 15% de trabajadores sintieron efectos inmediatos en su salud y un 85% no sintieron efectos inmediatos ocasionados por la falta de oxígeno producido por una mayor concentración de CO y CO₂.

4.2.1. Evaluación de concentración de oxígeno en trabajos de espacios confinados en la unidad minera San Rafael 2023

La medición y evaluación de concentración de oxígeno en las diversas labores de operación mina, se desarrolló conforme a las estaciones de monitoreo, posterior a ello se evaluó el grado de concentración de oxígeno con los límites de exposición ocupacional para definir el ratio de exposición en el ambiente o espacio laboral.

4.2.1.1. Medición de concentración de Oxígeno (O₂)

El proceso de medición se realizó en cada estación de monitoreo definido, indicando la fecha, hora y la concentración de oxígeno. A continuación, se detalla los datos recogidos in situ:

Tabla 9.

Registro del monitoreo de Oxígeno

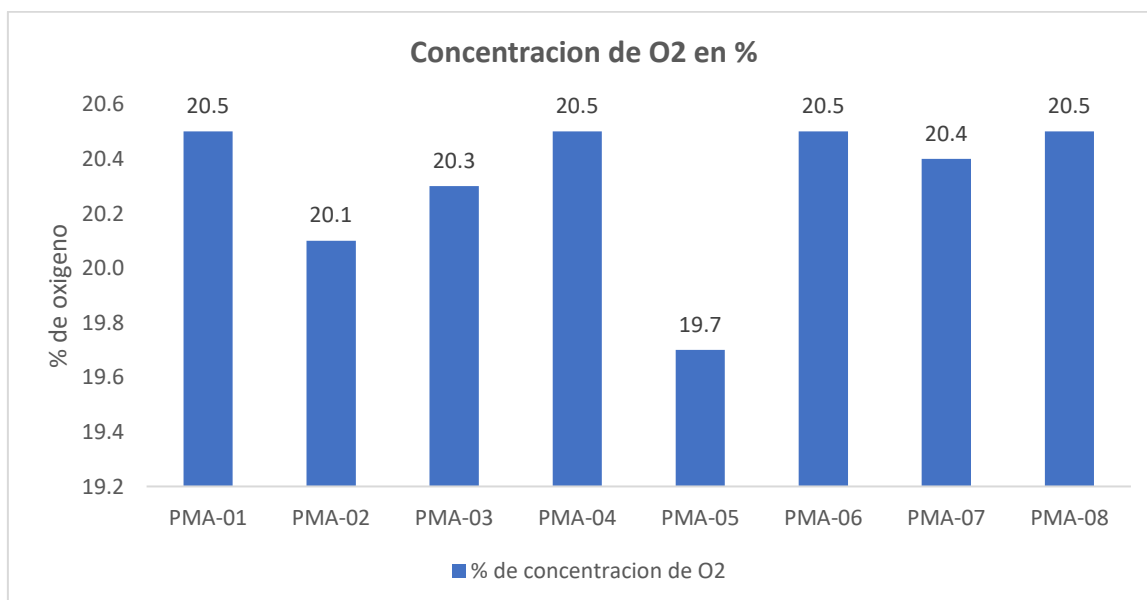
Estación de monitoreo	Fecha	% de concentración de O ₂		
		Hora	O ₂	Limite en TWA
PMA-01	12/07/2023	7:00:00	20,5	19,5
PMA-02	12/07/2023	7:01:00	20,1	19,5
PMA-03	12/07/2023	7:03:00	20,3	19,5
PMA-04	12/07/2023	7:20:00	20,5	19,5
PMA-05	12/07/2023	7:20:00	19,7	19,5
PMA-06	12/07/2023	7:20:00	20,5	19,5
PMA-07	12/07/2023	7:00:00	20,4	19,5
PMA-08	12/07/2023	10:03:00	20,5	19,5

Nota. Elaboración propia

Se detalla que cada estación de monitoreo recoge la concentración de oxígeno que es evaluado con el límite de exposición ocupacional en media moderada en el tiempo (TWA).

Figura 4.

% de concentración de oxígeno

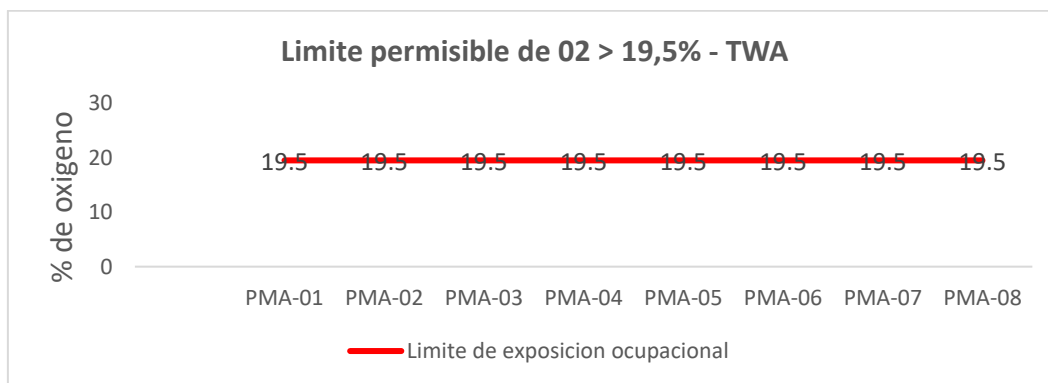


Nota. Elaboración propia

De la figura 4, la concentración de oxígeno es la estación de monitoreo PMA-01, PMA-04, PMA-06 y PMA-08 se tiene un 20,5% como los más elevados. Sin embargo el más bajo se presenta en la PMA-05 con un 19,7%, mientras que la concentración de oxígeno en la PMA-02 es 20,1%, en la PMA-03 de 20,3 y en PMA-07 un 20,4%.

Figura 5.

Limite aceptable de O₂



Nota. Elaboración propia

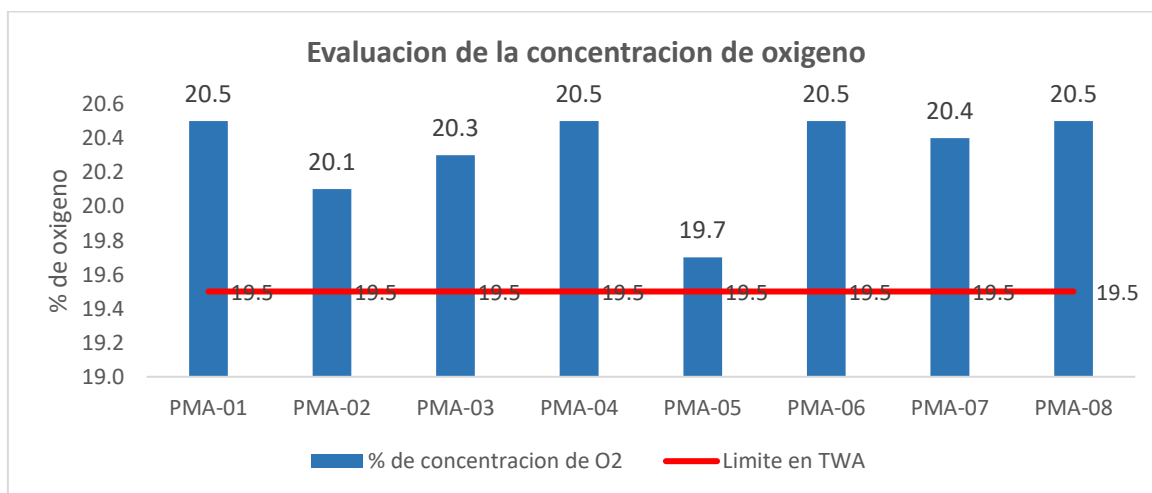
Se evidencia que el límite de exposición ocupacional del oxígeno debe ser mayor a 19,5%, teniendo referencia a la media moderada en el tiempo (TWA),

4.2.1.2. Contrastación de evaluación de concentración de Oxígeno (O₂)

El proceso de evaluación de la concentración de oxígeno se ejecuta acorde con los límites de exposición ocupacional de agentes, considerado en el RSSO. Con los niveles de oxígeno hallados in situ, se procede a la evaluación de la concentración de oxígeno con el límite de exposición ocupacional en la figura:

Figura 6.

Contrastación de la concentración de O₂



Nota. Elaboración propia

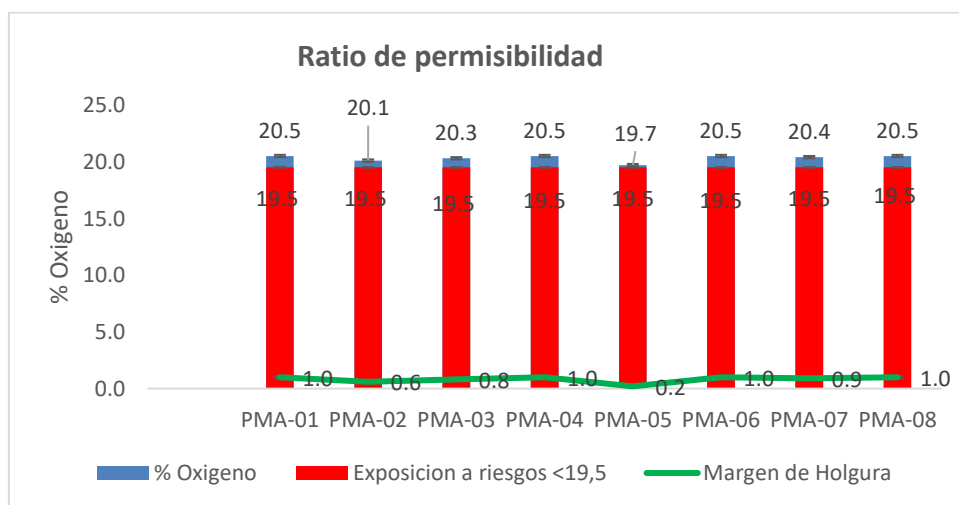
En figura 6 se evalúa que la concentración de oxígeno en la estación de monitoreo PMA-01, PMA-04, PMA-06 y PMA-08 son superiores al límite permisible de 19,5%, mientras que en la estación PMA-02, PMA-03, PMA-05 y en PMA-07 el nivel de oxígeno es menor que 20,5% y mayor que el límite aceptable. Por lo ende, los ambientes de trabajo tienen una concentración de oxígeno por encima del límite de exposición ocupacional.

4.2.1.1. Margen de ratio ante exposición

El análisis de continuidad de exposición, es medido entre el valor de oxígeno medido y el límite permisible, a continuación se muestra el ratio de permisibilidad:

Figura 7.

Ratio entre el valor medido y el límite permisible



Nota. Elaboración propia

En la figura 7 se observa que en la estación PMA-01, la ratio entre la concentración de oxígeno y el límite permisible es 1,0, en la PMA-02 es 0,6, en la PMA-03, PMA-04, PMA-05, PMA-06, PMA-07 y en la PMA-08 se obtiene ratio de 0,6, 0,8, 1,0, 0,2, 1,0, 0,9, y 1,0 respectivamente. Por ende, existe margen de holgura ante una exposición prolongada.

4.2.2. Evaluación de concentración de monóxido y dióxido de carbono en trabajos de espacios confinados en la unidad minera San Rafael 2023

La evaluación de gases CO y CO₂ que desplazan al oxígeno, se realiza en los frentes de producción, en el acceso y el comedor.

4.2.2.1. Medición de concentración de CO y CO₂.

El monitoreo para evaluación de gases de CO y CO₂ se realizó en cada labor o nivel que esta definidos por estaciones de monitoreo de gases, a continuación, se muestra los datos hallados en cada labor:

Tabla 10.

Registro de hallazgos de concentración de CO y CO₂

Estación de monitoreo	Labor	Fecha: 12/07/2023 Hora	Concentraciones en PPM	
			CO	CO ₂
PMA-01	Veta San Rafael	7:00:00	17	2400
PMA-02	Veta Rosario	7:01:00	12	1800
PMA-03	Veta San German	7:03:00	13	2600
PMA-04	Veta Kimberly	7:20:00	14	2000
PMA-05	Vetan Jorge	7:20:00	21	1500
PMA-06	Veta Victoria	7:20:00	12	1600
PMA-07	Veta Cyndhi Sur	7:00:00	17	3000
PMA-08	Comedor	10:03:00	1	400

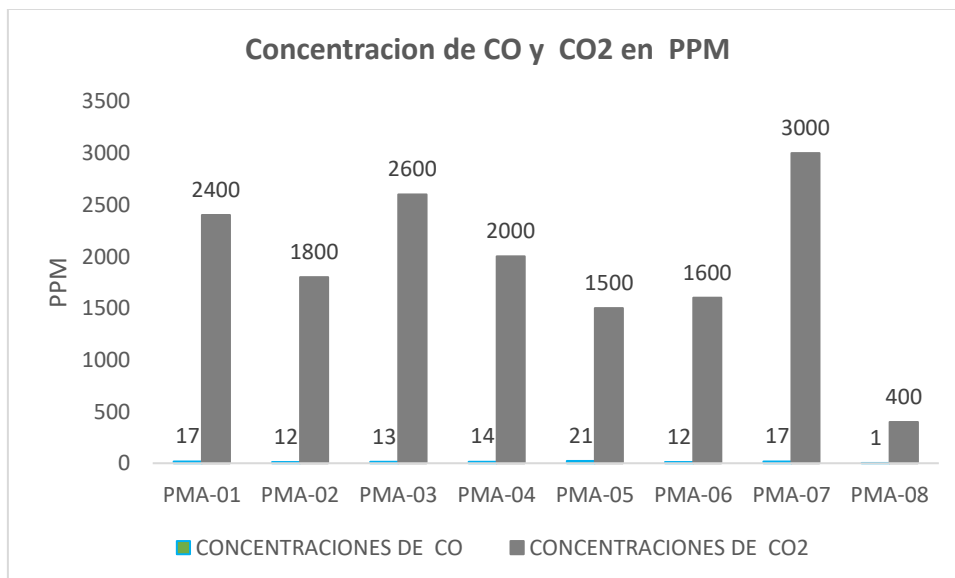
Nota. Elaboración propia

De la tabla 10 se observa un total de 8 estaciones de monitoreo, una en cada labor y espacio, obteniendo concentraciones de CO y CO₂ en ppm. La concentración de monóxido de carbono más bajo es de 1 ppm. Sin embargo, la

concentración las elevada es de 21 ppm. Asu vez, el dióxido de carbono varían de 400 ppm hasta 3000 ppm.

Figura 8.

Monitoreo de CO y CO2



Nota. Elaboración propia

En la figura 8 la concentración de (CO) en la PMA-01 es de 17 ppm y el dióxido de carbono (CO₂) es de 2400 ppm, en la estación PMA-02, PMA-03, PMA-04, PMA-05, PMA-06, PMA-07 y PMA-08 se obtiene concentraciones de 12 ppm, 13 ppm, 14 ppm, 21 ppm, 12 ppm, 17 ppm y 1 ppm respectivamente. Por otro lado, la concentración de CO₂ en la estacion de PMA-02 es de 1800 ppm, para el PMA-03 es 2600 ppm, luego en la PMA-04 es de 2000 ppm, en la PMA-05 una concentración de 1500 ppm, seguida por 1600 ppm en la PMA-06 y la mayor concentración hallada de 3000 ppm es en la PMA-07. Sin embargo, se presenta 400 ppm en la labor con estación designado de PMA-08.

Tabla 11.

Límite de exposición ocupacional de agentes químicos

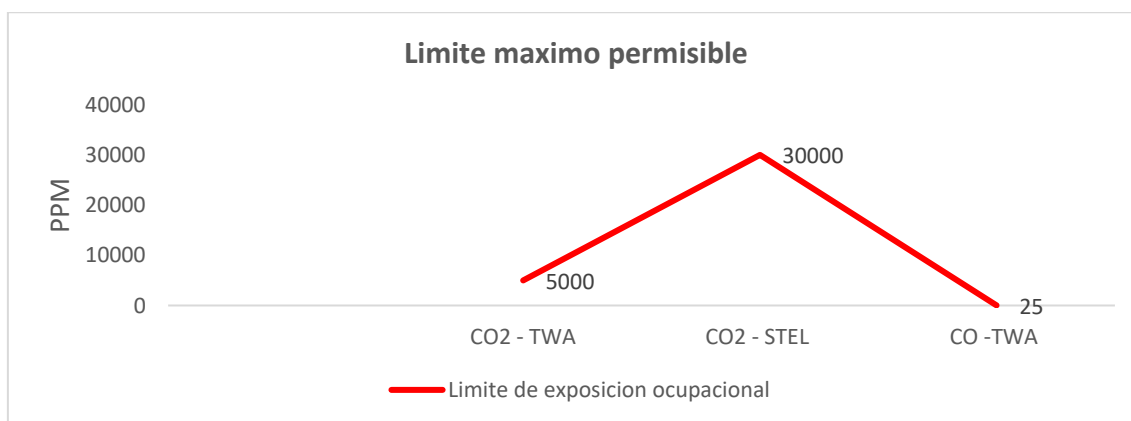
Limite TWA de CO ₂	Limite STEL de CO ₂	Limite TWA de CO
5000 ppm	30000 ppm	25 ppm

Nota. D.S.Nro. 023-2027-EM (2017)

En la tabla 11 se indica que los valores del límite máximo permisible de CO₂ es 5000 ppm en modo TWA. A su vez, para el límite en modo STEL es de 30000 ppm como un nivel máximo de concentración de CO₂. Por otro lado, el límite máximo permisible de CO es de 25 ppm.

Figura 9.

Límite de exposición ocupación para agentes químicos



Nota. Elaboración propia

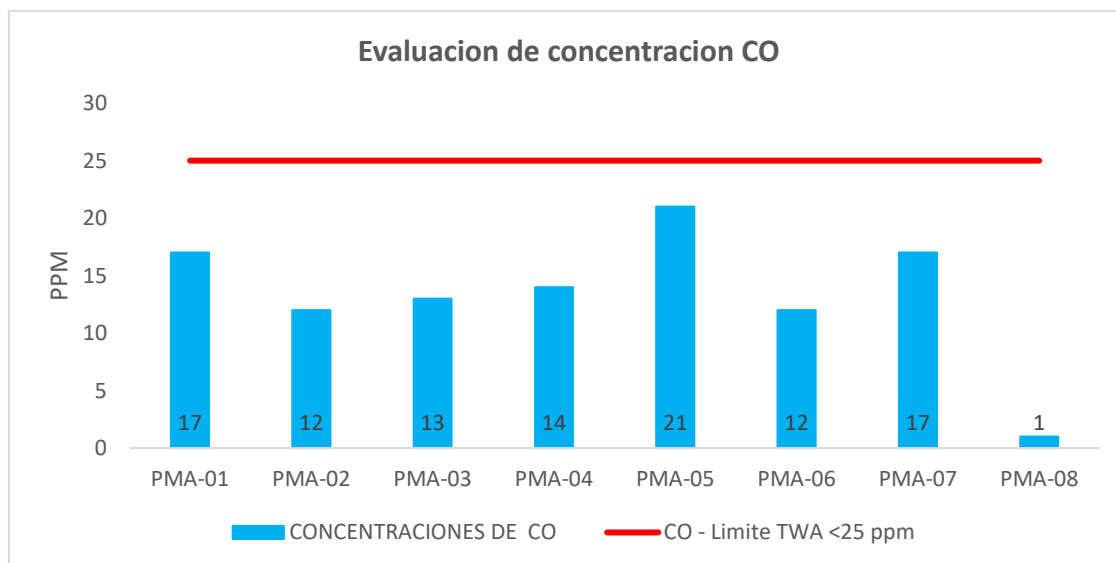
Se observa que el límite máximo permisible de CO₂ en TWA y STEL no deben ser sobrepasados. Por otro lado, el límite de CO no debe exceder 25 ppm.

4.2.2.2. Contrastación de evaluación de concentración de CO y CO₂.

El valor hallado en el proceso de evaluación del monitoreo de CO y CO₂ es contrastado con el límite de exposición ocupacional del agente químico. A continuación se presenta la evaluación de los niveles de concentración del monóxido y dióxido de carbono:

Figura 10.

Evaluación del CO

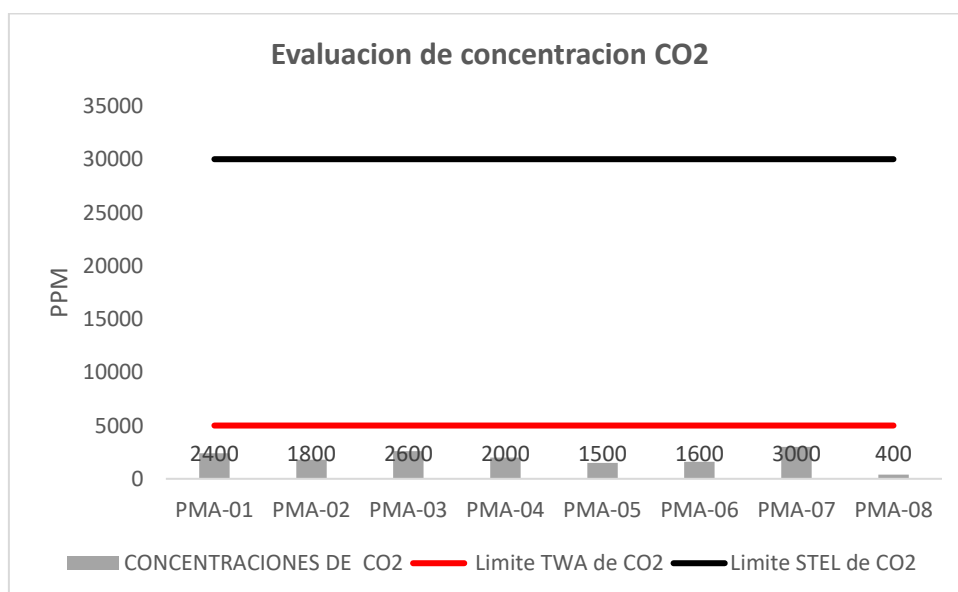


Nota. Elaboración propia

En la figura 10 se observa que el valor de concentración del monóxido de carbono más elevado se ubica en la estación PMA-05 con 21 ppm que no sobrepasa el límite TWA, lo que indica que en otras estaciones de monitoreo también son inferiores al límite máximo permisible de 25 ppm.

Figura 11.

Evaluación del CO2



Nota. Elaboración propia

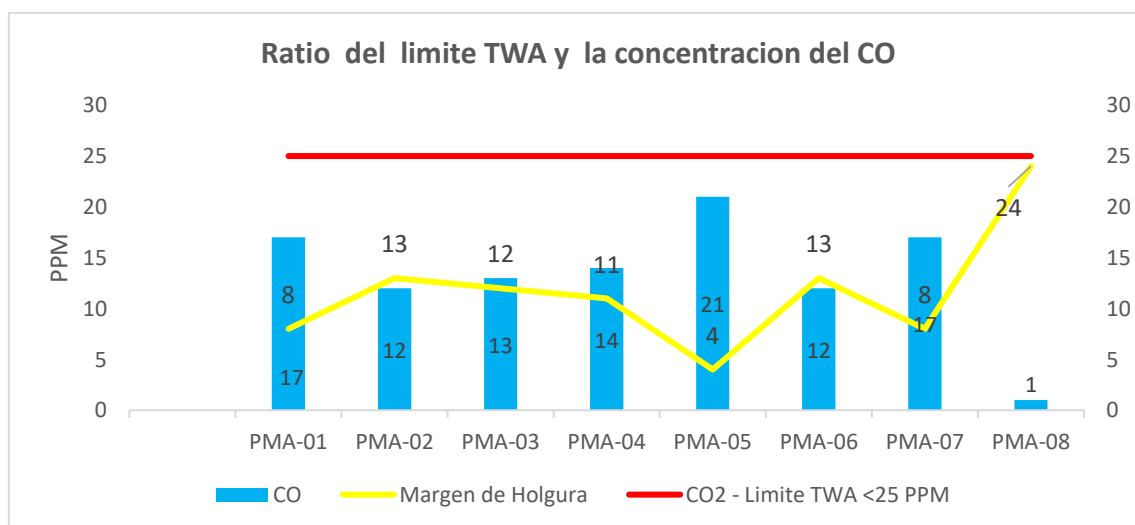
Se muestra que la mayor concentración del dióxido de carbono hallada en la estación PMA-07 con 3000 ppm es inferior al límite de exposición ocupacional en modo TWA de 5000 ppm. Por consiguiente, en las demás estaciones de monitoreo no sobrepasan el límite de TWA. Por otro lado, no existe concentraciones de CO₂ entre el límite TWA y STEL.

4.2.2.3. Margen de ratio ante exposición

Para la continuidad de exposición en el ambiente laboral y la preservación de la salud se realizó en análisis del ratio entre el límite TWA y la concentración hallada en parte por millón del monóxido de carbono. A continuación, se presenta el análisis:

Figura 12.

Ratio de exposición de CO

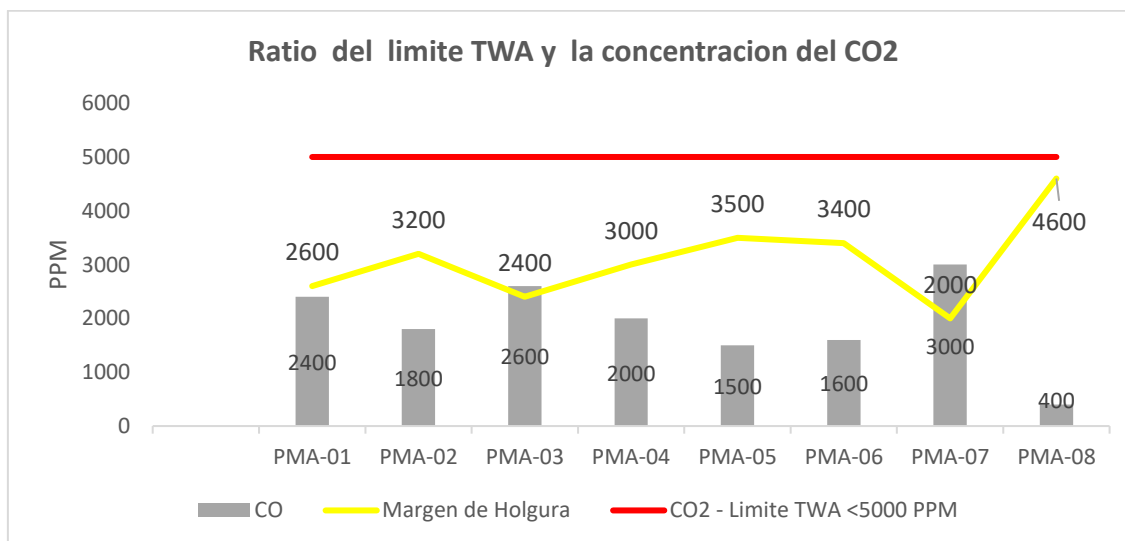


Nota. Elaboración propia

Se muestra que existe ratio de exposición respecto a 25 ppm. Del nivel de concentración máximo de 21 ppm se tiene un ratio de 4 ppm, y el máximo ratio es de 24 ppm con respecto al límite permisible. Respecto a las demás estaciones o labores cuentan con ratios, ya que ninguna de los estaciones de monitoreo no superan los 25 ppm.

Figura 13.

Ratio de exposición de CO2



Nota. Elaboración propia

Se establece el límite TWA con <5000 ppm. Y el máximo ratio se ubica en el PMA-08 donde el límite permisible y la concentración de CO2 es de 4600 ppm y el de menor ratio es de 2000 ppm en la estación PMA-07.

4.2.3. Análisis de los efectos de la concentración de gases tóxicos en la salud de los trabajadores de mantenimiento de equipos de la empresa Sermel Líder en la unidad minera San Rafael 2023

Los efectos inmediatos por gases, son generados por la disminución de oxígeno y aumento de CO y CO2 en frentes de trabajo. Por esta razón se aplica la encuesta para verificar los efectos inmediatos causados en la salud de los trabajadores. En la siguiente tabla se recopila la información de la encuesta (**ver anexo 05**) aplicada a 40 trabajadores, quienes respondieron a 5 preguntas cerradas.

Tabla 12.*Cantidad de respuesta de la encuesta piloto.*

ITEM	EFFECTOS INMEDIATOS	SI	NO
1	¿Usted ha sentido una respiración rápida y profunda?	4	36
2	¿Le ha sucedido vértigo, vómitos, zumbido en oídos o aceleración de latidos?	2	38
3	¿Tuvo pérdida de conocimiento por exposición prolongada?	0	40
4	¿En Alguna ocasión le ocurrió un desmayo e inconsciencia?	0	40
5	¿Le ha sucedido movimientos convulsivos o ha sido testigo de muerte por gaseamiento?	0	40

Nota. Elaboración propia

Se muestra que en el ítem 1, se presencia que 4 trabajadores de 40 tuvieron efectos inmediatos en su salud y 36 no sintieron el efecto. Por otro lado, 2 trabajadores tuvieron efectos de zumbidos en oído y aceleración de latidos y 38 trabajadores no estuvieron expuesto a efectos causados por gases. Sin embargo, en el ítem 3, 4 y 5, ninguno de los 40 trabajadores no presentó efectos inmediatos en su salud producidos por gases.

4.3. DEMOSTRACIÓN O CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

4.3.1. Prueba de hipótesis general

- H1: La concentración de gases evaluados es inferior al límite de exposición ocupacional en trabajos de espacios confinados en la unidad minera San Rafael 2023
- H0: La concentración de gases evaluados excede el límite de exposición ocupacional en trabajos de espacios confinados en la unidad minera San Rafael 2023

Tabla 13.*Prueba T para la hipótesis*

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de media	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Monóxido de carbono con valor de prueba =25	-5,594	7	,001	-11,62500	-16,5393	-6,7107
Oxígeno con valor de prueba de 19,5	8,062	7	,000	,81250	,5742	1,0508
Dioxido de carbono con valor de prueba =5000	- 10,930	7	,000	- 3087,5000 0	- 3755,4765	-2419,5235

Nota. Elaboración propia

La significancia de la concentración de gases son ,001, 000, 000, lo que resulta ser inferior a ,005. Por consiguiente se niega la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna de que la concentración de gases evaluados es inferior al límite de exposición ocupacional en trabajos de espacios confinados en la unidad minera San Rafael.

4.3.2. Prueba de hipótesis específica

- H1: La concentración de oxígeno es superior a 19.5% en trabajos de espacios confinados en la unidad minera San Rafel 2023
- H0: La concentración de oxígeno es inferior a 19.5% en trabajos de espacios confinados en la unidad minera San Rafel 2023

Tabla 14.*Prueba estadística para la muestra de O₂*

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Oxigeno	8	20,3125	,28504	,10078

Nota. Elaboración propia

En la tabla 14 se evidencia una estadística que evidencia que la media es 20,3. Donde el valor aplicado en el SPSS de T student es 19.5. lo que indica que la media es superior.

Tabla 15.*Prueba T para la concentración de O₂*

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Oxigeno	8,062	7	,000	,81250	,5742	1,0508

Nota. Elaboración propia

En la tabla 15 se muestra la prueba T tiene un resultado de significancia de ,000 (,000 que resulta ser menor de 0,05). Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna. Por consiguiente, según la hipótesis planteada. La concentración de oxígeno es superior a 19,5%.

4.3.3. Prueba de hipótesis específica

- H1: La concentración de CO es inferior a 25 ppm y CO₂ menor a 30000 ppm en trabajos de espacios confinados en la unidad minera San Rafael 2023

- H0: La concentración de CO excede a 25 ppm y CO2 menor a 30000 ppm en trabajos de espacios confinados en la unidad minera San Rafael 2023

Tabla 16.

Prueba estadística para la muestra de CO y CO2

Estadísticas para una muestra

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Dióxido de carbono	8	1912,50	798,995	282,487
Monóxido de carbono	8	13,38	5,878	2,078

Nota. Elaboración propia

El número de muestras para la estadística se aplico es de 8 para cada gas: CO y CO2, con valor de prueba de 5000 y 25 respectivamente.

Tabla 17.

Prueba T para la concentración de CO

Valor de prueba = 25	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Monóxido de carbono	-5,594	7	,001	-11,62500	-16,5393	-6,7107

Nota. Elaboración propia

La significancia es ,001 lo cual es inferior que 0,05. Por consiguiente, se niega la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna. Lo que indica que La concentración de CO es inferior a 25 ppm en trabajos de espacios confinados en la unidad minera San Rafael 2023.

Tabla 18.

Prueba T para la concentración de CO2

Prueba para una muestra

Valor de prueba = 5000

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Dióxido de carbono	-10,930	7	,000	-3087,50000	-3755,4765	-2419,5235

Nota. Elaboración propia

La significancia es ,000 lo cual es inferior a 0,05. Por lo tanto, no se acepta la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna. Por ende, en nivel de concentración de CO2 en menos a 30000 ppm en trabajos de espacios confinados en la unidad minera San Rafael.

4.3.4. Prueba de hipótesis específica

- H1: La concentración de gases tóxicos genera daño leve en la salud de los trabajadores de mantenimiento de equipos de la empresa Sermel Líder en la unidad minera San Rafael 2023
- H0: La concentración de gases tóxicos genera daño alto en la salud de los trabajadores de mantenimiento de equipos de la empresa Sermel Líder en la unidad minera San Rafael 2023

Tabla 19.

Estadísticas de muestras emparejadas

		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Efectos en la salud	,1500	40	,36162	,05718
	Sin efectos en la salud	,8500	40	,36162	,05718

Nota. Elaboración propia

Tabla 20.

Correlaciones de muestras emparejadas

		N	Correlación	Sig.
Par 1	Efectos en la salud & Sin afectaciones	40	-1,000	,000

Nota. Elaboración propia

Tabla 21.

Prueba de muestras emparejadas

		Media	Diferencias emparejadas				t	gl	Sig. (bilateral)
			Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
			n		Inferior	Superior			
Par 1	Efectos en la salud - Afectaciones	- ,70000	,72324	,11435	-,93130	-,46870	-6,121	39	,000

Nota. Elaboración propia

La significancia bilateral es de ,000 y es menor que ,005. Por lo que se rechaza la hipótesis nula y se admite la hipótesis alterna de la investigación.

4.4. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Los resultados del presente desarrollo investigativo, de acuerdo a las series de análisis realizadas y utilizado y el reglamento de seguridad en minería y trabajos de investigación de otros autores.

- La concentraciones de CO, CO2 estan por debajo de 25 ppm y 5000 ppm, pero el O2 esta por encima de 19,5%. Por ende las concentracion de los gases evaluados estan dentro del limite de exposion ocupacional. Sin embargo, el investigador Soncco (2016) demuestra que la disipación de gases es notorio, porque el



oxígeno incremento de 19.61 a 20.8 por ciento el gas de monóxido de carbono desciende de 31.70 a 19.70 ppm.

- La concentración más baja de oxígeno hallado es 19,7%, y realizando la prueba de hipótesis es 0,001 y que es menor que 0,05, el cual indica que la concentración de oxígeno es superior a 19,5% en todos los frentes de trabajo. ello se compara con la investigación de Díaz (2019) que indica que la concentración media de oxígeno en interior de la mina es 20.6%; A su vez, en sus estaciones registra niveles que promedios a 19.5%, las mismas incumben a frente laborales recónditas o de trabajos horizontales. Sin embargo el investigador Soncco (2016) en su investigación registra concentración de oxígeno a 19,54%: en labores 1 y en 3 de 20,80% y el nivel inicial de del gas CO es 32.9 partes por millon que se ubica por superior del Límite Máximo Permissible.
- Del resultado de CO se tiene que la concentración más elevada es 21 ppm y el investigador Condori (2022) en su investigación en interior mina indica que concentración de CO hallada tiene valores de 23.82 ppm. A su vez, los niveles más superior registradas y que sobrepasan los límites de exposición son de 35 ppm, 32 ppm, 38 ppm y 26 ppm en los labores más profundos y Quispe (2017) indica que en el frente de profundización, rampa 500 de la mina subterránea se encontró valores de hasta 145 ppm de (CO)
- Del resultado de CO₂ la concentración máxima hallada es de 3000 ppm mientras que en la investigación realizado por Díaz (2019) en la minera San Rafael indica que de una cantidad de 378 monitoreos en frentes de productividad; existen 46 labores que sobrepasa los valores del LMP para Agentes Químicos.

CONCLUSIONES

PRIMERA: En la presente investigación de concentración de gases en trabajos de espacios confinados en minera San Rafael, se evaluó la concentración de gases y su relación con la salud de los trabajadores de la empresa Sermel Líder en la unidad minera San Rafel, en donde un 15% de trabajadores sintieron efectos inmediatos en su salud y un 85% no sintieron efectos inmediatos producido por CO₂, CO y O₂. La significancia de la concentración de CO, O₂ y CO₂ son de ,001, 000, 000, respectivamente, lo que resulta ser menor a ,005. Por ende, la concentración de gases evaluados es inferior al límite de exposición ocupacional en trabajos de espacios confinados en minera San Rafael.

SEGUNDA: La evaluación de la concentración de oxígeno en trabajos de espacios confinados en minera San Rafael, tuvo concentración es de oxígeno es las estaciones de monitoreo PMA-01, PMA-04, PMA-06 y PMA-08 un 20,5% de O₂ como los más elevados. Sin embargo, el más inferior se presenta en la PMA-05 con un 19,7%. Y la evaluación con la prueba T el resultado de significancia es de ,000 menor que 0,05. Lo que indica que se acepta que la concentración de CO es inferior a 25 ppm y CO₂ menor a 30000 ppm en trabajos de espacios confinados en minera San Rafael 2023.

TERCERA: La evaluación de la concentración de monóxido y dióxido de carbono en trabajos de espacios confinados en la unidad minera San Rafel, tiene una concentración del monóxido de carbono más



elevado se ubica en la estación PMA-05 con 21 ppm que no sobrepasa el límite TWA y la concentración del dióxido de carbono elevado se ubica en estación PMA-07 con 3000 ppm el cual es inferior al límite de exposición ocupacional en modo TWA de 5000 ppm. En las demás estaciones de monitoreo las concentraciones de CO no sobrepasan el límite de TWA. Y del CO₂ no superan el límite TWA y STEL. La prueba de La significancia de CO es ,001 y del CO₂ es ,000 los cuales son menores que 0,05. Por lo tanto, la concentración de CO es inferior a 25 ppm y CO₂ menor a 30000 ppm en trabajos de espacios confinados en la unidad minera San Rafael.

CUARTA: El proceso de análisis de los efectos de la concentración de gases tóxicos en la salud de los personales de mantenimiento de equipos de la empresa Sermel Líder en minera San Rafael, en donde 6 trabajadores tuvieron efectos inmediatos ocasiones por gases tóxicos y 34 no tuvieron afectaciones a su salud. La significancia de prueba bilateral es de ,000 y es menor que ,005 lo que indica que la concentración de gases tóxicos genera daño leve en la salud de los trabajadores.



RECOMENDACIONES

- PRIMERA:** A los supervisores del monitoreo de evaluación de gases a realizar el monitoreo en espacios de mayor susceptibilidad de concentración de gases, ya que los efectos inmediatos generados en la salud del trabajador son causados por el desplazamiento del oxígeno por monóxido de carbono y el dióxido de carbono.
- SEGUNDA:** A los responsables del sistema de ventilación de aire, continuar con el suministro adecuado para que las concentraciones de oxígeno no sean inferiores al límite de exposición ocupacional.
- TERCERA:** A los trabajadores asignados en labores de interior mina a realizar el monitoreo de CO y CO₂ y verificar su adecuada ventilación de aire fresco antes de ingresar al ambiente de trabajo.
- CUARTA:** A los trabajadores que ante una deficiencia de oxígeno exponer ante mayores concentraciones de monóxido de carbono y dióxido de carbono, hacer el uso inmediato del auto – rescatadores para evitar efectos inmediatos generados por el desplazamiento del oxígeno por CO y CO₂.

**REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS**

REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL EN MINERÍA ,
APROBADO, Pub. L. No. D.S. N° 023-2017-EM (2017).

Chilon, F. (2022). "EVALUACION DEL CIRCUITO DE VENTILACION PARA LA
EVACUACION DE HUMO, GASES Y POLVO EN LABORES DE UNA
MINA SUBTERANEA ARTESAL EN CAJAMARCA 2022." Universidad
Privada del Norte.

Condori, L. A. (2022). EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AIRE Y EL SISTEMA
DE VENTILACIÓN EN LA MINA SANTA MARÍA, ANANEA - REGIÓN
PUNO [Universidad Nacional del Altiplano]. In UNAP.
[http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/7104/Molleapaza
_Mamani_Joel_Neftali.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/7104/Molleapaza_Mamani_Joel_Neftali.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Díaz, R. (2019). "OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN COMO UN
MÉTODO DE CONTROL DE LA CALIDAD DEL AIRE EN LA MINA SAN
RAFAEL, DE LA REGIÓN PUNO." *Universidad Nacional de San Agustín
de Arequipa*, 131.
[https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/2272fb2b-
b967-4e21-8a0a-4af5a145bbad/content](https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/2272fb2b-b967-4e21-8a0a-4af5a145bbad/content)

DS.005-2012-TR, seguridad y salud en el trabajo. (2012). Reglamento de
Seguridad y Salud en el Trabajo. *Congreso de La Republica Del Péru.*

DS N°011-2019-TR, R. de seguridad en construccion. (2019). Trabajo y
promocion del empleo. *Diario El Peruano.*

Fernandez, C., & Rengifo, M. (2022). *OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE
VENTILACIÓN Y LA CALIDAD DE AIRE EN LA EMPRESA MINERA
ARTESANAL LA CHIRA S.R.L.* Universidad Privada del Norte.



ISO 45001, S. de gestion de seguridad y salud en el trabajo. (2018). Traducción oficial Official translation Traduction officielle ISO. Suiza, 2018.

Jacinto Veliz, R. C., & Romero Solis, H. J. (2022). *Evaluación del sistema de ventilación aplicando el software VNETPC para el diseño de la corriente de aire* [Univerisdad Continental].
https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/12495/2/V_FIN_110_TE_Jacinto_Romero_2022.pdf

Ley 29783, seguridad y salud en el trabajo. (2011). Normativa en seguridad y salud en el trabajo. *Congreso de La Republica Del Péru*, 2.
[http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con2_uibd.nsf/5CC9B1D67316CE38052575C5005EC97E/\\$FILE/ds005_90_pcm_reglamento_ley_de_bases_carrera_publica.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con2_uibd.nsf/5CC9B1D67316CE38052575C5005EC97E/$FILE/ds005_90_pcm_reglamento_ley_de_bases_carrera_publica.pdf)

Meliá, J. L. (2007). Seguridad Basada en el Comportamiento. *Revista Del Instituto de Investigación de La Facultad de Minas, Metalurgia y Ciencias Geográficas*, 24(47), 117–123.
<https://doi.org/10.15381/iigeo.v24i47.19195>

MINSUR S.A. (2021). Estándar Operacional: Espacios Confinados. *Minsur*, 1–20. <https://www.minsur.com/wp-content/uploads/2022/05/MI-COR-SSO-CRI-EST-05-Estándar-Operacional-Espacios-Confinados-versión-03.pdf>

MTPE, O. (2022). *Notificaciones de accidentes de trabajo , incidentes peligrosos y enfermedades ocupacionales*. 28.
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1891045/Boletín Notificaciones MARZO 2021.pdf>

Orche, E. (2020). Calidad del aire en las minas museo subterranas. Propuesta



de índices de referencia. *Revista de Medio Ambiente Minero y Minería*, 5(2), 37–57.

Quispe, E. (2017). *Caracterización y diseño del sistema de ventilación para mejora de la circulación del aire en el proyecto minero Inmaculada 4-CIEMSA* [Universidad Nacional del Altiplano].
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/3463>

Quispe, W. (2018). “ *Implementación del Programa de Observadores de Seguridad ‘ Mineros Cuidando Mineros ’ en la Unidad Minera San Rafael – Puno ”* Ingeniero de seguridad industrial y Minera Asesor: Grace Patricia Acevedo Obando [Universidad Tecnológica del Perú].
http://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/UTP/1101/1/Wilson_Quispe_Tesis_Titulo_Profesional_2018.pdf

Ramírez, R. (2020). “Análisis de la Gestión Preventiva de Trabajo en espacios confinados en Colombia.” *Universidad Militar Nueva Granada*, 21(1), 1–23.

Soncco, C. F. (2016). “DISEÑO DE UN NUEVO SISTEMA DE VENTILACIÓN PARA LA DILUCIÓN DE GASES NOCIVOS EN LA UNIDAD MINERA UNTUCA, SANDIA - PUNO”

Taborda, J. S., & Loaiza, Y. L. (2018). *ESPACIOS CONFINADOS INVESTIGACIONES REALIZADAS EN COLOMBIA DE 2013 A 2018*

Tsukayama, H. (2019). DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN VEHÍCULO TELEOPERADO PARA MEDICIÓN DE GASES TÓXICOS EN ESPACIOS CONFINADOS EN GRAN MINERÍA EN LA CIUDAD DE AREQUIPA



ANEXOS

ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA					
EVALUACIÓN DE CONCENTRACIÓN DE GASES EN TRABAJOS DE ESPACIOS CONFINADOS DE LA EMPRESA SERMEL LÍDER 2023					
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INSTRUMENTOS/TECNICAS
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General			
¿Como es la evaluación de concentración de gases en trabajos de espacios confinados en la unidad minera San Rafael 2023?	Evaluar los niveles de concentración de gases en trabajos de espacios confinados y su relación con la salud de los trabajadores de la Empresa Sermel Líder en la unidad minera San Rafael 2023	La concentración de gases excede el límite de exposición ocupacional en trabajos de espacios confinados en la unidad minera San Rafael 2023	Variable 1 Concentración de gases Variable 2 Trabajos de espacios confinados		
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas	VARIABLES	<ul style="list-style-type: none"> • Concentración de Oxígeno • Concentración de monóxido de carbono • Salud de los trabajadores 	<ul style="list-style-type: none"> • Técnica: Observación. Mediante el cual se analizará atentamente el fenómeno, posterior a ello la información que emitirá detector el Multi-Gas sera registrado el nivel concentración de niveles de gases. • Instrumento: Los datos de la obsevacion de anotara y registrara en la hoja de campo y/o lista de cotejo • Equipos: Detector Multigas, es el medio por donde se evidencia los niveles de gases.
¿Cuál es la concentración de oxígeno en trabajos de espacios confinados en la unidad minera San Rafael 2023?	Evaluar la concentración de oxígeno en trabajos de espacios confinados en la unidad minera San Rafael 2023	La concentración de oxigeno es inferior a 19.5% en trabajos de espacios confinados en la unidad minera San Rafael 2023	Variable 1 Concentración de Oxígeno Variable 2 Trabajos de espacios confinados		
¿Cuál es la concentración de CO2, CO y NO2 en trabajos de espacios confinados en la unidad minera San Rafael 2023?	Evaluar la concentración de monóxido de carbono en trabajos de espacios confinados en la unidad minera San Rafael 2023	La concentración de monóxido de carbono es inferior a 25 ppm en trabajos de espacios confinados en la unidad minera San Rafael 2023	Variable 1 Concentración de monóxido de carbono Variable 2 Trabajos de espacios confinados		
¿Cuál es el efecto de la concentración de gases tóxicos en la salud de los trabajadores de mantenimiento de equipos de la empresa Sermel Líder en la unidad minera San Rafael 2023?	Analizar los efectos de la concentración de gases tóxicos en la salud de los trabajadores de mantenimiento de equipos de la empresa Sermel Líder en la unidad minera San Rafael 2023	La concentración de gases tóxicos genera daño leve en la salud de los trabajadores de mantenimiento de equipos de la empresa Sermel Líder en la unidad minera San Rafael 2023	Variable 1 Concentración de gases Variable 2 Salud de los trabajadores		

Nota. Elaboración propia

ANEXO 2. ESTANDAR DE PARAMETROS DE GASES

LÍMITES DE EXPOSICIÓN OCUPACIONAL PARA AGENTES QUÍMICOS*

TIPOS DE LÍMITES

TWA: Media Moderada en el Tiempo (*Time Weighted Average*). Para comparar con el promedio ponderado en el tiempo de exposición a concentraciones individuales durante toda la jornada de trabajo. Los límites TWA para 8 horas necesitan corrección al ser aplicados a jornadas de trabajo diferentes.

STEL: Exposición de Corta Duración: *Short Time Exposure Level*. Limita las exposiciones a corto tiempo, normalmente 15 minutos. Límite a comparar con la exposición promedio ponderada en el tiempo acumulada durante 15 minutos continuos. La exposición a concentraciones mayores no debe superar los 15 minutos y puede ocurrir un máximo de 4 veces por jornada con descansos de 1 hora mínimo entre exposiciones.

C: Ceiling. Nivel Techo de Exposición. Límite que en ningún momento deberá ser sobrepasado.

Nº	Agentes Químicos (en el aire)	TWA	STEL	Límites	Exposición Ocupacional	Techo (C)
1	Acetona	500 ppm	750 ppm			
2	Ácido Acético	10 ppm	15 ppm			
3	Ácido Clorhídrico				2 ppm	
4	Ácido Nítrico	2 ppm	4 ppm			
5	Ácido Sulfhídrico (H ₂ S)	10 ppm	15 ppm			
6	Amoníaco Anhidro	25 ppm	35 ppm			
7	Anhidrido Sulfuroso (SO ₂)	2 ppm	5 ppm			
8	Antimonio	0,5 mg/m ³				
9	Arseniato de Plomo	0,15 mg/m ³				
10	Arseniato de Calcio	1 mg/m ³				
11	Arsénico (can)	0,01 mg/m ³ A1				
12	Benceno (can)	0,5 ppm (p)				
13	Cianuro (Como CN)				5 mg/m ³ (p)	
14	Cianuro de Hidrogeno (HCN)				4,7 ppm(p)	
15	Cloro	0,5 ppm	1 ppm			
16	Clorobenceno	10 ppm	20 ppm			
17	Cloroformo	10 ppm				
18	Cobre (humo)	0,2 mg/m ³				
19	Cobre (polvo/neblina)	1 mg/m ³				
20	Dióxido de Carbono	5000 ppm	30000 ppm			
21	Dióxido de Nitrógeno	3 ppm	5 ppm			
22	Éter Etilico	400 ppm	500 ppm			
23	Fluoruro de Hidrogeno (HF)				2,5 mg/m ³	
24	Formaldehído				0,3 ppm	
25	Fosgeno	0,1 ppm				
26	Gasolina	500 ppm				
27	Hidrógeno (H)				5000 ppm	
28	Humo de Cadmio (can)	0,01 mg/m ³				
29	Humo de Óxido Férrico	5 mg/m ³				
30	Manganeso	0,2 mg/m ³				
31	Mercurio	0,025 mg/m ³ (p)				
32	Metano (CH ₄)				5000 ppm	
33	Monóxido de Carbono (CO)	25 ppm				
34	Mónóxido de Nitrogeno	25 ppm				
35	Neblina de acido sulfúrico	1 mg/m ³	3 mg/m ³			
36	Oxígeno (O ₂)	19,5 %			22,5 %	
37	Ozono Trabajo Pesado	0,05 ppm				
38	Ozono Trabajo Moderado	0,08 ppm				
39	Ozono Trabajo Ligero	0,1 ppm				
40	Ozono Trabajo Cualquiera (<= 2 horas)	0,2 ppm				
41	Plomo	0,05 mg/m ³				
42	Polvo de Carbón - Antracita	0,4 mg/m ³				
43	Polvo de Carbón - Bituminoso	0,9 mg/m ³				
44	Polvo inhalable (1)	10 mg/m ³				
45	Polvo respirable (1)	3 mg/m ³				
46	Selenio	0,2 mg/m ³				
47	Sílice Cristalino Respirable (Cristobalita)	0,05 mg/m ³				
48	Sílice Cristalino Respirable (Cuarzo)	0,05 mg/m ³				
49	Sílice Cristalino Respirable (Tridimita)	0,05 mg/m ³				
50	Sílice Cristalino Respirable (Tripoli)	0,1 mg/m ³				
51	Talio, Compuestos solubles de	0,1 mg/m ³ (p)				
52	Telurio	0,1 mg/m ³				
53	Tetracloruro de Carbono	5 ppm(p)	10 ppm(p)			
54	Tolueno	50 ppm(p)				
55	Uranio, Compuesto solubles e insolubles	0,2 mg/m ³	0,6 mg/m ³			
56	Vanadio, Polvos de V ₂ O ₅	0,5 mg/m ³				
57	Vanadio, Humos metálicos de V ₂ O ₅	0,1 mg/m ³				
58	Zinc (humo)	2 mg/m ³	10 mg/m ³			

Nota. Decreto Supremo Nro 023-2017-EM.



**ANEXO 3. INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS
MONITOREO DE AIRE Y OTROS GASES**

Pruebas a tomar	SI	NO	Límites de Exposición	Hora	Número de prueba														
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
O ₂			19.5 - 23-5 %																
LEL			0																
CO			25 ppm																
H ₂ S			10 ppm																
SO ₂			2 ppm																
HCN			4.7 ppm																
Cl			0.5 ppm																
CH ₄			5000 ppm																
Otros																			

Nota. Elaboración propia.

ANEXO 4. REGISTROS FOTOGRÁFICOS

Figura 14. Monitoreo de gases



Nota. Elaboración propia

Figura 15. Resultados de gases



Nota. Elaboración propia

Figura 16. Monitoreo de gases



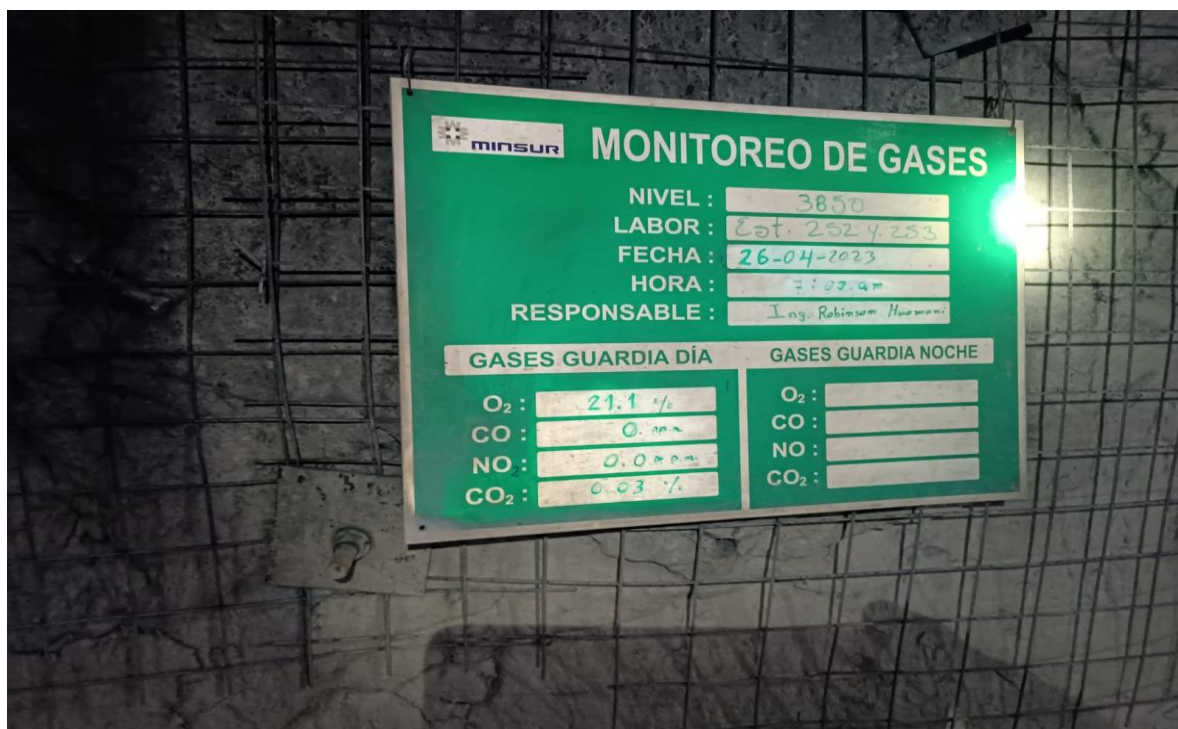
Nota. Elaboración propia

Figura 17. Reporte de resultado de gases



Nota. Elaboración propia

Figura 18. Reporte de resultado de gases



Nota. Elaboración propia



ANEXO 5. FORMATO DE ENCUESTA PILOTO

UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CACERES VELASQUEZ –
JULIACA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SEGURIDAD Y
GESTIÓN MINERA

ENCUESTA DE IDENTIFICACION DE EFECTOS INMEDIATOS POR GASES TOXICOS EN LA SALUD DE LOS TRABAJADORES

ENCUESTA REALIZADA POR: BACH. WILBER CHAGUA MAMANI

Encuesta realizada dentro de Empresa Minera : Minsur

En la Unidad Minera: San Rafael

Encuesta aplicada a Contratista Minera: Sermel Lider

Nombre del encuestado:

Área o Labor: _____

CRITERIOS DE IDENTIFICACION DE EFECTOS DE CONCENTRACIÓN DE GASES TÓXICOS EN LA SALUD DE LOS TRABAJADORES DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS.

Los efectos inmediatos son el resultado por el desplazamiento del oxígeno por otros gases tóxicos que reducen el porcentaje de Oxígeno

TABLA 01. Efectos en la salud

% 02	EFECTOS INMEDIATOS	SI	NO
17%	1. ¿Usted a sentido una respiración rápida y profunda. ?		
15%	2. ¿Le ha sucedido vértigo, vómitos, zumbido en oídos o aceleración de latidos?		
13%	3. ¿Tuvo pérdida de conocimiento por exposición prolongada?		
9%	4. ¿En Alguna ocasión le ocurrió un desmayo e inconsciencia?		
6%	5. ¿Le ha sucedido movimientos convulsivos o ha sido testigo de muerte por gaseamiento ?		

Nota: 1. El ambiente o espacio se ha realizo ventilación de la atmosfera antes de ocupar.
2. Cuando un ambiente tiene el potencial de contener una atmósfera enriquecida o deficiente de oxígeno y no está diseñado para que el trabajador lo ocupe de manera permanente, ante ello se considera como un espacio confinado.



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital [X]

Fecha de entrega: 28-06-2024

1. Datos del autor (es):

Formulario with fields for author information: Nombres y Apellidos, Dirección, DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°, Teléfono, email, Facultad y/o Escuela de Posgrado, Escuela Profesional o Mención, Título o Grado Académico a optar, Asesor, Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones, Trabajo de Investigación, Tesis, Trabajo de Suficiencia Profesional, Trabajo Académico, Título, Palabras claves, ¿Esta obra se desarrolló en la UANCV 1, 2?, 1 Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entré otros relacionados. 2 Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

- Bachiller Titulo 2da Especialidad Maestría Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

Autorizo su publicación (marque con una X)

- Sí autorizo que se deposite inmediatamente.
- Sí autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): _____
- No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

Sí: significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

No: significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

- Sí autorizo
- No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción “internacional” o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción “internacional” emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, **la opción “internacional” goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral.** Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

- Internacional
- Nacional

Línea de investigación: SEGURIDAD Y GESTIÓN DE RIESGOS - P26

Firma de Autor



huella digital

28-06-2024

Fecha