



Universidad
Norbert Wiener

Powered by **Arizona State University**

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE TECNOLOGÍA
MÉDICA EN LABORATORIO CLÍNICO Y ANATOMÍA
PATOLÓGICA

Tesis

Variación de los niveles sanguíneos de Plomo y Mercurio, entre controles ocupacionales del personal del área de fundición de una minera, Arequipa 2019

Para optar el Título Profesional de

Licenciada en Tecnología Médica en Laboratorio Clínico y Anatomía
Patológica

Presentado por:

Autora: Pacheco Quevedo, Milagros Vanessa

Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9255-1867>

Autora: Trejo Bermudez, Diana Paola

Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4575-2188>

Asesor: Dr. Borja Velezmoro, Gustavo Adolfo

Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2277-4915>

Lima – Perú

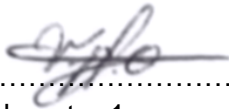
2024

 Universidad Norbert Wiener	DECLARACIÓN JURADA DE AUTORIA Y DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN		
	CÓDIGO: UPNW-GRA-FOR-033	VERSIÓN: 01 REVISIÓN: 01	FECHA: 08/11/2022

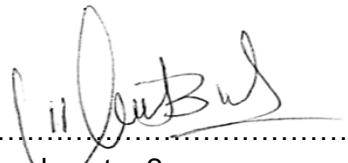
Yo, Milagros Vanessa Pacheco Quevedo y Diana Paola Trejo Bermúdez egresadas de la Facultad de Ciencias de la Salud y Escuela Académica Profesional de Tecnología Médica Laboratorio clínico y Anatomía patológica / Escuela de Posgrado de la Universidad privada Norbert Wiener declaro que el trabajo académico “Variación de los Niveles sanguíneos de Plomo y Mercurio, entre controles ocupacionales del personal del área de fundición de una minera, Arequipa 2019” Asesorado por el docente: Borja Velezmoro Gustavo Adolfo DNI 25709843 ORCID 000-0003-2277-4915 tiene un índice de similitud de 11 % con código 14912:357244194 verificable en el reporte de originalidad del software Turnitin.

Así mismo:

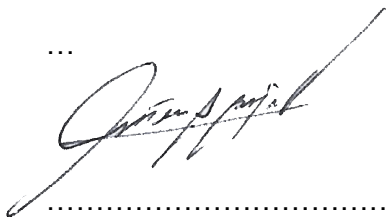
1. Se ha mencionado todas las fuentes utilizadas, identificando correctamente las citas textuales o paráfrasis provenientes de otras fuentes.
2. No he utilizado ninguna otra fuente distinta de aquella señalada en el trabajo.
3. Se autoriza que el trabajo puede ser revisado en búsqueda de plagios.
4. El porcentaje señalado es el mismo que arrojó al momento de indexar, grabar o hacer el depósito en el turnitin de la universidad y,
5. Asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión en la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas del reglamento vigente de la universidad.




.....
 Firma de autor 1
 Milagros Vanessa Pacheco Quevedo
 DNI: 45977643



.....
 Firma de autor 2
 Diana Paola Trejo Bermudez
 DNI: 45112331

....


.....
 Firma
 Gustavo Adolfo Borja Velezmoro
 DNI:25709843

 Universidad Norbert Wiener	DECLARACIÓN JURADA DE AUTORIA Y DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN		
	CÓDIGO: UPNW-GRA-FOR-033	VERSIÓN: 01 REVISIÓN: 01	FECHA: 08/11/2022

Es obligatorio utilizar adecuadamente los filtros y exclusión del turnitin: excluir las citas, la bibliografía y las fuentes que tengan menos de 1% de palabras. EN caso se utilice cualquier otro ajuste o filtros, debe ser debidamente justificado en el siguiente recuadro.

En el reporte turnitin se ha excluido manualmente como se observa en la parte final del mismo lo que compone a la estructura del modelo de tesis de la universidad, como instrucciones o material de plantilla, redacción común o material citado, que no compromete la originalidad de la tesis.

Lima, 19 de junio del 2024

“Variación de los niveles sanguíneos de Plomo y Mercurio, entre controles ocupacionales del personal del área de fundición de una minera, Arequipa 2019”

Línea de investigación: Salud y Bienestar, Enfermedades y factores de riesgos ocupacionales.

ASESOR: Dr. BORJA VELEZMORO, GUSTAVO ADOLFO.

CODIGO ORCID 000-0003-2277-4915

DEDICATORIA

Dedico mi tesis principalmente a Dios, gracias por darme la constancia y perseverancia para realizar esta meta.

También le dedico a la persona más fuerte, más constante que me ayudo desde niña, a pesar de todos los obstáculos que tuvimos, me enseñó a ser fuerte y a no soltar mi mano en este camino. Este trabajo es dedicado “Con mucho amor a mi madre”.

PACHECO QUEVEDO, MILAGROS VANESSA

Dedico mi tesis a mi hermano al cual le prometí el día de su partida que saldría adelanté para que se sienta orgulloso de mi.

TREJO BERMUDEZ DIANA

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi asesor por todo el apoyo, el esfuerzo, la perseverancia, fue uno de mis forjadores en este largo camino, por sus conocimientos, amistad y cariño, por la gran labor como docente que realiza, y por su ejemplo a seguir es que hoy le agradezco culminar el desarrollo de mi tesis.

PACHECO QUEVEDO, MILAGROS VANESSA

Mi agradecimiento va a mi familia por su apoyo constante y paciencia, a nuestro asesor por su dedicación y al Doctor Manuel Leiva jefe del área médica de laboratorio Roe que nos brindó la autorización para el uso de los datos de forma desinteresada para hacer de este proyecto una realidad.

TREJO BERMUDEZ DIANA

INDICE

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO	iv
INDICE.....	v
CAPITULO I: EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACION	xii
1.1. Planteamiento del problema	1
1.2. Formulación del problema	5
1.2.1. Problema general	5
1.2.2. Problemas específicos	5
1.3. Objetivos de la investigación.....	6
1.3.1 Objetivo general.....	6
1.3.2. Objetivos específicos	6
1.4. Justificación de la investigación.....	7
1.4.1. Teórica	7
1.4.2. Justificación practica.....	7
1.5. Limitaciones de la investigación	7
1.5.1. Temporal	7
1.5.2. Espacial	7
1.5.3. Población o unidad de análisis	9
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.....	10

2.1. Antecedentes de la investigación.....	10
2.2. Bases teóricas.....	13
2.3. Formulación de hipótesis.....	21
2.3.1 Hipótesis general.....	21
2.3.2 Hipótesis Nula:.....	21
CAPITULO III: DISEÑO METODOLOGICO	22
3.1. Método de la investigación	22
3.3. Tipo de investigación	22
3.4. Diseño de la investigación.....	23
3.5. Población, muestra.....	23
3.6. Variables y operacionalización	25
3.6.1. Variación de los niveles sanguíneos de plomo entre los controles ocupacionales hasta 12 meses.....	25
3.6.2. Variación de los niveles sanguíneos de Mercurio entre los controles ocupacionales hasta 12 meses.....	25
3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	25
3.7.1. Técnica.....	25
3.7.2. Descripción de instrumentos.....	25
3.7.3. Validación.....	25
3.8. Plan de procesamiento y análisis de datos.	26

3.9. Aspectos éticos	26
CAPITULO IV: PRESENTACION Y DISCUSION DE LOS RESULTADOS	27
4.1 RESULTADOS	27
4.1.1 Análisis descriptivo de los resultados	27
4.1.2 Discusión de resultados.....	45
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	48
5.1 Conclusiones	48
5.2 Recomendaciones	50
REFERENCIAS	51
ANEXOS.....	60
Anexo 1. Matriz de consistencia	60
Anexo 2. Instrumento de recolección de datos	61
Anexo 3 Aprobación del Comité de Ética.....	62
Anexo 4. Carta de aprobación de la institución para la recolección de los datos	63
Anexo 6. Informe del asesor de Turnitin	64
Anexo 7. Técnicas analíticas para la determinación de plomo y mercurio en sangre total	65

ÍNDICE DE TABLAS

TABLAS	Pág.
Tabla 1 Valores sanguíneos referenciales de exposición al Plomo	189
Tabla 2 Valores sanguíneos referenciales de exposición al Mercurio	21
Tabla 3 Estadísticos descriptivos de los niveles de Plomo sanguíneos entre controles ocupacionales	31
Tabla 4 Estadísticos descriptivos de los niveles de Mercurio sanguíneos entre controles	32
Tabla 5 Prueba de normalidad para la evaluación de Plomo y Mercurio sanguíneo	33
Tabla 6 Prueba de Rangos de Wilcoxon aplicados a la variación de los niveles de Plomo sanguíneo	34
Tabla 7 Estadísticos de Prueba de Wilcoxon aplicada a los niveles de Plomo sanguíneo.....	36
Tabla 8 Prueba de Rangos de Wilcoxon aplicados a la variación de los niveles de Mercurio .	347
Tabla 9 Estadísticos de Prueba de Wilcoxon aplicado a la variación de los niveles de Mercurio sanguíneo	369
Tabla 10 Prueba de hipótesis U de Mann-Whitney aplicado a la variación de los niveles sanguíneos de Plomo por grupo etario.....	41
Tabla 11 Prueba de hipótesis U de Mann-Whitney aplicados a la variación de los niveles sanguíneos de Plomo, según tiempo de trabajo.....	43
Tabla 12 Prueba de hipótesis U de Mann-Whitney aplicados a la variación de los niveles sanguíneos de Mercurio, según grupo etario.....	45
Tabla 13 Prueba de hipótesis U de Mann-Whitney aplicados a la variación de los niveles sanguíneos de Mercurio, según tiempo de trabajo.....	4447

INDICE DE GRÁFICOS

FIGURAS	pág.
Figura 1. Mapa de principales unidades mineras en producción ed. 2020	4
Figura 2. Laboratorio Roe Lima, sede Encalada Santiago de surco	8
Figura 3. Laboratorio Roe Arequipa- sede Yanahuara, Av. Emmel 119, Yanahuara 0413.	8
Figura 4. Mina – Arequipa.....	9
Figura 5. Metabolismo del Plomo en el ser humano. Fuente: Augusto V. Ramírez, 2005.	14
Figura 6 . Variación de los niveles de Plomo sanguíneo, segmentado por grupo etario.	40
Figura 7. Variación de los niveles de Plomo sanguíneo, segmentado por tiempo de trabajo.....	42
Figura 8. Variación de los niveles de Mercurio sanguíneo, segmentado por grupo etario.....	44
Figura 9. Variación de los niveles de Mercurio sanguíneos segmentado por tiempo de trabajo..	43

Resumen

La exposición crónica al Plomo y el Mercurio, al ser tóxicos, afecta a los sistemas nervioso, reproductivo y circulatorio. La población minera no cuenta con regulaciones concretas, por eso se debe realizar una vigilancia sobre los niveles sanguíneos de los trabajadores.

Objetivo: Establecer la variación de los niveles sanguíneos de Plomo y Mercurio, entre controles ocupacionales del personal del área de fundición de una minera, Arequipa 2019. **Metodología:** Se empleo un diseño no experimental, con un enfoque cuantitativo y una muestra representada por pacientes con controles entre los 0, 6 y 12 meses. Se utilizo la técnica de observación documental, con una ficha de recolección de datos. **Resultados:** Los resultados obtenidos nos permiten evidenciar que para la variación de los controles de plomo durante los 0 a 6 meses y 6 a 12 meses si son significativas, mientras que la variación de 0 a 12 meses no se considera significativa. Asu vez las variaciones de Mercurio durante los tres controles ocupacionales no fueron consideradas como significativas ya que muchos de los trabajadores adoptan medidas de bioseguridad proporcionado por la empresa minera, y a su vez regulan estos niveles con la prevención semestral mediante estas pruebas realizadas en el laboratorio. **Conclusión** Se determinó que la variación de Plomo y Mercurio sanguíneo no son suficientemente significativas, además estos valores son de carácter admisible, lo cual se demostró que la muestra conformada por 60 trabajadores se encuentra expuestos a una exposición mínima.

Palabras claves: variación de nivel, mercurio sanguíneo, plomo sanguíneo

Abstract:

Chronic exposure to lead and mercury, being toxic, affects the nervous, reproductive and circulatory systems. The mining population does not have specific regulations, so it is necessary to monitor the blood levels of workers. **Objective:** To establish the variation of blood levels of Lead and Mercury, among occupational controls of the personnel of the smelting area of a mining company, Arequipa 2019. **Methodology:** A non-experimental design was used, with a quantitative approach and a sample represented by patients with controls between 0, 6 and 12 months. The documentary observation technique was used, with a data collection form. **Results:** The results obtained show that the variation of lead controls during 0 to 6 months and 6 to 12 months are significant, while the variation from 0 to 12 months is not considered significant. In turn, the variations of Mercury during the three occupational controls were not considered significant since many of the workers adopt biosecurity measures provided by the mining company, and in turn regulate these levels with biannual prevention through these tests performed in the laboratory. **Conclusion:** It was determined that the variation of Lead and blood Mercury are not significant enough, besides these values are of admissible character, which demonstrated that the sample conformed by 60 workers was not significant enough.

Key words: level variation, blood mercury, blood lead, blood mercury.

INTRODUCCIÓN

La minería es uno de los pilares del desarrollo económico de nuestro País ya que representa el 15% del producto bruto interno, siendo las regiones con un mayor auge minero: Ica, Junín, Moquegua, Apurímac, Arequipa. Las intoxicaciones por diversos metales actualmente han sido identificadas en regiones de nuestro país, considerando la exposición química, la de mayor afectación a nivel sistémico y respiratorio. Por tal razón, se desarrolló el estudio, titulado: **“Variación de los niveles sanguíneos de Plomo y Mercurio, entre controles ocupacionales del personal del área de fundición de una minera, Arequipa 2019”** con la finalidad de que las empresas mineras evalúen mediante controles clínicos los niveles de estos metales y poder monitorear si existe o no, una posible intoxicación a largo o corto plazo. Esta tesis desarrolla 5 capítulos que se detallan a continuación:

Capítulo I: Se expone el problema, los objetivos a alcanzar, la justificación con la que se desarrolló y las limitaciones para ejecutar la investigación.

Capítulo II: Se encuentra el marco teórico que consta de las bases teóricas y antecedentes que otorgan solidez e información sobre la problemática de nuestra investigación.

Capítulo III: Se encuentra la metodología, el diseño y tipo de investigación, la población, operacionalización de las variables, la técnica e instrumentos seleccionados para la recolección y análisis de datos y los aspectos éticos.

Capítulo IV: Detalla la presentación y análisis de resultados mostrando las gráficas y tablas que nos ayudan a entender el comportamiento de las variables y dar las conclusiones al estudio.

Capítulo V: Desarrolla las conclusiones y recomendaciones de la Investigación.

CAPITULO I: EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACION

1.1. Planteamiento del problema

Se tiene conocimiento sobre el contacto humano con metales a través del agua y alimentos, los cuales pueden encontrarse a bajas dosis, siendo alguno de estos metales dañinos para la salud y su toxicidad va de la mano con el tipo y tiempo de exposición que se tenga; siendo la minería una fuente principal de intoxicación crónica; destacando las actividades como transformación, fundición y metalurgia en general (1).

El Plomo ha ocasionado una contaminación ambiental muy importante, desatando graves problemas de salud en la población por medio de la exposición a dicho metal, ya sea en el ambiente laboral y/o alrededores, por la ingesta de partículas de plomo, polvo y alimentos contaminados durante la fundición; ya dentro del organismo se distribuye por huesos, órganos, tejidos, si la exposición es alta puede generar problemas a nivel del sistema nervioso central, la edición actualizada de 2021 de la Organización Mundial de la Salud (OMS) Public Health Effects of Chemicals: Known and Unknown muestra la pérdida de casi 2 millones de vidas debido a la exposición al plomo; este metal es considerado por la OMS como uno de los 10 químicos más peligrosos para la salud pública y se necesita por lo tanto el apoyo de las autoridades para proteger la salud de los trabajadores, niños y mujeres en edad reproductiva (2).

Nuestro país tiene una alta producción de plomo en el mundo, 7900 millones de toneladas (MDTM), que es la novena producción en el mundo. Este estudio fue realizado por el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) en 2011 y encuentra que algunos de los principales recursos de plomo están concentrados en ciertos lugares como Junín, Pasco y Huánuco (3).

En Perú, la intoxicación crónica por Plomo es considerada una de las enfermedades profesionales más importantes que afectan a los mineros, ya sea de manera directa o indirecta, este metal ingresa principalmente al organismo por una de las vías más frecuentes como lo es la vía respiratoria a través de la inhalación, la absorción dependerá del área de exposición, el tiempo y la forma física o química a la que mayormente se encuentran en contacto diario, también es importante mencionar la vía dérmica por el constante contacto que tiene el trabajador con alimentos y bebidas contaminados en el trabajo(4).

Por otro lado, la transferencia de mercurio en el aire es rápida en comparación con otros reservorios ambientales, lo que permite la dispersión e intercambio de mercurio en el entorno global, lo cual se observa en la población que reside en áreas de extracción de oro está expuesta a mercurio a través de los vapores metálicos dispersados en el aire o mercurio de metilo que se encuentra en el agua y el pescado contaminado (5).

De acuerdo a la información brindada por el programa de las naciones unidas para el medio ambiente (PNUMA) generado en el año 2007, la actividad minera artesanal por extracción de oro trae como consecuencia la contaminación por mercurio, ya que este se encuentra como amalgama que facilita la separación de este metal precioso de la roca, esta amalgama después se calienta y ocasiona la volatilización del Mercurio causando intoxicación, aproximadamente esta actividad produce emisiones de 150 toneladas y consume 806 toneladas (6).

Según el Registro Estadounidense de Sustancias Tóxicas y Enfermedades (ATSDR), el mercurio es considerado el tercer químico más importante y peligroso en la contaminación ambiental y ocupacional persistente que causa efectos negativos para la salud (7).

El Mercurio es un agente tóxico tanto en su forma orgánica e inorgánica siendo esta la principal forma de intoxicación por medio de la inhalación de gases debido a la exposición laboral continua, ocasionando efectos nocivos a nivel ocular, renal, de encías, sistema inmune y nervioso (8). Se han realizado mediciones en personas que laboran varios años y se encuentran expuestos y se obtuvo un mínimo de 20 microgramos por metro cúbico de aire ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) de mercurio elemental a nivel atmosférico, se observaron signos tóxicos a nivel del sistema nervioso central y renal con graves consecuencias como una insuficiencia renal (2).

El contenido de Plomo transportado en el aire es de $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 8 horas. La OSHA define el LEP (límites de exposición ocupacional al Plomo) transportado por el aire en $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como promedio ponderado (TWA) para un tiempo de 8 horas, por ende, se requiere análisis de Plomo en sangre cada 6 meses y por encima del nivel de acción más de 30 días al año y si el nivel de Plomo en la sangre (NPS) excede los $60 \mu\text{g Plomo}/100 \text{ g}$ de sangre o el promedio de los últimos 3 NPS es mayor a $50 \mu\text{g Plomo}/100 \text{ g}$, se debe retirar al trabajador para limitar la exposición hasta que los NPS disminuyan a $40 \mu\text{g plomo}/100 \text{ g}$ o menos para continuar con sus labores (10).

En nuestro país el riesgo ocupacional por metales pesados se observa en regiones con actividad minera ya sea de manera formal o artesanal lo podemos observar en el mapa de Unidades Mineras en Producción y Proyectos de Exploración del Ministerio de Energía y Minas, y la Dirección de Ecología y Protección el Ambiente de la dirección de salud ambiental (DIGESA) (Imagen 1) (11).

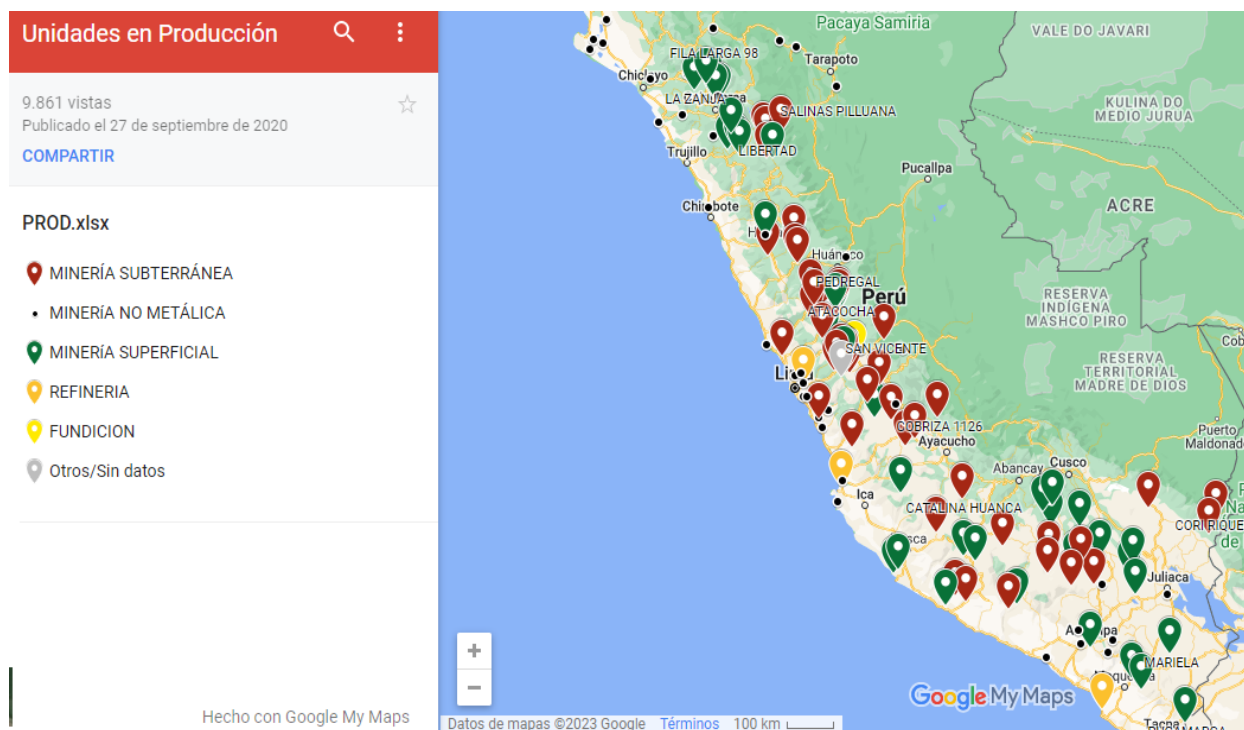


Figura 1. Mapa de principales unidades mineras en producción ed. 2020

La extracción de metales en el sur de nuestro país es uno de los problemas más relevantes, ya que no solo afecta a las comunidades sino también contamina manantiales, ríos y alimentos, actualmente la Dirección de Salud Ocupacional de la Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud presento como estrategia un plan de trabajo que apoye en la vigilancia y control de riesgos para personas expuestas ya sea por trabajo o no, con la finalidad de normar la prevención de enfermedades laborales y sobre todo la contaminación (12).

En la actualidad un chequeo ocupacional donde se tamice los niveles de estos metales en sangre es de gran ayuda para realizar la vigilancia y control adecuado de los posteriores riesgos ocupacionales con el fin de proteger la salud de trabajadores y realizar políticas en salud ocupacional; por lo tanto, los laboratorios clínicos ofrecen a estas mineras la realización de

estudios de concentración de plomo y mercurio en sangre, así como otros metales con la finalidad de poder establecer valores que puedan indicar intoxicación y el desarrollo de patologías a lo largo del tiempo, a su vez existen algunos indicadores que podrían influir en este grado de intoxicación, abriéndose una línea de investigación interesante para poder determinar cuál es la variación de los niveles sanguíneos en trabajadores mineros expuestos ocupacionalmente realizando controles sanguíneos de ambos metales cada 0,6 y 12 meses con la finalidad de poder demostrar si esta variación es significativa durante estos periodos de tiempo, la cual fortalecería las bases para investigaciones futuras y el control de dicha intoxicación a nivel nacional.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

- ¿Cuál es la variación de los niveles sanguíneos de Plomo y Mercurio, entre controles ocupacionales del personal del área de fundición de una minera, Arequipa 2019?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es la variación de los niveles sanguíneos de Plomo entre controles ocupacionales del área de fundición de una minera según grupo etario, Arequipa 2019?
- ¿Cuál es la variación de los niveles sanguíneos de Plomo entre controles ocupacionales del área de fundición de una minera según tiempo de trabajo, Arequipa 2019?
- ¿Cuál es la variación de los niveles sanguíneos de Mercurio entre controles ocupacionales del área de fundición de una minera según grupo etario, Arequipa 2019?

- ¿Cuál es la variación de los niveles sanguíneos de Mercurio, entre controles ocupacionales del área de fundición de una minera según tiempo de trabajo, Arequipa 2019?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

- Establecer la variación de los niveles sanguíneos de Plomo y Mercurio, entre controles ocupacionales del personal del área de fundición de una minera, Arequipa 2019.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar la variación de los niveles sanguíneos de Plomo entre controles ocupacionales del área de fundición de una minera según grupo etario, Arequipa 2019
- Determinar la variación de los niveles sanguíneos de Plomo entre controles ocupacionales del área de fundición de una minera según tiempo de trabajo, Arequipa 2019
- Determinar la variación de los niveles sanguíneos de Mercurio controles ocupacionales del área de fundición de una minera según grupo etario, Arequipa 2019
- Determinar la variación de los niveles sanguíneos de Mercurio entre controles ocupacionales del área de fundición de una minera según tiempo de trabajo, Arequipa 2019

1.4. Justificación de la investigación

1.4.1. Teórica

Hemos visto importante haber realizado este estudio porque nos proporcionó conocimiento sobre los niveles sanguíneos permitidos de plomo y mercurio en relación con la exposición ocupacional en tiempos determinados, también se observó la variación entre los controles sanguíneos durante los 0,6 y 12 meses, lo cual nos permitió obtener un conocimiento sobre cuán expuestos se encuentran y a su vez una vigilancia y control a largo plazo.

1.4.2. Justificación practica

El trabajo de investigación permitió determinar si las variaciones (de los valores de Plomo y Mercurio) son significativas en el lapso de estudio. Aportando a los laboratorios ocupacionales del área de metales una guía, ya que tiene mucha significancia clínica medir si existe una variación entre cada control ocupacional que se realiza y a su vez poder brindar una data analítica que ayude a evitar algún daño por intoxicación de dichos metales.

1.5. Limitaciones de la investigación

1.5.1. Temporal

El estudio se realizó tomando la información retrospectiva obtenida durante el periodo de enero hasta diciembre del 2019.

1.5.2. Espacial

La investigación se llevó a cabo con datos procesados del área de metales de laboratorios Roe sede Lima, distrito de Surco en Av. Encalada 435. *Ver figura 2.*

Las muestras fueron tomadas en el laboratorio Roe Santiago sede Arequipa de trabajadores del área de fundición, de una minera del grupo buenaventura ubicado en Arequipa. *Ver figura 3 y 4.*



Figura 2. Laboratorio Roe Lima, sede Encalada Santiago de surco

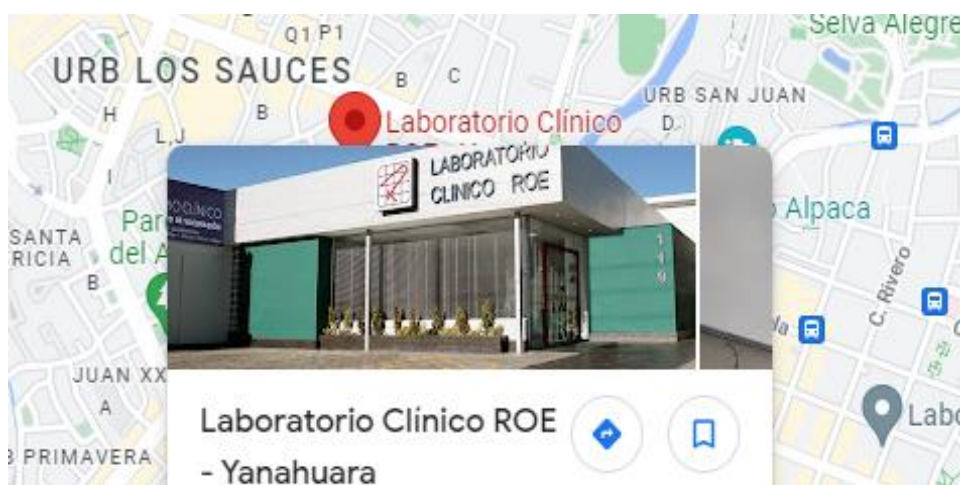


Figura 3. Laboratorio Roe Arequipa- sede Yanahuara, Av. Emmel 119, Yanahuara 0413.



Figura 4. Mina – Arequipa

1.5.3. Población o unidad de análisis

La población son datos obtenidos por procesamientos de muestras sanguíneas, de trabajadores del área de fundición de una minera en Arequipa.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

A nivel Internacional:

Cordero (2014), en Ecuador se logró determinar la concentración de Plomo sanguíneo en el personal naval que trabaja en áreas de alta contaminación, donde se obtuvo que solo el 3.41% poseía concentraciones patológicas de plomo en sangre, de un total de 352 pacientes concluyendo que el resto del personal no supera los valores límites considerados como tóxicos (13).

Muñoz (2016), en Ecuador se halló la cuantificación de mercurio sanguíneo de una comunidad minera, donde el 72% de las muestras de estudio poseían niveles mayores de 11.00ug/L lo cual se considera valores tóxicos para el ser humano, concluye que los niveles de mercurio sobrepasan los límites normales permitidos en la población de mineros artesanales (14).

Lora (2017), en Colombia se identificó que los valores de Plomo en sangre encontrados en los trabajadores de una empresa dedicada al desensamble de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) se encuentran por debajo del límite de los índices biológicos de exposición (BEI), teniendo como referencia y límite de plomo en sangre 30ug/ 100mL, establecidos por la American Conference Governmental Industrial H

ygienists (ACGIH), donde el 86% de sus trabajadores obtuvieron valores mayores a 5ug/dl siendo considerado peligroso a un bajo nivel de exposición de plomo (15).

A nivel nacional:

Tarazona (2017), se identificó los niveles de plomo en sangre en 146 mineros de diferentes empresas en Pasco, donde se encontraron concentraciones de plomo en la sangre entre 4 y 44 $\mu\text{g}/\text{dl}$, con un promedio de $35 \pm 9.5 \mu\text{g}/\text{dl}$, por medio de sus características demográficas y laborales, se pudo evidenciar que personas mayores de 50 años, tienen mayor concentración de Plomo en sangre, evidenciando un 88.6 % con intoxicación leve-moderada y un 34.9% con menor intoxicación en personas menores de 40 años; con respecto al tiempo de trabajo en la minera, los que tienen más de 20 años (89.6%) presenta intoxicación por plomo con afectación, los que tienen entre 11 y 20 el 61.5% presenta intoxicación moderada y los que tienen menos de 11 años de servicio (25%) presentaron menor intoxicación, dando como resultado que 34.2% de los trabajadores no se encuentra intoxicado, un 50.7% presenta intoxicación leve y el 15.1% tiene intoxicación moderada (4).

Ochoa (2020), analizo al personal de una minera informal ubicada en el departamento de Cusco, donde se evidenció la extracción de oro con el uso desmedido del Mercurio, analizando a los trabajadores que tiene ≥ 5 años laborando en el lugar, se obtuvo concentraciones de Mercurio en sangre de 11.62 $\mu\text{g}/\text{l}$ y 13.45 $\mu\text{g}/\text{l}$ en trabajadores dedicados a la recuperación de oro, lo que demuestra que el 100% de los trabajadores presenta un nivel alto de concentración de mercurio teniendo en cuenta que el valor mínimo permitido de Mercurio en sangre es de 11 $\mu\text{g}/\text{dl}$ (9).

Ortega (2019), en el distrito del Callao en la zona del fundo Oquendo se determinó la presencia de Plomo sanguíneo en 40 personas adultas entre los 18 y 60 años, esta determinación obtuvo que el promedio fue de 1.73 $\mu\text{g}/\text{dl}$ con un máximo de 7.46 $\mu\text{g}/\text{dl}$ y un mínimo de 0.17

ug/dl estando dentro de los valores permisibles de la OMS (hasta 20 ug/dl en población adulta), demostrando que hay una relación directa de exposición a dicho metal entre el trabajador y la zona donde se encuentra su centro de laboral (ubicada cerca a zonas industriales) donde la media de la concentración de Plomo en la población que trabaja de 1 a 3 años es de 1.24 ug/dl, de 3 a 5 años es de 0.42ug/dl, de 5 a 10 años es 1.18 ug/dl, por lo cual se interpreta que hay una relación entre la zona de trabajo y el tiempo de exposición (16).

Chávez (2018), en su estudio realizado en el Callao se obtuvo concentraciones de plomo en distintas poblaciones haciendo una comparación por la cercanía de exposición, los resultados según su residencia fueron de 2.466 ug/dl (1.^a población) y 2.021ug/dl (2.^a población) se concluye que ambos presentan valores sanguíneos por debajo de los límites de exposición según la OMS y presentan más concentración de plomo sanguíneo en relación a las personas que no viven en dicha zona; la población de cercana exposición mantiene un valor mayor con relación a la otra, también nos menciona que el sexo masculino tiene un mayor riesgo intoxicación, ya que se encuentran ocupacionalmente más expuestos (17).

Gallegos (2014), en el estudio realizado en Villa el Salvador se obtuvo concentraciones de plomo en sangre de 14.75ug/dl, lo cual nos indicaría que obtuvieron resultados dentro del límite que establece la OMS, pero asu vez concluye mediante este estudio que mientras un trabajador se encuentre expuesto al Plomo en relación a periodos largos de tiempo estos valores pueden variar constantemente (40).

2.2. Bases teóricas

Plomo: Concentración de Plomo en la sangre

La absorción del Plomo en el adulto generalmente es de un 20 % por la vía respiratoria a través de la inhalación, factores que influyen pueden ser la edad, la nutrición y el estado de salud: para luego ser eliminado por la orina y/o a través de la bilis en las heces, y lo que no es excretado permanecerá en el cuerpo ya sea en sangre, huesos, dientes y tejidos como hígado, pulmón, bazo, cerebro y corazón (18).

El nivel de Plomo en sangre está relacionado a varios efectos provocando daños duraderos en la función cerebral, con relación a los niveles sanguíneos, está demostrado que valores séricos entre 5 y 9 ug/dl disminuyen la audición, reducen la capacidad cognitiva y el desarrollo psicomotor, valores entre 10 y 70 ug/dl causan deficiencia de vitamina D y deficiencia de la conducción nerviosa, valores mayores a 70ug/dl producen encefalopatías, nefropatías lo cual provoca a su vez la muerte (19).

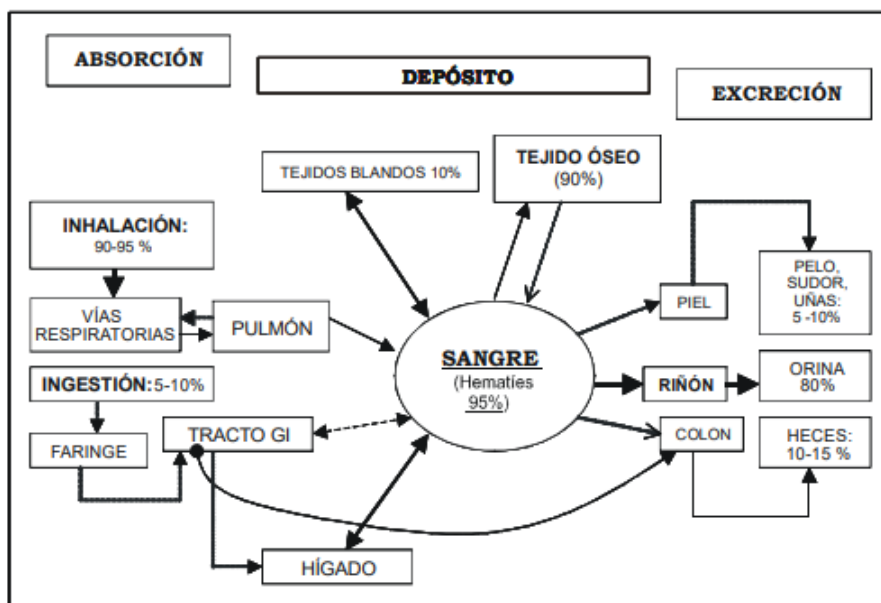


Figura 5. Metabolismo del Plomo en el ser humano. Fuente: Augusto V. Ramírez, 2005.

Exposición ocupacional del Plomo

En el proceso de extracción o fundición del plomo, el mayor riesgo proviene del polvo generado durante las operaciones de trituración y molienda, así como también del óxido de plomo liberado durante el proceso de sinterización, desde la misma perspectiva es seguro que el uso simultáneo de plomo metálico y sus compuestos orgánicos e inorgánicos en un entorno industrial conducirá a un aumento de la intoxicación por plomo (20).

La exposición por Plomo afecta principalmente a trabajadores que realizan sus labores de manera manual cuyas condiciones laborales no se encuentran protegidas en algunas empresas dedicadas a la minería; Esta exposición es en gran medida preocupante, ya que los compuestos emanados en forma de polvo, humos en plantas de fundición, etc., causando efectos nocivos a nivel sistémico, la falta de información con respecto a la bioseguridad y los materiales que son manejados en el ámbito laboral empeora esta situación, muchos de los trabajadores suelen ingerir alimentos, beber y fumar durante las jornadas de trabajo, por lo tanto, estas condiciones agravan el nivel de exposición (31).

Efectos tóxicos del plomo sobre el organismo

Alteraciones neurológicas

Los trabajadores al encontrarse expuestos a concentraciones elevadas de plomo pueden presentar alteraciones de la conducta, debilidad muscular, hipertensión endocraneana, convulsiones, hasta llegar a producirse una encefalopatía plúmbica. Ante esta exposición pueden presentarse secuelas como retardo mental, parálisis, etc. (21).

Los efectos también pueden ser de menor a mayor evolución como presentar irritabilidad, insomnio, temblores, alucinaciones, hipertensión endocraneana hasta llegar al coma y/o muerte (32).

Alteraciones gastrointestinales

Los efectos pueden presentarse de forma frecuente o esporádica, suele combinarse con dolor abdominal, vómitos, etc. Estas manifestaciones se llegan a presentar en valores iguales o mayor a 20 ug/dl. Y con mayor efecto en concentraciones superior a 50 ug/ dl (33).

Efectos cardiovasculares

Los efectos cardiovasculares de la exposición al plomo alteran la función endotelial, evidenciando en la prueba endotelial de la arteria braquial, el efecto también incluye una reducción del flujo sanguíneo o vasodilatación mediada por enfermedad arterioesclerótica (22).

Alteraciones hematológicas

El plomo presente en vapores puede ser absorbido y llegar al pulmón para luego distribuirse por diferentes tejidos y órganos, ocasionando un daño al interrumpir en la síntesis de aloglobulina en el glóbulo rojo y evitar la fijación del hierro desencadenando anemia, además de producir saturnismo alterando el transporte de oxígeno hacia los tejidos (22).

El Plomo afecta la maduración del hematíe inhibiendo la síntesis del grupo hem generando megaloblastos y eritroblastos con punteado basófilo característico en personas con intoxicación por este metal, su circulación genera saturnismo con glóbulos rojos grandes y de vida corta (30).

La presencia de Plomo interfiere en la producción de núcleos hemo, ya que al unirse a grupos sulfhidrilos de las metaloenzimas como son la δ -aminolevulínico deshidratasa,

coproporfirinógeno oxidasa y la ferroquelatasa aumentan la producción de protoporfirinas, como la zincprotoporfirina (ZPP) desarrollando así la anemia. Estos efectos a su vez pueden ocasionar una anemia hemolítica por causa de una fragilidad eritrocítica (34).

Alteraciones en el sistema reproductivo

En el estudio espermático se puede observar una disminución total en el conteo de espermatozoides y alteraciones en la anatomía de este, causados por la exposición crónica al plomo, los valores que pueden causar estos efectos comienzan con niveles de 40 ug/100 ml (34).

Alteraciones Renales

En los riñones, la exposición al Plomo puede conducir a una enfermedad renal crónica irreversible, también puede causar hipertensión nefrogénica, por lo tanto, conduce a una excreción de ácido úrico, determinando así los síntomas de hiperuricemia y gota (23).

Se puede presentar una alteración a nivel tubular como Síndrome de Fanconi, hasta llegar a una nefropatía irreversible, se puede producir el aumento de ácido úrico inducido por el plomo generando gota (33).

Criterios para la evaluación de exposición al plomo

En nuestro País siempre existió preocupación por el monitoreo de los trabajadores expuestos a la contaminación por plomo, en ese entonces los monitoreos se realizaban con indicadores biológicos de exposición como el Plomo en sangre, aunque el método empleado no era lo suficientemente veraz en la obtención de los resultados por eso se requerían de otros indicadores como el conteo de reticulocitos, la velocidad de sedimentación globular y/o la

hemoglobina. Hoy en día se utilizan métodos como la absorción atómica otros indicadores biológicos que nos muestran una visión más exacta del grado de intoxicación del trabajador (37).

Es importante recalcar que algunas organizaciones como la OSHA (Administración de seguridad y salud ocupacional) realizan monitoreos cada 6 meses si la exposición al plomo ambiental de 1 mes es de $30\text{ug}/\text{m}^3$, si el plomo en sangre es mayor o igual a $40\text{ug}/100\text{ ml}$ se debe realizar monitoreos cada 2 meses y si excede de los $50\text{ug}/100\text{ ml}$ se indica criterios de separación del trabajador a otros ambientes de trabajo, por lo tanto esta norma de seguridad ocupacional indica que las empresas deben incluir programas de control de trabajadores que son expuestos día a día y aquellos que solo tienen contacto de manera ocasional o accidental (23).

Tabla 1

Valores sanguíneos referenciales de exposición al Plomo.

VALORES REFERENCIALES DE LOS INDICES BIOLÓGICOS DE EXPOSICIÓN AL PLOMO SEGÚN ORGANISMOS INTERNACIONALES	
NORMAS	Valor referencial
ACGHI 2013	Menos de 30 ug/dl
CDC	Menos de 10 ug/dl
OSHA	Valor límite 70-80 ug/dl
NIOSH	Menos de 30 ug/dl
Resolución Ministerial N°400-017/ Minsa - Perú	Valor límite BEI < 40 ug/dl
OMS	Valor límite BEI menor o igual a 40ug/dl

Fuente: Elaboración propia

Mercurio: Concentración de mercurio en sangre

La distribución del Mercurio en el organismo alcanza un equilibrio dinámico, que está dado por el tiempo de exposición, la dosis, el grado de oxidación y la concentración de sus compuestos en la sangre. Las causas y factores de riesgo respecto al mercurialismo ocupacional están condicionadas en nuestro país a la pequeña y mediana industria donde extraen el oro cuando se le adiciona mercurio a la grava lo que trae como consecuencia que niños y trabajadores estén expuestos a este tipo de contaminación, otro importante factor son los antecedentes laborales y el lugar de procedencia, así como los factores de toxicidad, la vía de entrada, el estado físico y el tipo de sustancia mercurial al que está expuesto (24).

La vía de exposición más importante reside en zonas con altas concentraciones de mercurio como la minería crítica, la cual es responsable de la inhalación continua de mercurio elemental y metilmercurio el cual se considera mucho más tóxico, produciendo así efectos nocivos en las comunidades mineras como daños neurológicos, auditivos, visuales, entre otros (35).

Efectos tóxicos del mercurio sobre el organismo

Efectos neurológicos

La exposición al Mercurio elemental puede ocasionar severo daño en el desarrollo del sistema nervioso central y periférico, esta exposición crónica produce disfunción neurológica, como el temblor mercurial, cambios en la conducta, excitabilidad emocional, depresión, fatiga, en casos severos de exposición puede producirse delirios y alucinaciones. En exposiciones bajas se pueden presentar síntomas como debilidad, anorexia, fatiga, pérdida de peso (36).

Efectos gastrointestinales

Luego de ingerir cloruro de mercurio, la gran mayoría de las personas, desarrollan en la fase inicial síntomas gastrointestinales, derivados de los efectos corrosivos de este compuesto; las proteínas de la mucosa se precipitan por la acción del metal (Hg), que produce una mucosa blanquecina en la boca, la faringe y los intestinos, acompañado de dolor abdominal intenso, vómitos, ardor en la boca, dolor de garganta, náuseas y erosión esofágica (26).

Efectos renales

Generalmente, los pacientes muestran cierto grado de toxicidad renal, los riñones tienen una gran capacidad de almacenamiento de mercurio lo cual conduce a una necrosis tubular aguda

si el tiempo de exposición es corto, si la exposición es prolongada se producirá una glomerulonefritis. Por lo tanto, si se presentara la necrosis tubular aguda se podría ocasionar una insuficiencia renal aguda, habrá daño glomerular el cual es producido por mecanismos directos que afectan la membrana basal glomerular, allí aparece la fatiga, debilidad, palidez lo cual indica hemorragias gastrointestinales severas, esto puede conducir a un shock con posibles colapsos e incluso la muerte (26).

Efectos a nivel reproductivo

La población que tiene mayor sensibilidad está representada por mujeres en etapa fértil, gestantes y niños siendo considerados poblaciones de riesgo, ocasionando efectos en el neurodesarrollo y distintas alteraciones congénitas además de infertilidad, abortos, anomalías endocrinas y partos prematuros (1).

Tabla 2

Valores sanguíneos referenciales de exposición al Mercurio

VALORES REFERENCIALES DE LOS INDICES BIOLÓGICOS DE EXPOSICIÓN AL MERCURIO SEGÚN ORGANISMOS INTERNACIONALES	
NORMAS	Población expuesta ocupacionalmente
ACGHI 2013	Menos de 15 ug/L Niveles de Toxicidad: Mayor de 50ug/L
CDC	Menos de 10ug/dl
OMS	Menos de 10ug/L

Fuente: Elaboración propia

2.3. Formulación de hipótesis

2.3.1 Hipótesis general

- Los niveles de Plomo y Mercurio sanguíneos tienen variación entre controles ocupacionales, del personal, del área de fundición de una minera, Arequipa 2019.

2.3.2 Hipótesis Nula:

- Los niveles de Plomo y Mercurio sanguíneos no tienen variación entre controles ocupacionales, del personal, del área de fundición de una minera, Arequipa 2019.

CAPITULO III: DISEÑO METODOLOGICO

3.1. Método de la investigación

Para realizar esta investigación se utilizó el método hipotético deductivo, ya que para producir un nuevo conocimiento se debe formular a partir de una hipótesis que goce de gran solidez. Clavijo et al. (2014), propone que el entendimiento científico no se origina de un contexto real, sino de lo que propone una hipótesis, la cual se origina de una situación que va a suceder o está ocurriendo y esta es contrastada con la naturaleza, experimentación y/u observación (38)

3.2. Enfoque investigativo

La investigación se enfocó a nivel cuantitativo, ya que nos permitió analizar todos los datos sobre las variables en estudio, estudiaremos la cuantificación de los elementos y su relación con los objetivos y ayuda en la interpretación de resultados.

3.3. Tipo de investigación

La investigación realizada fue de tipo descriptivo correlacional porque nos permitió medir las variables en forma única y después se analizará el grado de asociación entre las variables. Hernández, Fernández y Baptista (2003:119),

indica que “los estudios descriptivos miden o recogen información de manera independiente sobre variables a los que se refieren”.

Con relación a los estudios correlacionales, Hernández et al (2003:121) refiere lo siguiente: “tiene como propósito evaluar la relación que exista entre dos o más variables en un contexto particular” (4)(9).

3.4. Diseño de la investigación

Al ser el diseño no experimental, el investigador no sustituye ni manipula intencionalmente las variables, la observación de los sucesos se realiza y se analiza de acuerdo con un lugar y tiempo determinado. En una investigación no experimental se observan los fenómenos tal y como se dan para después ser analizados. Como señala Kerlinger (1979, p. 116) “La investigación no experimental o ex post-facto es cualquier investigación en la que resulta imposible manipular variables o asignar aleatoriamente a los sujetos o a las condiciones”. (39)

3.5. Población, muestra

Población:

La población de estudio estuvo representada por trabajadores de una empresa minera ubicadas en el departamento de Arequipa quienes acudieron al laboratorio clínico Roe para realizar sus controles respectivos durante el periodo de enero a diciembre del año 2019

Muestra

Se realizó con 60 datos registrados de pacientes mineros del área de fundición que se realizaron controles entre los 0, 6 y 12 meses los cuales fueron seleccionados bajo criterios de inclusión y exclusión.

Criterios de inclusión y exclusión:

a) Criterios de inclusión:

- Trabajadores mineros que laboran en una fundición de yacimiento perteneciente al grupo Buenaventura.
- Trabajadores considerados cuyas edades fluctúan entre los 20 a 30 años.
- Trabajadores en actividad entre 1 a 10 años.
- Trabajadores con controles a los 0, 6 y 12 meses.

b) Criterios de exclusión:

- Personal minero de otros yacimientos pertenecientes al grupo Buenaventura.
- Personal aledaño que no tenga una exposición directa a la minera.
- Personal femenino y menores de edad.
- Trabajadores que tengan menos de 1 año laborando en la minera.
- Trabajadores que tengan más de 10 años laborando en la minera.
- Trabajadores que no tengan algunos de los controles realizados durante los 0, 6 y 12 meses.

3.6. Variables y operacionalización

3.6.1. Variación de los niveles sanguíneos de plomo entre los controles ocupacionales hasta 12 meses.

Definición conceptual: Es la evaluación de la variación entre los valores de Plomo en sangre total obtenidos en controles ocupacionales.

Definición operacional: Son los resultados y su comparación entre los controles de Plomo en sangre total.

3.6.2. Variación de los niveles sanguíneos de Mercurio entre los controles ocupacionales hasta 12 meses.

Definición conceptual: Es la evaluación de la variación entre los valores de mercurio en sangre total obtenidos en controles ocupacionales.

Definición operacional: Son los resultados y su comparación entre los controles de mercurio en sangre total.

3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.7.1. Técnica

La recolección de datos fue mediante la técnica de observación documental ya que se obtendrá de la revisión de los resultados de la población en estudio.

3.7.2. Descripción de instrumentos

Ficha de recolección de datos (Ver anexo 2)

3.7.3. Validación

Los resultados obtenidos en el Laboratorio Clínico Roe son validados mediante controles internos por Biorad y controles externos QMECAS.

3.8. Plan de procesamiento y análisis de datos.

Se elaboró una data estadística con el instrumento, el cual será realizado en el programa IBM SPSS STATISTICS 23.0 donde se ejecutará el análisis estadístico con porcentajes, tablas y figuras en barras. Se utilizó la prueba de Kolmogórov-Smirnov como test de normalidad para determinar si nuestra población tiene o no una distribución normal, a su vez se utilizó la prueba de Wilcoxon para demostrar si existe variaciones significativas entre ambas muestras de acuerdo a los controles ocupacionales y finalmente la prueba de rangos de U de Mann-Whitney para comparar la diferencia entre nuestros grupos relacionados.

3.9. Aspectos éticos

El presente estudio respetó los principios de bioética, justicia, beneficencia, no maleficencia la confidencialidad de los datos obtenidos y autorizados por la institución, asimismo del logro de los resultados será para beneficio de la muestra en estudio y de una evaluación a nivel ocupacional.

CAPITULO IV: PRESENTACION Y DISCUSION DE LOS RESULTADOS

4.1 RESULTADOS

4.1.1 Análisis descriptivo de los resultados

La población total fue de 60 datos, los cuales fueron seleccionados después de haber cumplido los criterios de inclusión y exclusión correspondientes a nuestro estudio. Las características de los trabajadores mineros son de que todos pertenecen al sexo masculino, con una edad mínima de 22 años y una máxima de 40 años, la cual está conformada por 32 trabajadores entre 21 a 30 años y 28 trabajadores entre 31 a 40 años. También se evaluó los datos de los trabajadores según el tiempo de trabajo, siendo el tiempo mínimo de 1 año de permanencia y el máximo de 8 años, a su vez también fueron segmentados en dos grupos: el primero de 1 a 5 años con 47 participantes y el segundo de 6 a 10 años de permanencia con 13 participantes, siendo estas características las más relevantes en nuestra investigación.

A partir de los datos recopilados se tuvo la información de los valores de Plomo y Mercurio según los controles ocupacionales que fueron realizados durante los 0, 6 y 12 meses del año 2019 por la institución.

Tabla 3

Estadísticos descriptivos de los niveles de Plomo sanguíneos entre controles ocupacionales.

	Control: 0 meses	Control 6 meses	Control 12 meses
	Niveles de Plomo (ug/dl)	Niveles de Plomo (ug/dl)	Niveles de Plomo (ug/dl)
N	60	60	60
Media	1,72	2,21	1,60
Desviación estándar	0,74	1,29	0,87
Mínimo	0,80	0,80	0,00
Máximo	3,40	6,22	4,70

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 3 se observó que la muestra total desarrollo un nivel máximo de Plomo sanguíneo de $2,21 \pm 1,79$ ug/dl en el control de 6 meses; mientras que desarrolla un nivel mínimo de $1,60 \pm 0,87$ ug/dl en el control de 12 meses. En ambos casos los niveles de Plomo sanguíneos no ponen en riesgo la salud de la muestra evaluada.

Tabla 4

Estadísticos descriptivos de los niveles de Mercurio sanguíneos entre controles ocupacionales.

	Control: 0 meses	Control 6 meses	Control 12 meses
	Niveles de mercurio (ug/dl)	Niveles de mercurio (ug/dl)	Niveles de mercurio (ug/dl)
N	60	60	60
Media	1,73	1,92	1,62
Desviación estándar	1,09	1,25	0,66
Mínimo	1,10	1,90	0,80
Máximo	5,20	5,90	4,20

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 4 se observó que la muestra total de Mercurio desarrolla un nivel medio de mercurio sanguíneo de $1,73 \pm 1,09$ ug/dl en el control basal; mientras un nivel máximo de Mercurio sanguíneo de $1,92 \pm 1,25$ ug/L en el control de 6 meses; mientras que desarrolla un nivel mínimo de $1,62 \pm 0,60$ ug/L en el control de 12 meses. Tanto los niveles de Plomo y Mercurio logran tener un aumento a los 6 meses y un nivel bajo a los 12 meses con valores que no afectan la salud de las muestras evaluadas.

Tabla 5

Prueba de normalidad para la evaluación de Plomo y Mercurio sanguíneo.

Kolmogorov Smirnov			
Variación de los niveles de plomo sanguíneos	Estadístico	Gl	Sig.
Niveles de Plomo:0 meses	0,185	60	0,000
Niveles de Plomo:6 meses	0,215	60	0,000
Niveles de Plomo:12 meses	0,170	60	0,000
Variación de los niveles de Mercurio sanguíneos	Estadístico	Gl	Sig.
Niveles de Mercurio:0 meses	0,319	60	0,000
Niveles de Mercurio:6 meses	0,322	60	0,000
Niveles de Mercurio:12 meses	0,203	60	0,000

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla N° 5 se presenta el resultado de la prueba de normalidad para la variación de los niveles de Plomo y Mercurio sanguíneos entre los controles ocupacionales: 0, 6 y 12 meses.

Dado que la muestra tiene un tamaño mayor a 50 ($N > 50$), consideramos los resultados de la prueba de Kolmogórov-Smirnov para la prueba de evaluación de la normalidad.

Se concluyo que la variable: variación de los niveles de Plomo y Mercurio sanguíneos entre los controles ocupacionales: 0, 6 y 12 meses no se ajusta a una distribución normal debido a la significancia bilateral obtenida 0,000 siendo menor a 0.05 ($p < 0,05$). Por lo tanto, se utilizó una prueba estadística no paramétrica.

Se utilizó la prueba de los rangos con signos de Wilcoxon, esta es una prueba no paramétrica para comparar el rango medio de muestras relacionadas y determinar si existe diferencia entre ellas. También se empleó la prueba de U de Mann-Whitney para probar la igualdad de dos medias muestrales, si son iguales o no y comprobar la igualdad de las dos distribuciones.

Tabla 6

Prueba de Rangos de Wilcoxon aplicados a la variación de los niveles de Plomo sanguíneo.

Rangos		N	Rango promedio	Suma de rangos
Nivel de Plomo: 6 meses -	Rangos negativos	16 (a)	21.00	336.00
Nivel de Plomo: 0 meses	Rangos positivos	40 (b)	31.50	1260.00
	Empates	4 (c)		
	Total	60		
Nivel de Plomo: 12 meses	Rangos negativos	44 (d)	32.45	1428.00
Nivel de Plomo: 6 meses	Rangos positivos	14 (e)	20.21	283.00
	Empates	2 (f)		
	Total	60		
Nivel de Plomo: 12 meses	Rangos negativos	32 (g)	27.69	886.00
Nivel de Plomo: 0 meses	Rangos positivos	228 (h)	27.23	599.00
	Empates	6 (i)		
	Total	60		

Fuente: Elaboración propia.

- a. Nivel de Plomo: 6 meses < Nivel de Plomo: 0 meses
- b. Nivel de Plomo: 6 meses > Nivel de Plomo: 0 meses
- c. Nivel de Plomo: 6 meses = Nivel de Plomo: 0 meses
- d. Nivel de Plomo: 12 meses < Nivel de Plomo: 6 meses
- e. Nivel de Plomo: 12 meses > Nivel de Plomo: 6 meses

- f. Nivel de Plomo: 12 meses = Nivel de Plomo: 6 meses
- g. Nivel de Plomo: 12 meses < Nivel de Plomo: 0 meses
- h. Nivel de Plomo: 12 meses > Nivel de Plomo: 0 meses
- i. Nivel de Plomo: 12 meses = Nivel de Plomo: 0 meses

En la tabla 6, luego de ejecutada la prueba en el programa SPSS se realizó el siguiente análisis de los resultados obtenidos:

Durante la medición los niveles de Plomo de 0 a 6 meses, 16 pacientes (26.67%) desarrollan un nivel de Plomo sanguíneo menor al obtenido a 0 meses. Por otro lado, 40 (66.67%) pacientes desarrollan un nivel de Plomo sanguíneo a los 6 meses mayor al nivel obtenido a 0 meses y finalmente 4(6.67%) pacientes no presenta variación en sus niveles de plomo sanguíneo.

En la medición de los niveles de Plomo de 6 meses a 12 meses, 44 pacientes (73.33%) desarrollan un nivel de Plomo sanguíneo a los 12 meses menor al obtenido a los 6 meses. Solo 14 pacientes (23.33%) tuvieron un nivel de Plomo sanguíneo a los 12 meses mayor al nivel obtenido a los 6 meses solo 2 pacientes (3.33%) no presentaron variación en sus niveles de Plomo sanguíneo.

En la medición de los niveles de Plomo de 0 a 12 meses, 32 pacientes (53.33%) desarrollaron un nivel de Plomo sanguíneo menor a los 12 meses con respecto a los valores obtenidos a los 0 meses. Solo presentaron 22 pacientes (36.67) con valores de Plomos mayores a los 12 meses en comparación a los valores que se obtuvieron a los 0 meses. Por otro lado 6 pacientes (10%) no presentaron ninguna variación.

Tabla 7

Estadísticos de Prueba de Wilcoxon aplicada a los niveles de Plomo sanguíneo.

Prueba de Wilcoxon	Nivel de Plomo: 6 meses - Nivel de Plomo: 0 meses	Nivel de Plomo: 12 meses - Nivel de Plomo: 6 meses	Nivel de Plomo: 12 meses - Nivel de Plomo:0 meses
Z	-3,776 ^b	-4,444 ^c	-1,239 ^c
Sig. asintótica(bilateral)	0.000	0.000	0.215

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla N°7 se presenta los resultados de la prueba de Wilcoxon con respecto a los niveles de Plomo sanguíneo durante los controles ocupacionales de 0 a 6 meses y 6 a 12 meses como primer análisis se concluye lo siguiente: las 2 pruebas correspondientes a los dos primeros controles ocupacionales obtuvieron un valor de significancia bilateral de 0,000. Este valor es menor al 5% de margen de error($p < 0,05$), estos resultados se interpretan que la variación de los niveles de Plomo sanguíneo si son significativos, por lo tanto, se acepta nuestra hipótesis de investigación.

En el control realizado de 0 a 12 meses nuestro estadístico nos indica que presenta una significancia bilateral equivalente a 0,215, por lo tanto, este resultado es mayor al margen de error ($p > 0,05$) no se considera una variación de los niveles de plomo significativos, rechazando nuestra hipótesis de investigación.

Tabla 7

Prueba de Rangos de Wilcoxon aplicados a la variación de los niveles de Mercurio sanguíneo.

Rangos		N	Rango promedio	Suma de rangos
Nivel de Mercurio:	Rangos negativos	14 (j)	20.64	289.00
6 meses - Nivel de	Rangos positivos	22(k)	17.14	377.00
Mercurio: 0 meses	Empates	24(l)		
	Total	60		
Nivel de Mercurio: 12	Rangos negativos	28(m)	23.43	656.00
meses - Nivel de	Rangos positivos	16(n)	20.88	334.00
Mercurio: 6 meses	Empates	16(o)		
	Total	60		
Nivel de Mercurio: 12	Rangos negativos	24(p)	22.17	532.00
meses - Nivel de	Rangos positivos	22(q)	24.95	549.00
Mercurio: 0 meses	Empates	14(r)		
	Total	60		

Fuente: Elaboración propia

- j.** Nivel de Mercurio: 6 meses < Nivel de Mercurio: 0 meses
- k.** Nivel de Mercurio: 6 meses > Nivel de Mercurio: 0 meses
- l.** Nivel de Mercurio: 6 meses = Nivel de Mercurio: 0 meses
- m.** Nivel de Mercurio: 12 meses < Nivel de Mercurio: 6 meses
- n.** Nivel de Mercurio: 12 meses > Nivel de Mercurio: 6 meses
- o.** Nivel de Mercurio: 12 meses = Nivel de Mercurio: 6 meses
- p.** Nivel de Mercurio: 12 meses < Nivel de Mercurio: 0 meses

q. Nivel de Mercurio: 12 meses > Nivel de Mercurio: 0 meses

r. Nivel de Mercurio: 12 meses = Nivel de Mercurio: 0 meses

En la tabla N°6, se observa que luego de ejecutado el programa SPSS se realizó el siguiente análisis:

En cuanto a la medición de los niveles de Mercurio de 0 a 6 meses, 14 pacientes (23.33%) desarrollaron un nivel de Mercurio sanguíneo a los 6 meses menor al obtenido a 0 meses. Además 22 pacientes (36.67%) tuvieron un nivel de Mercurio sanguíneo a 6 meses mayor al nivel obtenido a 0 meses, a su vez se observó 24 pacientes (40%) no presentaron variación en sus niveles de Mercurio sanguíneo.

En la medición de los niveles de Mercurio de 6 meses a 12 meses, 28 pacientes (46.67%) desarrollan un nivel de Plomo sanguíneo a los 12 meses menor al obtenido a los 6 meses. Solo 16 pacientes (26.67%) tuvieron un nivel de Mercurio sanguíneo a los 12 meses mayor al nivel obtenido a los 6 meses de igual forma a misma cantidad de pacientes no presentaron variación en sus niveles de Mercurio sanguíneo.

Por último, en la medición de los niveles de Mercurio de 0 a 12 meses, 24 pacientes (40%) desarrollaron un nivel de Mercurio sanguíneo menor a los 12 meses con respecto a los valores obtenidos a los 0 meses. Solo presentaron 22 pacientes (36.67%) con valores de Mercurio mayores a los 12 meses en comparación a los valores que se obtuvieron a los 0 meses. Por otro lado 14 pacientes (23.33%) no presentaron ninguna variación.

Tabla 8

Estadísticos de Prueba de Wilcoxon aplicado a la variación de los niveles de Mercurio sanguíneo

Prueba de Wilcoxon			
	Nivel de Mercurio: 6 meses - Nivel de Mercurio: 0 meses	Nivel de Mercurio: 12 meses - Nivel de Mercurio: 6 meses	Nivel de Mercurio: 12 meses - Nivel de Mercurio: 0 meses
Z	-,692 ^b	-1,885 ^c	-,093 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	0.489	0.059	0.926

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N°9 se presentó los resultados de la prueba de Wilcoxon, el cual se observa que con respecto a los niveles de Mercurio durante los 0 a 6 meses donde se obtuvo un valor de significancia equivalente a 0,489, por lo tanto, se interpreta que la variación de los niveles de Mercurio sanguíneo en la muestra no es significativa.

En cuanto al análisis de los resultados de la prueba de Wilcoxon para los valores de Mercurio sanguíneo de 6 a 12 meses consideramos que el valor obtenido es ligeramente superior al margen de error ($p > 0,05$), este resultado se interpreta como una variación no significativa en la muestra. También se pudo observar para el análisis de los 6 a 12 meses que no existe una variación significativa ya que el valor de significancia fue de 0,926, por lo tanto, los valores sanguíneos durante los tres controles ocupacionales no son considerados como variaciones significativas, concluyendo que se acepta la hipótesis nula.

1er Objetivo Especifico

Determinar la variación de los niveles sanguíneos de Plomo entre controles ocupacionales del área de fundición de una minera según grupo etario, Arequipa 2019

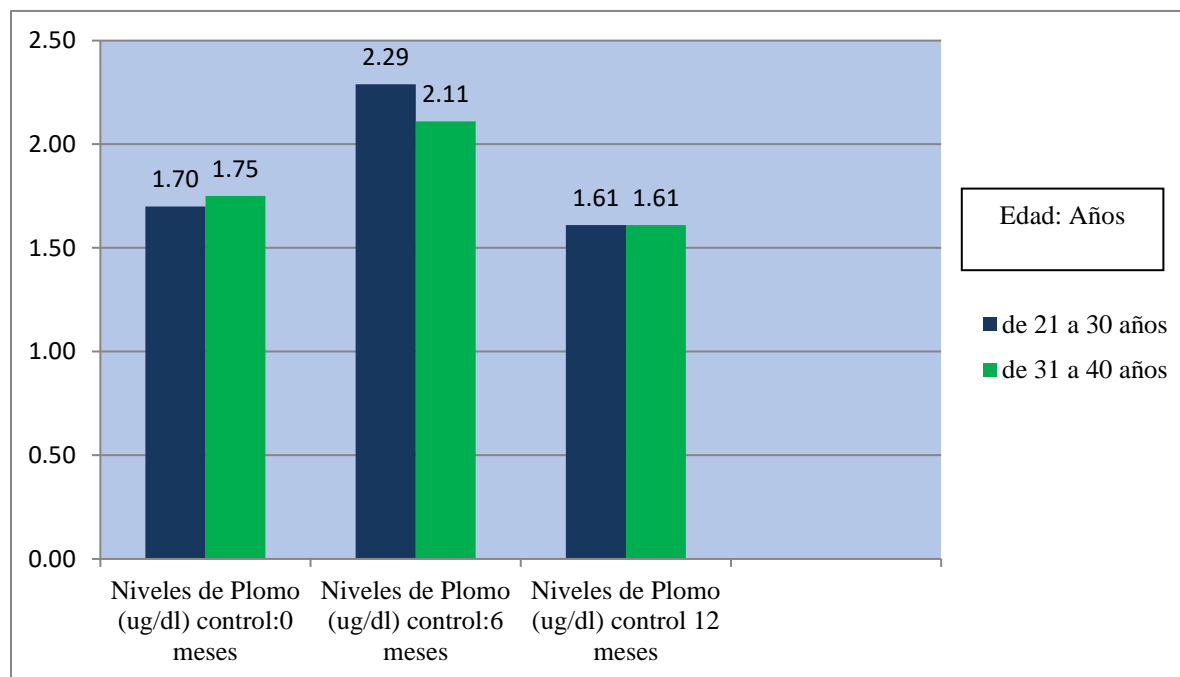


Figura 6 . Variación de los niveles de Plomo sanguíneo, segmentado por grupo etario.

En la figura 6, se observó que el grupo etario conformado por pacientes de 21 a 30 años, desarrolla un valor máximo de nivel de plomo a los 6 meses equivalente a 2.29 ± 1.29 ug/dl; mientras que un valor mínimo es desarrollado por el grupo etario conformado por pacientes de 31 a 40 años a los 6 meses equivalente a 2.11 ± 1.32 ug/dl, a su vez los dos grupos a los 12 meses tienen un valor mínimo de 1.61 ug/dl, lo cual nos demuestra que muchos de los trabajadores de menor edad no adoptan estrictamente los manejos de bioseguridad que le otorga la empresa. Sin embargo, no es preocupante este nivel de exposición.

Tabla 9

Prueba de hipótesis U de Mann-Whitney aplicados a la variación de los niveles sanguíneos de Plomo por grupo etario.

	Estadísticos de prueba		
	Nivel de Plomo: 0 meses	Nivel de Plomo: 6 meses	Nivel de Plomo: 12 meses
U de Mann-Whitney	437.000	375.000	432.000
Z	-0.164	-1.084	-0.239
Sig. asintótica(bilateral)	0.87	0.278	0.811

Fuente: Elaboración propia

-Según el análisis de grupos relacionados (U de Mann-Whitney) con respecto a nuestro primer objetivo correspondiente al grupo 1 y 2 según grupo etario durante los 0 meses la significancia es 0.870, mayor al 0.05, lo cual significa que no existe variación en ambos grupos, por lo tanto, se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna.

- Entre el grupo 1 y 2 durante el control ocupacional de 6 meses se obtuvo un $p > 0.05$, el cual nos indica que tampoco existe una variación significativa.

-Finalmente durante el último control de 12 meses ambos grupos obtuvieron una significancia $p > 0.05$ por lo tanto durante los 0,6 y 12 meses no existe alguna variación de Plomo para grupos etarios.

2do Objetivo Especifico

Determinar la variación de los niveles sanguíneos de Plomo según el tiempo de trabajo.

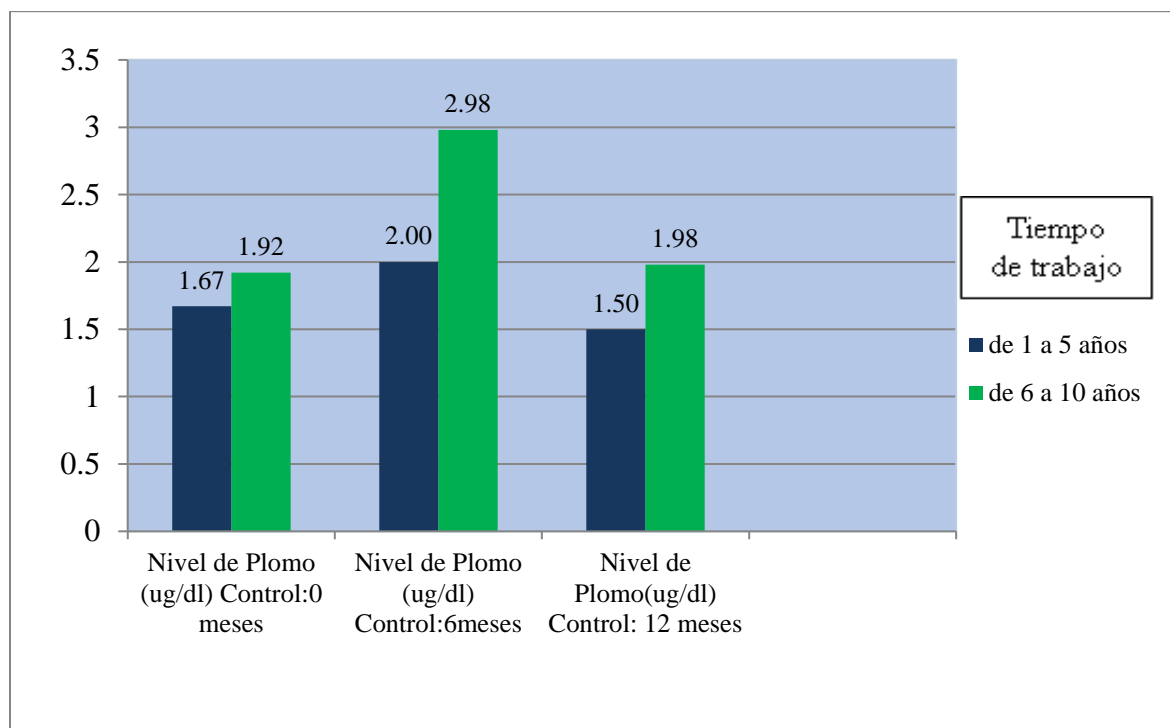


Figura 7. Variación de los niveles de Plomo sanguíneo, segmentado por tiempo de trabajo.

En la figura 7, se observó que el grupo conformado por pacientes cuya estancia laboral ha sido entre 6 a 10 años desarrolla un valor máximo de nivel de Plomo a los 6 meses equivalente a 2.98 ± 1.65 ug/dl; mientras que el grupo conformado por pacientes cuya estancia laboral ha sido entre 1 a 5 años desarrolla un valor mínimo de nivel de plomo a 12 meses equivalente a 1.50 ± 0.80 ug/dl.

Tabla 11

Prueba de hipótesis U de Mann-Whitney aplicados a la variación de los niveles sanguíneos de Plomo, según tiempo de trabajo.

	Estadísticos de prueba		
	Nivel de Plomo: 0 meses	Nivel de Plomo: 6 meses	Nivel de Plomo: 12 meses
U de Mann-Whitney	269.500	192.500	215.500
Z	-0.648	-2.033	-1.625
Sig. asintótica(bilateral)	0.517	0.042	0.104

Fuente: Elaboración propia

Entre el grupo 1 y 2 durante los 0 meses, la significancia fue de 0.517 por lo tanto no existe significancia y no existe variación en ambos grupos.

- Durante el control ocupacional a los 6 meses, se obtiene una significancia $p < 0.05$, por lo tanto, si existe una variación según el tiempo de trabajo entre el grupo 1 y 2, aceptando la hipótesis alterna y rechazando la hipótesis nula.
- Con respecto al control ocupacional a los 12 meses, se obtuvo una significancia de 0.104, la cual nos indica que no existe variación entre ambos grupos relacionados.

3er Objetivo Específico

Determinar la variación de los niveles sanguíneos de Mercurio entre controles ocupacionales del área de fundición de una minera según grupo etario, Arequipa 2019.

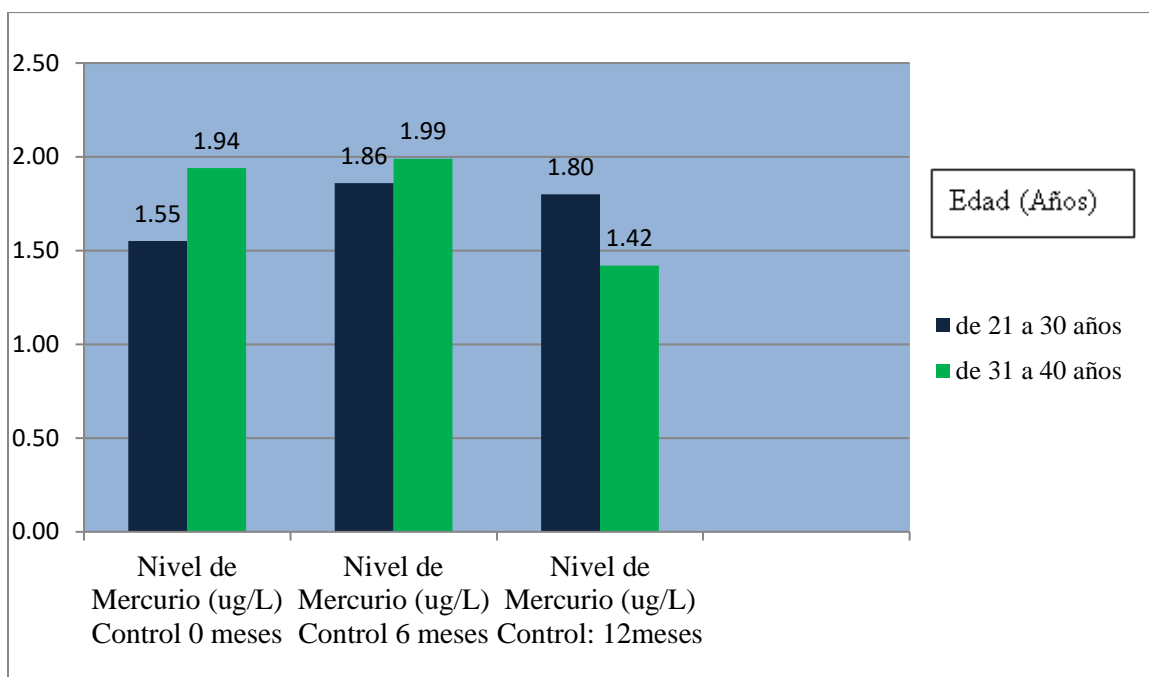


Figura 8. Variación de los niveles de Mercurio sanguíneo, segmentado por grupo etario.

En la figura 8, se observó que el grupo etario conformado por pacientes de 21 a 30 años, desarrollo un valor mínimo de nivel de Mercurio a los 6 meses equivalente a 1.86 ± 1.07 ug/L; a diferencia del grupo etario de 31 a 40 años que alcanza un valor máximo de 1.99 ± 1.45 ug/L, el cual desciende a los 12 meses. Se puede analizar que si bien es cierto los valores de Mercurio en los trabajadores de 31 a 40 años son más altos, hay que resaltar que el valor de Mercurio en el grupo etario más joven desciende mínimamente a los 12 meses, esto puede deberse a el poder de captación del Mercurio siendo aún más toxico, según un estudio de Tomaila J. (2018) realizo un análisis de intoxicación de Mercurio y otros metales realizado en peces para establecer el grado

de toxicidad , determinando que el efecto toxico del Mercurio es muy letal en comparación a los otros metales en estudio.

Tabla 12

Prueba de hipótesis U de Mann- Whitney aplicados a la variación de los niveles sanguíneos de Mercurio, según grupo etario.

	Estadísticos de prueba		
	Nivel de mercurio: 0 meses	Nivel de mercurio: 6 meses	Nivel de mercurio: 12 meses
U de Mann-Whitney	352.000	400.000	243.000
Z	-1.574	-0.752	-3.137
Sig. asintótica(bilateral)	0.116	0.452	0.002

Fuente: Elaboración propia

Durante el análisis de Mercurio con respecto a los grupos etarios durante los 0 meses entre el grupo 1 y 2, se observa una significancia de 0.116, $p > 0.05$ por tanto no existe variación entre ambos grupos.

Entre el grupo 1 y 2 durante el control de 6 meses se tuvo una significancia de 0.452, cuyo valor nos permite interpretar que no existe variación entre ambos grupos relacionados.

A los 12 meses, se obtuvo una significancia de $0.002 < 0.05$, por lo tanto, si existe una variación entre el grupo 1 y 2 en este periodo de tiempo.

4to Objetivo Especifico

Determinar la variación de los niveles sanguíneos de Mercurio entre controles ocupacionales del área de fundición de una minera según tiempo de trabajo, Arequipa 2019

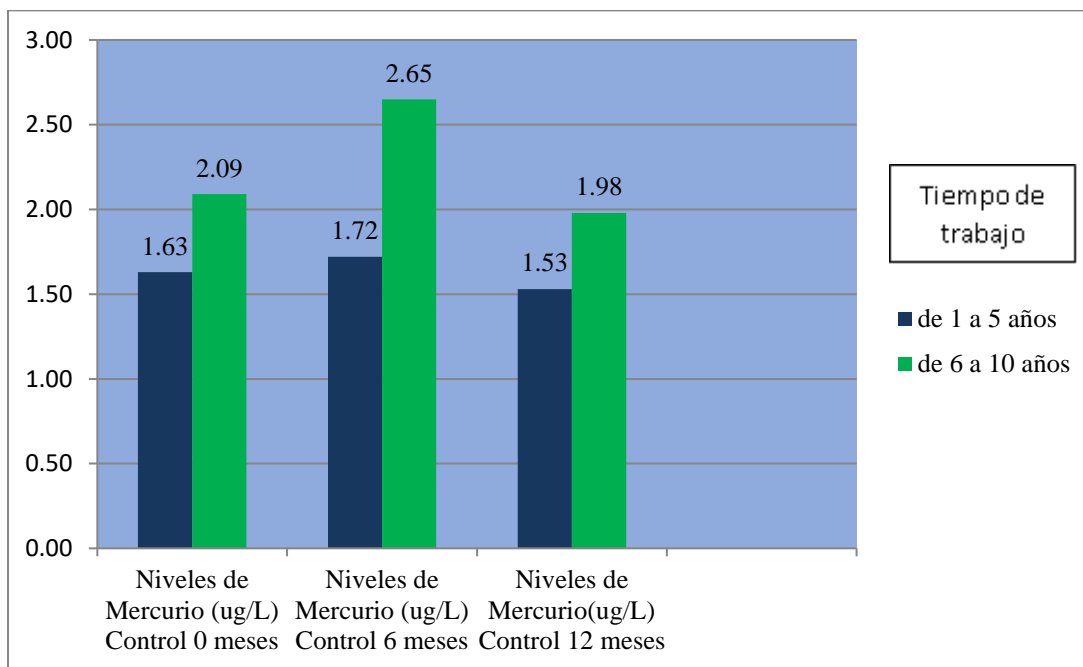


Figura 7. Variación de los niveles de Mercurio sanguíneos segmentado por tiempo de trabajo.

En la figura 9, se observó que el grupo conformado por pacientes cuya estancia laboral ha sido entre 6 a 10 años desarrolla un valor máximo de nivel de mercurio a 6 meses equivalente a 2.65 ± 1.56 ug/L; mientras que el grupo conformado por trabajadores cuya estancia laboral ha sido entre 1 a 5 años desarrolla un valor mínimo de nivel de Mercurio a los 12 meses equivalente a 1.53 ± 0.59 ug/L. Se concluye que el grupo con mayor antigüedad en el trabajo tiene tendencia al aumento de los niveles, pero estos descienden en el siguiente control y esto es detectado por los controles semestrales realizados.

Tabla 10

Prueba de hipótesis U de Mann-Whitney aplicados a la variación de los niveles sanguíneos de Mercurio, según tiempo de trabajo.

	Estadísticos de prueba		
	Nivel de mercurio: 0 meses	Nivel de mercurio: 6 meses	Nivel de mercurio: 12 meses
U de Mann-Whitney	249.500	163.500	183.500
Z	-1.112	-2695	-2.261
Sig. asintótica(bilateral)	0.266	0.007	0.024

Fuente: Elaboración propia

Según los estadísticos de los niveles de Mercurio en sangre total a 0,6 y 12 meses segmentado según tiempo de trabajo nos indica lo siguiente: Con respecto al grupo 1 y 2 en el 1er control ocupacional, la significancia bilateral fue de 0.266, siendo $p > 0.05$ por lo tanto no existe una significancia entre ambos grupos. Durante el análisis de los controles ocupacionales de 6 a 12 meses, ambos obtuvieron una significancia $p < 0.05$, por tanto, si existe una variación entre ambos grupos, así mismo se rechaza la hipótesis nula y se aprueba la alterna.

4.1.2 Discusión de resultados

Los resultados obtenidos de las variaciones de Plomo y Mercurio en los trabajadores del área de fundición nos indica que las variaciones no causan graves daños en la salud de los participantes, esto puede deberse a que los trabajadores cuentan con evaluaciones clínicas periódicas para su monitoreo y el manejo de un sistema de gestión ambiental y de bioseguridad en los procesos que realizan. Así mismo, no se encontraron investigaciones relacionadas en forma igual o puntual al objetivo principal de la presente investigación, pero sí hallazgos significativos de gran aporte teórico para el análisis de nuestra investigación ante esta problemática ocupacional.

En la presente investigación se analizaron los resultados de muestras clínicas de trabajadores mineros expuestos ocupacionalmente, y se obtuvieron valores sanguíneos de Plomo que no superaban el 1% de concentraciones borderline para una intoxicación por Plomo; a diferencia de la investigación de Cordero G. realizada al personal del área de mantenimiento naval, se obtuvo que el 3,41% tenía concentraciones patológicas y en el 96.59% solo se obtuvieron valores borderline sin llegar a ser considerados como tóxicos (13).

Otros estudios realizados por Ramírez A. indica que organizaciones de seguridad y riesgo ocupacional como la Occupational Safety and Health Administration (OSHA) evalúan riesgos ocupacionales con relación al plomo de realizar monitoreos cada 6 meses; si la exposición al mes es de 30 un/m^3 , si es mayor o igual a 40 ug/100 ml se realizara monitoreos cada 2 meses y si es mayor de los 50 un/100 ml se indica el seguimiento y separación del trabajador del ambiente laboral (23).

De acuerdo a los análisis realizados evidenciamos que el tiempo de trabajo en relación a la concentración de plomo en sangre posea una variación con respecto a los controles realizados

pudiéndose resaltar que esta variación es mínima y oscila de acuerdo al periodo realizado, el cual es apoyado por la investigación de Gallegos K. la cual afirma que la correlación entre el tiempo de trabajo y concentración de Plomo es fuerte y directa aumentando los niveles de intoxicación según el tiempo de exposición y estas pueden variar constantemente (40). Según Ramírez A. en su estudio de exposición al Plomo en trabajadores de baterías demostró también que estos niveles se incrementaban de manera gradual sobrepasando los niveles permisibles a nivel ocupacional (37).

En cuanto a la evaluación de los controles de Mercurio en sangre se demostró que los niveles más altos fueron detectados en los grupos cuya estancia laboral ha sido entre los 6 a 10 años, no sobrepasando los límites normales de Mercurio en sangre, ya que estos son controlados cada 6 meses, se apoya esta evaluación en el estudio realizado por Muñoz A. el cual indica que a mayor tiempo de exposición mayor probabilidad de intoxicación, más aún si se trata de una minera informal y sin equipos de protección personal (14). El estudio de Ochoa V. también nos demuestra que en una exposición mayor a 5 años laborando en un lugar sin la protección adecuada puede haber concentraciones mayores a los 11ug/l y llegar al 100 por ciento de niveles altos de concentración de Mercurio si no existe un control de esta exposición (9).

Con respecto a los niveles obtenidos de Mercurio con relación al grupo etario nos afirma que a mayor edad estos valores tienden a ser más altos, a pesar de ello, no representan un peligro para la salud de los trabajadores, ya que estos oscilan en el tiempo y por el monitoreo que se realiza bajan a nivel aceptable. Según la investigación de Díaz A. et al., que relaciona el aumento de la edad y los incrementos de niveles de Mercurio en Sangre, ya que mientras más aumenta la edad, existe un proceso llamado bioacumulación el cual indica que la eliminación es mucho más

lenta, por tanto, el cuerpo al avance de los años se satura y esto puede provocar una intoxicación crónica por mercurio (41).

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Se determinó que la variación de los niveles sanguíneos de plomo y Mercurio durante los controles ocupacionales no es suficientemente significativa, además los valores registrados entre los tiempos de control designados son de carácter “admisibles”, lo cual indica que la muestra conformada por 60 trabajadores se encontró expuesta a una contaminación mínima.
- Se determinó que la variación de los niveles sanguíneos de plomo durante los controles ocupacionales con respecto al grupo etario no es significativa en el estudio, ya que al momento de comparar la muestra no hay una relación directa o indirecta entre ambas variables.
- Se determinó que no hay una clara predilección al momento de comparar la muestra en relación con el grupo etario, por lo tanto la variación de los niveles de Mercurio con respecto al grupo etario durante los 0 y 6 meses no obedece a una exposición significativa, a su vez también se observó que esta variación basándose en los dos grupos de estudio durante los 12 meses si fue significativa, ya que los niveles de ambos grupos descendieron, estos valores en descenso se refleja en el control ocupacional que se realiza en la minera, ya que siempre están en constante observación e inspección del uso de EPPS en el personal.

- Se determinó que conforme es mayor el tiempo de exposición ante ambos elementos, mayor será la concentración de los niveles sanguíneos en los trabajadores. Esto quiere decir que la variación de los niveles de Plomo según el tiempo de trabajo si es claramente evidenciable al segmentar la muestra, ya que durante el control realizado a los 6 meses se recalca la relación directa progresiva entre ambas variables. No obstante, se puede observar una variación en los niveles de ambos grupos, ya que existe una detección temprana de los incrementos de estos valores gracias a las pruebas ocupacionales realizadas.
- Se determinó finalmente que la variación de los niveles de Mercurio según el tiempo de trabajo si es significativa, ya que los controles realizados por cada grupo a los 0 y 6 meses muestran niveles en aumento y descienden a los 12 meses, y si se refleja una variación por grupos a los 12 meses, ya que se encuentran las medidas necesarias para que sus valores disminuyan en el siguiente control ocupacional.
- Basándonos en la segmentación de las variables de estudio de grupos etarios y tiempo de trabajo se debe prestar mayor atención a la temporalidad de exposición a los niveles de Plomo y Mercurio y las posibles consecuencias relacionadas a este factor.

5.2 Recomendaciones

- Implementar medidas de protección aún más eficaces para los trabajadores, realizar un control de la eficacia de los equipos de protección personal, ya que existen micropartículas que pueden filtrarse si no se realiza un continuo mantenimiento y pueden causar daño al ser ingerido e inhalado por los trabajadores.
- Otras de las recomendaciones es poder ampliar esta investigación relacionando esta variación con trabajadores que están expuestos ocupacionalmente y los que no están relacionados directamente al área de fundición, sino por el contrario realizan otras labores inherentes al área de trabajo, como el personal administrativo.
- Sugerimos evaluar otras áreas de trabajo de la minera y poder evaluar la variación de Plomo y Mercurio, con la finalidad de hacer una comparación entre ellas y poder determinar qué área si podría considerar un alto riesgo para los trabajadores mineros, ya que en nuestra investigación solo se evaluó el área de fundición.
- Sería importante comparar esta variación de los niveles relacionándolos con algunas patologías ya existentes en algunos trabajadores, como trabajadores con diabetes, anemia, hipertensión arterial, problemas gastrointestinales, cardiovasculares, etc. y otros que podrían empeorar con un cuadro de intoxicación por mercurio.
- Se debe realizar una vigilancia epidemiológica mediante los historiales clínicos del laboratorio, a fin de poder llevar un control semestral o anual de como los niveles de Plomo y Mercurio se mantienen controlados, también hacer

seguimiento de los trabajadores con niveles cercanos a un valor patológico para evitar enfermedades ocupacionales en el futuro.

REFERENCIAS

1. Ferrer A. Intoxicación por metales. Anales Sis San Navarra [Internet]. 2003 [citado 2019 Jun 26]; 26(Supl.1): 141-153. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1137-66272003000200008&lng=es
2. OMS: Organización Mundial de la Salud [Internet]. Washington: OMS; c2018 [actualizado 2019; citado 26 Jun 2019]. Intoxicación por plomo y Salud [aprox. 5 pantallas]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/lead-poisoning-and-health>
3. Larraín Vial SAB. Plomo. En: Felipe Barclay Piazza. Minería en el Perú realidad y perspectivas. Lima: El Comercio S.A. 2012. p. 70-73. Disponible en: https://www.larrainvial.com/comunicados/SitioPublico/multimedia/documentos/Mineria_en_el_Peru.pdf
4. Tarazona mejorada C. Niveles de plomo en sangre y su influencia en el estado del periodonto de trabajadores en las empresas mineras de Cerro de Pasco. [Tesis post grado]. lima: Facultad de ciencias matemáticas, Universidad Mayor de San marcos; 2010. Disponible en: https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/6887/Tarazona_mc.pdf

5. Veiga MM, Maxson PA, Hylander LD. Origin and Consumption of Mercury in Small-Scale Gold Mining. *Journal of Cleaner production*. 2016 [30 mayo 2019]; vol. 14: pag 436-44, disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652605000752?via%3Dihub>
6. Español Cano S. Contaminación con mercurio por la actividad minera. *biomédica* [Internet]. 2012 [citado 26 de junio de 2019]; 32(3): 309-311. Disponible en:
<https://www.revistabiomedica.org/index.php/biomedica/article/view/1437>
7. Barrado B. Evaluación de niveles de mercurio en sangre en población gestante. [Trabajo Final de grado en Internet]. Alcalá de Henares. Universidad de Alcalá; 2016 disponible en:
https://ebuah.uah.es/dspace/bitstream/handle/10017/27124/TFG_Garc%C3%ADa_Barrado_2016.pdf
8. Aparicio Alcázar L. El mercurio en la cuenca de Tambopata. Repercusiones en la salud humana y del Ecosistema. [Tesis master]. Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina; 2015. Disponible en:
<https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/1164/T007356.pdf>
9. Ochoa Machaca V. Determinación de la relación entre la concentración de mercurio en sangre y el daño genotóxico ocasionado por la exposición en los trabajadores de la actividad de recuperación del oro en Cumbreñas, Cusco. [trabajo de investigación]. Cusco: Facultad de ingeniería, Universidad Tecnológica del Perú; 2019. Disponible en:
https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/3112/Vanesa%20Ochoa_Trabajo%20de%20Investigacion_Bachiller_2020.pdf

10. Reducción de la exposición al plomo y al ruido en campos de tiro al aire libre DHHS (NIOSH) publicación N.º2013-104 noviembre de 2012. Disponible en:
https://www.cdc.gov/spanish/niosh/docs/wp-solutions/2013-104_sp/default.html
11. Instituto nacional para la seguridad y salud ocupacional (NIOSH). Reducción de la exposición al plomo y al ruido en campos de tiro al aire libre: DHHS (NIOSH) publicación N° 2013-104; [revisado el 21 de enero del 205; citado 1 de oct 2022].
disponible en: https://www.cdc.gov/spanish/niosh/docs/wp-solutions/2013-104_sp/
12. Ministerio de salud ocupacional. Plan de trabajo de vigilancia y control de riesgos por exposición ocupacional a metales pesados [inter]. Gob.pe. [citado el 17 de enero de 2023]. Disponible en:
http://www.digesa.minsa.gob.pe/DSO/PLAN%20DE%20TRABAJO%20EN%20METALES%20PESADOS_2_.pdf
13. Cordero Acosta de Tesis [Internet]. 2014 [citado el 17 de enero de 2023]. Recuperado a partir de: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/7600>
14. Muñoz A. Determinación de mercurio en mineros artesanales en la Comunidad Puzuno de la Ciudad del Tena, presentada en la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Técnica de Ambato [Internet]. Ambato, Ecuador; 2016 [acceso 8 jul 2019].
Disponible en:
<http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/22066/2/GABRIELA%20MU%C3%91OZ.pdf>
15. Lora R. Análisis de la exposición a plomo en los trabajadores que desensamblan residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) en la Empresa Orinoco E-SCRAP, S.A.S. presentada en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Distrital Francisco José de

Caldas [Internet]. Bogotá, Colombia. [acceso 10 jul 2019]. Disponible en:

<http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/7313/1/LoraReyesNataliJoanna2017.pdf>

16. Ortega E, Landa W. Determinación de Plomo en sangre en personas adultas del Fundo Oquendo del distrito del Callao. [Tesis para optar el grado de Químico Farmacéutico]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2019. Disponible en:
<https://hdl.handle.net/20.500.12672/10723>
17. Chávez A. Determinación en niveles de Plomo en pobladores adultos del Asentamiento Humano “Virgen de Guadalupe”, distrito Mi Perú, de la Provincia Constitucional del Callao. [Tesis para optar el grado de Químico Farmacéutico con mención en Toxicología], Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2018. Disponible en:
<https://hdl.handle.net/20.500.12672/8597>
18. Poma Pedro A. Intoxicación por plomo en humanos. An. Fac. med. [Internet]. 2008 jun [citado 2023 Feb 21]; 69(2): 120-126. Disponible en:
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-55832008000200011&lng=es
19. Rodríguez a. Espinal g. Niveles de plomo en sangre y factores de riesgo asociados en niños de 2 a 10 años en el barrio villa francisca, santo domingo, república dominicana. Ciencia y sociedad [internet]. 2008; vol. XXXIII (4):595-609. Recuperado de:
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87012672005>
20. Romero E. “Influencia del uso adecuado del equipo de protección personal en los niveles de Plomo en sangre en trabajadores mineros de la unidad minera Coripuno 2014-2017”. [Tesis para optar el grado de Maestro con mención en salud ocupacional], Arequipa:

Universidad Nacional de San Agustín; 2019. Disponible en:

<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/9634/UProase.pdf>

21. Ministerio de Salud. Guía de prevención, diagnóstico, tratamiento y vigilancia epidemiológica de las intoxicaciones ambientales infantiles con plomo. Primera ed. Fernández R, García SI, Haas AI, Saracco AS, Swiecky CA, editors. Buenos Aires: Presidencia de la Nación; 2013. Disponible en: https://bancos.salud.gob.ar/sites/default/files/2018-10/0000000518cnt-gua_intox_plomo_-_serie_n_15.pdf
22. Corzo E y Velásquez H. El plomo y sus efectos en la salud. Acta Médica del Centro [Internet]. 2014;8(3). Disponible en: <http://www.revactamedicacentro.sld.cu/index.php/amc/article/view/164/222>
23. Ramírez A. El cuadro clínico de la intoxicación ocupacional por plomo. Revisiones [Internet]. 2005; 66 (1): 57-70. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/afm/v66n1/a09v66n1>
24. Ramírez A. Intoxicación ocupacional por mercurio. Revisiones [Internet]. 2008; 69 (1):46-51. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/afm/v69n1/a10v69n1.pdf>
25. Ministerio de Salud. Guía de Práctica Clínica para el Diagnóstico y Tratamiento de la Intoxicación por Mercurio. MINSA [Internet]. Lima, Perú; 2015 [acceso 25 Julio 219]. Disponible en: <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/3245.pdf>
26. Villanueva P, Adserias G y Chimenos K. Nivel de mercurio en cabello de niños peruanos expuestos en una zona minera de Arequipa y de la ciudad de Lima. Avances en Odontostomatología [Internet]. 2015; 31 (2): 85-90. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S021312852015000200005

27. Buscio V, Álvarez M, Gutierrez-Bouzan M. Determinación de metales pesados en tejidos mediante espectroscopia de absorción atómica. Boletín Intexter (UPC). 2009; 135 (1):17-24. Disponible en:
<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/13126/DETERMINACI%c3%93N%20DE%20METALES%20PESADOS%20EN%20TEJIDOS%20MEDIANTE.pdf>
28. Beltrán B. Determinación de plomo en muestras ambientales y biológicas por espectrometría de fluorescencia atómica acoplada a la generación de hidruros-inyección en flujo, Chihuahua, 2010. [Tesis para optar el grado de Maestría en Ciencia y Tecnología Ambiental]. Chihuahua: Centro de Investigación en Materiales Avanzados; 2010. Disponible en:
https://cimav.repositorioinstitucional.mx/jspui/browse?type=author&sort_by=1&order=A&start=20&etal=-1&value=LUZ+OLIVIA+LEAL+QUEZADA&starts_with=D
29. Romero-bonilla, Hugo Ítalo et al. Aplicación de voltamperometría de redisolución anódica para la determinación de antimonio. Rev. Soc. Quím. Perú [online]. 2019, vol.85, n.3, [citado 11-02-2023], pp.293-304. ISSN 1810-634X. disponible en:
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2019000300002&lng=es&nrm=iso
30. Honorio p, Urbano l, Fernández c, Saturnismo, a propósito de un Caso. Medicina y seguridad del trabajo [internet]. Iscii.es. [citado el 22 de febrero de 2023]. Disponible en:
<https://scielo.iscii.es/pdf/mesetra/v58n227/caso.pdf>
31. Acaro Chuquicaña FE, Ccahuana Gonzales ML, Cahuana Gonzales TJ. Intoxicación ocupacional por plomo en diversos grupos de Trabajadores del cercado de Ica. Ágora

- [Internet]. 22 de junio de 2014 [citado 22 de febrero de 2023];1(1):20-5. Disponible en:
<https://revistaagora.com/index.php/cieUMA/article/view/4>
32. Red de Salud Huancavelica. Guía técnica de práctica clínica para el manejo de pacientes con intoxicación por plomo. Primera ed. Huancavelica: Dirección General de Salud de las Personas; 2012. Disponible en: http://bvs.minsa.gob.pe/local/dgsp/264_DGSP238.pdf
33. Condori J, Huamani. Concentración de Plomo en sangre y factores de riesgo en niños de la localidad de Huachocolpa, Huancavelica, 2017. [Tesis para optar el grado de Licenciado en Enfermería]. Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica; 2017. Disponible en: <https://repositorio.unh.edu.pe/items/f6cff08d-34b0-43e7-b279-b99d5fee3138>
34. García J. Determinación de Plomo sérico en sangre, como indicador de intoxicación en militares de la FAE especializados en la manipulación de combustibles de aviones, 2015. [Tesis para optar el grado de Licenciada en Ciencia y laboratorio Clínico]. Ambato: Universidad Técnica de Ambato; 2015. Disponible en:
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/8707/1/Garc%C3%ADa%20Salazar%20Jenny%20Elizabeth.pdf>
35. Español S. Contaminación con mercurio por la actividad minera. biomédica [Internet]. 17 de octubre de 2012 [citado 2 de marzo de 2023];32(3):309-11. Disponible en:
<https://revistabiomedica.org/index.php/biomedica/article/view/1437>
36. Smat-Inostrosa MP, Valdés-Valdazo J, De-La-Torre Robles JM. Intoxicación ocupacional por mercurio y la neurotoxicidad. Rev. Asoc Esp Espec Med Trab [Internet]. 2017 [citado 2023 Mar 02] ; 26(3): 206-211. Disponible en:
[http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1132-62552017000300206&lng=es.](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1132-62552017000300206&lng=es)

37. Ramírez A. Biomarcadores en monitoreo de exposición a metales pesados en metalurgia. An. Fac. med. [Internet]. 2006 Mar [citado 2023 Mar 07]; 67(1): 49-58. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S102555832006000100008&lng=es
38. Condori G. Metodología de la investigación jurídica y el impacto científico de las tesis de maestría en derecho de una escuela de posgrado de Tacna, 2021. [Tesis para optar el grado de Magister en Investigación Científica e Innovación]. Tacna: Universidad Privada de Tacna; 2021. Disponible en: <https://repositorio.upt.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12969/1722/Condori-Quispe-Gino.pdf>
39. Pacheco K. Determinación de los niveles de concentración de Plomo en la sangre y problemas de salud en el poblador del Distrito de Chaupimarca, Pasco, 2018. [Tesis para optar el grado de Ingeniero Ambiental]. Pasco: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión; 2019. Disponible en: http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/1000/1/T026_73669987_T.pdf
40. Gallegos k. Niveles de plomo en sangre en los trabajadores del Grupo Klaus, Lima, 2014. [Tesis para optar el título de Químico farmacéutico]. Lima: Universidad Alas Peruanas; 2014. Disponible en: https://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12990/1946/Tesis_Niveles_Plomo_Sangre.pdf?sequence=1&isAllowed=y
41. Díaz Gómez A del P, González Álvarez YC, Pérez Castiblanco DM, Reyes Calderón JA, Ruiz Pérez LA, Barbosa Devia MZ. Biomarcadores de mercurio y su relación con la edad, en Bogotá, 2014. Investigo. segur. Soc. salud. [Internet]. 1 de junio de 2017 [citado

14 de noviembre de 2023];19(1):45-52. Disponible en:

<https://revistas.saludcapital.gov.co/index.php/invsegsocial/article/view/44>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

TEMA	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLE	INDICADORES
Variación de los niveles de plomo y mercurio entre los controles ocupacionales del personal del área de fundición de una minera, Arequipa 2019	¿Cuál es la variación de los niveles sanguíneos de plomo y mercurio, entre controles ocupacionales del personal del área de fundición de una minera, Arequipa 2019?	<p>Objetivo general</p> <p>Establecer la variación de los niveles sanguíneos de plomo y mercurio, entre controles ocupacionales del personal del área de fundición de una minera, Arequipa 2019.</p> <p>Objetivos específicos</p> <p>Determinar la variación de los niveles sanguíneos de plomo entre controles ocupacionales del área de fundición de una minera según grupo etario, Arequipa 2019</p> <p>Determinar la variación de los niveles sanguíneos de mercurio entre controles ocupacionales del área de fundición de una minera según grupo etario, Arequipa 2019</p> <p>Determinar la variación de los niveles sanguíneos de plomo entre controles ocupacionales del área de fundición de una minera según Tiempo de trabajo, Arequipa 2019</p> <p>Determinar la variación de los niveles sanguíneos de mercurio entre controles ocupacionales del área de fundición de una minera según Tiempo de trabajo, Arequipa 2019</p>	<p>Hipótesis general:</p> <p>Los niveles de plomo y mercurio tienen variación entre controles ocupacionales, del personal, del área de fundición de una minera, Arequipa 2019.</p> <p>Hipótesis Nula:</p> <p>Los niveles de plomo y mercurio no tienen variación entre controles ocupacionales, del personal, del área de fundición de una minera, Arequipa 2019.</p>	Variación de los niveles de plomo en sangre total entre los controles ocupacionales hasta los 12 meses Variación de los niveles de mercurio en sangre total entre los controles ocupacionales hasta los 12 meses	Niveles de plomo a 0,6 y 12 meses Niveles de mercurio a 0,6 y 12 meses

Anexo 3 Aprobación del Comité de Ética



COMITÉ INSTITUCIONAL DE ÉTICA PARA LA INVESTIGACIÓN

CONSTANCIA DE APROBACIÓN

Lima, 01 de mayo de 2023

Investigador(a)
Diana Trejo Bermúdez
Vanessa Pacheco Quevedo
Exp. N°: 0489-2023

De mi consideración:

Es grato expresarle mi cordial saludo y a la vez informarle que el Comité Institucional de Ética para la investigación de la Universidad Privada Norbert Wiener (CIEI-UPNW) **evaluó y APROBÓ** los siguientes documentos:

- Protocolo titulado: **“Variación de los niveles sanguíneos de Plomo y Mercurio, entre controles ocupacionales del personal del área de fundición de una minera, Arequipa 2019” Versión 01 con fecha 24/04/2023.**
- Formulario de Consentimiento Informado **Versión (no aplica) con fecha (no aplica)**

El cual tiene como investigador principal al Sr(a) Diana Trejo Bermúdez y Vanessa Pacheco Quevedo y a los investigadores colaboradores (no aplica).

La APROBACIÓN comprende el cumplimiento de las buenas prácticas éticas, el balance riesgo/beneficio, la calificación del equipo de investigación y la confidencialidad de los datos, entre otros.

El investigador deberá considerar los siguientes puntos detallados a continuación:

1. **La vigencia** de la aprobación es de **dos años** (24 meses) a partir de la emisión de este documento.
2. **El Informe de Avances** se presentará cada 6 meses, y el informe final una vez concluido el estudio.
3. **Toda enmienda o adenda** se deberá presentar al CIEI-UPNW y no podrá implementarse sin la debida aprobación.
4. Si aplica, **la Renovación** de aprobación del proyecto de investigación deberá iniciarse treinta (30) días antes de la fecha de vencimiento, con su respectivo informe de avance.

Es cuanto informo a usted para su conocimiento y fines pertinentes.

Atentamente,



Yenny Marisol Bellido Fuente
Presidenta del CIEI-UPNW



Avenida República de Chile N°432. Jesús María
 Universidad Privada Norbert Wiener
 Teléfono: 706-5555 anexo 3290 Cel. 981-000-698
 Correo: comite.etica@uwienner.edu.pe

Anexo 4. Carta de aprobación de la institución para la recolección de los datos



Lima 13 de Marzo de 2023

SEÑORES UNIVERSIDAD NORBERT WIENER

Enrique León Soría
Facultad de Ciencias de la Salud
Presente. -

De mi especial consideración:

Reciba los saludos cordiales; por el presente se le comunica que se brindaran las facilidades solicitadas a las alumnas Pacheco Quevedo Milagros Vanessa, 2013100196 y Trejo Bermúdez Diana Paola, 2012200133, de la carrera de Laboratorio clínico y Anatomía Patológica de la EAP Tecnología Médica, en su proyecto de investigación "Variación de los Niveles Sanguíneos de Plomo y Mercurio, entre controles ocupacionales del personal del área de fundición de una minera, Arequipa 2023"

Agradeciendo la atención al presente.

Atentamente,

LA REPRESENTANTE DE LA EAP
Dr. J. Manuel Torres López
Director General de la EAP Tecnología Médica

Lima (7) 513 666

representante@eap

Anexo 4. Informe del asesor de Turnitin

The screenshot displays a Turnitin report for a document titled "Tesis - Pacheco y Trejo - Turnitin.docx". The overall similarity score is 11%. The interface includes a navigation bar with options like "Cambiar a la nueva versión", "Detalles de la entrega", and "Ayuda". A list of 10 sources is shown, each with a percentage of similarity. The main content area shows the document's header and author information.

11% Similitud general

2 Similarity Exclusiones

Rank	Source	Similarity
1	repositorio.uwienereu.pe	2%
2	repositorio.uap.edu.pe	<1%
3	cybertesis.umsm.edu.pe	<1%
4	repositorio.ug.edu.ec	<1%
5	www.scribd.com	<1%
6	uwienereu on 2023-02-15 TRABAJOS ENTREGADOS	<1%
7	repositorio.unajma.edu.pe	<1%
8	Universidad San Ignacio de Loy... TRABAJOS ENTREGADOS	<1%
9	repositorio.unh.edu.pe	<1%
10	uwienereu on 2023-03-04 TRABAJOS ENTREGADOS	<1%

11% Similitud general

Universidad Norbert Wiener

Facultad de ciencias de la Salud
Escuela Académico Profesional de Tecnología Médica

TESIS

"VARIACIÓN DE LOS NIVELES SANGUÍNEOS DE PLOMO Y MERCURIO, ENTRE
CONTROLES OCUPACIONALES DEL PERSONAL DEL ÁREA DE FUNDICIÓN DE
UNAMINERA, AREQUIPA 2019"

Para obtener el título de Licenciado en Tecnología Médica en Laboratorio Clínico y Anatomía
Patológica

Presentado por:
AUTOR: PACHECO QUEVEDO, MILAGROS VANESSA
CODIGO ORCID: 0000-0003-92355-1867
TREJO BERMUDEZ, DIANA PAOLA
CODIGO ORCID: 0000-0003-4275-2188

LIMA, PERU
2024

Anexo 5. Técnicas analíticas para la determinación de plomo y mercurio en sangre total

- **Método analítico para la determinación de Mercurio y Plomo en sangre total por el método de espectrometría de masas con plasma inductivamente acoplado (ICP-MS)**

Esta técnica está basada en la espectrometría de masas acoplando la frecuencia de radio en una corriente en la que fluye argón y electrones que crean el plasma estos son iones de argón positivos; las muestras de sangre diluidas se convierten en un aerosol mediante un nebulizador insertado donde el plasma llega a una temperatura de 6000 a 8000 k, esta energía ionizada atomiza la muestra, el espectrómetro detecta los iones de masa – carga permitiendo la detección de isotopos individuales, finalmente las señales eléctricas son procesadas como información digital la cual es utilizada para obtener la concentración del elemento. (14)

La ICP-MS es una de las técnicas más utilizadas en los laboratorios clínicos de metales, utiliza diversos métodos para corregir los efectos de la matriz, utiliza estándares internos, dilución, separación, dilución para el inicio y pretratamiento de la muestra. (17)

- **La espectrofotometría de Absorción Atómica (EAA)** por horno de grafito es una técnica que consiste en la absorción de radiación de una longitud de onda esta es absorbida por átomos con niveles de energía cuya diferencia corresponda en valor a la energía de fotones incidentes; los fotones absorbidos se relacionan con la disminución del poder radiante, la concentración de la especie absorbente con el espesor de la celda, En esta técnica la muestra es vaporizada a una alta temperatura, por un proceso llamado atomización.

La técnica consta de tres etapas que a continuación serán descritas:

En la primera etapa: la muestra es secada con una corriente que eleva la temperatura del tubo de grafito a 110°C quedando solo un residuo sólido.

En la segunda etapa: la temperatura se eleva hasta 1200°C de manera que todo el material se convierte en CO₂ y H₂O, las sustancias inorgánicas se evaporan.

En la etapa final los metales se atomizan por un incremento de temperatura que oscila entre los 2000 y 3000 °C

El límite de detección de esta técnica es muy bajo y solo es analizado con un pequeño volumen de muestra, se pueden presentar interferencias por absorción por componentes de la matriz, pero pueden ser corregidas por modificadores de esta. (27) (17)

- **Espectrometría de Fluorescencia Atómica (AFS)**

Es una técnica que utiliza la radiación electromagnética, el cual un vapor atómico absorbe una radiación de una fuente de luz para que los electrones alcancen un nivel alto de energía, después al regresar a sus niveles emite una radiación, que es llamada fluorescencia atómica.

- **Voltamperometría de residilución anódica**

Es un método en el cual la corriente se mide en función aplicada al mismo gracias a un programa de potencial en el cual se observa un gráfico resultante: corriente potencial, las especies para analizar deben ser electroactivas, la corriente producida por la reacción se denomina corriente faradaica y se buscan las condiciones para que la corriente sea proporcional a la concentración. (28)

Las ventajas de esta técnica se diferencian de otras por su alta sensibilidad, gran cantidad de disolventes, electrolitos, amplio rango de temperaturas, tiempo de análisis en segundos y determinación de analitos en forma consecutiva. (29)

● 11% de similitud general

Principales fuentes encontradas en las siguientes bases de datos:

- 10% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 9% Base de datos de trabajos entregados
- 4% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

FUENTES PRINCIPALES

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	repositorio.uwiener.edu.pe Internet	2%
2	Universidad Wiener on 2022-09-15 Submitted works	<1%
3	uwiener on 2023-05-19 Submitted works	<1%
4	tesis.ucsm.edu.pe Internet	<1%
5	Cieza Serrano, Claudia Paola. "Vocabulario expresivo y comprensivo e... Publication	<1%
6	repositorio.uap.edu.pe Internet	<1%
7	CONACYT on 2018-06-24 Submitted works	<1%
8	uwiener on 2023-03-18 Submitted works	<1%