

**UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**



ESCUELA DE POSGRADO

TESIS

**NIVELES DE INTOXICACIÓN POR PLOMO
Y SUS EFECTOS EN LA SALUD DE LOS
TRABAJADORES DE TALLERES DE
SOLDADURA DEL DISTRITO DE
BARRANCA 2016**

PRESENTADO POR:

Freddy Samuel Cahuana Gonzales

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN ECOLOGÍA Y
GESTIÓN AMBIENTAL**

ASESOR:

Luis Cárdenas Saldaña

HUACHO - 2016



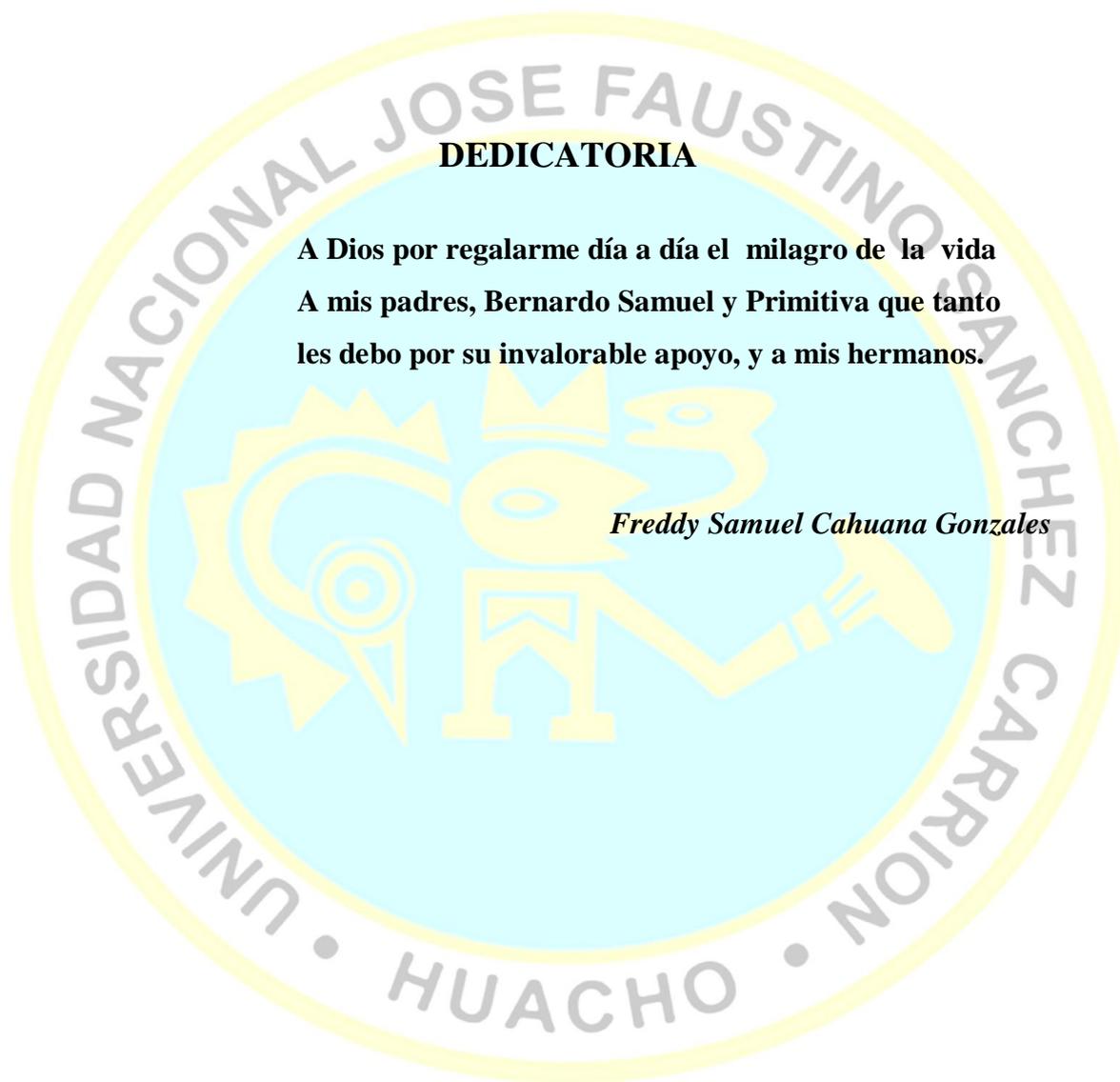
**NIVELES DE INTOXICACIÓN POR PLOMO Y SUS EFECTOS EN
LA SALUD DE LOS TRABAJADORES DE TALLERES DE
SOLDADURA DEL DISTRITO DE BARRANCA 2016**

Freddy Samuel Cahuana Gonzales

TESIS DE MAESTRÍA

ASESOR: Luis Cárdenas Saldaña

**UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN
ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRO EN ECOLOGÍA Y GESTIÓN AMBIENTAL
HUACHO
2016**



DEDICATORIA

**A Dios por regalarme día a día el milagro de la vida
A mis padres, Bernardo Samuel y Primitiva que tanto
les debo por su invaluable apoyo, y a mis hermanos.**

Freddy Samuel Cahuana Gonzales

AGRADECIMIENTO

A mis padres, por apoyarme diariamente

A mi familia entera por ser el motor que

Impulsa mi vida. En especial a mi hermana

Teresa.

Freddy Samuel Cahuana Gonzales



ÍNDICE

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática	13
1.2 Formulación del problema	15
1.2.1 Problema general	15
1.2.2 Problemas específicos	15
1.3 Objetivos de la investigación	15
1.3.1 Objetivo general	15
1.3.2 Objetivos específicos	16
1.4 Justificación de la investigación	16
1.5 Delimitaciones del estudio	17
1.6 Viabilidad del estudio	18

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación	19
2.1.1 Investigaciones internacionales	19
2.1.2 Investigaciones nacionales	21
2.2 Bases teóricas	23
Absorción, Circulación, distribución y almacenamiento.	29
2.2.9 Humos de soldadura y enfermedades profesionales	35
Tabla 8: Contaminantes procedentes del Aire y posibles impurezas	42
2.2.13 Laboratorio	50
2.2.14 Fase 1: Intoxicación Subclínica.	51
2.2.16 Fase 3: intoxicación Clínica	52
2.3 Bases filosóficas	54
2.3.1 Valores universales	54
2.4 Definición de términos básicos	55
2.5 Hipótesis de investigación	56
2.5.1 Hipótesis general	56
2.5.2 Hipótesis específicas	57
2.6 Operacionalización de las variables	57

**CAPÍTULO III
METODOLOGÍA**

3.1Diseño metodológico	59
3.2Población y muestra	60
3.2.1 Población	60
3.2.2 Muestra	60
3.3Técnicas de recolección de datos	61
3.4Técnicas para el procesamiento de la información	67

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1Análisis de resultados	70
4.2Contrastación de hipótesis	79

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

5.1Discusión de resultados	82
-----------------------------------	----

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1Conclusiones	84
6.2Recomendaciones	86

REFERENCIAS

7.3Fuentes bibliográficas	91
----------------------------------	----

ANEXOS

Fichas Técnicas	93
------------------------	----

RESUMEN

En los países en vías de desarrollo y en nuestro país, existe alta incidencia de enfermedades profesionales de diversa etiología, causados en la mayoría de los casos por desinformación oportuna, o falta de concientización en el uso de equipamiento de protección personal de las fuentes de intoxicación o su exposición continua a éstas, lo descrito es una problemática real en nuestro medio, al igual que se da en otras partes.

En el caso específico de los trabajadores ocupacionales de soldadura, estos trabajadores son los más expuestos, esta operación genera gases que se pueden llamar “humos de soldadura”, cuya inhalación continua (exposición vía pulmonar) puede conducir a trastornos de la salud, como intoxicaciones agudas y enfermedades profesionales, de muy diversa naturaleza dependiendo de las condiciones de cada trabajo, tipo de soldadura, materiales soldados, continuidad de la exposición, calidad de la ventilación del recinto del trabajo, tipos de electrodos utilizados, procesos de soldadura y otras condiciones particulares.

El plomo es uno de los metales contaminantes de nuestro ambiente, causante de una variedad de efectos tóxicos en el organismo, correlacionables según los niveles de plomo sanguíneos.

(Rodríguez & Espinal, 2008) pag. 596, señalan que a: etapas tempranas de la vida existe una mayor capacidad de absorción de plomo y más susceptibilidad a sus efectos tóxicos debido a la densidad de las conexiones sinápticas cerebrales que se estarían llevando a cabo.

Se ha demostrado que los niveles séricos entre 5 y 9 $\mu\text{g}/\text{dL}$ dan como resultado una reducción del coeficiente intelectual disminución de la agudeza auditiva, retraso del desarrollo sicomotor y disminución del crecimiento, valores entre 10 $\mu\text{g}/\text{dL}$ hasta 70 $\mu\text{g}/\text{dL}$ producen anemia, disminución del metabolismo de la vitamina D y disminución de la velocidad de conducción nerviosa periférica y niveles superiores a 70 $\mu\text{g}/\text{dL}$ producen nefropatía, encefalopatía, coma y la muerte.

En el distrito de Barranca, se viene produciendo cotidianamente intoxicación por plomo en trabajadores ocupacionales de talleres de soldadura, estos hechos ocurren

principalmente por falta de información técnica y este proceso de intoxicación laboral continuará mientras no se determine mediante una investigación lo que está ocurriendo y se haga llegar la debida información y orientación a los trabajadores de este rubro y también a los propietarios del taller para que puedan tomar las medidas correctivas y protectoras para los trabajadores. Como son extractores de aire, máscaras antigás con cartuchos de filtro químico, etc.

Porque solo de este modo se puede proyectar a futuro una drástica reducción o eliminación de los riesgos de intoxicación ocupacionales por plomo en los trabajadores ocupacionales de los talleres de soldadura. Y crear ambientes laborales con mayores márgenes de seguridad.

El presente estudio espera demostrar que existe contaminación donde aparentemente no lo hay, o es despreciable, a su vez esta información técnica importante permitirá demostrar la urgencia del uso de equipamiento de protección personal y de este modo una vez difundido permitirá contribuir a minimizar la intoxicación laboral. Así también servirá como instrumento de referencia obligatoria para que las empresas se tomen en serio la implementación de normas de seguridad, para sus trabajadores.

El presente estudio mediante una monitorización técnica permitirá demostrar la realidad del nivel de intoxicación de los trabajadores que conforman la población de muestreo. Y con una base de datos de los resultados obtenidos se podrá informar e instruir al personal afectado y no afectado o potenciales a tomar sus trabajos ocupacionales con la seguridad y protección necesarios, utilizando debidamente sus equipos de seguridad; o implementándolo, estas acciones permitirán eliminar o reducir la posibilidad que alcancen los niveles crónicos de intoxicación. Sin duda pues, se trata de consecuencias de la contaminación ambiental y sus efectos nocivos en la salud de los trabajadores ocupacionales. Es vital e importantísimo difundir las consecuencias de omitir el uso de los medios o equipos de protección personal.

Con los resultados hallados se puede promover la acción de los servicios de salud pública del MINSA que cuentan con programas para identificar áreas en que la población tiene un riesgo mayor de intoxicación con plomo y establecer condiciones para el despistaje, identificación temprana y tratamiento de las personas afectadas.

Palabras clave: Plumbemia, ocupacionales, exposición, transversal, riesgo ambiental.

ABSTRACT

The work activity, which in turn is a right of every human being, is not really safe for the health of any person, almost all human activity is threatened by some kind of exposure to pollution or intoxication some more dangerous than others, In this sense, the activity of workers in the metal-mechanic industry is one of the most exposed segments, and within this sector are the occupational workers of the welding workshops and specifically this study is aimed at determining the levels of lead poisoning. , in the occupational welding workers of the district of Barranca 2016; using the method of analysis by atomic absorption

With the objective of evaluating the plumbean in the referred occupational workers of the district of Barranca, Lima Peru 2016 in addition to determining the exposure factors; A cross-sectional study was conducted on 32 workers who were determined blood lead concentrations.

The Results, of 100% of samples analyzed, it was found that 84% have levels of Lead concentration in blood above 31 $\mu\text{g}/\text{dL}$, and of the same total, 47% have Lead levels greater than 40 $\mu\text{g}/\text{dL}$.

Regarding the characteristics of the worker 53% have ages under 43 years 100% male, 56% have secondary education, 100% are welders and 53% work in the same activity less than 5 years, 80% He only wears a mameluke as a protection measure.

Conclusion. The plumbean greater than 40 $\mu\text{g}/\text{dL}$ in workers of this branch of the mechanical metal is worrisome and indicates that nothing is being done in terms of prevention in this sector and the environmental risk to which the people who live near these small ones are exposed. workshops is also of concern.

Keywords: Plumbean, occupational, exhibition, traverse, risk, environmental.



INTRODUCCIÓN

Actualmente se están desarrollando muchos estudios a nivel mundial sobre las contaminaciones que causan impactos negativos en la salud de los seres humanos, en este sentido donde quiera que el hombre trabaje transformando, produciendo, etc. materiales se expone a adquirir algún tipo de contaminación que puede ser perjudicial para su salud.

En la presente investigación se aborda el problema de la intoxicación con plomo, a un segmento de trabajadores de la industria de la metalmecánica, debido a que están expuestos a varios tipos de contaminaciones directas, dentro de este gran grupo de trabajadores hemos seleccionado a los trabajadores soldadores que ocupacionalmente se exponen a ser contaminados por plomo, vía inhalación de los humos que desprende la soldadura. Específicamente nos referimos a los trabajadores ocupacionales de los talleres de soldadura del distrito de Barranca.

Pero la contaminación con plomo no se limita solo a las exposiciones de los trabajadores soldadores por aspiración de humos contaminados con plomo sino también a todas las formas posibles, donde se halle el plomo presente, por ejemplo por manipular objetos con plomo como es el caso de los trabajadores de las imprentas que antes manipulaban los tipos de letras, los pintores que aspiran vapor de solventes y pinturas, los transeúntes que aspiran los humos que expulsan los vehículos, gasolina con octanaje de plomo, las personas que viven cerca de depósitos minerales de plomo, el aire hace la dispersión de partículas que contaminan suelos y atmosfera que intoxican a los pobladores aledaños.

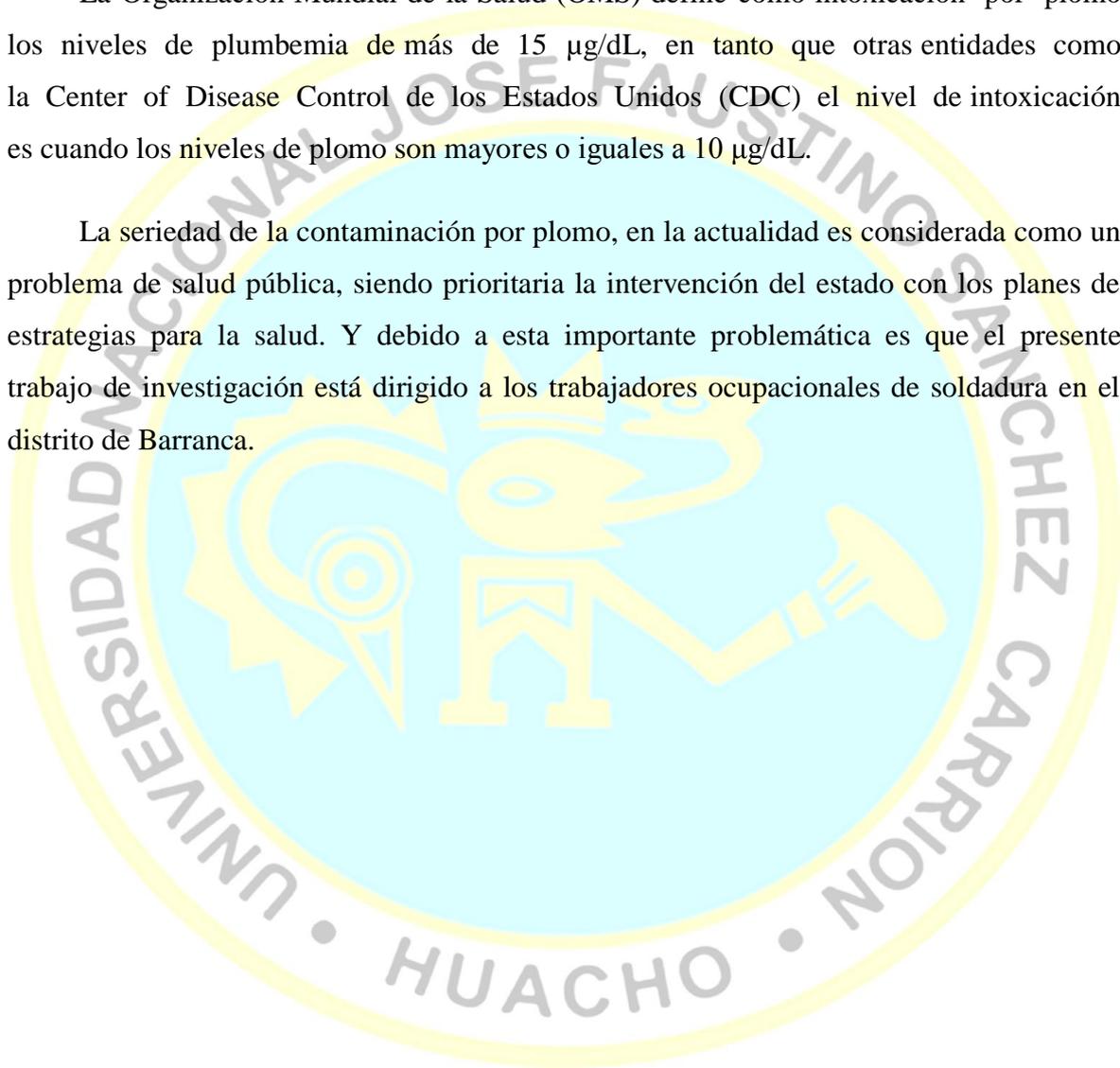
El inicio de la enfermedad ocupacional por plomo es lento y solapado; los síntomas aparecen como resultado de repetidas exposiciones laborales o incluso por la sola continua presencia a en el lugar de trabajo, pero pueden tener un período de latencia prolongado.

Son tres vías por las cuales el plomo puede penetrar en el organismo. Por el orden de importancia son: inhalación, ingestión y por contacto.

Las sales inorgánicas del plomo se ingresan por ingestión o inhalación. Las sales orgánicas del plomo también pueden ingresar por la piel, por lo general la absorción intestinal.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define como intoxicación por plomo los niveles de plumbemia de más de 15 $\mu\text{g/dL}$, en tanto que otras entidades como la Center of Disease Control de los Estados Unidos (CDC) el nivel de intoxicación es cuando los niveles de plomo son mayores o iguales a 10 $\mu\text{g/dL}$.

La seriedad de la contaminación por plomo, en la actualidad es considerada como un problema de salud pública, siendo prioritaria la intervención del estado con los planes de estrategias para la salud. Y debido a esta importante problemática es que el presente trabajo de investigación está dirigido a los trabajadores ocupacionales de soldadura en el distrito de Barranca.



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

En los países en vías de desarrollo y en nuestro país, existe alta incidencia de enfermedades profesionales de diversa etiología, causados en la mayoría de los casos por desinformación oportuna, o falta de concientización en el uso de equipamiento de protección personal de las fuentes de intoxicación o su exposición continua a éstas, lo descrito es una problemática real en nuestro medio.

En el caso específico de los trabajadores ocupacionales de soldadura, esta operación genera gases que se pueden llamar “humos de soldadura”, cuya inhalación continua (exposición vía pulmonar) puede conducir a trastornos de la salud, como intoxicaciones agudas y enfermedades profesionales, de muy diversa naturaleza dependiendo de las condiciones de cada trabajo, tipo de soldadura, materiales soldados, continuidad de la exposición, calidad de la ventilación del recinto del trabajo, y otras condiciones particulares.

El plomo es uno de los metales contaminantes de nuestro ambiente, causante de una variedad de efectos tóxicos en el organismo, correlacionables según los niveles de plomo sanguíneos.

(Rodríguez & Espinal, 2008) pág. 596, señalan que a: etapas tempranas de la vida existe una mayor capacidad de absorción de plomo y más susceptibilidad a sus efectos tóxicos debido a la densidad de las conexiones sinápticas cerebrales que se estarían llevando a cabo.

Se ha demostrado que los niveles séricos entre 5 y 9 $\mu\text{g}/\text{dL}$ dan como resultado una reducción del coeficiente intelectual disminución de la agudeza auditiva, retraso del

desarrollo sicomotor y disminución del crecimiento, valores entre 10 $\mu\text{g}/\text{dL}$ hasta 70 $\mu\text{g}/\text{dL}$ producen anemia, disminución del metabolismo de la vitamina D y disminución de la velocidad de conducción nerviosa periférica y niveles superiores a 70 $\mu\text{g}/\text{dL}$ producen nefropatía, encefalopatía, coma y la muerte.

En el distrito de Barranca, se viene produciendo cotidianamente intoxicación por plomo en trabajadores ocupacionales de talleres de soldadura, estos hechos ocurren principalmente por falta de información técnica y este proceso de intoxicación laboral continuará mientras no se determine mediante una investigación lo que está ocurriendo y se haga llegar la debida información y orientación a los trabajadores de este rubro y también a los propietarios del taller para que puedan tomar las medidas correctivas y protectoras para los trabajadores. Como son extractores de aire, máscaras antigás con cartuchos de filtro químico, etc.

Porque solo de este modo se puede proyectar a futuro una drástica reducción o eliminación de los riesgos de intoxicación ocupacionales por plomo en los trabajadores ocupacionales de los talleres de soldadura. Y crear ambientes laborales con mayores márgenes de seguridad.

El presente estudio espera demostrar que existe contaminación donde aparentemente no lo hay, o es despreciable, a su vez esta información técnica importante permitirá demostrar la urgencia del uso de equipamiento de protección personal y de este modo una vez difundido permitirá contribuir a minimizar la intoxicación laboral. Así también servirá como instrumento de referencia obligatoria para que las empresas se tomen en serio la implementación de normas de seguridad, para sus trabajadores.

El presente estudio mediante una monitorización técnica permitirá demostrar la realidad del nivel de intoxicación de los trabajadores que conforman la población de muestreo. Y con una base sólida de los resultados obtenidos se podrá informar e instruir al personal afectado y no afectado o potenciales a tomar sus trabajos ocupacionales con la seguridad y protección necesarios, utilizando debidamente sus equipos de seguridad; o implementándolo, estas acciones permitirán eliminar o reducir la posibilidad que alcancen los niveles crónicos de intoxicación. Sin duda pues, se trata de consecuencias de la contaminación ambiental y sus efectos nocivos en la salud de los trabajadores

ocupacionales. Es vital e importantísimo difundir las consecuencias de omitir el uso de los medios o equipos de protección personal.

Con los resultados hallados se puede promover la acción de los servicios de salud pública del MINSA que cuentan con programas para identificar áreas en que la población tiene un riesgo mayor de intoxicación con plomo y establecer condiciones para el despistaje, identificación temprana y tratamiento de las personas afectadas.

Con éste marco de descripción de la realidad problemática, este estudio determinará los niveles de intoxicación por plomo en diversos grupos de trabajadores ocupacionales de talleres de soldadura expuestos al plomo en el distrito de Barranca.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Cuáles son los niveles de intoxicación por plomo y sus efectos en la salud de trabajadores ocupacionales de talleres de soldadura del distrito de Barranca?

1.2.2 Problemas específicos

¿Cuál es el principal factor que condiciona la intoxicación por plomo en trabajadores ocupacionales de taller de soldadura, en el distrito de Barranca?

1.3 Objetivos de la investigación

Los objetivos de la investigación están conformados por dos propósitos, el objetivo general y el objetivo específico.

1.3.1 Objetivo general

Tomar Las muestras de sangre a los trabajadores soldadores ocupacionales para los análisis de sangre respectivos y determinar los niveles de intoxicación por plomo en trabajadores soldadores que laboran ocupacionalmente en talleres de soldadura y que debido su naturaleza técnica y al material que utilizan están expuestos a intoxicación con este metal, en el distrito de Barranca.

1.3.2 Objetivos específicos

Comparar los resultados obtenidos de los análisis de sangre tomados a los trabajadores soldadores ocupacionales los niveles de $\mu\text{g/dL}$ de plomo en sangre con las normas nacionales e internacionales, para establecer los niveles de contaminación por este metal..

1.4 Justificación de la investigación

La intoxicación por plomo es una de las enfermedades profesionales más difundida identificada y conocida más antigua. Existen trabajos de investigación previos desarrollados en el exterior e incluso promovidos por el estado peruano (MINSA). Ya estos investigadores han abordado este tema debido a su importancia mundial; esa misma importancia justifica cualquier investigación nueva de intoxicación por metales pesados y otras sustancias tóxicas en el ser humano; por lo expuesto también es necesario hacer una investigación de intoxicación por plomo en nuestro Medio, para que pueda servir como referencia y guía de la realidad laboral existente en nuestro entorno.

De todas las actividades laborales del sector metal mecánico, los que presentan un mayor riesgo de exposición a intoxicación por metales pesados son los soldadores, esta importante actividad se utiliza prácticamente en toda industria y en general. Estos trabajadores durante su jornada laboral están expuestos a los humos que desprende la fusión de los metales, el contacto con las chispas y partículas que se desprenden.

Por estas causas, además que desconocen generalmente las consecuencias de su exposición, y falta de prevención, en ellos se prioriza el control del riesgo para evitar las consecuencias dañinas de la exposición, es decir para prevenir la aparición de intoxicaciones crónicas. La soldadura es una importante actividad laboral, a pesar que se están creando más aplicaciones automáticas de soldadura, el uso del arco manual sigue siendo el principal método utilizado en las industrias.

La exposición al plomo en el trabajo en muchos países en desarrollo es totalmente irregular, a menudo sin vigilancia de la exposición. En estos países existen numerosas industrias pequeñas y grandes que utilizan materias primas a base de plomo que pueden presentar riesgos para la salud de los trabajadores, además de no existir una normativa en

el lugar de trabajo para la exposición o datos estadísticos en relación con la intoxicación con plomo, y es que en realidad hay desinformación.

Esta condición aflige principalmente trabajadores manuales que debido a la falta de información oportuna, ellos se exponen inadvertidamente, llegando a intoxicarse a niveles crónicos incluso y sufriendo las consecuencias en su salud posteriormente. Desde este punto de vista se estaría justificando el presente trabajo por su propia naturaleza.

Los resultados obtenidos en este proyecto de investigación servirán también para prevenir las consecuencias negativas según las estimaciones de riesgo que se determinen.

La prevención de la toxicidad crónica por el plomo mediante programas de vigilancia médica y biológica en lugares de trabajo expuesta al plomo promueve una exposición segura y una mejor salud laboral integral, concepto de máxima relevancia en el ámbito preventivo de la salud laboral.

Este estudio promoverá hacer comprender a los trabajadores expuestos que es importante y justificado que se sometan a las evaluaciones periódicas de las concentraciones de plomo sanguíneo. Esta información permitirá identificar áreas en que la población tiene un riesgo mayor de intoxicación con plomo y establecer condiciones para la identificación temprana y tratamiento de las personas afectadas.

1.5 Delimitaciones del estudio

El desarrollo del presente estudio se ha concebido, para el cercado del distrito de Barranca, Provincia y Departamento de Lima.

La investigación fue realizada en la zona geográfica seleccionada por las facilidades de su ejecución, y por la concentración de los objetivos del propósito de nuestra investigación, es decir los talleres de soldadura.

Los trabajos de investigación propiamente dichos se realizaron en el periodo de junio a setiembre del 2016, en la zona que comprende el área del cercado, específicamente en los talleres de soldadura formalmente constituidos, en esta zona se han encontrado 15 talleres de soldadura; el estudio comprendió a todas las personas que habitualmente residen en el taller es decir a los trabajadores ocupacionales de soldadura y a los

oficinistas. En todos ellos se va a determinar los niveles de intoxicación por plomo; la intoxicación crónica conocida como saturnismo, se ha caracterizado por aparecer en medios laborales.

1.6 Viabilidad del estudio

. El Proyecto de investigación reúne todas las características y condiciones técnicas y operativas que aseguran el cumplimiento de sus metas y objetivos. Los Sub proyectos y sus componentes que lo conforman están enmarcados dentro del contexto de un enfoque integrado, que trata de consolidar un proceso ya iniciado con su Primera Etapa, recoge las experiencias de técnicos y profesionales que trabajan en su ejecución este apoyo es porque las muestras de sangre se procesan en el hospital Guillermo Almenara, la colaboración de los trabajadores de los talleres de soldadura ; convirtiéndose así también los resultados la priorización los objetivos de los referidos trabajadores que son también objetivos de esta investigación y están al alcance de ser logrados, por la facilidades con se cuenta para la ejecución de esta investigación.

El presente proyecto de investigación, se desarrollará en el ámbito urbano que ofrece fácil acceso a las diferentes zonas de muestreo y seguimiento debido a que se encuentra en la zona urbana del distrito de Barranca y los trabajadores que van a participar tienen especial interés en conocer los resultados.

Estas condiciones previas facilitan y aseguran el cumplimiento de la meta y objetivos. Los sub objetivos y sus componentes que conforman este proyecto en el contexto de un enfoque de investigación experimental-explorativo integrado. Con los resultados obtenidos y las comparaciones con los referenciales nos permitirán llegar a claras conclusiones, finalmente alcanzar una culminación exitosa de este estudio de investigación.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

Los antecedentes de la investigación se componen de dos ítems, el primero las investigaciones internacionales y el segundo las investigaciones nacionales.

2.1.1 Investigaciones internacionales

(Marquez Estevez, (2012) Realizó la investigación: Biomonitorización de Cadmio, Cromo, Manganeso, Níquel y plomo en muestras de sangre total, orina, vello axilar y saliva en una población laboral expuesta a metales pesados. En la Universidad de Granada, la investigación llegó a las siguientes principales conclusiones:

1. Objetivo general: Comprobar la validez de la determinación de Cd, Mn, Ni y Pb en muestra de saliva y vello axilar respecto de otros Fluidos clásicos (sangre y orina). Muestras: Sangre, orina, saliva y vello axilar.

La Espectrofotometría de absorción atómica con llama aire-acetileno, la cual es altamente sensible es bien conocida para la realización de análisis de metales, principalmente en fluidos biológicos humanos.

2. Conclusiones: mostró niveles medios de Cd, Mn, Ni y Pb en saliva de 0.14, 3.11, 6.94, 7.79 y 3.03 $\mu\text{g/L}$. mientras en vello axilar fueron 0.07, 3.43, 2.35, 3.29 y 24.33 $\mu\text{g/g}$ para Cd, Mn, Ni y Pb respectivamente

(Poma, (2008). *Intoxicación por plomo en humanos*. Realizó la investigación en la UNMSM. Facultad de Medicina, la investigación llegó a las siguientes principales conclusiones:

1. Finalidad del estudio: establecer condiciones para el despistaje, identificación temprana y tratamiento de las personas afectadas.
2. Conclusiones: en los últimos 20 años, en los EE UU, la proporción de niños con niveles de plomo en sangre de ≥ 10 $\mu\text{g/dL}$. ha bajado más de 80%, después de la eliminación del plomo de la gasolina, de la soldadura de plomo en latas que contienen alimentos y en las pinturas y otros productos de consumo. Ahora, son raras las muertes o los casos de niños con síntomas debidos a la intoxicación con plomo. La dedicación de todos los sectores involucrados en la eliminación de este problema ha dado resultados.

(Sánchez Molina, (1986), realizaron la siguiente investigación: *Niveles de plomo sanguíneo en poblaciones expuestas de costa rica* demostró que el grupo de más alta contaminación fue el de la fábrica de baterías, con un promedio (x) de 66,0 $\mu\text{g/dL}$. En el Laboratorio de Nefrología. Hospital san juan de Dios San José, Costa Rica, la investigación llegó a las siguientes principales conclusiones:

1. La finalidad del estudio: dar a conocer los niveles sanguíneos de plomo (PbS) en poblaciones no expuestas a contaminación laboral; estimar la variación por sexo y comparar estos resultados con los determinados en poblaciones expuestas a diferentes ambientes laborales, como son los trabajadores de fábricas de baterías, de resinas de joyería, mecánicos, empalmadores, pintores y linotipistas.
2. Conclusiones: los promedios de los cuatro grupos restantes difieren significativamente del grupo control ($P < 0.001$)

(John J. , Valbuena P., Martha Duarte A., & Clara Marci, (2001). Realizaron la siguiente investigación: *Evaluación de plomo en sangre de trabajadores de industrias de baterías*, en el Instituto de Seguros Sociales, División de Salud Ocupacional, Bogotá, Instituto Nacional de Salud y al Departamento de Química de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. La investigación llegó a las siguientes conclusiones:

1. Finalidad del estudio: contribuir con el establecimiento de los valores base de plomo en la población colombiana no expuesta.
2. Conclusiones: demostró que alrededor de un 31 % de los trabajadores de estas industrias se encuentran en nivel de exposición peligrosa y de intoxicación.

(Yáñez , Carlos; Di Bernardo, María Luisa; García , María Y.; Ríos , Nurby; Rincon, Jacinto; Rodríguez, Noris; Guerrero, Leyda, (2008) Valoración de parámetros hematológicos y bioquímicos como marcadores biológicos de exposición ocupacional al plomo en Mérida, Venezuela, realizado en la Universidad de Los Andes-Mérida-Venezuela, la investigación llegó a las siguientes conclusiones:

1. Finalidad del estudio: evaluar algunas alteraciones hematológicas y bioquímicas.
2. Conclusiones: demostró diferencias estadísticas ($p > 0,05$) entre ambos grupos

(Blanco Hernández , Alonso Gutierrez, & y otros, (1998). Realizaron la siguiente investigación: *Estudio de los niveles de plomo, cadmio, Zinc y arsénico en aguas de la provincia de Salamanca*. Realizado en la provincia de Salamanca. Llegando a las siguientes conclusiones:

1. Finalidad: dar a conocer el grado de contaminación por plomo, cadmio, zinc y arsénico de las aguas de la provincia de Salamanca y su relación con la zona de procedencia de las muestras y el punto de recogida de las mismas.
2. Conclusiones: Las de la Provincia de Salamanca presentan de forma natural altos contenidos de cadmio y plomo, probablemente debido a las características geológicas del terreno.

2.1.2 Investigaciones nacionales

(Ing. Juan Narciso Chávez, Dra. Carmen Gastañaga Ruiz, Dra. Rocío Espinoza Lain Dr. Carlos Sánchez Zavaleta, Biol. Shirley Moscoso Reátegui, Químico José Luis Quequejana Condori, and Dr. Mauricio Hernández Ávila., (2000), Consultor AID/EHP Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA). (2000). Realizaron la siguiente investigación:

Estudio para determinar las fuentes de exposición a plomo en la provincia constitucional del Callao, Perú. <http://bvssper.paho.org/bvstox/e/fulltext/callao/callao.pdf>, llegando a las siguientes conclusiones:

1. Finalidad del estudio: La finalidad de este importante estudio, fue determinar las fuentes de contaminación por plomo en la Prov. del Callao que afectan la población estudiantil que viven cerca de los depósitos de minerales en el puerto del callao. Contrastando mediciones más bajas en otras zonas alejadas de estos puntos de acopio de estos minerales.

2. Conclusiones: De los resultados analizados se puede confirmar que los depósitos de minerales son la principal fuente de exposición a plomo para los habitantes de la zona donde se ubican éstos. Y que los polvillos que se desprenden viajan en el aire grandes distancias.

(Loyola & Soncco, 2007), realizaron la siguiente investigación: *Beneficios económicos de la reducción de plomo en la sangre de Población infantil: “El caso de Puerto Nuevo, Callao”* realizado por Consorcio de Investigación Económica y Social–CIES-UNALM Universidad Nacional Agraria la Molina Dpto. de Economía y Planificación, llegando a las siguientes conclusiones:

1. Finalidad del estudio: El objetivo Final de esta investigación es estimar los beneficios económicos de reducir la Contaminación del plomo en sangre en la población infantil menor a 6 años, en un área altamente expuesta a este contaminante en el Callao.
2. Conclusión: Los resultados de la investigación podrían ser un insumo para fines de diseño de política ambiental, donde la actividad minera es el componente más dinámico de la economía, y donde la actividad minera presenta hasta hoy, niveles significativos de pasivos ambientales, muchos de los cuales están relacionados a contaminación por plomo.

(Paucar Villa, (2015), (agosto de 2015) realizó la siguiente investigación: en la Facultad de Ingeniería-Maestría en Gestión y Auditorías Ambientales. Esta investigación fue recuperada de la dirección electrónica de <https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2783/MASGAA.pdf?sequence>, y llegó a las siguientes conclusiones:

1. Finalidad del Estudio: Describir los niveles de plomo sanguíneo de 91 personas que pertenecen a población económicamente activa procedentes de tres zonas de Lima metropolitana: Puente Piedra, Chorrillos y San Isidro.
2. Conclusiones: Se demuestra la alta prevalencia del plomo en las personas, que a pesar de tener niveles relativamente aceptables de acuerdo a los parámetros de límites biológicos, estos niveles de plomo pueden producir efectos nocivos en la salud de las personas, por lo que debemos seguir fomentando investigaciones sobre la presencia de este metal en ciudades y/o localidades donde viven poblaciones expuestas, sobre todo niños que vienen a ser más sensibles y vulnerables y de esta manera crear conciencia en

la colectividad, entidades públicas y privadas, empresarios, autoridades para abordar un problema que está asociado con la salud pública y que hoy en día falta ser abordada como una política de salud.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 El plomo

El Plomo fue conocido desde la antigüedad, los antiguos trabajadores lo llamaban SATURNO. Hipócrates lo describió en el año 370 A.C., también describió la intoxicación en trabajadores de las minas de plomo, los cuales sufrían el cólico saturnino.

2.2.2 Propiedades fisicoquímicas del plomo y usos industriales

Elemento químico, Pb, número atómico 82 y peso atómico 207.19. El plomo es un metal pesado (densidad relativa, o gravedad específica, de 11.4 a 16°C (61°F)), de color azulado, que se empaña para adquirir un color gris mate. Es flexible, inelástico, se funde con facilidad, se funde a 327.4°C (621.3°F) y hierve a 1725°C (3164°F). Las valencias químicas normales son 2 y 4. Es relativamente resistente al ataque de los ácidos sulfúrico y clorhídrico. Pero se disuelve con lentitud en ácido nítrico. El plomo es anfótero, ya que forma sales de plomo de los ácidos, así como sales metálicas del ácido plúmbico. El plomo forma muchas sales, óxidos y compuestos organometálicos.

Industrialmente, sus compuestos más importantes son los óxidos de plomo y el tetraetilo de plomo. El plomo forma aleaciones con muchos metales, todas las aleaciones formadas con estaño, cobre, arsénico, antimonio, bismuto, cadmio y sodio tienen importancia industrial, en general, se emplea en esta forma en la mayor parte de sus aplicaciones.

Los compuestos del plomo son tóxicos y han producido envenenamiento de trabajadores por su uso inadecuado y por una exposición excesiva a los mismos. Sin embargo, en la actualidad el envenenamiento por plomo es raro en virtud de la aplicación industrial de controles modernos, tanto de higiene como relacionados con la ingeniería. El mayor peligro proviene de la inhalación de vapor o de polvo. En el caso de los compuestos organoplúmbicos, la absorción a través de la piel puede llegar a ser significativa. Algunos de los síntomas de envenenamiento por plomo son dolores de

cabeza, vértigo e insomnio. En los casos agudos, por lo común se presenta estupor, el cual progresa hasta el coma y termina en la muerte. El control médico de los empleados que se encuentren relacionados con el uso de plomo comprende pruebas clínicas de los niveles de plomo en la sangre y en la orina. Con un control de este tipo y la aplicación apropiada de control de ingeniería, la intoxicación se evitaría completamente.

2.2.3 Fuentes de intoxicación

Son muy diversas las fuentes de exposición a este metal, como lo habíamos resaltado en líneas anteriores citarlas uno por uno sería demasiado extenso, por ello se ha recurrido a un artículo resumido y publicado en la revista Seguridad Minera N° 40 (Chavez revilla, Jorge luis, 1998), Centro de Salud Ocupacional.

En esta revista especializada, se ha compilado todo un resumen de varios investigadores y revistas especializadas, que describen las fuentes de intoxicación por plomo para el hombre, estas son muy diversas conforme se había señalado anteriormente, pero es importante identificarlas para su conocimiento.

El plomo se encuentra en forma natural en la corteza terrestre de un modo relativamente abundante. Fue uno de los primeros metales extraídos por el hombre, a partir de la galena (Plomo S), la cerusita (Plomo CO₃) y la anglesita (Plomo SO₄).

Se obtiene de dos fuentes principales: una fuente primaria mediante la fundición del metal y una secundaria como consecuencia del reciclaje de baterías y chatarra. El 14% de este metal, se produce en América Latina; siendo los más importantes en este rubro, Perú y México. El plomo inorgánico, es utilizado en muchos tipos de industrias y actividades, siendo constitutivo de muchos productos; mientras que el plomo orgánico se utiliza como antidetonante en la gasolina: Tetra etilo de plomo. Son muchos los efectos del plomo en la salud; pero en esta primera parte nos vamos a ocupar de las fuentes más importantes:

I.- Exposición al plomo: Fuentes exógenas

Son todas aquellas fuentes externas, que van a ingresar a nuestro organismo por alguna vía (respiratoria y/o digestiva) y dependiendo de los niveles alcanzados en sangre, tendrán un efecto negativo a nivel de órganos y tejidos. Entre estas fuentes podemos mencionar a:

– **Minería:** según el informe del (CEPIS) y la Organización Panamericana de la Salud (OPS, 1999), del año 1999, se sabe que la producción de plomo a nivel fundición emite al aire un promedio de 1,700 a 31,200 toneladas por año. Sin embargo, las fuentes móviles contribuyen con unas 248,030 toneladas por año.

– **Gasolina** (parque automotor): se sabe que la gasolina con plomo en los EE.UU. ha lanzado más de 30 millones de toneladas de plomo al aire. Sabemos que el 75% de la población en América Latina es urbana, por tanto, es una condición especial para que las partículas de plomo liberadas al aire puedan afectar a la población de zonas urbanas. Por tanto vivir cerca de una avenida, es un factor asociado al incremento del nivel sanguíneo de plomo en niños, que puede alcanzar hasta los 5µg/dL.

En el XXVII Congreso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, desarrollado en Brasil por la (Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental) se presentó el trabajo: «Diagnóstico de las Emisiones del Parque Automotor del Área Metropolitana de Lima y Callao», en el cual se menciona el deterioro de la calidad del aire, y según mediciones de la Dirección General de Salud Ambiental, las concentraciones de monóxido de carbono, óxido de nitrógeno, dióxido de azufre y material particulado, exceden los valores guía recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

En el parque automotor de Lima-Callao, los taxis y moto-taxis contribuyen con casi el 70% de monóxido de carbono y aproximadamente 50% de plomo y compuestos orgánicos volátiles.

Hasta el año 1999, muchos países en América Latina usaban gasolina sin plomo; en ese momento Brasil había llegado al 100%, mientras que el Perú solamente había alcanzado un 0.2% de gasolina sin plomo. Sin embargo, debemos saber que existe el D.S. 019-98-MTC, referido al retiro del Tetraetilo de plomo de la gasolina, que entró en vigencia el 1 de enero del 2005, por medio del cual se espera conseguir el beneficio de éste para toda la población.

– **Pintura con plomo:** Es la principal fuente de intoxicación infantil, ya que en la medida que la pintura se deteriora y cae al piso, el polvo de las casas se contamina; y el niño se intoxica cuando se lleva las manos a la boca. también llegan a ingerir pedazos de pintura, los lápices, crayolas, plastilinas y juguetes –que muchas veces

son importados, contienen metales pesados (entre ellos: plomo), y cuando el niño chupa e incluso mastica estos productos, puede incrementar los niveles de plomo en sangre de hasta 3 µg/dL.

Antes de 1955 (en EE.UU.) la pintura blanca para casas tenía 50% de plomo y 50% de aceite de linaza. Posteriormente se ha ido reduciendo la concentración de éste en la pintura hasta alcanzar el objetivo de 1% de concentración. En el Perú no existen normas que exijan a los fabricantes, indicar clara y precisamente en los envases de los productos como pinturas, barnices, pigmentos, entre otros; la presencia y cantidad de plomo en los mismos.

- **Baterías:** la industria más contaminante asociada a la producción secundaria de plomo, es el Reciclaje de Baterías. Se ha comprobado que en varios distritos de Lima, existe personas que se dedican a este negocio y que realizan su actividad sin ningún Equipo de Protección Personal (EPP); y que obviamente, los sitúa en una condición especial de tener niveles elevados de plomo en sangre.
- **Soldadura:** el humo metálico de la soldadura contiene plomo, además de otros metales. Esta actividad es una de las más importantes fuentes de exposición y contaminación, sobretodo en personas que no utilizan en forma adecuada su Equipo de Protección Respiratoria.
- **Cerámica vidriada:** muchos alfareros de países como Perú y México, utilizan plomo para darle resistencia térmica al barro, al cual se le denomina «barro vidriado». Se ha reportado que los niveles de plomo en sangre aumentan al ingerir alimentos preparados en recipientes de este tipo. En niños este aumento puede ser de hasta 10 µg/dL.
- **Otras fuentes de plomo:** hay otras fuentes menores no frecuentes.

II.- Exposición al plomo: Fuentes endógenas

Una vez que el plomo ingresa al organismo, éste se distribuye por diversos órganos y se deposita en ellos por periodos variados de tiempo. El hueso es uno de los tejidos donde se va a depositar este metal y allí puede permanecer por muchos años; de donde posteriormente va a salir a la sangre bajo determinadas circunstancias, situaciones y/o condiciones de salud. Esta fuente es la que conocemos como fuente endógena o interna.

El consumo de plomo por la industria ha ido en aumento a través de los años, y los consumidores también se han incrementado. Por ello, en muchas profesiones puede existir exposición al plomo, sobre todo, en las dedicadas a la producción, extracción o fabricación de productos hechos de plomo. Luego hay diferentes grupos de trabajo con riesgo de exposición a agentes de plomo, cada uno de ellos en distinto grado, según la actividad laboral que desarrollan y también si toman o no medidas de prevención. Deberían evaluarse para detectar a tiempo niveles de plomo en sangre y evitar que alcance niveles elevados.

Tabla 1: Compuestos inorgánicos más importantes del Plomo

Nombre	Formula
Arseniato de Plomo	$Pb_3(AsO_4)_2$, $PbHAsO_4$, $Pb_6OH(AsO_4)_3$
Carbonato de plomo	$PbCO_3$ *
Cromato de plomo	$PbCrO_4$
Cloruro de plomo	$PbCl$
Dióxido de plomo	PbO_2
Fosfato de plomo	$Pb_3(PO_4)_2$
Monóxido de plomo	PbO (litargirio)*
Sesquióxido de plomo	Pb_2O_3
Silicato de plomo	$PbSiO_3$
Sulfato de plomo	$PbSO_4$ *
Sulfuro de plomo	PbS
Tetraóxido de plomo	Pb_3O_4

*Compuestos inorgánicos considerados como los más tóxicos

Fuente: Ministerio de Salud/Dirección Gral. de Salud Ambiental

Tabla 2: Fuentes laborales de exposición al plomo y peligro que representa

Fuentes de exposición y utilizadores	Compuestos o forma de presentación	Formas típicas de un riesgo	Peligro relativo de fuentes
Minas de Plomo	Minerales; Galena, cerusita, anglesita.	Polvo	Ligero-moderado
Industria de la construcción (tubos y fontanería)	Aleaciones	Humos	Elevado
Fabricación de municiones (salas de tiro)	Plomo (colada)	Humos	Elevado
Fabricación de explosivos	Cromato de plomo, nitruro de Pb	Polvos	Elevado
Fabricación de acumuladores	Moldes de plomo Óxidos de plomo(pasta)	Polvos	Elevado
Producción de pinturas, pigmentos, barnices y metales	Cerusa, sulfato, cromato, oxiclورو, antimoniatos, óxidos	polvos	Elevado
Estabilizantes y aceleradores para la industria plástica	Diversas sales, naftalenato, ditiocarbonato.	Soluciones Polvos	Elevado
Soldadura	Pb y aleaciones	Humo. polvos	Elevado
Barrera anti-ruido, anti-vibratoria y anti vibraciones	Pb metálico		Nulo
Fabricación de insecticidas	Arseniato de plomo	Polvo- solución	Elevado
Fabricación de cables y trefilados	Pb y aleaciones	polvos	Elevado
Lubricantes	Sales orgánicas, naftalenato, oleato	Polvos, soluciones	Moderado
Protección de estructuras, revestimiento: tanques, puentes, tubo de conducción	Pb y aleaciones	polvos	Elevado
Fabricación de Pb orgánico (gasolina)	Pb Tetraetilo y metilo	Vapores líquidos	Elevado
Tratamientos térmicos en baños de plomo (patenting)	Plomo metálico en fase líquida	Humos	Elevado
Metalurgia del plomo Fundición y refinado	Plomo líquido (minerales o recuperación, reciclaje)	Vapores, polvos	Elevado

Fuente: www.Oslan.net (Instituto Vasco de salud y seguridad laborales)

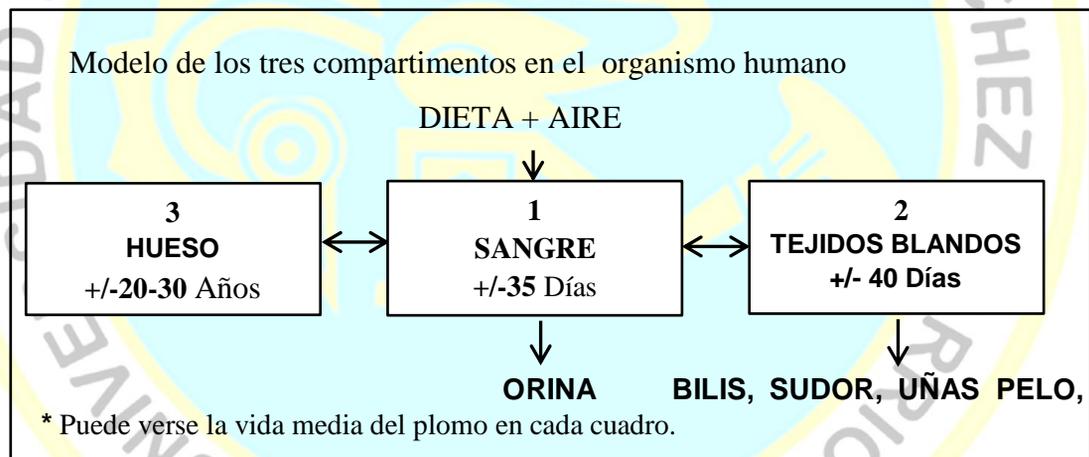
2.2.4 Toxicocinética

Absorción, Circulación, distribución y almacenamiento.

El organismo absorbe el plomo inorgánico por las vías respiratoria y gastrointestinal. El plomo orgánico también se absorbe por piel. La vía más importante desde el punto de vista ocupacional es la respiratoria, especialmente para los trabajadores ocupacionales de soldadura..

Una vez que el plomo pasa a sangre se establece un intercambio dinámico entre los diferentes tejidos a los que el plomo se dirige. Estudios científicos realizados sugieren que un modelo de tres compartimentos permite explicar la distribución del plomo en el organismo humano. Tras la inhalación o ingestión el plomo absorbido pasa al torrente sanguíneo, desde donde se distribuye a los diferentes compartimentos.

Figura 1: Distribución del plomo en el cuerpo.



-Fuente: Tomado de Ellenhorn, 1998. Ellenhorn MJ, Barceloux DG, Medical Toxicology. Diagnosis and Treatment of human poisoning. Elsevier Science Publishing Company. New York; 1988

El plomo tiene gran afinidad por los eritrocitos: el 95% de la fracción circulante de plomo se une a ellos. El mecanismo por el cual el plomo se liga al hematíe, cómo se libera y cómo se transfiere a los tejidos no está bien dilucidado. Al parecer, el primer lugar de fijación es la membrana celular. No se conoce a qué está unida la pequeña fracción de plomo que permanece en el plasma, aunque es posible que tenga mayor

importancia toxicológica que la parte que ingresa a la célula, debido a que el plomo dentro del hematíe tiene menor poder de difusión y por tanto de causar daño.

La vida media del plomo en el compartimento sanguíneo es de 35 días, pero pueden existir grandes variaciones individuales.

Usualmente encontramos que los niveles de plomo plasmático son moderados, quizá por lo difícil que es analizarlos, lo que torna incierto relacionarlos con las manifestaciones tóxicas. La sangre transporta el plomo hacia todo el cuerpo y lo deposita en los tejidos de acuerdo a una gradiente de concentración y a la afinidad específica de cada órgano. La cantidad total de plomo presente en el organismo en un determinado momento se llama “carga corporal de plomo” (CCP).

El segundo compartimento lo constituyen los tejidos blandos (tejido nervioso, riñón, hígado, etc.). La vida media del plomo en este caso es de 40 días.

Es destacable la afinidad del plomo por el tejido óseo. Se calcula que aproximadamente el 90% de la CCP se une firmemente a este tejido. Los huesos largos, en sus epífisis, contienen mayor cantidad que los planos, más el tejido dental es el que contiene más plomo. La concentración máxima de plomo en huesos se alcanza hacia la quinta o sexta década, para luego disminuir. En el organismo, al plomo se le encuentra en equilibrio dinámico con una cinética compleja. La concentración de plomo en sangre o tejidos en un momento dado resulta de una función multivariable determinada por su absorción, excreción y otros parámetros fisiológicos, como su traslado dinámico de y hacia los tejidos.

De entre todos los compartimentos el esqueleto es quien contiene la gran mayoría (80% - 90%) del plomo almacenado en el organismo. La vida media del plomo en el hueso es de 20 a 30 años.

Una parte del plomo depositado a nivel óseo (tejido óseo trabecular) se encuentra en forma inestable, y por tanto fácilmente movilizable en determinadas condiciones (acidosis, descalcificación) y en equilibrio con la sangre. El resto queda almacenado (tejido óseo compacto) y va aumentando progresivamente a medida que continúa la exposición.

El almacenamiento óseo es toxicológicamente importante porque en situaciones patológicas de acidosis, descalcificación, dieta, etc.; se produce una demanda de Calcio, el cual se movilizará a partir de los huesos movilizándose el plomo también, por tener un comportamiento similar al del calcio, produciéndose cuadros agudos de intoxicación; el plomo tiene una vida media de 60 a 70 años.

El plomo presente en el organismo puede dividirse en dos tipos: fracción intercambiable y fracción estable. La primera fracción está dada por el plomo que se encuentra en sangre y tejidos blandos; y la segunda fracción se encuentra en huesos y dientes como resultado de una intoxicación crónica. (Ramirez V., 2005, pág. 59) Anales de la Facultad de Medicina UNMSM Lima.

2.2.5 Mecanismos de Acción del Plomo

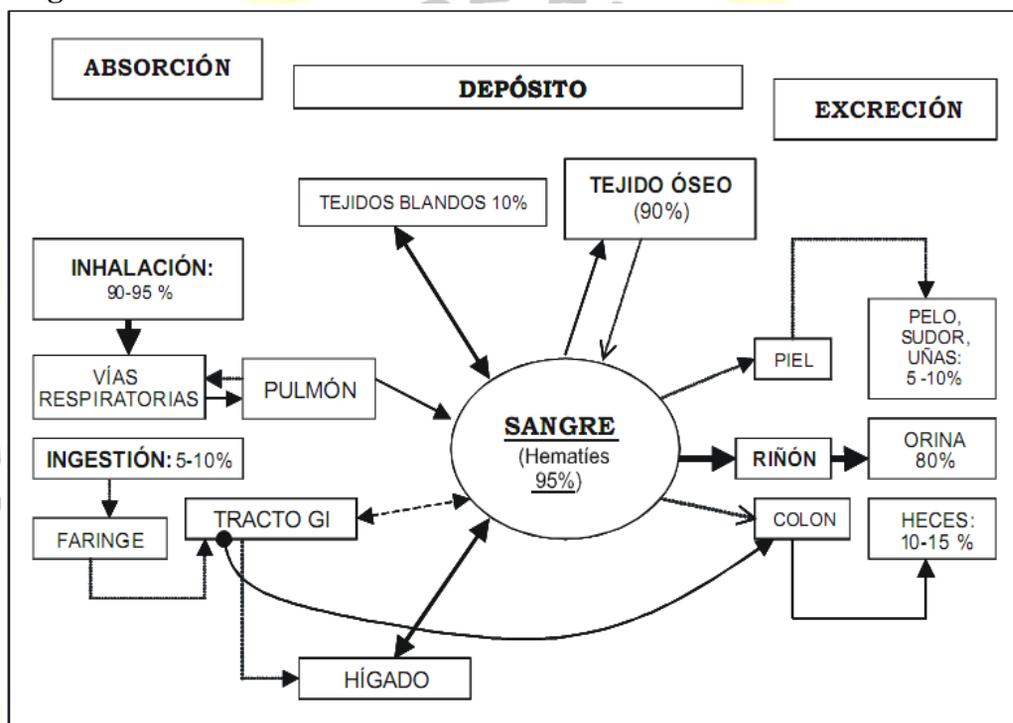
Interferencia del plomo con el calcio

El plomo tiene gran afinidad por los grupos sulfhídrico, en especial por las enzimas dependientes de zinc. El mecanismo de acción es complejo; en primer lugar el plomo interfiere con el metabolismo del calcio, sobre todo cuando el metal está en concentraciones bajas, el plomo altera el calcio de las siguientes formas:

1. Reemplaza al calcio y se comporta como un segundo mensajero intracelular, alterando la distribución del calcio en los compartimentos dentro de la célula.
2. Activa la proteinquinasa C, una enzima que depende del calcio y que interviene en múltiples procesos intracelulares.
3. Se une a la calmodulina más ávidamente que el calcio, ésta es una proteína reguladora importante.
4. Inhibe la bomba de Na-K-ATPasa, lo que aumenta el calcio intracelular. Finalmente esta alteración a nivel del calcio traería consecuencias en la neurotransmisión y en el tono vascular lo que explicaría en parte la hipertensión y la neurotoxicidad.
5. A nivel renal interfiere con la conversión de la vitamina D a su forma activa, hay inclusiones intranucleares en los túbulos renales, produce una tubulopatía, que en estadios más avanzados llega a atrofia tubular y fibrosis sin compromiso glomerular, caracterizándose por una proteinuria selectiva. En niños se puede ver un síndrome semejante al de Fanconi, con aminoaciduria, glucosuria e hipofosfatemia, sobre todo en

aquellos con plumbemias altas. Varias funciones del sistema nervioso central están comprometidas, principalmente porque el plomo altera en muchos pasos el metabolismo y función del calcio como explicamos previamente. El plomo se acumula en el espacio endoneural de los nervios periféricos causando edema, aumento de la presión en dicho espacio y finalmente daño axonal. (Valdivia Infantas, 2005, pág. 24) de la Revista Sociedad Peruana de Medicina. Interna.

Figura 2: Modelo metabólico del Plomo en el ser Humano



Fuente: Tomado de Anales de la Facultad de Medicina (Intoxicación ocupacional por plomo ISSN 1025-5583, Págs. 57-70) Universidad Nacional (Valdivia Infantas, 2005, pág. 27) Mayor de San Marcos.

2.2.6 Importancia del plomo depositado en los huesos.

La revista Sociedad Medicina Interna (Valdivia Infantas, 2005, pág. 24)Per. Destaca que el Plomo depositado en el hueso es importante por tres razones:

1. En el hueso se realiza la medición más significativa de exposición acumulada al plomo. Actualmente en EEUU y México se usa los rayos X fluorescentes que permiten la medición de plomo en el hueso (tibia), como un indicador de exposición y acumulación, en muchos casos ayuda más que una plumbemia y/o una ZPP, la

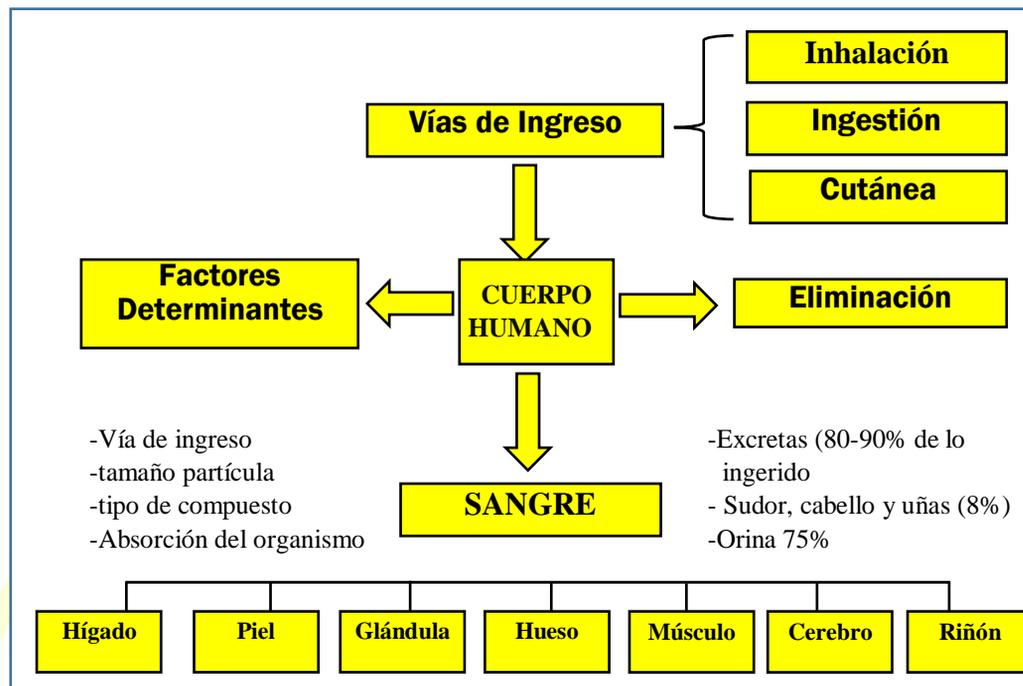
- 3) En exposición paterna, hipospermia e incremento de abortos en su pareja.
- 4) Atravesar la barrera hematoencefálica.
- 5) Experimentalmente producir cáncer en animales (categoría A3ACGIH). Estudios epidemiológicos en humanos han encontrado aumento significativo de varios tipos de cáncer (estómago, pulmón y vejiga), pero aún no hay nada definitivo respecto a eventuales acciones cancerígenas o mutagénicas del plomo en el hombre. (Levy BS, 1998)- (Friberg L, 1979).

2.2.8 Vías de eliminación del plomo absorbido.

El plomo absorbido es eliminado principalmente a través de la orina, una pequeña parte es eliminada a través de la bilis en las heces. La porción de plomo que ha sido ingerida y no absorbida es igualmente eliminada por las heces, otras vías de eliminación son la saliva, el sudor, Y la leche materna.

En el caso de baja exposición al plomo existe un equilibrio entre el aporte del tóxico y su eliminación. Pero una vez pasado un cierto nivel, la eliminación del plomo no se corresponde con el grado de la carga corporal del metal producido y acumulado y comienza el riesgo de intoxicación. El nivel referido depende no solamente del grado de exposición al plomo, sino también de la edad y de la integridad de órganos importantes para su metabolismo y eliminación, como el hígado o el riñón. El plomo se elimina a través de orina (75%), heces, bilis (16%), cabello, lágrimas, saliva y sudor (8%), así como la leche materna. (DIGESA.MINSA, 2017, pág. 2).

Figura 4: Vías de ingreso y eliminación del plomo en el organismo humano



Fuente: Ministerio de Salud/Dirección Gral. de Salud Ambiental

Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud. División de Salud y Ambiente. Organización Panamericana de la Salud. Introducción a la Toxicología Ambiental. México DF. (Albert, 2014)

2.2.9 Humos de soldadura y enfermedades profesionales

Peligros de la Soldadura para la salud

El Instituto (OSALAN. Instituto vasco de seguridad y salud laborales, 2009, pág. 19) Hace importantes aportes sobre este tema de investigación como es la intoxicación por exposición a los humos de la soldadura, siendo una institución dedicada señala importantes conclusiones:

La inhalación de los humos desprendidos por la soldadura puede perjudicar la salud. Los órganos afectados y la gravedad de las lesiones dependen de los contaminantes presentes en los humos y de la cantidad inhalada. Cada contaminante tiene asignada una concentración máxima en el aire conocida como valor límite ambiental (VLA), que si no se supera durante toda la vida laboral, con el conocimiento científico actual se puede considerar que no sufrirán problemas de salud. Si se superan los VLA, entonces aumenta la probabilidad de que se produzcan los daños sobre la salud. Para algunos contaminantes que pueden estar presentes en los humos de soldadura, tales

como metales pesados (cromo, cadmio), gases monóxido de carbono, aniones como los fluoruros, se dispone de valores límite biológicos (VLB) por lo que mediante el análisis de muestras biológicas se puede obtener información sobre la exposición que es complementaria a la obtenida en los muestreos ambientales.

En soldaduras con acero inoxidable la principal exposición es al óxido de hierro, y el depósito pulmonar de este material particulado no fibrógeno ha originado el desarrollo de neumoconiosis benigna. La exposición a vapores de manganeso y fluoruro puede ser considerable cuando se utilizan ciertas varillas de soldadura.

El acero inoxidable tiene una concentración elevada de cromo (del 18-30%. También suele haber níquel y manganeso en diferentes aleaciones de acero inoxidable. La exposición al cromo (que incluye Cr VI) níquel y manganeso pueden ser considerables, en particular con el proceso de arco metálico con gas (AMG).

La superficie del acero inoxidable refleja la radiación ultravioleta y puede formar óxidos de nitrógeno y ozono. La soldadura con hidrogeno bajo de acero inoxidable genera concentraciones altas de vapores de cloruro. La radiación y el calor originan las lesiones más comunes en los soldadores, la fotoqueratitis (chispazos de los soldadores) y las quemaduras térmicas, a menudo relacionadas con el uso inadecuado de lentes protectoras, guantes y pantallas. Las chispas o desechos que se deprenden pueden causar quemaduras o lesiones oculares.

Los recubrimientos o contaminantes pueden constituir peligros adicionales, en particular cuando no se sospecha su presencia ni se sospecha su peligro potencial. La formación de gases, vapores o humos tóxicos suele deberse al calentamiento de metal recubierto o tratado.

La exposición al ruido suele exceder 80 dB en el proceso de soldado, en particular las operaciones de cortado a acanalado; en la soldadura de plasma (donde se genera calor intenso), los valores pueden alcanzar los 120 dB. Las condiciones ambientales también influyen en la producción del ruido. Además el choque eléctrico es un peligro constante y requiere aislamiento y protección de cables y equipos. (OSALAN. Instituto vasco de seguridad y salud laborales, 2009, págs. 18-26).

Tabla 3: Variación de la cantidad de humos emitidos

Contaminantes		Factores Que Aumentan La Cantidad De Humos Emitidos
Partículas y Gases		<ul style="list-style-type: none"> -El tiempo efectivo de soldadura propiamente dicha -La cantidad de materiales de aporte consumida -La potencia calorífica aplicada: Intensidad de la corriente eléctrica, caudal de los gases de combustión, etc. -Recubrimiento de las piezas con pinturas, plásticos. etc.
Partículas (Humos visibles)		<ul style="list-style-type: none"> -El punto de fusión de los metales que intervienen: Cuanto más bajos mayor emisión.
		<p>Ejemplos de Emisión alta</p> <p>Piezas cadmiadas: Cadmio 321 °C</p> <p>Piezas emplomadas: Plomo: 327 °C</p> <p>Piezas galvanizadas: Zinc: 420 °C</p>
		<p>Ejemplos de Emisión Media</p> <p>Aceros al carbono: Manganeso: 1245 °C, Hierro: 1,535 °C</p>
		<p>Ejemplos de Emisión Baja</p> <p>Aceros inoxidables: Níquel: 1,453° C, Cromo: 1,939 °C</p>
		-El diámetro del electrodo. Mínimo, no los consumibles (TIG)
		-El revestimiento del electrodo. En orden creciente: Varilla desnuda>Ácido>Básico>Rutilo>Celulósico.
Gases (Humos no Visibles)	Gases Nitrosos	-Un soplete quemando en vacío produce más gases nitrosos porque toda la energía calorífica actúa sobre el aire, oxidando más intensamente su nitrógeno.
	Monóxido y dióxido de carbono	-En los procesos de soldadura MIG y MAG la generación de estos gases será mayor contra más alta sea la proporción de anhídrido carbónico en el gas de protección.
	Ozono	<ul style="list-style-type: none"> -Cuanto más radiación ultravioleta se produzca, mayor será la cantidad de ozono generada, por ejemplo: -En los procesos TIG, MIG y MAG se produce más ozono que cuando se utilizan electrodos revestidos. -Cuando se trabaja con piezas de aluminio se genera más ozono que cuando se trata piezas de acero al carbono.
	Fosgeno	-Aumenta cuanto mayor sea la impregnación de las piezas con disolventes clorados y la concentración de estos en el ambiente.
Otros Gases		-Cuanto mayor sea la cantidad utilizada de fluxes, fundentes, decapantes, etc. Mayor será la generación de gases irritantes.

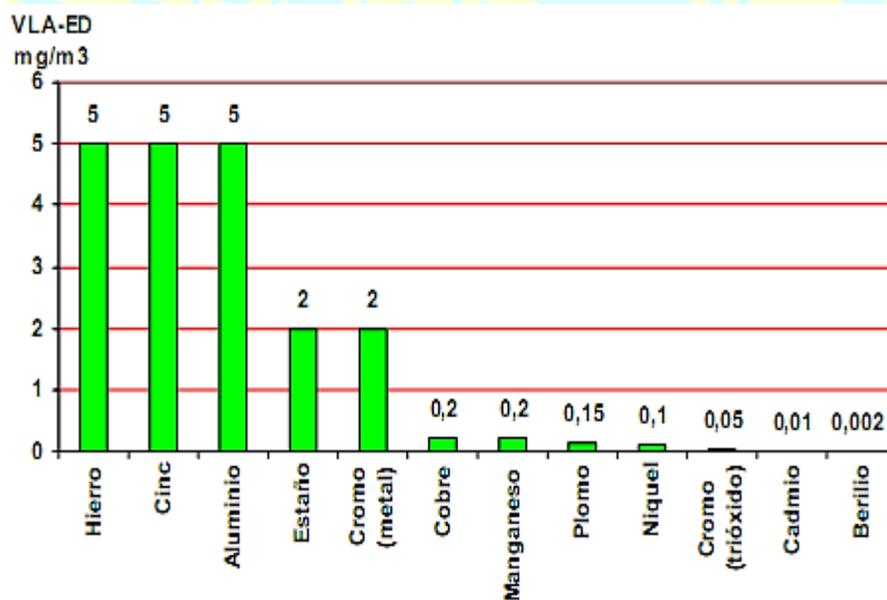
Fuente: www.Oslan net (Instituto Vasco de salud y seguridad laborales) pag. 15.

Tabla 4: Contaminantes Procedentes del Metal Base de Las Piezas

Operaciones	Metales base más frecuentes	Contaminantes característicos Óxidos de:
Soldadura, corte, vaciado, relleno, etc. Por cualquier procedimiento en el que se produzca la fusión del metal base de la pieza	Aceros al carbono	Hierro. Manganeso
	Aceros aleados	Hierro. Manganeso. Cromo. Níquel
	Acero inoxidable	Hierro. Manganeso. Cromo. Níquel
	Aluminio	Aluminio
	Bronces (Según tipos)	Cobre, estaño (Níquel, Plomo. Zinc. Berilio)
	Latón (Latones aleados)	Cobre. Zinc (Estaño. Manganeso. Plomo)
	Aleaciones Cobre-berilio	Cobre. Berilio.
	Plomo	Plomo

Fuente: www.Oslan net (Instituto Vasco de salud y seguridad laborales) pág. 9.

Figura 5: Límites de exposición profesional humos metálicos de soldadura



A mayor toxicidad del contaminante, menor valor VLA



Fuente: Oslan net (Instituto Vasco de salud y seguridad laborales, 2009) pag.20

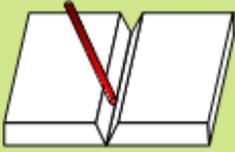
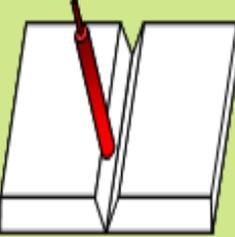
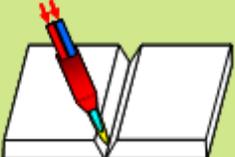
Tabla 5: Contaminantes procedentes de los recubrimientos de las piezas

Operaciones	Recubrimientos más frecuentes		Contaminantes Característicos
Soldadura y corte por cualquier procedimiento en el que se produzca la fusión del recubrimiento de la pieza	Recubrimientos metálicos	Galvanizado	Óxido de zinc Óxido de plomo
		Cromado	Óxido de cromo
		Niquelado	Óxido de níquel
		Cobreado	Óxido de cobre
		Cadmiado	Óxido de cadmio
	Recubrimientos con pinturas, barnices, resinas, plásticos, etc.	Todos	Anhídrido carbónico Monóxido de carbono, Acroleína, Mezclas complejas (*) de descomposición de Productos orgánicos
		Pinturas en general	Óxidos de los metales de sus pigmentos.
		Pinturas con minio	Óxido de plomo
		Pinturas con cromatos	Óxido de cromo, Plomo y zinc
	Impregnación de las piezas con residuos de fabricación.	Fluidos de corte Aceites Antioxidantes	Anhídrido carbónico, monóxido de carbono, acroleína, mezclas complejas de descomposición de productos orgánicos
	Disolventes clorados: Tricloro etileno Percloro etileno, etc.	Fosgeno	
Montaje y desguace de equipos con aislamiento de amianto mediante soldadura y oxicorte			Amianto

Fuente: www.Oslan net (Instituto Vasco de salud y seguridad laborales) pág. 10.

(*): Las pinturas, barnices, etc. poliuretánicos, conocidos como “de dos componentes”, pueden desprender isocianatos. Otros tipos pueden generar formaldehído.

Tabla 6: Contaminantes procedentes de los materiales de aporte

Materiales de aporte	Tipo de soldadura	Contaminantes característicos	
Materiales de aporte	Tipo de soldadura	Contaminantes característicos	
 <p>Varilla o alambre desnudo</p>	Con soplete ("Autógena", "oxigás", "oxiacetilénica").	Según los casos: Óxidos de cobre, zinc, estaño, berilio, manganeso, plomo, plata y cadmio.	
	TIG; MIG; MAG.	Óxidos de los metales del hilo o de la varilla de aporte (Normalmente los mismos que los de las piezas). Óxido de cobre cuando el hilo va recubierto de este metal.	
 <p>Electrodo revestido</p>	Soldaduras blandas (Con resina de colofonia)	Según los casos: óxidos de estaño Plata, plomo y cobre. (Folmaldehído)	
	Manual al arco Eléctrico - Tipo de revestido	Todos.	Óxidos de hierro y de manganeso
		Ácido.	Sílice amorfa.
		De rutilo.	Óxido de titanio.
		Básico.	Fluoruros.
		Celulósico.	Monóxido y Dióxido de carbono (CO y CO ₂)
		Grafito cobreado.	Óxido de cobre. Monóxido y Dióxido de carbono (CO y CO ₂)
Otros especiales.	Según los casos: óxidos de cobre zinc, plomo, níquel y cromo.		
 <p>Gas de protección</p>	MAG. En su caso: MIG; TIG; Plasma.	Cuando se aporta anhídrido carbónico: Monóxido y Dióxido de carbono (CO y CO ₂).	
 <p>Gases de combustión.</p>	Oxigás.	Óxidos nitrosos, por impurezas de nitrógeno en el oxígeno, y anhídrido carbónico (CO ₂).	
	Oxiacetilénica (con acetileno obtenido del carburo cálcico).	Fosfina, por impurezas de fósforo en el carburo cálcico de baja ureza.	
 <p>Fundente, Flux, Decapante, Termita.</p>	Electrodo sumergido.	Fluoruros	
	Uso de decapantes ácidos.	Fluoruros, cloruros.	
	Uso de bórax, carbonatos.	Óxidos alcalinos.	
	Aluminotermia.	Óxidos de aluminio y de hierro.	

Fuente: www.Oslam net (Instituto Vasco de salud y seguridad laborales, pag. 11)

Tabla 7: Humos De Soldadura y Enfermedades Profesionales

Actividades mencionadas	Enfermedades indicadas	
Soldadores	Rino conjuntivitis	
	Urticarias, angiodemas	
	Asma	
	Alveolitis alérgica extrínseca	
	Síndrome de disfunción de la vía reactiva.	
	Fibrosis intersticial difusa	
	Fiebre de los metales	
	Neumonía intersticial difusa	
Trabajos de soldadura y corte	Enfermedades causadas por óxido de carbono	
Soldadura de arco	Enfermedades causadas por óxido de nitrógeno	
Soldadura y oxicorte de aceros inoxidables.	Enfermedades causadas por cromo III	
	Enfermedades causadas por Níquel	
	Neoplasia maligna de cavidad nasal	Por Cromo VI y Níquel
	Neoplasia maligna de bronquio y pulmón	
	Cáncer primitivo de etmoides y de los Senos de la cara	Por Níquel
Soldadura de objetos de plomo o aleaciones	Enfermedades causadas por Plomo.	
Estañado con aleaciones de Plomo	Enfermedades causadas por Plomo.	
Trabajos con soplete de materias recubiertas con pinturas plumbíferas	Enfermedades causadas por plomo	
Soldadura con compuestos de Manganeso	Enfermedades causadas por Manganeso	
Soldadura con electrodos de Mn	Enfermedades causadas por Manganeso	
Soldadura y oxicorte de piezas con cadmio	Enfermedades causadas por Cadmio. Neoplasia maligna de bronquio, pulmón y próstata.	
Soldadura con Antimonio	Enfermedades causadas por Antimonio	
Utilización de acroleína en la soldadura de piezas metálicas	Enfermedades causadas por aldehídos	
Soldadura de piezas que hayan sido limpiadas con hidrocarburos clorados	Enfermedades causadas por oxiclورو de carbono (Fosgeno).	

Fuente: www.Oslan net (Instituto Vasco de salud y seguridad laborales pag. 23)

Tabla 8: Contaminantes procedentes del Aire y posibles impurezas

Operaciones	Contaminantes Característicos	Reacciones que los originan
Todas, soldadura, y corte con llama	Óxidos de nitrógeno	Oxidación de nitrógeno del aire.
Soldadura al arco eléctrico: Electrodo, TIG, MIG, plasma, sold. Aluminio etc,	Ozono	Acción de las radiaciones ultravioleta sobre el oxígeno del aire.
Todas (Cuando el aire está contaminado con disolventes clorados.	Fosgeno	Descomposición de los disolventes clorados; tricloroetileno, percloroetileno etc.

Fuente: www.Oslan net (Instituto Vasco de salud y seguridad laborales pag. 23)

2.2.10 Efectos en la salud, Manifestaciones clínicas

2.2.10.1 Exposición aguda.

Los efectos agudos aparecen como consecuencia de exposiciones a altas concentraciones de contaminantes, muy superiores a los VLA durante cortos periodos de tiempo como una jornada laboral. (Marquez Estevez, (2012, pág. 38) al respecto describe:

1. **Fotoqueratitis:** Resultado de una exposición de la córnea a radiación ultravioleta en los límites de 280 a 315 nm (UVB). La duración de la exposición necesaria para inducir este efecto varía con la distancia desde el ojo y la intensidad de la luz. Con este diagnóstico el trabajador presenta dolor, ardor o una sensación de arena en el ojo. El examen del ojo presenta arena en el ojo. el examen físico muestra infección conjuntival y la exploración con lámpara de hendidura puede revelar depresiones puntiformes sobre la córnea.
2. **Fiebre por vapores metálicos:** Es un trastorno benigno que se cura de manera espontánea caracterizado por el inicio tardío (8 a 12 hr) de fiebre, escalofríos, tos, mialgias y sabor metálico. El antecedente de soldadura en metal galvanizado sugiere el

diagnostico. Los humos metálicos, sobre todo los del zinc, producen fuertes temblores y otros síntomas similares a los de la gripe que aparecen durante la noche siguiente a la exposición y que remiten sin dejar secuelas. (E. mañas baenas; E. perez rodriguez; A. pacheco galvan; J. gaudo navarro;, 2006, pág. 23)

3. **Irritación de vías respiratorias superiores**: Puede ser provocado por exposición a diversos contaminantes químicos en la soldadura, como polvos, ozono, óxidos de aluminio, de nitrógeno, de cadmio y fluoruros. También se presentan cuadros asmáticos como resultado de la irritación o alergia inespecífica (especialmente a cromo y níquel).
4. **Lesión pulmonar**: Es poco común, la exposición a óxidos de nitrógeno y de cadmio puede causar lesión pulmonar aguda y edema pulmonar tardío. Puede ser provocado al trabajar en un espacio cerrado mal ventilado. La irritación de vías respiratorias da origen a inflamación y edema pulmonar (neumonitis). Las dos variables más importantes para la severidad de este trastorno son la concentración del gas o vapor inhalado y el tiempo de exposición.
5. **Asfixia química**: Se puede producir debido a la inhalación de altas concentraciones de monóxido de carbono y monóxido de nitrógeno. En los casos leves producen dolor **de cabeza, aturdimiento y malestar crecientes, al aumentar la dosis inhalada causa** inconsciencia y muerte en caso de trabajar en espacios confinados sin ventilación.
6. **Traumatismos musculo esqueléticos**: Después de una actividad prolongada de trabajos con soldadura, puede presentarse el estrés isométrico en las extremidades superiores, como dolor de cuello y hombro. El daño muscular asintomático puede incrementar los valores de creatin-fosfoquinasa en suero.
7. **Quemaduras Térmicas y lesiones eléctricas**: En las actividades laborales de soldadura muchos trabajos se realizan en condiciones extremadamente dificultosas, y hasta riesgosas, y debido a las altas temperaturas que alcanza estas operaciones de soldadura, son frecuentes las quemaduras, y lesiones eléctricas.

2.2.11 Exposición Crónica

Los efectos crónicos, resultan de una exposición prolongada a concentraciones moderadas de contaminantes como la que se produce en las actividades laborales ocupacionales, estas exposiciones generalmente por encima de los valores VLA.

Los efectos crónicos son característicos en los ámbitos industriales, y se manifiestan después de años de trabajo y sus efectos perjudiciales se manifiestan después de finalizada la vida laboral, a estas enfermedades resultantes se les denominan Enfermedades profesionales. Mayormente se dan a nivel pulmonar, y puede alcanzar a nivel sanguíneo y causar efectos en otros sistemas como el nervioso, el óseo, órganos importantes como el hígado los riñones, etc. (OSALAN. Instituto vasco de seguridad y salud laborales, 2009, pág. 19), nos define también los sptes conceptos:

1. **Siderosis**.- esta enfermedad se debe cuando se acumula partículas de óxido de hierro no fibrógenas en el pulmón. El aspecto radiológico puede ser espectacular, con pruebas de densidades retinoculonodulares difusas, los estudios sobre déficit de la función pulmonar no han sido consistentes, esto sugiere un efecto leve o mínimo. En soldadores que también han estado expuestos a sílice cristalina o asbesto es difícil distinguir radiológicamente la siderosis de una fibrosis pulmonar.
2. **Otros efectos crónicos**: Los soldadores presentan un importante conjunto de síntomas respiratorios y una mayor frecuencia de bajas laborales por enfermedades respiratorias. En la actualidad no hay evidencias de deterioro respiratorio crónico por soldadura, aunque esto es muy discutible porque también hay autores que señalan que si tienen consecuencias crónicas estas actividades de soldadura profesional, lo que complica una claridad en el diagnóstico es que se trata de casuísticas que se producen en ambientes industriales, y allí hay alta presencia de otros contaminantes, atribuibles como inductores de estas consecuencias en la salud de los trabajadores ocupacionales.
3. **Efectos sensibilizantes**: Los humos de soldadura, según las características del proceso seguido, pueden contener algunas sustancias sensibilizantes capaces de actuar sobre el sistema respiratorio, la variedad de la calidad y contenido de estos humos es muy amplia.
4. **Efectos cancerígenos**.- La agencia internacional de Investigación sobre el cáncer (IARC) clasifica los humos de soldadura en general dentro del grupo 2B, correspondiente a los agentes posiblemente cancerígenos para humanos. Algunos estudios epidemiológicos indican una mayor incidencia de cáncer broncopulmonar en los soldadores que en la población genera, aunque sin distinguir entre los diferentes procesos de soldadura.

Los estudios de cáncer pulmonar en soldadores, no son consistentes, y comparten las limitaciones de la mayor parte de estudios respiratorios. Algunos investigadores atribuyen el pequeño exceso de cáncer pulmonar que han encontrado varios estudios a la exposición a cromo y níquel en la soldadura de acero inoxidable, que una pequeña proporción de todas las exposiciones a soldadura.

5. **Efectos teratogénos:** Los humos de soldadura contienen sustancias capaces de afectar el desarrollo del embrión-feto durante la gestación. Es el caso del plomo y monóxido de carbono y posiblemente también del cadmio y del pentóxido de vanadio. Otros estudios también indican la presencia de oligoespermia y efectos adversos sobre la reproducción en los soldadores. Además se han recogido efectos neuro-psicológicos sutiles.

El tema de los efectos teratogénicos muchas veces va de la mano del tema de los defectos congénitos, debido a que la mayoría de los agentes teratogénicos los producen. Recordemos que congénito define cualquier situación presente al nacimiento, la que no necesariamente es genética. (pag. 19-26).

Figura 6: Exposición ocupacional



Fuente: www.Osalan net (Instituto Vasco de salud y seguridad laborales) pag 12

Figura 7: Exposición ocupacional



Fuente: www.Osalan.net .Instituto Vasco de salud y seguridad laborales pag. 16

Figura 8: Máquinas de soldar eléctricas



Fuente: www.solostocks.com/venta



Fuente: www.solostocks.com/venta

Tabla 9: Efectos patológicos típicos de contaminantes en humos de soldadura

Contaminante (En los metales se incluyen sus óxidos)	Irritación tracto respiratorio	Neumoconiosis	ASma	Sub oxidación celular	Daños en otros organos	Enfermedad específica	Cancerígeno	Teratógeno	Radioactivo
Acroleína	21								
Aluminio	21	13	13						
Amianto	21	13/21				13	12/21		
Anhídrido carbónico					21				
Antimonio	21	13			21				
Bario	21	13			21				
Berilio	12/21	13			21	13	12/21		
Cadmio	21				21		12/21	12	
cloruros	21		13						
Cobalto	21	13/21	13/21				21		
Cobre	21				21				
Colofonia	21		13/21						
Cromo	21		13/21		21		12/21		
Dióxido de nitrógeno	21		13		21				
Estaño	21	13/21				21			
Fluoruros	21		13		21	21			
Formaldehido	21		13						
Fosgeno	21								
Isocianatos	12/21		13/21				12		
Hierro	21	13/21				13			
Manganeso	21				21	21			
Monóxido de carbono				21	21			12/21	
Monóxido de nitrógeno	21			21					
Níquel	21		13/21				12/21		
Ozono	21		21		21				
Plomo					13/21	13		12/13/21	
Titanio		OIT							
Torio	21				21		21		19*
Vanadio	12/21	13	13		21		21	12/21	
zinc	21		13/21		21				

Fuente: www.Oslam net (Instituto Vasco de salud y seguridad laborales)

Los números de los cuadros indican el número de Norma que define las enfermedades causadas. Los electrodos para soldadura TIG con código WT contienen Torio, sin trascendencia en los humos, pero considerar en su afilado y manipulación. (Ver NTP 770 de la Ref. [19]).

2.2.12 Cuadro Clínico

La toxicidad aguda se presenta luego de una exposición respiratoria a altas concentraciones, con encefalopatía, insuficiencia renal y síntomas gastrointestinales. La toxicidad crónica es la más frecuente y se manifiesta con compromiso multisistémico: hematopoyético, del sistema nervioso, gastrointestinal, renal y reproductor.

Los pacientes acuden a los servicios de salud inicialmente por dolor abdominal, astenia, cefalea, irritabilidad, dificultad en la concentración y constipación, varios síntomas y signos se muestran en la Tabla 7. El dolor abdominal o «cólico saturnínico» se caracteriza por crisis de dolor con defensa abdominal, de hecho algunos pacientes han sido operados con diagnóstico de abdomen agudo, el dolor puede ceder con la presión del abdomen. Algunos pacientes con mala higiene oral pueden tener el Ribete de Burton ó línea de sulfuro que consiste en una línea oscura entre la base del diente y la encía, debido a que el sulfuro liberado por las bacterias se une al plomo: sulfuro de plomo (**Figura 9-10**).

Figura 9: Ribete de Burton(caso1)



Fuente: Fotografía tomado de López y Cols. Anemia Secundaria a intoxicación por Plomo.

Figura10: Ribete de Burton(caso2)



Fuente: Tomado del instituto Mejicano del seguro social www.slideshare.net/juangonzalezleija/intoxicacin-por-plomo-lead

Los trabajadores expuestos por mucho tiempo y sin medidas de protección personal pueden presentarse con una polineuropatía periférica (**fig 11**), que afecta los miembros superiores predominantemente, los músculos extensores que los flexores y más el lado dominante, lo que se ha dado en llamar la «mano del pintor» (**Figura 12**) porque se presentaba en estos trabajadores por el uso de pinturas con alto contenido de plomo. La

encefalopatía plúmbica caracterizada por trastorno del sensorio y convulsiones se presenta en pacientes con plomo en sangre mayor de 100 mg/dL. El diagnóstico de la intoxicación por plomo suele ser difícil, ya que el cuadro clínico es sutil y los síntomas inespecíficos. (Valdivia Infantas, 2005, pág. 25).

Figura 11: Polineuropatía plúmbica

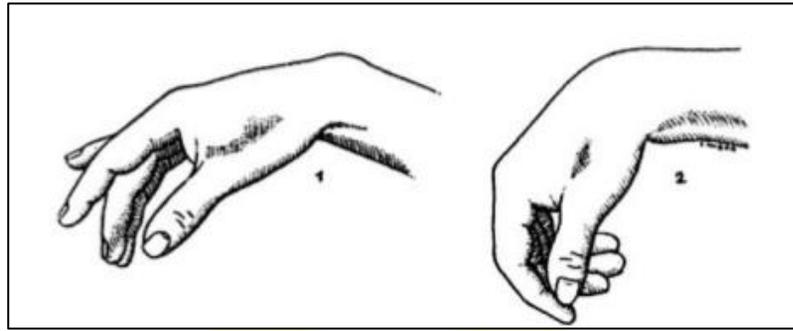


Fuente: Krantz y Dorevich. Metal Exposure and Common Chronic Diseases: A Guide for the Clinician. Dis Month 2004; 50:15-262)

Se ha descrito anomalía vertebral, atresia anal, defectos cardíacos, fístula esofágica, anomalías renales y anormalidades de las extremidades en un recién nacido. El plomo en sangre correlaciona directamente con las manifestaciones clínicas, la encefalopatía plúmbica ocurre con plumbemias mayores de 80 mgr/dL, el deterioro cognitivo con 50 mgr/dL, la nefropatía con 40 mgr/dL, la neuropatía periférica con 20 mgr/dL, y la anemia se ha reportado con valores tan bajos como 10 mgr/dL y hasta tan altos como 40 mgr/dL.

Se ha reportado deterioro intelectual en niños y retardo de la pubertad en niñas 14 con valores debajo de 10 mgr/dL e hipertensión e insuficiencia renal en adultos 15-16 con valores tan bajos de entre 4 a 6 mgr/dL. El Centro de Prevención y Control de Enfermedades de Estados Unidos recomienda intervención médica con niveles mayores de 10 mgr/dL y 25 mgr/dL en niños y adultos respectivamente. Según la Occupational Safety and Health (OSHA) con valores mayores a 40 mgr/dL un adulto debe alejarse del trabajo. En la **Figura 14** se muestra las plumbemias y su correlación. Existe abundante información y casuística que permite ilustrar ampliamente la seriedad de la intoxicación por plomo. (Valdivia Infantas, 2005, pág. 26).

Figura 12: Parálisis saturnina



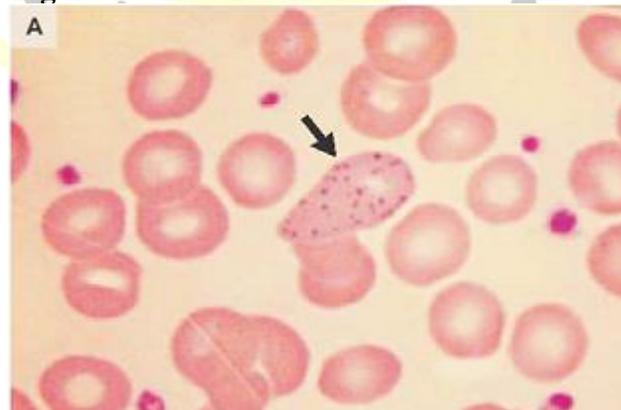
Fuente: Tomado del instituto Mejicano del seguro social
www.slideshare.net/juangonzalezleija/intoxicacin-por-plomo-lead

2.2.13 Laboratorio

En el laboratorio suele ser frecuente la anemia que puede ser normo-crómica ó hipocrómica, normo-cítica o micro-cítica, el punteado basófilo que si bien no es patognomónico es muy característico del saturnismo; la presencia de la b2 microglobulina en orina, sirve como marcador temprano del daño renal y en el espermograma puede hallarse alteración tanto en el número como en la forma de los espermatozoides.

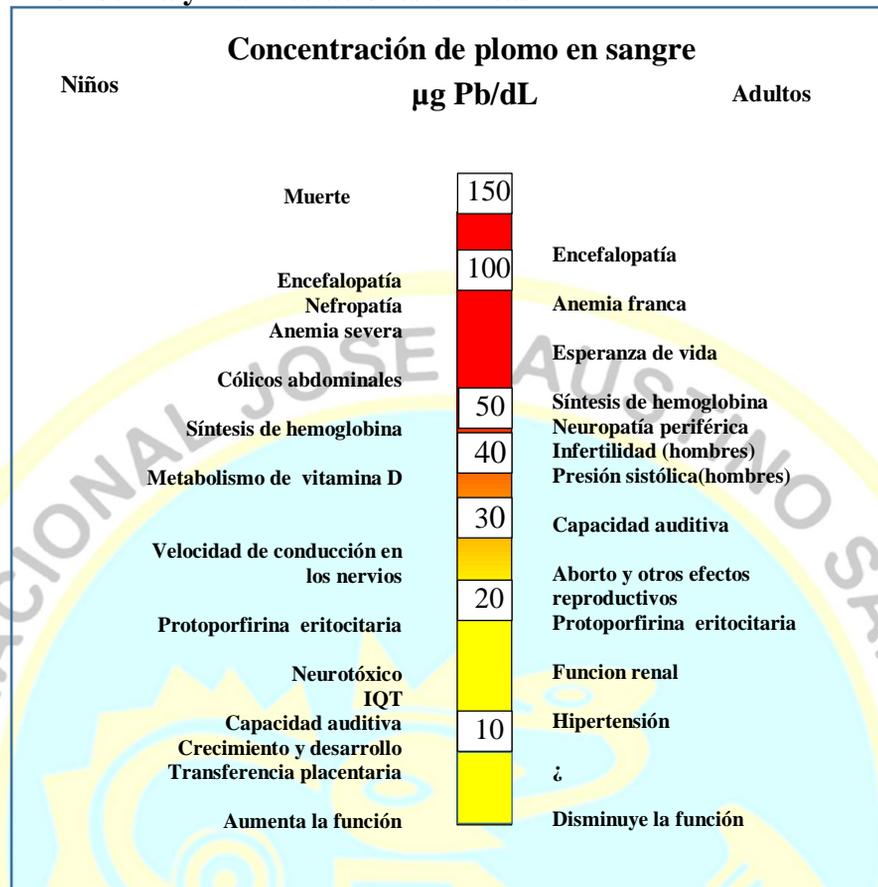
En cuanto a los análisis de laboratorio toxicológico se prefiere usar la plumbemia y la inc-protoporfirina, la primera indica exposición y sirve para tomar conducta terapéutica y la segunda es marcador de efecto que indica daño de órgano blanco¹¹⁻¹², en este caso el hematopoyético. (Valdivia Infantas, 2005, págs. 25-26) de la **Rev. Soc. Per. Med. Inter.** 18(1) 2005 Médico Internista. Toxicóloga. Departamento de Medicina. Hospital Nacional Arzobispo Loayza.

Figura 13: Laboratorio Punteado basófilo



Fuente: Tomado de Bain. Diagnosis from the Blood Smear. N Engl Med 2005; 353:498-507)

Figura 14: Plombemia y manifestaciones clínicas



Fuente: (Tomado de Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Case Studies in Environmental Medicine: Lead Toxicity. US Department of Health and Human Services, Public Health Service; 2006).

Literatura especializada de Anales de la Facultad de Medicina Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima 2005, (Ramirez V., 2005) , coincidiendo con otros autores consultados, nos señala que la intoxicación por Plomo se divide en tres fases:

2.2.14 Fase 1: Intoxicación Subclínica.

Ningún efecto o efectos mínimos sobre la salud del trabajador. Pueden ocurrir incluso en trabajadores completamente asintomáticos, en quienes se puede evidenciar alteraciones en los indicadores biológicos de exposición (IBE), como inhibición de la actividad de la dehidratasa del ácido amino levulínico (AAL-D) y un poco después aumento de excreción urinaria de ácido amino levulínico (AAL) y coproporfirina urinaria (CPU). Estas alteraciones se pueden dar con niveles de plomo sanguíneo (Pb-

S) de 40 $\mu\text{g}/100\text{ ml}$. Relativamente nuevas son las investigaciones que hablan de alteraciones neuro comportacionales tempranas detectables con pruebas psicológicas.

2.2.15 Fase 2: intoxicación Moderada

Predominan síntomas leves, como cansancio, disminución de apetito o malestar epigástrico, en combinación con anemia ligera, excreción elevada de AAL y CPU; la disminución de la velocidad de conducción en nervios periféricos es clara. El Pb-S puede oscilar entre 40 y 60 $\mu\text{g}/100\text{ ml}$.

2.2.16 Fase 3: intoxicación Clínica

Encontramos el cuadro clínico clásico con todo el cortejo de signos y síntomas que caracterizan a la intoxicación. El Pb-S (Plomo en sangre) siempre es mayor de 70 $\mu\text{g}/100\text{ ml}$.

- Alteraciones del estado general.
- Cólico saturnino.
- Parálisis flácida y progresiva sin alteraciones sensitivas.
- Hipertensión paroxística.
- Encefalopatía saturnina.
- Afectación tiroidea: disminución de la captación de yodo por la glándula tiroides.
- Afectación testicular: hipospermia.
- Polineuritis motora: Se trata de una afección motora que atañe en general a los músculos más activos de las extremidades superiores.
- Las formas más agudas pueden variar del delirio y la psicosis tóxica, a las convulsiones coma y muerte.

La forma crónica consiste en pérdida de capacidad intelectual y del rendimiento psicomotriz e incluso afasia transitoria y hemianopsia.

La **Tabla 10** muestra el resumen de los BEIs que sirve de guía para clasificar esta compleja situación.

En caso de ingesta oral reciente habrá que tomar medidas de descontaminación digestiva habituales (vaciado gástrico, carbón activado, etc.) En la mayoría de

los casos la intoxicación es del tipo crónica y el tratamiento fundamental es retirar al paciente de la fuente de exposición al tóxico.

En las intoxicaciones por plomo metal o sus compuestos inorgánicos debe decidirse si se aplica tratamiento quelante con EDTA cálcico disódico, d-penicilamina o dimercaprol (BAL). Los quelantes forman complejos inertes y estables con el plomo, que son excretados por la orina. En las intoxicaciones agudas o en las agudizaciones de intoxicaciones crónicas, en las que el enfermo esté sintomático, con signos de toxicidad biológica o con plumbemias superiores a 70 µg/dL debe instaurarse tratamiento quelante. El EDTA cálcico disódico es el quelante de elección.

Tabla 10: Valores de Pb-S y otros BEIs aceptados en salud ocupacional

Indicador	Valor considerado normal	
	Gestantes y mujeres en edad fértil	Expuestos Ocupacionalmente
Pb en sangre	<20 µg/dL	≥40 µg/dL
Pb urinario (solo en exposición a Pb alquilo)	<70 µg/L	≥150 µg/ dL
Zinc protoporfirina o protoporfirinaeritrocitaria libre de ZPP/FEP	<75µg/100 ml hematíes	≥300 µg/ 100 ml o ≥ 4 µg/g Hb
Creatinina en orina	0,4-1,8 g/24 h	0,4-1,8 g/24 h
Proteínas totales en orina	hasta 140 mg/24 h	hasta 140 mg/24 h
Coproporfirinas urinarias (CPU)	< 100 µg/L	≥ 500 µg/L
β -2 microglobulina (β-2M)	< 250 g/ml hematíes	≥ 400 ng/ ml
Acido amino levulínico en orina (ALA-U)	< 4,5 mg/g de creatinina	≥10 mg/g de creatinina

Fuente: Cedano K, Requena L., Lima 2007 Tratamiento de la intoxicación por Plomo

En general se utilizan tres compuestos para quelar plomo: British Anti-Lewisite (BAL), Ácido etilen-diamino-tetra-acético (EDTA) y D-Penicilamina.

2.3 Bases filosóficas

Los derechos humanos Son un conjunto de principios y valores que orientan las relaciones entre las personas, la sociedad y el Estado. Se trata de reglas que son normalmente aceptadas por la mayoría para asegurar una convivencia pacífica entre las personas.

A tales reglas se les ha asignado la categoría correspondiente de derechos, consagrados internacionalmente en normas y tratados.

Los derechos humanos se sustentan en la libertad del ser humano, que exige el reconocimiento del hombre como fin en sí mismo y no como un medio o instrumento de otros hombres. Los derechos humanos buscan asegurar que los seres humanos se realicen como personas. Este propósito se fundamenta en tres aspectos: Filosófico, Ético e Histórico.

2.3.1 Valores universales

En numerosas convenciones, declaraciones y resoluciones internacionales de derechos humanos se han reiterado los principios básicos de derechos humanos enunciados por primera vez en la Declaración Universal de Derechos Humanos, como su universalidad, interdependencia e indivisibilidad, la igualdad y la no discriminación, y el hecho de que los derechos humanos vienen acompañados de derechos y obligaciones por parte de los responsables y los titulares de éstos.

En la actualidad, todos los Estados Miembros de las Naciones Unidas han ratificado al menos uno de los nueve tratados internacionales básicos de derechos humanos, y el 80% de ellos ha ratificado al menos cuatro de ellos, lo que constituye una expresión concreta de la universalidad de la DUDH y del conjunto de los derechos humanos internacionales. Naciones Unidas: Declaración Universal de Derechos Humanos, (Naciones Unidas, 1947) <http://www.un.org/es/documents/udhr/law.shtml>

2.4 Definición de términos básicos

Absorción: Ingreso del toxico a la corriente sanguínea después de atravesar las membranas biológicas.

Acidosis: Estado anormal producido por exceso de ácidos en los tejidos y en la sangre. Se observa principalmente en la fase final de la diabetes y de otras perturbaciones de la nutrición.

Aerosol: Sistema coloidal obtenido por dispersión de sustancias sólidas o líquidas en el seno de un gas.

Aleación: Producto homogéneo, de propiedades metálicas, compuesto de dos o más elementos, uno de los cuales, al menos, debe ser un metal.

Aminoaciduria: Estado anormal definido por la eliminación de aminoácidos a través de la orina.

Anemia: Disminución de la cantidad total de glóbulos rojos circulantes.

Anfótero: Se dice de las moléculas que pueden reaccionar como ácido o como base.

Astenia: Falta o decaimiento de fuerzas caracterizado por apatía, fatiga física o ausencia de iniciativa.

Cefalea: Dolor de cabeza.

Constipación: Estreñimiento, disminución de la motilidad intestinal.

Eritrocito: Glóbulo rojo, célula de la línea roja hematológica.

Exposición ocupacional: Todas las exposiciones en que incurren los trabajadores en el curso de su trabajo.

Glucosuria: Estado anormal que implica la eliminación de glucosa por la orina.

Hipertiroidismo: Aumento de los niveles de hormona tiroides plasmática.

Hipoespermia: Disminución en el conteo del número total de espermatozoides.

Hipofosfatemia: Disminución de los niveles de fosfato plasmático.

Insuficiencia Renal: Disminución anormal del funcionamiento de depuración sanguínea por parte del riñón.

Nefritis: Lesión inflamatoria de la unidad funcional del riñón.

Neuropatía: Enfermedad del sistema nervioso.

Neurotransmisor: Una sustancia, un producto o de un compuesto, Que transmite los impulsos nerviosos en la sinapsis.

Órgano Blanco: Órgano específico que va a ser lesionado.

Percutáneo: A través de la piel.

Plumbemia: concentración de Plomo en sangre, es el indicador de exposición y está influida por la carga corporal de Plomo y por la exposición reciente.

Polineuropatía periférica: Es una insuficiencia de los nervios que llevan la información hasta y desde el cerebro y la médula espinal, lo cual produce dolor.

Proteinuria: Estado anormal caracterizado por la eliminación de proteínas por la orina.

Ribete gingival de Burton : Depósito gingival de color azul pizarroso, de unos 2 mm de anchura, que aparece en el cuello de los incisivos, caninos y piezas.

Saturnismo: Envenenamiento que produce el plomo (Pb) cuando entra en el cuerpo humano.

Sepsis: Infección causada por un germen capaz de provocar una respuesta inflamatoria en todo el organismo. Los síntomas asociados a sepsis son fiebre, hipotermia, taquicardia, taquipnea , elevación de valores de glóbulos blancos. Puede producir la muerte.

Toxicocinética: Expresión en términos matemáticos de los procesos que experimenta una sustancia toxica en su tránsito por el cuerpo (captación, absorción, distribución, biotransformación y eliminación).

Toxicodinamia: Proceso de interacción de una sustancia toxica con los lugares diana y las consecuencias bioquímicas y fisiopatológicas que conducen a efectos tóxicos.

Toxicocinética: Estudio del movimiento (traslado) de los xenobióticos dentro del cuerpo.

Xenobióticos: compuestos casi inexistentes en la naturaleza, son sintetizados por el hombre, la mayoría aparecieron durante los últimos 200 años.

2.5 Hipótesis de investigación

2.5.1 Hipótesis general

Los niveles de intoxicación por plomo de los diversos grupos de trabajadores ocupacionales de soldadura expuestos a este metal en el distrito de Barranca, superan las concentraciones máximo permitidas (menores a 40 µg/dL).

Es necesario hacer notar, para la correcta interpretación de la hipótesis general que la norma **NIOSH** establece que cuando el nivel de Pb en sangre sea menor a 40 $\mu\text{g}/100\text{ml}$ el trabajador debe evaluarse cada 6 meses. Y si el nivel de plomo en sangre es mayor a 40 $\mu\text{g}/100\text{ml}$ debe ser evaluado cada dos meses. Entonces con estos niveles de plomo en sangre ya estamos hablando de un trabajador ocupacional con intoxicación por plomo.

2.5.2 Hipótesis específicas

- Los grupos de trabajadores ocupacionales de talleres de soldadura tienen mayor riesgo de intoxicación por plomo, en el distrito de Barranca.
- La falta de conocimientos sobre efectos del plomo en la salud, condiciona la intoxicación por este metal en grupos de trabajadores ocupacionales soldadores en el distrito de Barranca.

2.6 Operacionalización de las variables

Es el proceso a través del cual se establecen los procedimientos empíricos que permiten la obtención de datos de la realidad para verificar las hipótesis y solucionar el problema.

Este proceso incluye: La determinación de los indicadores que permiten medir las variables.

La definición de los métodos e instrumentos, con ayuda de los cuales se obtendrá la información acerca de las variables e indicadores. En la siguiente página se expone la conformación de un cuadro con las variables operacionales, elaborada para el desarrollo del presente estudio en el distrito de Barranca.

Tabla 11: Operacionalización de variables,

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍNDICES
(X) NIVELES DE INTOXICA- CIÓN POR PLOMO	Sensibilización ambiental	-Conferencias	-Programaciones
		-Talleres	-Demostrativos
		- Congresos	
	Sensibilización a La Intoxicación Por Plomo.-	- Sub clínica	-Alrededor de 40 µg/100 ml
		- Moderada	- Entre 40 y 60 µg/100 ml
		- Clínica	- >70 µg/100 ml
	Conducta Ambientalista	- No Contaminar	- Concientizar
		- Proteger	- Proyectar
		- Conservar	- Formar
(Y) Diversos Grupos de Trabajadores Expuestos al Plomo	Convenios para el Monitoreo de intoxicación por plomo. (programas de MINSAs)	-Monitoreo Periódico.	Control en los Talleres Despistaje.
		-Participación en programas de control	Personal sensibilizado Identificación temprana
		-Tratamientos médicos preventivos	Programas del MINSAs Tratamiento/intoxicados
	Manifestación externa de Intoxicación	-Palidez cutánea	- Síntoma clínico
		-Ribeter Gingival de Burton	- Síntoma clínico
		Estigmas Sanguíneas	- Síntoma clínico
	Leyes peruanas para la protección del medio ambiente	-Constitución Política del Perú	
		-Legislación Nacional de protección del medio ambiente	
		-Ministerio del Ambiente.	
	Gestión de recursos Materiales	-Trípticos	
		-Fichas informativas -Material audiovisual	
	Gestión de Recursos financieros	-Recursos propios -Recursos hospital -Donaciones.	

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico

El área bajo investigación es el distrito de Barranca, dentro de este distrito se ha comprendido realizar la investigación en 15 Talleres, identificados mediante una exploración de ubicación para desarrollar este trabajo de investigación.

Nuestro objetivo es determinar los niveles de plomo en la sangre de los trabajadores ocupacionales de talleres de soldadura, del distrito de Barranca. A cada trabajador se le hará una entrevista con cuestionario y se le hará una toma de muestra sanguínea.

3.1.1 Tipo de investigación

El presente trabajo es una investigación de tipo Transversal, explorativo y explicativo. La investigación según el periodo en que se desarrolla puede ser de tipo horizontal o longitudinal cuando se extiende a través del tiempo dando seguimiento a un fenómeno o puede ser vertical o transversal cuando apunta a un momento y tiempo definido, como es el caso de este estudio.

3.1.2 Nivel de investigación

El nivel de investigación del presente trabajo es Básico.

Se realizó un estudio descriptivo transversal en el periodo comprendido entre junio y setiembre del 2016. La población estudiada fueron trabajadores de los talleres de soldadura con edades comprendidas entre los 22 a 59 años. Como criterio de inclusión se

estableció que el trabajador efectivamente labore en el taller de soldadura y como criterio de exclusión que el trabajador tenga en su puesto laboral menos de un año. Todos ellos trabajadores habituales con una continuidad de 8 años en promedio y por lo tanto la población más expuesta a la intoxicación por plomo.

3.1.3 Diseño de investigación

El diseño de esta investigación es Experimental. Porque recurre a la fuente misma y realiza una recopilación de datos reales, experimentales, repetibles.

Para alcanzar los objetivos del presente trabajo es imprescindible desarrollar experimentalmente la recolección de muestras de sangre, en cada uno de los talleres de soldadura y de igual modo las determinaciones analíticas son de naturaleza experimental e instrumental.

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

Grupos ocupacionales de los talleres de soldadura del distrito de Barranca. Conformados Por 15 Talleres que alcanzan el total de 32 trabajadores ocupacionales de soldadura.

3.2.2 Muestra

La población de estudio está conformado por trabajadores ocupacionales de talleres de soldadura, del distrito de Barranca, con la peculiaridad de ser un grupo relativamente pequeño, por lo que no es conveniente obtener un tamaño de muestra por cálculos estadísticos, sino es recomendable trabajar con toda la población de estudio.

En el distrito de Barranca, hay 15 talleres a considerar debido a su formalización y hay un aproximado de 5 talleres dispersos de condición informal con actividad irregular no considerados para efectos del Estudio, del total hay 4 talleres con personal de 4-5 trabajadores y los 11 talleres restantes son pequeños en los que trabajan regularmente, el dueño y su ayudante. Haciendo un total de 32 trabajadores soldadores ocupacionales.

Se realizó sucesivas coordinaciones con los propietarios de los talleres para obtener su cooperación en el desarrollo de este estudio, algunos talleres se mostraron reacios al principio finalmente se logró las autorizaciones necesarias del propietario del taller para la participación de sus trabajadores en el presente estudio, y a los mismos trabajadores su consentimiento para obtener sus muestras sanguíneas.

Debido a que el tamaño de la población, es pequeña, se realizó el estudio en el total de los participantes. **Entonces de acuerdo con (Balestrine, 1997), cuando la población es pequeña finita y manejable, no se requiere seleccionar muestra ni mucho menos trabajar con técnicas de muestreo.**

3.3 Técnicas de recolección de datos

El objetivo principal de la investigación es la obtención del nivel de plomo en sangre de cada uno de los 32 trabajadores, debido a que se ha trabajado con el total de la población, no se ha utilizado ninguna técnica de muestreo estadístico, Se ha obtenido información clara y precisa de cada uno de los trabajadores que intervinieron en este estudio de investigación mediante entrevistas a cada uno de ellos con un cuestionario de preguntas detalladas, para obtener la información codificable, que nos ha permitido perfilar varios aspectos colaterales al objetivo principal del estudio; esta información se expone en los diferentes cuadros de resultados del capítulo 4.

3.3.1 Obtención de las muestras sanguíneas.

Las muestras de sangre se recolectaron mediante venopunción (10 Cm³) a cada trabajador, utilizando tubos al vacío (vacutainer) con anticoagulante (heparina).

La toma de muestra se realizó en la vena media del antebrazo previamente limpiada con algodón y alcohol. Los materiales utilizados para la recolección de las muestras de sangre fueron nuevos y estériles y fueron utilizados nuevos para cada toma de muestra.

Las muestras se mantuvieron en hieleras con gel de transporte a una temperatura aproximada de 8 a 10°C y refrigeradas hasta su análisis.

3.3.1.1 Materiales de Laboratorio:

- Tubos de ensayo (roscados)
- Fiolas de 50,100 y 250 ml.
- Pipetas de 1, 2, 5, 10 ml.
- Vasos de precipitación de 50 y 100 ml.
- Probetas de 50 ml.
- Gradillas
- Guantes quirúrgicos
- Agujas descartables
- Propipetas

3.3.1.2 Material biológico:

- Sangre de personas expuestas al plomo

3.3.1.3 Equipos de laboratorio:

- Espectrofotómetro de Absorción Atómica
- Centrífuga
- Campana extractora de gases

3.3.1.4 Solventes y reactivos

- Heparina
- Agua bidestilada
- Estándar de Pb
- Tritón al 2% (octil fenoxi polietoxi etanol)
- APDC al 4% (pirrolidin ditiocarbamato)
- MIK (Metil Isobutil cetona)
- Anaranjado de metilo al 2%
- Amoníaco 0.5 N
- Ácido cítrico
- Buffer 4.6

3.3.2 Metodología analítica

3.3.2.1 Toma de muestra

Se realizó en el lugar de trabajo. Se extrajo 10 ml. de sangre total, que fueron recogidas en tubos de vidrio boro silicados, a los que se añadieron previamente heparina como anticoagulante. Las muestras se conservaron a 5°C.

3.3.2.2 Método analítico para cuantificación de Pb

Se ha utilizado el método de espectrofotometría de absorción atómica con llama aire-acetileno, el cual es altamente sensible y bien conocida para la realización de análisis de metales, principalmente en fluidos biológicos humanos.

El método es rápido y no requiere mayor manipulación de la muestra, y las posibilidades de contaminación son mínimas, ya que se utilizarán materiales descartables .

Existen diferentes métodos de laboratorio para determinar las concentraciones de plomo en la sangre. Los más comunes son la espectrometría de absorción atómica, la voltamperometría de redisolución anódica y la espectrometría de masa con fuente de plasma de acoplamiento inductivo. Estos métodos difieren considerablemente en términos de capacidad analítica, límites de detección, precisión, coste de adquisición y mantenimiento, infraestructura requerida en el laboratorio, reactivos e insumos y requisitos técnicos como son la preparación de la muestra, calibración, personal capacitado. Estos factores, junto con las condiciones generales y los recursos del laboratorio, influirán en la elección de uno u otro método.

Para este Estudio, hemos seleccionado el método de espectrofotometría de absorción atómica, este método: "Determinación de plomo en sangre-**Método de quelación-extracción/Espectrofotometría de Absorción Atómica**" es un **MÉTODO ACEPTADO** por el **Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) de España**. Como **MÉTODO ACEPTADO** se entiende que ha sido sometido a un protocolo de validación por organizaciones oficiales competentes en el área de la normalización de métodos analíticos, o bien ha sido adoptado como método recomendado por asociaciones profesionales dedicadas al estudio y evaluación de riesgos por agentes químicos; así como, aquellos métodos recomendados por la UE o basados en métodos ampliamente conocidos

y utilizados por especialistas en este tipo de análisis. Este método está basado en el método 8003 de **NIOSH** para determinar plomo en sangre y redactado según ISO 78/2.

3.3.2.3 Principio del método

La sangre total se hemoliza con tritón al 2%. El Pb se acompleja con APDC al 4% (pirrolidinditiocarbamato) y es extraído con MIK. El Pb contenido en la fase orgánica se determinará por espectrofotometría de absorción atómica usando la longitud de onda 283.3 nm.

3.3.2.4 Procedimiento

a) Limpieza de materiales de vidrio

Deberá seguir el siguiente proceso:

Lavado con detergente, aclarado con agua y enjuagado con agua bidestilada.

Inmersión con HNO_3 1:1 varios minutos aclarado con agua bidestilada.

Sucesivos aclarados con agua bidestilada.

b) Análisis de la muestra

Colocar 2.5 ml. de sangre total en tubos de ensayo de tapón roscado.

Añadir 0.5 ml. de solución tritón al 2%.

Agitar la mezcla rigurosamente durante 1 minuto y dejar reposar por 10 minutos.

Añadir 0.5 ml. de APDC al 4% (repetir la misma operación realizada con tritón).

Añadir 1.5 ml. de MIK. Homogenizar la muestra y el solvente

Centrifugar durante 30 minutos a 3000 rpm.

Retirar de la centrífuga y proceder a leer las muestras (lectura en el equipo AA)

c) Patrones y calibración

A partir de la solución stock de plomo de 1000 $\mu\text{g/ml}$. se obtendrán soluciones estándares de 20, 40, 60, 80 $\mu\text{g/dL}$. 5 ml. de cada una de estas soluciones además del blanco se colocarán en cada uno de los tubos de ensayo roscado, los que se tratarán de la misma forma, como sigue a continuación:

- Agregar 1 gota de anaranjado de metilo (2%)
- Agregar 1 gota de HNO_3 (0.5 N), homogenizar
- Agregar 1 gota de amoniaco, homogenizar
- Agregar 1 ml. de solución baffle 4.6
- Agregar 1 ml. de APDC al 4%
- Agitar durante 1 minuto
- Reposar por 10 minutos
- Agregar 3 ml. de MIK, homogenizar
- Centrifugar a 3000 rpm por 30 minutos
- Retirar y procesar las muestras en el Espectrofotómetro de Absorción atómica.

3.3.3 Validación de la metodología analítica del Pb-S

La metodología que se ha utilizado, en la determinación de los niveles de plomo en sangre, en la realización de este estudio, es utilizada ampliamente por las instituciones que se especializan en la determinación de plomo en sangre cuyos resultados son aceptados y válidos a nivel internacional, por ejemplo:

El método de espectrofotometría de absorción atómica, que se utiliza es "Determinación de plomo en sangre-Método de quelación-extracción/Espectrofotometría de Absorción Atómica" que es un MÉTODO ACEPTADO internacionalmente; se entiende que ha sido sometido a un protocolo de validación por organizaciones oficiales competentes en el área de la normalización de métodos analíticos, o bien ha sido adoptado como método recomendado por asociaciones profesionales dedicadas al estudio y evaluación de riesgos por agentes químicos; así como, aquellos métodos recomendados por la UE o basados en métodos ampliamente conocidos y utilizados por especialistas en

este tipo de análisis. Este método está basado en el método 8003 de NIOSH para la determinación de plomo en sangre y redactado según ISO 78/2.

La norma ISO/IEC 17025 (2005): ISO (Organización Internacional de Normalización) e IEC (Comisión electrotécnica Internacional) forman el sistema especializado para la normalización mundial.

Esta norma establece los requisitos generales relativos a la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración. Los laboratorios validarán todos los métodos analíticos, tanto los desarrollados por ellos mismos como aquellos procedentes de fuentes bibliográficas u otros laboratorios.

Información y documentos sobre la acreditación de laboratorios pueden consultarse en la página web de ILAC (Cooperación Internacional de Acreditación de Laboratorios) (ILAC.org, 1977): www.ilac.org.

3.3.4 Objeto y campo de aplicación

Esta Norma Internacional establece los requisitos generales para la competencia en la realización de ensayos o de calibraciones, incluido el muestreo. Cubre los ensayos y las calibraciones que se realizan utilizando métodos normalizados, métodos no normalizados y métodos desarrollados por el propio laboratorio.

Esta Norma Internacional es aplicable a todas las organizaciones que realizan ensayos o calibraciones. Éstas pueden ser, por ejemplo, los laboratorios de primera, segunda y tercera parte, y los laboratorios en los que los ensayos o las calibraciones forman parte de la inspección y la certificación de productos.

Esta Norma Internacional es aplicable a todos los laboratorios, independientemente de la cantidad de empleados o de la extensión del alcance de las actividades de ensayo o de calibración. Cuando un laboratorio no realiza una o varias de las actividades contempladas en esta Norma Internacional, tales como el muestreo o el diseño y desarrollo de nuevos métodos, los requisitos de los apartados correspondientes no se aplican.

Esta Norma Internacional es para que la utilicen los laboratorios cuando desarrollan los sistemas de gestión para sus actividades de la calidad, administrativas y técnicas.

También puede ser utilizada por los clientes del laboratorio, las autoridades reglamentarias y los organismos de acreditación cuando confirman o reconocen la competencia de los laboratorios. Esta Norma Internacional no está destinada a ser utilizada como la base para la certificación de los laboratorios.

3.3.4.2 Términos y definiciones

Para los propósitos de este documento se aplican los siguientes términos y definiciones pertinentes de la Norma [ISO/IEC 17000](#) y del VIM.

NOTA: En la Norma [ISO 9000](#) se establecen las definiciones generales relativas a la calidad, mientras que la Norma [ISO/IEC 17000](#) establece definiciones que se refieren específicamente a la certificación y a la acreditación de laboratorios. Cuando las definiciones de la Norma [ISO 9000](#) sean diferentes, tienen preferencia las de la Norma [ISO/IEC 17000](#) y las del VIM.

3.4 Técnicas para el procesamiento de la información

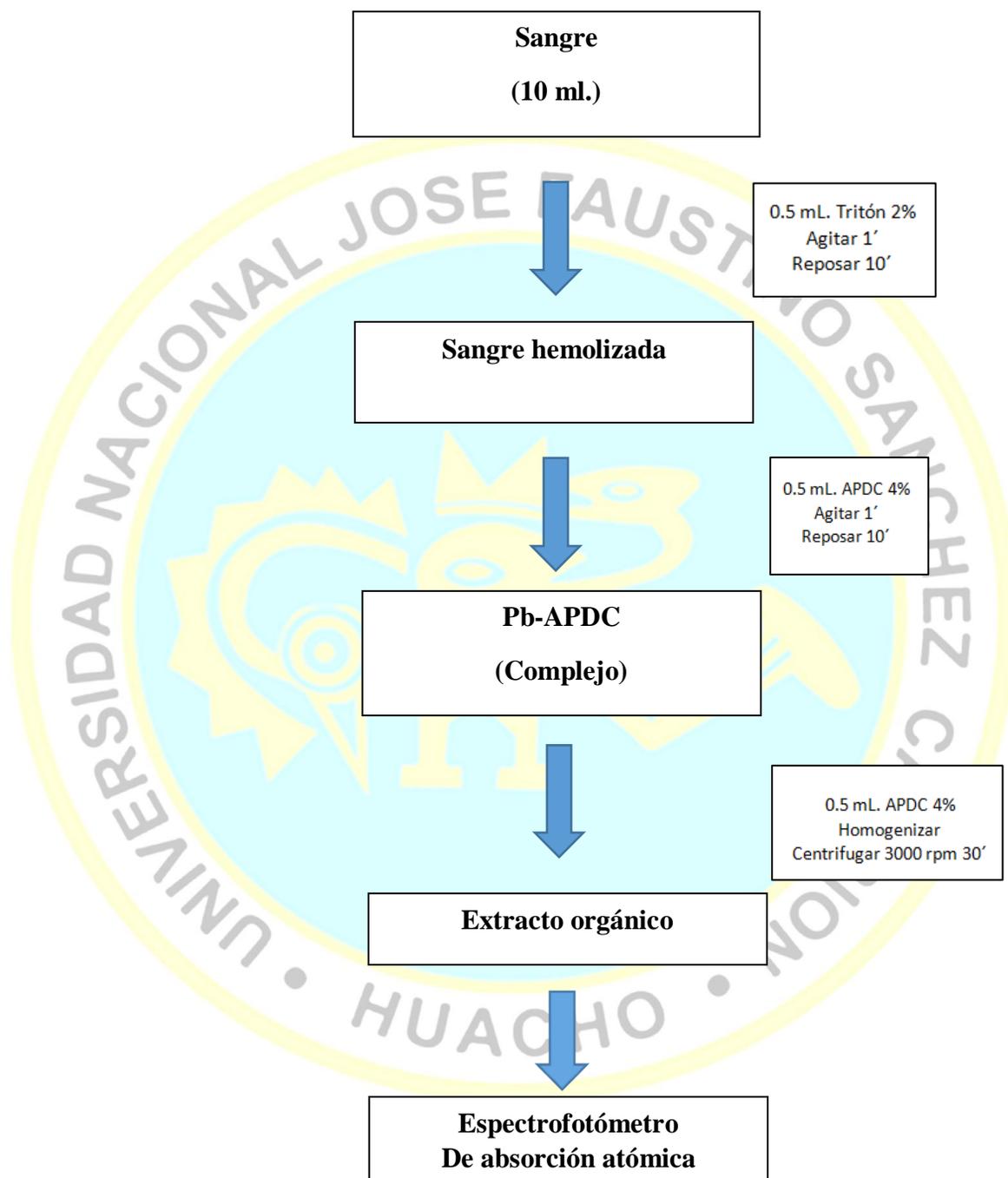
Para el procesamiento de las muestras de sangre se ha utilizado el método de Espectrofotometría por absorción atómica, estas determinaciones analíticas se realizaron en el laboratorio del Hospital Guillermo Almenara, por el método de Absorción Atómica en llama acetilénica. Siendo este tipo de análisis actualmente el más idóneo y más aceptado por las instituciones especializadas en trabajo y enfermedades ocupacionales del Extranjero y en nuestro país.

Los datos e información recolectada mediante los cuestionarios han sido editados, para identificar los errores incurridos por el entrevistador y el entrevistado.

Así mismo se han codificado las respuestas de todos los cuestionarios, para clasificarlos y procesarlos en cuadros estadísticos y gráficos Excel, Estos resultados así obtenidos han sido debidamente tabulados. Para poder exponerlos en los respectivos cuadros de resultados del siguiente capítulo 4.

Tabla 12: Fluxograma

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA



Fuente: Elaboración propia

Figura 15: Espectrofotómetro de absorción atómica



Fuente: Hospital Guillermo Almenara.

Figura 16: Espectrofotómetro de absorción atómica



Fuente: Hospital Guillermo Almenara.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 Análisis de resultados

Los resultados de los análisis sanguíneos obtenidos del laboratorio químico, han sido organizados para su debida interpretación estadística. Una vez que se ha evaluado los resultados de los análisis, tanto de plomo en sangre y la tabulación de los resultados de los cuestionarios se ha llegado a los siguientes resultados, los que se pueden ver en la tabla 14.

Total de casos estudiados 32 trabajadores ocupacionales.

Promedio de plomo en sangre 36.74 $\mu\text{g/dL}$

Valor mínimo de plomo en sangre 21.30 $\mu\text{g/dL}$

Valor máximo de plomo en sangre 46.30 $\mu\text{g/dL}$

Valor mínimo de plomo en sangre, establecido por la OMS 40 $\mu\text{g/dL}$

En cuanto a las características de los trabajadores: tienen

Edades entre 19 a 43 años, el 65%

Edades de 44 a 63 años, el 34%

De sexo masculino el 100%

En lo referente a su nivel de educación: tienen

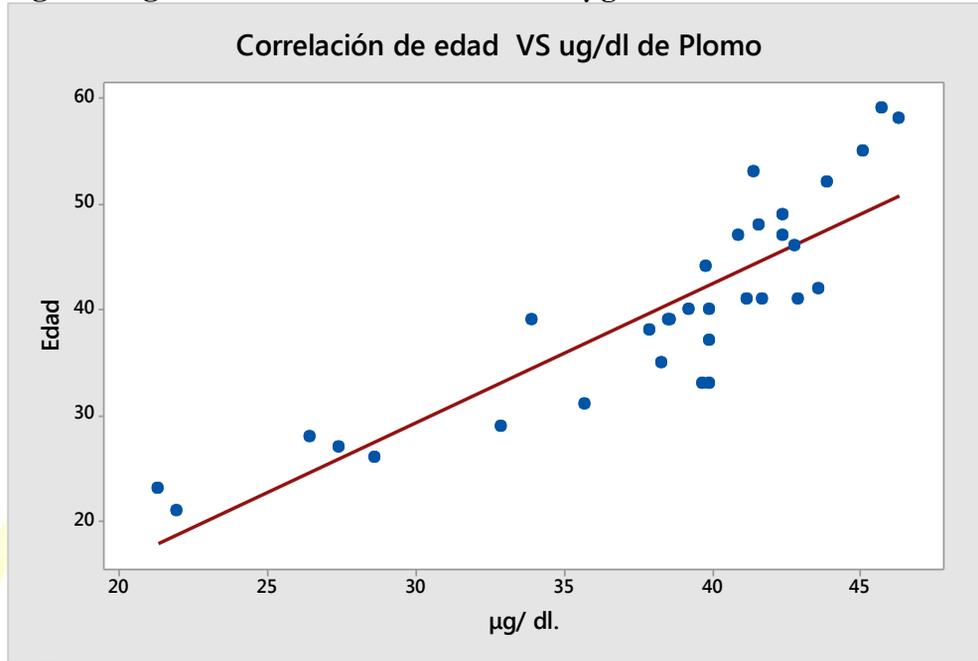
Educación primaria, el 25%,

Educación secundaria el 31%, y

Ed. educación técnica el 13% .

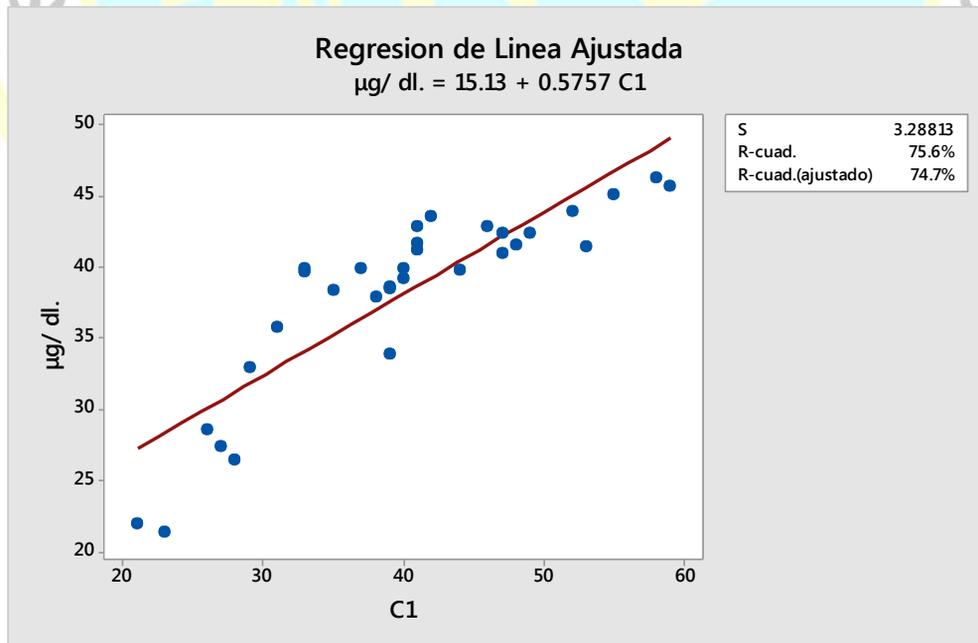
Primeramente hemos sometido los datos obtenidos al análisis estadístico, para determinar la calidad de correlación que existe, para ello hemos utilizado la correlación de PEARSON, obtenido con el programa estadístico Minitab 17.

Figura: Figura 17: Correlación de edad vs $\mu\text{g/dL}$ de Plomo



Fuente: Elaboración propia

Figura 18: Regresión de línea ajustada



Fuente: Elaboración propia

La grafica estadística de regresión lineal nos da una ecuación de predicción de alta calidad debido a que obtenemos un valor de $r=75.6\%$

Si ese valor de “r” fuera menor que 30 la ecuación lineal carecería de confiabilidad, por tanto podemos concluir que la ecuación se ajusta a los valores esperados, y por tanto 0.57 es la influencia de “x” sobre “y”, y viene a ser el cambio de una unidad de ug/dL de mercurio, es decir por cada año que trabaja el trabajador se llena (acumula) con 0.57 ug/dL de mercurio. Obedeciendo a esta ecuación:

$$\text{Plomo} = 15,13 + 0.58 \text{ edad}$$

Esta ecuación, matemática nos permite poder pronosticar, cuanto de plomo tendrá un trabajador en un determinado tiempo, reemplazando el termino edad por su respectivo valor numérico.

Ocupacionalmente todos son soldadores pero a su vez desarrollan otros trabajos complementarios, el 6% son además fundidores, el 63% son soldadores y el 22% son además pintores, 9% son oficinistas. el 75% laboran en la misma actividad menos de 10 años, el 19% tienen entre 11 y 20 años, tabla 24.

El 100% solo usa mameluco con mandil de cuero, y casco de soldar como medida de protección. La plumbemia mayor de 40 $\mu\text{g}/\text{dL}$ en trabajadores de metalmecánica es preocupante y el riesgo ambiental al que están expuestas las personas que viven cerca de estas pequeñas industrias de metalmecánica, tendrá efectos inevitablemente.

Los factores de riesgo asociados a dichas concentraciones fueron la ocupación de pintor y soldador y el hábito de fumar. Se estableció como perfil del trabajador a personas jóvenes, con estudios secundarios.

Del total de los trabajadores ocupacionales que conforman la población de estudio el 84% presentan niveles de concentración de Plomo en sangre por encima de 31 $\mu\text{g}/\text{dL}$, y del mismo total el 47% presentan niveles de Plomo mayores a 40 $\mu\text{g}/\text{dL}$, Tabla 17.

Al respecto de este nivel de Plomo en sangre la norma **NIOSH** establece que cuando el nivel sea menor a 40 $\mu\text{g}/100 \mu\text{g}$ el trabajador debe evaluarse cada 6 meses. Y si el nivel de plomo en sangre es mayor a 40 $\mu\text{g}/100 \mu\text{g}$ debe ser evaluado cada dos meses. Entonces con estos niveles de plomo en sangre ya estamos hablando de un trabajador ocupacional con intoxicación por plomo.

Este límite de Pb en sangre también lo norma el Ministerio de Salud del Perú, Existe el “Reglamento sobre Valores Límite Permisibles para Agentes Químicos en el Ambiente de Trabajo”, D. S. N° 015-2005-SA.

Tabla 13: Límites de Tolerancia biológica en sangre.

N° CAS	Agente Químico	Límites Adoptados	
		TWA mg/m ³	STEL mg/m ³
7439-92-1	Plomo inorgánico y sus derivados como Pb.	0,05	-----
78-00-2	Tetraetilo como Pb	0,1	
75-74-1	Tetrametilo como Pb	0,15	

Fuente: Ministerio de salud, Dirección general de salud ambiental
Dirección de salud ocupacional (2005).

- Límites de Tolerancia Biológica de Plomo en sangre en personas adultas expuestas a plomo: * 40 microgramos/decilitro (µg/dL).
- En niños, los límites de 10 µg/dL permisibles establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Tabla 14: Exploración estadística de los niveles de Pb en sangre

Estadístico	Valor	Unidad
N° de casos	32	muestras
Promedio	36.74	(µg/dL)
Mediana	39.90	(µg/dL)
Valor mínimo	21.30	(µg/dL)
Valor máximo	46.30	(µg/dL)
Desviación estándar	6.44	----
Coefficiente de variación	-1.34	----
Parámetro OMS	40.00	(µg/dL)

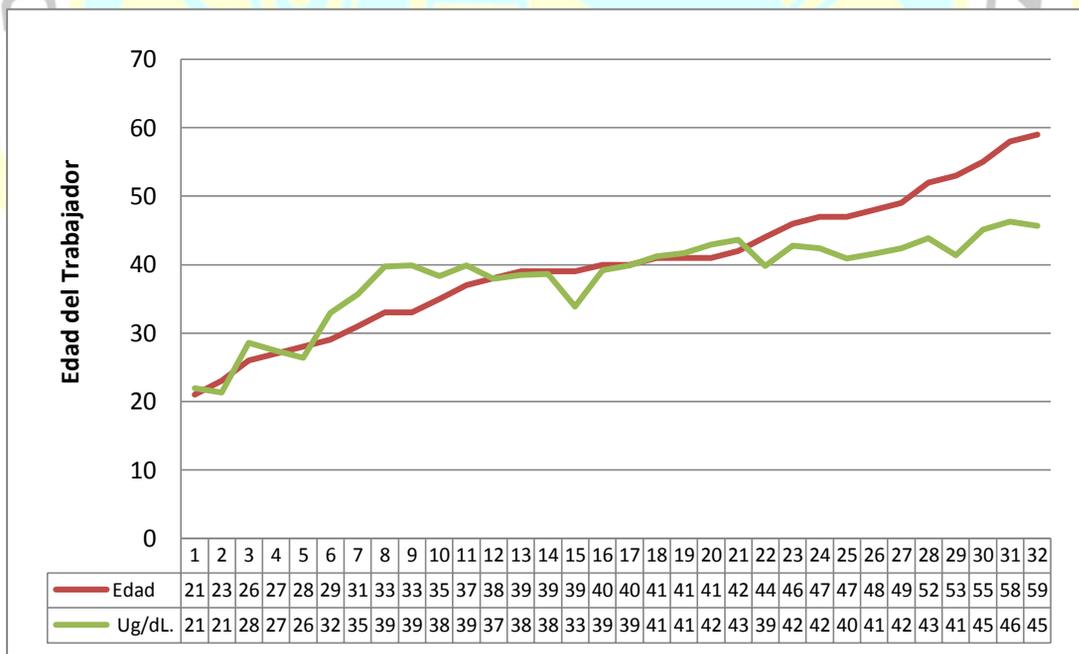
Fuente: Elaboración propia

Tabla 15: Concentración de Pb en sangre por edad, población de estudio

N°	Edad	µg/ dL.	N°	Edad	µg/ dL.
1	21	21.9	17	40	39.9
2	23	21.3	18	41	41.2
3	26	28.6	19	41	41.7
4	27	27.4	20	41	42.9
5	28	26.4	21	42	43.6
6	29	32.9	22	44	39.8
7	31	35.7	23	46	42.8
8	33	39.7	24	47	42.4
9	33	39.9	25	47	40.9
10	35	38.3	26	48	41.6
11	37	39.9	27	49	42.4
12	38	37.9	28	52	43.9
13	39	38.5	29	53	41.4
14	39	38.6	30	55	45.1
15	39	33.9	31	58	46.3
16	40	39.2	32	59	45.7

Fuente: Datos obtenidos de campo (elaboración propia)

Figura 19: Correlación comparativa entre nivel de plomo y edad del trabajador

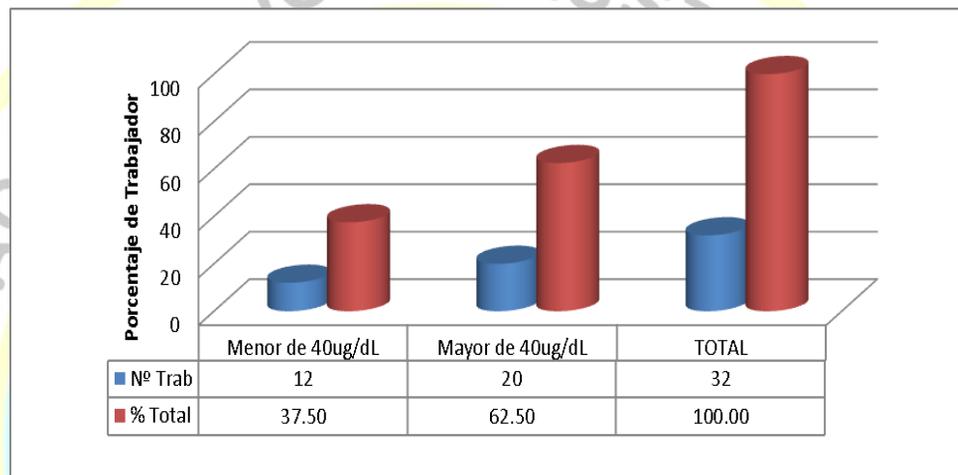


Fuente: Elaboración propia

Tabla 16: Distribución de trabajadores intoxicados

Niveles de Plomo en Sangre	Nº Trab.	% Total
Menor a 40 µg/dL	12	37.50
Mayor a 40 µg/dL	20	62.50
TOTAL	32	100.00

Fuente: Elaboración propia *se considera como 40.00 los valores mayores a 39.5 µg/dL

Figura 20: Distribución de trabajadores intoxicados

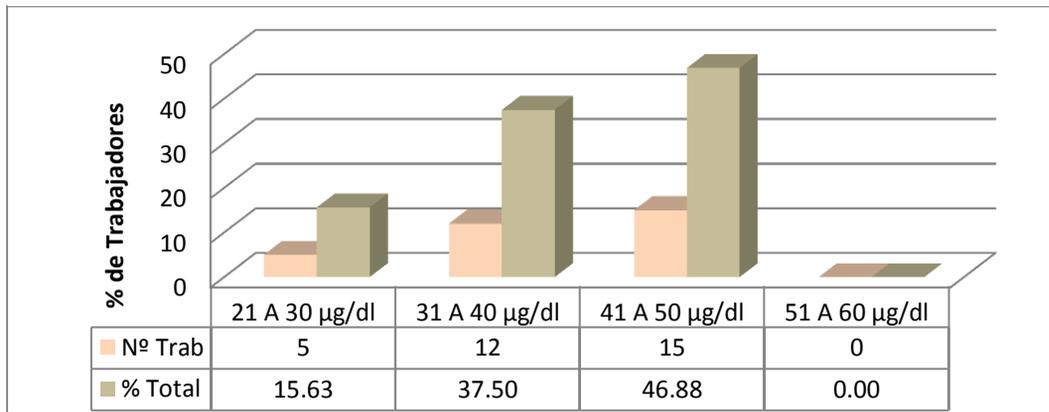
Fuente: Elaboración propia

Tabla 17: Distribución de trabajadores por niveles de plomo

NIVELES DE PLOMO	Nº	%
21 A 30 µg/dL	5	15.63
31 A 40 µg/dL	12	37.50
41 A 50 µg/dL	15	46.88
51 A 60 µg/dL	0	0.00
TOTAL	32	100%

Fuente: Elaboración propia

Figura 21: Distribución de trabajadores por nivel de plomo



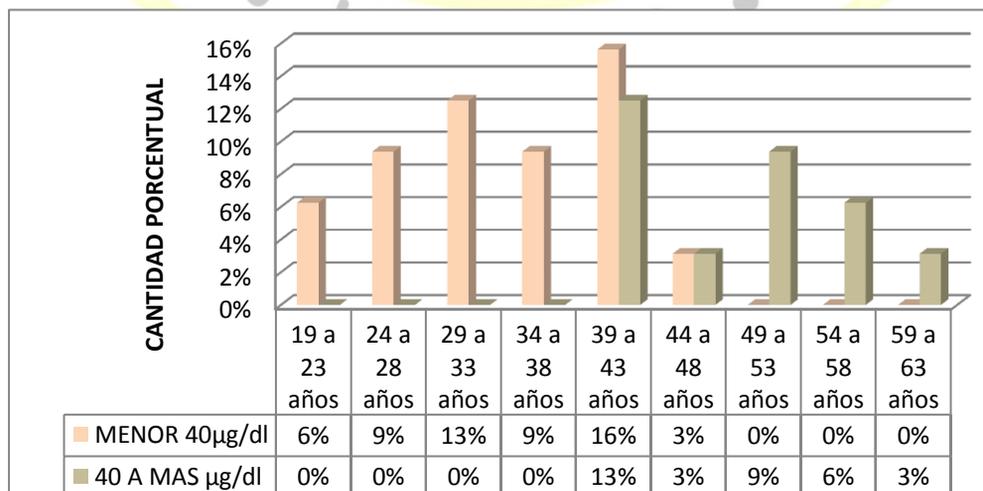
Fuente: Elaboración propia

Tabla 18: Distribución de trabajadores por edad y nivel de plomo

Edad	Menor a 40 µg/dL		Mayor a 40 µg/dL			
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
19 a 23 años	2	6%	0	0%	2	6%
24 a 28 años	3	9%	0	0%	3	9%
29 a 33 años	4	13%	0	0%	4	13%
34 a 38 años	3	9%	0	0%	3	9%
39 a 43 años	5	16%	4	13%	9	28%
44 a 48 años	1	3%	4	3%	5	16%
49 a 53 años	0	0%	3	9%	3	9%
54 a 58 años	0	0%	2	6%	2	6%
59 a 63 años	0	0%	1	3%	1	3%
total	18	56%	14	34%	32	100%

Fuente: Elaboración propia

Figura 22: Distribución de trabajadores por edad y nivel de plomo



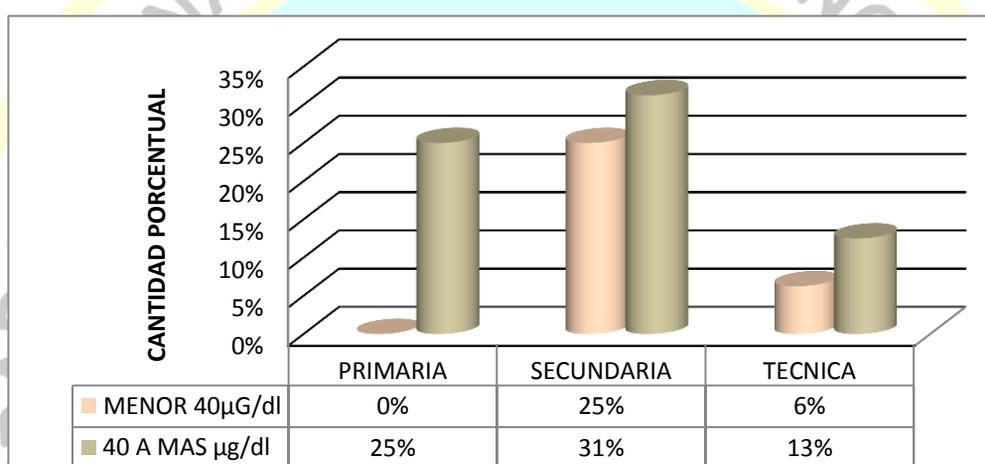
Nota: Elaboración propia

Tabla 19: Distribución de trabajadores por instrucción y nivel de plomo

Grado de Instrucción	Niveles De Plomo En Trabajadores				Total	
	MENOR 40µg/dL		40 A MAS µg/dL			
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Primaria	0	0%	8	25%	8	25%
Secundaria	8	25%	10	31%	18	56%
Técnica	2	6%	4	13%	6	19%
Superior	0	0%	0	0	0	0
Total	10	31%	22	69%	32	100%

Fuente: Elaboración propia

Figura 23: Correlación comparativa entre su instrucción y el nivel de plomo



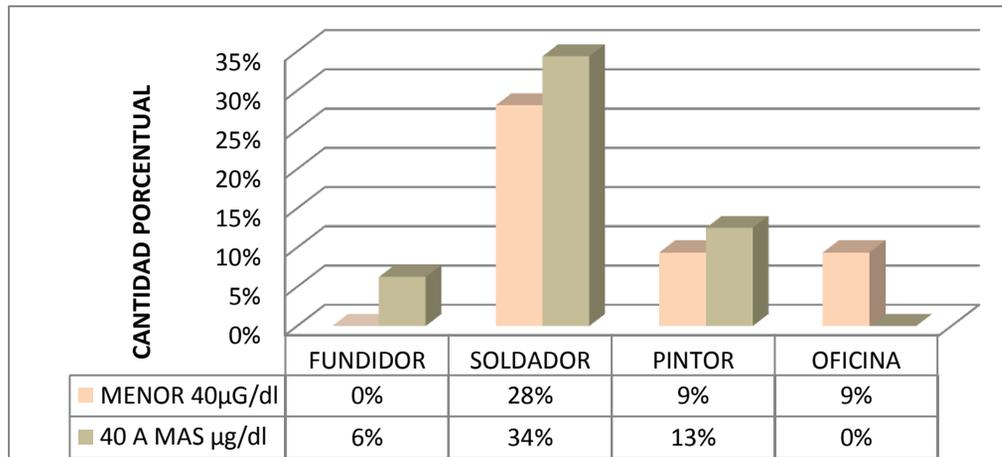
Fuente: Elaboración propia

Tabla 20: Distribución de trabajadores por ocupación y nivel de plomo

Ocupación	NIVELES DE PLOMO EN TRABAJADORES				TOTAL	
	MENOR 40 µg/dL		40 A MAS µg/dL		Nº	%
	Nº	%	Nº	%		
Fundidor	0	0%	2	6%	2	6%
Soldador	9	28%	11	34%	20	63%
Pintor	3	9%	4	13%	7	22%
Oficina	3	9%	0	0%	3	9%
Total	15	47%	17	53%	32	100%

Fuente: Elaboración propia

Figura 24: Distribución de trabajadores por ocupación y nivel de plomo



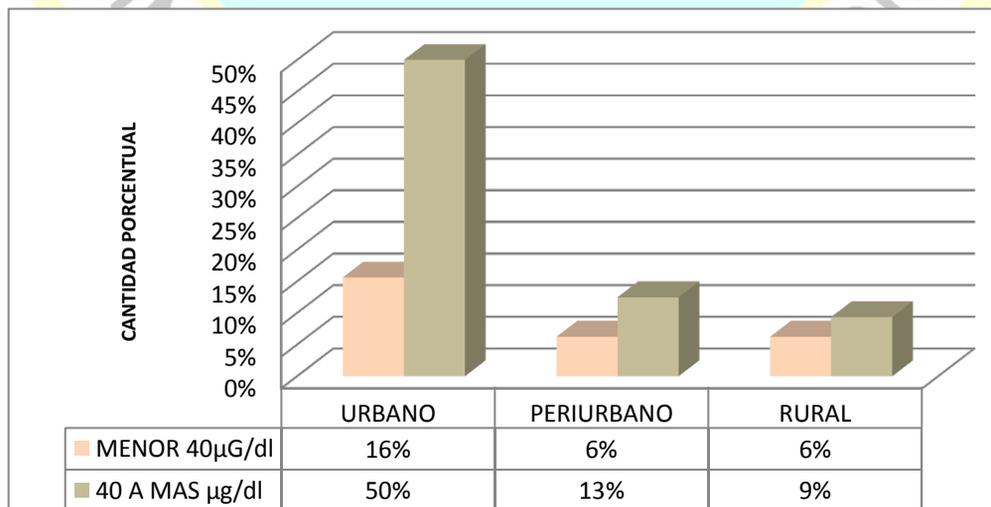
Fuente: Elaboración propia

Tabla 21: Distribución de trabajadores procedencia y nivel de plomo

Área de Procedencia	Niveles de plomo en trabajadores				Total %
	Menor 40 µg/dL		40 a mas µg/dL		
	%	Nº	%	Nº	
Urbano	16%	16	50%	21	66%
Periurbano	6%	4	13%	6	19%
Rural	6%	3	9%	5	16%
Total	28%	23	72%	32	100%

Fuente: Elaboración propia

Figura 25: Distribución de trabajadores procedencia y nivel de Plomo



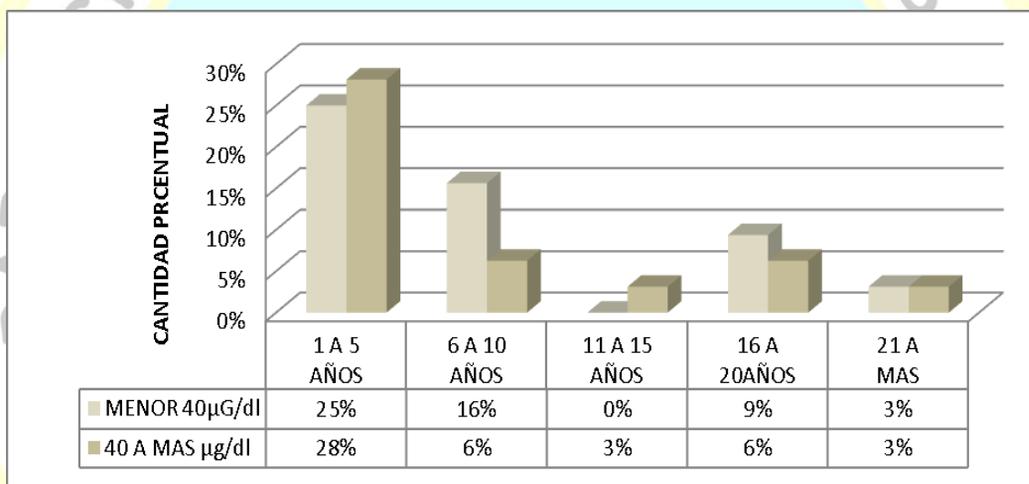
Fuente: Elaboración propia

Tabla 26: Distribución de trabajadores por tiempo de trabajo y niveles de plomo

	NIVELES DE PLOMO EN TRABAJADORES				TOTAL	
	MENOR 40 µg/dL		40 A MAS µg/dL			
Tiempo de trabajo	N°	%	N°	%	N°	%
1 a 5 años	8	25%	9	28%	17	53%
6 a 10 años	5	16%	2	6%	7	22%
11 a 15 años	0	0%	1	3%	1	3%
16 a 20 años	3	9%	2	6%	5	16%
21 a más	1	3%	1	3%	2	6%
Total	7	53%	55	47%	32	100%

Fuente: Elaboración propia

Figura 27: Distribución por tiempo de trabajo y niveles de plomo



Fuente: Elaboración propia

4.2 Contrastación de hipótesis

Generalmente las hipótesis se refieren a si la información muestral es consistente con la creencia a priori que el investigador tiene acerca de los valores paramétricos, lo que configura los denominados problemas de una muestra.

Un contraste de hipótesis es un proceso estadístico mediante el cual se investiga si una propiedad que se supone que cumple una población es compatible con lo observado en una muestra de dicha población. Es un procedimiento que permite elegir una hipótesis de trabajo de entre dos posibles y antagónicas.

En este estudio de investigación no se ha trabajado con una muestra representativa de la población de estudio, sino por el contrario se ha trabajado con toda la población de estudio debido a que era pequeña, 32 individuos el total, al no tener una muestra representativa de población total de estudio, es impropio la contrastación de hipótesis estadísticas. Solo se puede contrastar las hipótesis de la investigación.

resultados, mediante el análisis y la contrastación de resultados.

Se ha llegado a comprobar la veracidad de la hipótesis general (de investigación), que postulaba a que “Los niveles de intoxicación por plomo de los diversos grupos de trabajadores ocupacionales de soldadura expuestos a este metal en el distrito de Barranca, superan las concentraciones máximo permitidas (menores a 40 $\mu\text{g}/\text{dL}$).

Del total de los trabajadores ocupacionales que conforman la población de estudio el 84% presentan niveles de concentración de Plomo en sangre por encima de 31 $\mu\text{g}/\text{dL}$, y del mismo total el 47% presentan niveles de Plomo mayores a 40 $\mu\text{g}/\text{dL}$, Tabla 17. con estos resultados queda demostrada la hipótesis general.

La hipótesis específica postula, a su vez dos opciones de investigación:

- El grupo de trabajadores de talleres de soldadura tiene mayor riesgo de intoxicación por plomo, en el distrito de Barranca.
- La falta de conocimientos sobre efectos del plomo en la salud, condiciona la intoxicación por este metal en grupos de trabajadores soldadores en el distrito de Barranca.

Al respecto de estas hipótesis, la primera, está demostrada como consecuencia de la demostración de la hipótesis general y no se requiere de mayor interpretación.

La segunda, se demuestra con la tabla 19, sus resultados estadísticos nos demuestran una clarísima correlación, entre el nivel cultural del trabajador y su descuidada exposición a la fuente de intoxicación, estos datos se exponen en la tabla 19.

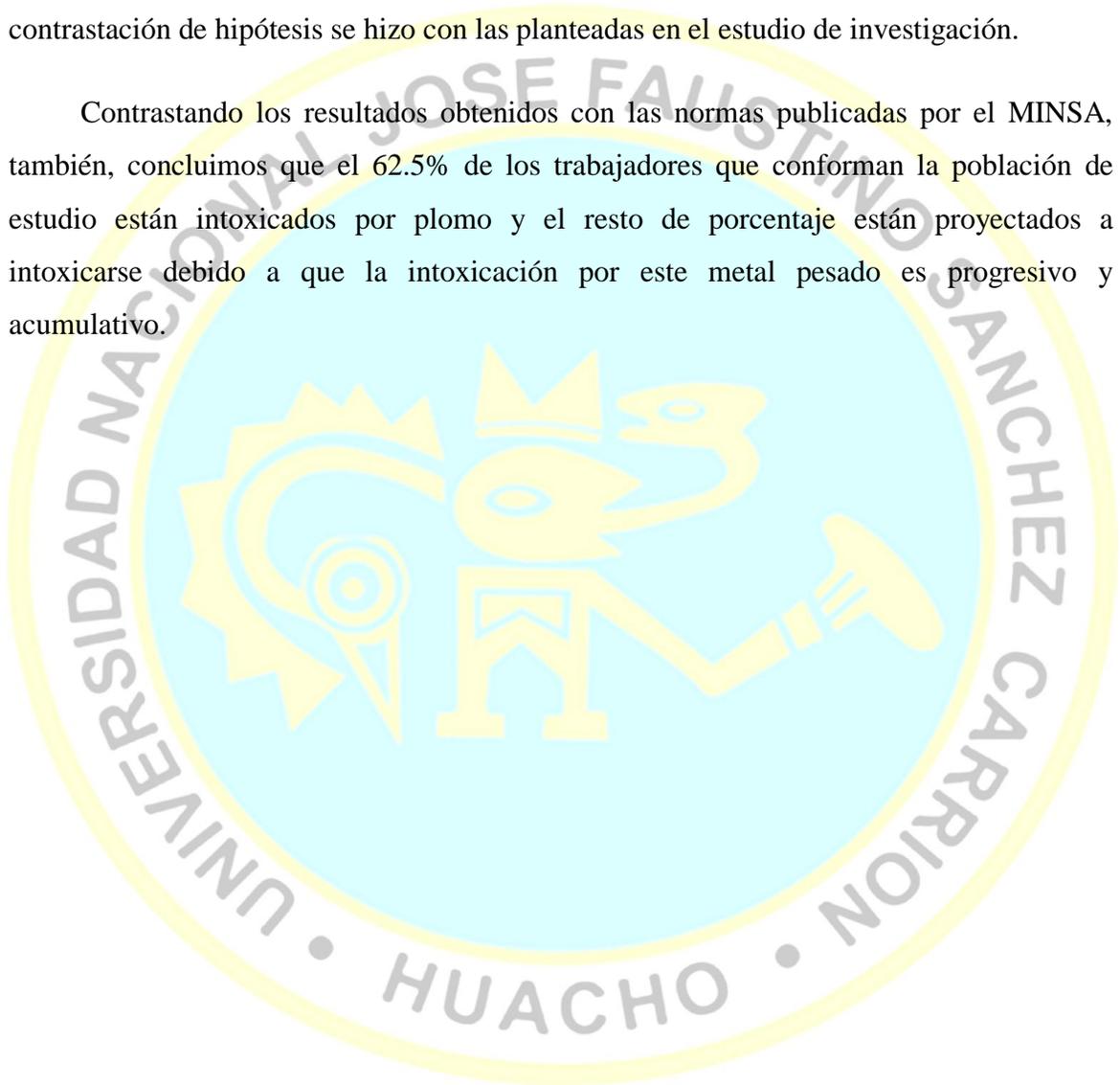
De esta tabla se concluye que, del grupo de trabajadores intoxicados con nivel de Pb en sangre mayor a 40 $\mu\text{g}/\text{dL}$, el 25% tiene solo primaria, el 31% tiene educación secundaria

y el 13% tiene educación técnica, estos trabajadores tienen información técnica sobre su ocupación pero no tienen información sobre los riesgos de intoxicarse con plomo

y sus consecuencias en su salud, esta información, debería proceder del empresario, y en todo caso del MINSA. Pero no hay apoyo informativo. Con estos resultados se demuestra la segunda hipótesis específica, sobre que la falta de conocimientos condiciona la intoxicación de los trabajadores ocupacionales.

Por esta cualidad de la presente investigación todos los cálculos estadísticos expuestos en el cuadro 16 se han calculado sobre el total de la población de estudio. La contrastación de hipótesis se hizo con las planteadas en el estudio de investigación.

Contrastando los resultados obtenidos con las normas publicadas por el MINSA, también, concluimos que el 62.5% de los trabajadores que conforman la población de estudio están intoxicados por plomo y el resto de porcentaje están proyectados a intoxicarse debido a que la intoxicación por este metal pesado es progresivo y acumulativo.



CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

5.1 Discusión de resultados

Luego de analizar los resultados del presente estudio, se ha llegado a la conclusión de que existe una clara tendencia, a la intoxicación por plomo inorgánico en los trabajadores ocupacionales de los talleres de soldadura. Esto se debe principalmente a la facilidad de intoxicarse con este metal pesado, a causa de falta de protección laboral, sea por negligencia o por falta de implementación por el empleador. En este sentido:

El organismo absorbe el plomo inorgánico por las vías respiratoria y gastrointestinal. El plomo orgánico también se absorbe por piel. La vía más importante desde el punto de vista ocupacional es la respiratoria, especialmente para los trabajadores ocupacionales de soldadura. (Ramirez V., 2005, pág. 59). Este estudio demuestra que estos trabajadores están en un clarísimo riesgo de contaminación por plomo debido a su actividad profesional que les pone en contacto con los humos que se desprenden del procedimiento de la soldadura.

Además se ha podido concluir que es un factor totalmente condicionante la formación cultural del trabajador, de la tabla 9, puede verificarse que de la población estudiada intoxicados con plomo mayor a 40 μ g/dL, el 25% tienen solo educación primaria, el 56% solo secundaria, y el 13% educación técnica. Por otro lado, existe mucha desinformación de la exposición a las fuentes de intoxicación, esto también es una inacción del MINSA y no existe facilidad de informarse, por ninguno de los medios de difusión conocidos y menos en la televisión, coherentemente con esta falta de información los síntomas de la intoxicación por plomo son asintomáticos en sus etapas iniciales, y se manifiestan una serie de síntomas solo cuando alcanzan valores superiores a los 50 μ g/dL.

Y mientras el trabajador no sienta necesidad médica o no sienta molestias no se percatará de estar acumulando niveles de plomo en su cuerpo y seguirá exponiéndose.

El instituto internacional (OSALAN. Instituto vasco de seguridad y salud laborales, 2009, pág. 19). Describe la forma y los riesgos de contaminación de los trabajadores de soldadura . Estos síntomas se manifiestan en muchos casos solo en estado crónico, incluso cuando se ha dejado ya de laborar. Así mismo provee de extensas tablas detallando los parámetros que se han estudiado y su incidencia en la intoxicación.

De los estudios realizados, se desprende que el 37.5% tiene el nivel de plomo en sangre menor a 40ug/dL, lo que establece que tiene algún grado de contaminación por plomo.

Así también se ha concluido que el 62.5% tiene niveles de Pb en sangre mayores a 40ug/dL y que según las normas NIOSH Y OSHA, son trabajadores ocupacionales que deberían estar bajo supervisión y monitoreo periódico. Pero debido a la poca importancia que le dan los propietarios de los talleres, estas recomendaciones no se cumplen.

Las investigaciones de carácter médico señalan, que la intoxicación subclínica, es cuando los niveles de plomo en sangre Pb-S son alrededor de 40 $\mu\text{g}/\text{dL}$ no hay efectos o los efectos son mínimos sobre la salud del trabajador. Por este motivo el trabajador se confía en la aparente conservación de su salud. (Ramirez V., 2005).

Con la presencia de una intoxicación moderada el nivel de Pb-S puede oscilar entre 40 y 60 $\mu\text{g}/\text{dL}$ en este caso existe la predominancia de leves síntomas como cansancio, disminución de apetito o malestar epigástrico en combinación con anemia ligera, como puede concluirse nada serio, aparentemente.

Sin embargo, todas las fases de intoxicación presuponen deterioros funcionales, por estas razones los trabajadores ocupacionales de soldadura deben de someterse a programas de biomonitorización, los primeros efectos de la exposición pueden ocurrir incluso en trabajadores completamente asintomáticos, en ellos se puede comprobar alteraciones en los indicadores biológicos de exposición (IBE). (Ramirez V., 2005).

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

La intoxicación por plomo en trabajadores de la industria metalmecánica es un problema no resuelto en Barranca y seguramente en otras provincias de nuestro país. Se encuentra elevados niveles de plomo en trabajadores soldadores y pintores principalmente.

El principal factor que condiciona la intoxicación por plomo en trabajadores ocupacionales de taller de soldadura, en el distrito de Barranca es la desinformación de los efectos tóxicos del plomo.

El otro factor, es el hecho que desarrollan sus labores diarias sin la debida protección de vestimenta adecuada, sin el uso de lentes, tampoco usan respiradores adecuados, no usan ventiladores o aspiradoras de aire contaminado.

La intoxicación por plomo no afecta solamente a los trabajadores de la industria metalmecánica que labora en forma localizada, sino que afecta gravemente a las personas que viven cerca de estas industrias de metalmecánica, manufactura y depósitos de este mineral, por la contaminación ambiental que genera este metal pesado altamente toxico para el ser humano.

La intoxicación del ser humano con plomo, se conoce desde hace 4000 A.C. y es tan amplia que prácticamente se da en todas las actividades humanas, incluso está en el aire que contaminan los vehículos, en el agua contaminando la fauna marina, en los suelos y casi en toda clase de actividad humana. Y de la revisión documental al respecto se observa como las instituciones internacionales primero señalaron limites bajos para calificar la intoxicación con plomo, posteriormente se han visto obligados a subir estos parámetros a

niveles actuales. Y casi considerándolos normales los niveles de plomo en sangre por debajo de estos niveles fijados mediante normas publicadas.

Los efectos en la salud más frecuentemente asociados a la exposición ocupacional al plomo son las que se manifiestan a partir de la segunda fase de intoxicación son, Predominancia de síntomas leves, como cansancio, disminución de apetito o malestar epigástrico, en combinación con anemia ligera, excreción elevada de AAL y CPU; la disminución de la velocidad de conducción en nervios periféricos es clara.

Y en la tercera fase de intoxicación son mucho más intensas, se manifiesta el Cólico saturnino. Polineuritis motora, Parálisis flácida y progresiva sin alteraciones sensitivas. Hipertensión paroxística. Encefalopatía saturnina. Afectación tiroidea. Afectación testicular: Hipoespermia. Las formas más agudas convulsiones, coma y muerte.

Los trabajadores ocupacionales que están expuestos, deben de participar de un monitoreo biológico de exposición a plomo. Los Criterios OSHA para exposición a plomo requieren que Pb-S y ZPP: “se realicen regularmente en todo trabajador expuesto. En aquellos que estén expuestos a plomo ambiente mayor a $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ por más de 30 días por año debe dosarse Pb-S y ZPP por lo menos cada 6 meses. Si el Pb-S hallado es mayor o igual a $40 \mu\text{g}/100 \text{ g}$ de sangre entera, equivalente a $42 \mu\text{g}/100 \text{ ml}$, se le debe examinar cada 2 meses hasta que el plomo baje a niveles menores de $40 \mu\text{g}/100 \text{ g}$ ”.

Actualmente existen otros parámetros nuevos que se están proponiendo para determinar la intoxicación por plomo, otros síntomas por ejemplo el daño a nivel neural (sistema nervioso central) debido a que el plomo al intoxicar al trabajador daño caso a todos los órganos y los daños a nivel neural son más sutiles de detectar, pero se dan, y también hay nuevos métodos de determinar los niveles de plomo menos invasivos, pues se trata de analizar plomo en la saliva los vellos axilares, también otras pruebas como el contenido de plomo en el hueso de la tibia, en este caso las Pruebas Cuantitativas, el aumento de los niveles de plomo en sangre, los niveles de plomo en hueso de tibia, los niveles pico de plomo en tibia, no son útiles por si solas para medir los efectos neuro comportamentales de la exposición crónica ocupacional al plomo, sino que son un complemento de las pruebas cualitativas para cuantificar dichos efectos.

6.2 Recomendaciones

Del estudio realizado, y después de haber observado y analizado la forma en que se llevan a cabo los trabajos de soldadura; los talleres y las condiciones que tienen para realizar los cotidianos trabajos de soldadura, hemos observado que estos, no se realizan en condiciones de protección o adecuados, sino que verdaderamente existe exposición.

hacemos las recomendaciones técnicas para minimizar, o eliminar en el mejor de los casos las exposiciones a los humos de la soldadura, que son los portadores de plomo, en realidad los humos de soldadura son portadores de un conjunto de moléculas gaseosas de carácter tóxico y además contienen partículas de metales pesados, (Ver Tabla 6). Que el operador soldador los aspira durante el procedimiento de ejecución del trabajo.

El impacto en la salud por aspirar los humos de la soldadura se puede ilustrar con la exposición física descriptiva de un procedimiento de soldadura. En realidad se trata de la descripción de una operación de trabajo rutinaria, esta forma de operar se aprecia en todos los talleres de soldadura, incluso en los talleres de mantenimiento de las fábricas y demás instalaciones industriales a diario.

Además de los humos que desprende el proceso de soldadura hay que tener en cuenta que se trata de materiales de uso industrial, es decir no son materiales necesariamente limpios y bien conservados, sino que estos materiales también a su vez pueden estar contaminados con otras sustancias químicas, entonces la exposición del operador es mayor y por tanto más dañina. Atendiendo al capítulo que nos ocupa vamos a describir los contaminantes potenciales que se pueden presentar en la mayoría de los casos. Para estimar y cuantificar estos daños descritos vamos a utilizar un ejemplo.

Figura 28: Procedimiento típico de soldadura



Fuente: Fundación Para la prevención de riesgos laborales.

6.2.1 Ejemplo ilustrativo de los daños causados

Analicemos el caso de un soldador que está uniendo mediante la soldadura dos planchas de acero al carbono y para ello está utilizando un equipo de soldadura semiautomática proceso MIG UTILIZARÁ HILO CONTINUO DE 1,2 mm recubierto de cobre, con atmósfera de gas Argón (85% Argón y 15% CO₂).

Los contaminantes que pueden estar presentes en los humos que se desprenden del proceso de la soldadura son:

1º. Contaminantes procedentes del material base de las piezas Tabla 4

Las piezas de acero al carbono desprenden óxidos de hierro y manganeso. Humo visible.

2º. Contaminantes procedentes del recubrimiento de las piezas, Tabla 5

Las planchas metálicas para trabajos pesados no están pintadas, generalmente los cubre una capa de óxido de hierro. Pero supongamos que está pintada con dos capas de pintura anticorrosiva, una capa de pintura a base de Cromato de plomo (amarilla) y otra capa a base de Cromato de zinc (verde). Estas pinturas generan humos de óxidos de cromo, plomo y zinc.

3º. Contaminantes procedentes de los materiales de aporte Tabla 6

Hay dos materiales de aporte el hilo de soldadura y el gas inerte. El proceso de soldadura debido al hilo se generaran óxidos de hierro, manganeso y de cobre, y debido al gas inerte los gases CO y CO₂.

Conclusión del caso ejemplo:

Los humos de soldadura del caso planteado estarán constituidos básicamente por:

Partículas: óxidos metálicos de hierro, manganeso, cromo, plomo, zinc y cobre.

Gases: anhídrido carbónico, monóxido de carbono, óxidos nitrosos y ozono.

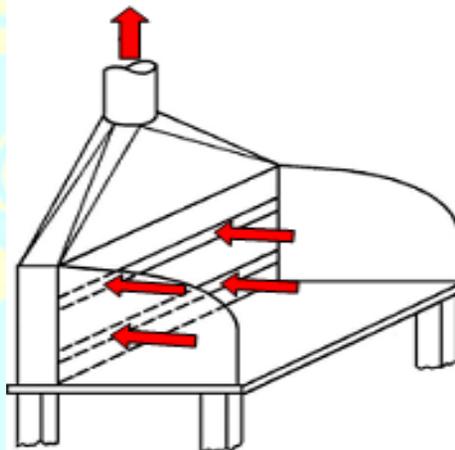
Como estamos tratando de trabajadores ocupacionales, es lógico deducir que estos contaminantes gaseosos y partículas son acumulativos. Y dañaran sistemas de respiración, digestivos y acumularan en la sangre y huesos como ya se ha visto en los capítulos anteriores.

Para evitar estas contaminaciones tóxicas por los humos de la soldadura, se recomiendan algunas mejoras en el ámbito del trabajo.

Primero la selección más óptima posible, de los materiales, especialmente de los electrodos de aporte. Y de la limpieza adecuada de las piezas a soldar, si estuvieran impregnadas con materiales grasos, o solventes clorados, etc. antes de proceder a su soldeo limpiar con solventes adecuados no tóxicos, o lavado con agua y detergente biodegradable.

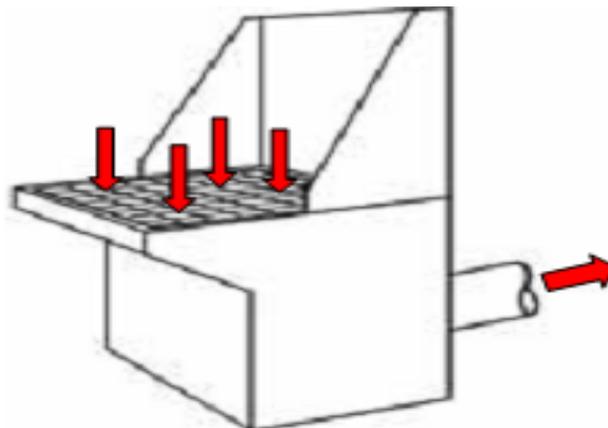
Segundo instalar ventilación adecuada, asistida por succionadores, o sopladores en la zona de trabajo, para de este modo evitar la concentración de los humos que desprende la soldadura o los procedimientos de oxicorte, de este modo el soldador no estaría afecto a la respiración directa de estos humos de soldadura, esto se ilustra con las siguientes figuras:

Figura 29: Mesa de trabajo con aspiración frontal



Fuente: (fundacion para la prevencion de riesgos laborales, 2017)

Figura 30: Mesa de trabajo con aspiración inferior



Fuente: Fundación Para la prevención de riesgos laborales.

Figura 31: Ventilar en espacio cerrado



Fuente: Oslam net (Instituto Vasco de salud y seguridad laborales)

**Figura 32 : Aspiración acoplada mediante extracción
Localizada a una boquilla**



Fuente: www.Oslam net (Instituto Vasco de salud y s. laborales)

REFERENCIAS

7.1 ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Compuestos inorgánicos más importantes del Plomo.....	27
Tabla 2: Fuentes laborales de exposición al plomo y peligro que representa	28
Tabla 3: Variación de la cantidad de humos emitidos	37
Tabla 4: Contaminantes Procedentes del Metal Base de Las Piezas	38
Tabla 5: Contaminantes procedentes de los recubrimientos de las piezas.....	39
Tabla 6: Contaminantes procedentes de los materiales de aporte.....	40
Tabla 7: Humos De Soldadura y Enfermedades Profesionales.....	41
Tabla 8: Contaminantes procedentes del Aire y posibles impurezas	42
Tabla 9: Efectos patológicos típicos de contaminantes en humos de soldadura	47
Tabla 10: Valores de Pb-S y otros BEIs aceptados en salud ocupacional	53
Tabla 11: Operacionalización de variables,	58
Tabla 12: Fluxograma	68
Tabla 13: Límites de Tolerancia biológica en sangre.....	73
Tabla 14: Exploración estadística de los niveles de Pb en sangre	73
Tabla 15: Concentración de Pb en sangre por edad, población de estudio.....	74
Tabla 16: Distribución de trabajadores intoxicados	75
Tabla 17: Distribución de trabajadores por niveles de plomo	75
Tabla 18: Distribución de trabajadores por edad y nivel de plomo	76
Tabla 19: Distribución de trabajadores por instrucción y nivel de plomo.....	77
Tabla 20: Distribución de trabajadores por ocupación y nivel de plomo	77
Tabla 21: Distribución de trabajadores procedencia y nivel de plomo	78

7.2 ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Distribución del plomo en el cuerpo.....	29
Figura 2: Modelo metabólico del Plomo en el ser Humano	32
Figura 3: Modelo biológico del Plomo en el hueso	33
Figura 4: Vías de ingreso y eliminación del plomo en el organismo humano	35
Figura 5: Límites de exposición profesional humos metálicos de soldadura	38
Figura 6: Exposición ocupacional	45
Figura 7: Exposición ocupacional	46
Figura 8: Máquinas de soldar eléctricas.....	46
Figura 9: Ribete de Burton(caso1) y Figura10: Ribete de Burton(caso2)	48
Figura 11: Polineuropatía plúmbica	49
Figura 12: Parálisis saturnina	50
Figura 13: Laboratorio Punteado basófilo	50
Figura 14: Plombemia y manifestaciones clínicas	51
Figura 15: Espectrofotómetro de absorción atómica	69
Figura 16: Espectrofotómetro de absorción atómica	69
Figura: Figura 17: Correlación de edad vs $\mu\text{g/dL}$ de Plomo	71
Figura 18: Regresión de línea ajustada	71

Figura 19: Correlación comparativa entre nivel de plomo y edad del trabajador.....	74
Figura 20: Distribución de trabajadores intoxicados.....	75
Figura 21: Distribución de trabajadores por nivel de plomo	76
Figura 22: Distribución de trabajadores por edad y nivel de plomo	76
Figura 23: Correlación comparativa entre su instrucción y el nivel de plomo	77
Figura 24: Distribución de trabajadores por ocupación y nivel de plomo	78
Figura 25: Distribución de trabajadores procedencia y nivel de Plomo	78
Tabla 26: Distribución de trabajadores por tiempo de trabajo y niveles de plomo ...	79
Figura 27: Distribución por tiempo de trabajo y niveles de plomo	79
Figura 28: Procedimiento típico de soldadura.....	86
Figura 29: Mesa de trabajo con aspiración frontal	88
Figura 30: Mesa de trabajo con aspiración inferior.....	88
Figura 31: Ventilar en espacio cerrado	89
Figura 32 : Aspiración acoplada mediante extracción.....	89

7.3 Fuentes bibliográficas

Blanco Hernández , A., Alonso Gutierrez, D., & y otros. ((1998). Estudio De Los Niveles De Plomo, Cadmio, Zinc Y Arsénico, en aguas de la parovincia de Salamanca. *Rev. esp. Salud Pública*, 54-63.

Sánchez Molina, M. ((1986). *Niveles de plomo sanguíneo en poblaciones expuestas de Costa Rica*. (E. B. sa, Ed.) Recuperado el 23 de Julio de 2016, de <http://www.binasss.sa.cr/revistas/rccm/v7n1/art3.pdf>:
<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:Qd334IDPFpQJ:www.binasss.sa.cr/revistas/rccm/v7n1/art3.pdf+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=pe>

Albert, L. (marzo de 2014). *What Does “Noise Pollution” Mean?* Obtenido de Cientific Research:
[http://www.scirp.org/\(S\(i43dyn45teexjx455qlt3d2q\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1127918](http://www.scirp.org/(S(i43dyn45teexjx455qlt3d2q))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1127918)

Chavez revilla, Jorge luis. (1998). *Seguridad Minera*. Obtenido de El libro de minero:
<https://books.google.com.pe/books?isbn=846057975>

DIGESA.MINSA. (25 de marzo de 2017). *WWW.digesa.minsa.gob.pe*. Recuperado el 10 de abril de 2018, de direccion de salud ocupacional: www.digesa.minsa.gob.pe

E. mañas buenas; E. pérez rodriguez; A. pacheco galvan; J. gaudo navarro;. (2006). *Fiebre por humo de metal en sun soldador de profesion*. Madrid: Servicio de Neumología. Hospital Ramón y Cajal. Madrid.

Friberg L, N. G. (1979). Eds Handbook of toxicology of metals. Esevier, Amsterdam.

fundacion para la prevencion de riesgos laborales. (2017). *gobierno de España, Ministerio de empleo y seguridad social*. (m. de, Editor) Obtenido de © funprl 2017:
<https://www.funprl.es/Aplicaciones/Portal/portal/Aspx/Home.aspx> ILAC.org. (24-28 de octubre de 1977). *ILAC is the international organisation for accreditation bodies operating in accordance with ISO/IEC 17011*. Recuperado el 31 de marzo de 2018, de Ilac: <http://ilac.org/signatory-search/>

- Ing. Juan Narciso Chávez, Dra. Carmen Gastañaga Ruiz, Dra. Rocío Espinoza Lain Dr. Carlos Sánchez Zavaleta, Biol. Shirley Moscoso Reátegui, Químico José Luis Quequejana Condori, and Dr. Mauricio Hernández Ávila,. (15 de Junio de (2000). Estudio para determinar las fuentes de exposición a plomo en la provincia constitucional del Callao, Perú. *Dirección General de Salud/USAID*, 1-25.
- John J. , Valbuena P., Martha Duarte A., & Clara Marci. ((2001). Revista Colombiana de Química. *revistas.unal.edu.co*.
- Levy BS, W. D. (1998). Eds Occupational Health. Litte, Brown.
- Loyola, R., & Soncco, C. (2007).
- Marquez Estevez, C. ((2012). *Biomonitorización de cadmio, cromo, manganeso, níquel y plomo en muestras de sangre total, orina vello axilar y saliva en una población expuesta a metales pesados*. Granada: Editorial de la universidad de granada.
- Naciones Unidas. (31 de marzo de 1947). *LA DECLARACIÓN UNIVERSAL DE DERECHOS HUMANOS: FUNDAMENTO DE LAS NORMAS INTERNACIONALES DE DERECHOS HUMANOS*. Obtenido de Organización: <http://www.un.org/es/documents/udhr/law.shtml>
- OSALAN. Instituto vasco de seguridad y salud laborales. (Mayo de 2009). *El soldador y los humos de soldadura*. (g. i. sl, Editor) Obtenido de WWW.OSALAN.NET: http://www.euskadi.eus/contenidos/libro/higiene_200920/es_200920/adjuntos/EI%20%20Soldador.pdf
- Paucar Villa, R. (10 de Agosto de (2015). *DETERMINACIÓN DE NIVELES DE PLOMO EN SANGRE EN POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA EN LA*. (R. i.-U. Piura, Productor) Recuperado el 2016, de https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2783/MAS_GAA_032.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Poma, P. ((2008). Intoxicación por plomo en humanos. *Anales de la Facultad de Medicina UNMSM*, 120-125.
- Ramirez V., A. (2005). El cuadro clínico de la intoxicación ocupacional. *Anales de la Facultad de medicina UNMSM*, 59.
- Rodríguez, A., & Espinal, G. (10 de Dic de 2008). Ciencia y Sociedad. Santo Domingo.
- Valdivia Infantas, M. (febrero de 2005). Intoxicación por plomo. *medicina interna.org.pe/revista/revista_18_1_2005/Intoxicacion*, http://medicinainterna.net.pe/revista/revista_18_1_2005/Intoxicacion.pdf, 24.
- Yáñez , Carlos; Di Bernardo, María Luisa; García , María Y.; Ríos , Nurby; Rincon, Jacinto; Rodríguez, Noris; Guerrero, Leyda. ((2008). Valoración de parámetros hematológicos y bioquímicos como marcadores biológicos de exposición ocupacional al plomo en Mérida, Venezuela. *Retel, revista de toxicología en línea*.

ANEXOS
FICHAS TÉCNICAS DE IMPORTANTES PRODUCTOS INDUSTRIALES

Fichas Internacionales de Seguridad Química

CROMATO DE PLOMO		CSC: 0003 Octubre 2002	
CAS: 7758-97-6 RTECS: GB2975000 NU: 3288 CE índice Anexo I: 082-004-00-2 CE I EINECS: 231-846-0		Cromato plumboso Ácido crómico, sal (1:1) de plomo (II) PbCrO₄ Masa molecular: 323.2	
		  	
TIPO DE PELIGRO I EXPOSICIÓN	PELIGROS AGUDOS I SÍNTOMAS	PREVENCIÓN	PRIMEROS AUXILIOS I LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	No combustible. En caso de incendio se desprenden humos (o gases) tóxicos e irritantes.		En caso de incendio en el entorno: están permitidos todos los
EXPLOSIÓN			
EXPOSICIÓN	+  	¡EVITAR TODO CONTACTO! ¡EVITAR LA DISPERSION DEL POLVO! ¡EVITAR LA EXPOSICION DE MUJERES (EMBARAZADAS)! ¡EVITAR LA EXPOSICION DE ADOLESCENTES Y NIÑOS!	
Inhalación	Tos. Dolor de cabeza. Náuseas.	Extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo.
Piel	Véanse EFECTOS DE EXPOSICIÓN REPETIDA O PROLONGADA	Guantes de protección. Traje de protección.	Aclarar y lavar la piel con agua y jabón.
Ojos	Enrojecimiento.	Gafas ajustadas de seguridad, o protección ocular combinada con la protección respiratoria si se trata de polvo.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después proporcionar asistencia médica.
Ingestión	Dolor abdominal. Náuseas. Vómitos.	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo.	Enjuagar la boca. Dar a beber agua abundante.
DERRAMES Y FUGAS		ENVASADO Y ETIQUETADO	
Recoger con aspirador el material derramado o barrer la sustancia derramada e introducirla en un recipiente; si fuera necesario, humedecer el polvo para evitar su dispersión. Recoger cuidadosamente el residuo, trasladarlo a continuación a un lugar seguro. NO permitir que este producto químico se incorpore al ambiente. (Protección personal adicional: respirador de filtro P3 contra partículas tóxicas).		Envase irrompible; colocar el envase frágil dentro de un recipiente irrompible cerrado. Contaminante marino. Clasificación UE Símbolo: T, N R: 61-33-40-50/53-62 S: 53-45-60-61 Clasificación UN clasificación de Peligros NU: 6.1 Grupo de Envasado NU: 111	
RESPUESTA DE EMERGENCIA		ALMACENAMIENTO	
Ficha de emergencia de transporte (Transport Emergency Card): TEC (R)-61GT5-111		Separado de oxidantes fuertes.	
Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión Europea © CE, IPCS, 2005			
IPCS international Programme on Chemical Safety			93

CROMATO DE PLOMO

Fichas Internacionales de Seguridad Química

DATOS IMPORTANTES

<p>ESTADO FÍSICO; ASPECTO</p> <p>Polvo cristalino de amarillo a naranja.</p> <p>PELIGROS QUÍMICOS</p> <p>La sustancia se descompone al calentarla intensamente, produciendo humos tóxicos, incluyendo óxidos de plomo. Reacciona con oxidantes fuertes como peróxido de hidrógeno. Reacciona con aluminio dinitronaftaleno, hexacianoferrato (IV) de hierro (III). Reacciona con compuestos orgánicos a temperatura elevada, originando peligro de incendio.</p> <p>LÍMITES DE EXPOSICIÓN</p> <p>TLV: como Pb 0,05 mg/m³ (como TWA);</p> <p>A2; BE1 establecido (ACG1H 2004).</p> <p>TLV: como Cr 0,012 mg/m³(como TWA); A2; (ACG1H 2004). MAK: Cancerígeno clase: 3B; (DFG 2004).</p>	<p>VÍAS DE EXPOSICIÓN</p> <p>La sustancia se puede absorber por inhalación del aerosol y polvo y por ingestión.</p> <p>RIESGO DE INHALACIÓN</p> <p>La evaporación a 20°C es despreciable; sin embargo, se puede alcanzar rápidamente una concentración nociva de partículas en el aire por pulverización o cuando se dispersa, especialmente si está en forma de polvo.</p> <p>EFFECTOS DE EXPOSICIÓN DE CORTA DURACIÓN</p> <p>La sustancia irrita el tracto respiratorio.</p> <p>EFFECTOS DE EXPOSICIÓN PROLONGADA O REPETIDA</p> <p>El contacto prolongado o repetido con la piel puede producir dermatitis y úlceras crónicas. El contacto prolongado o repetido puede producir sensibilización de la piel. La exposición por inhalación prolongada o repetida puede originar asma. Los pulmones pueden resultar afectados por la exposición prolongada o repetida. La sustancia puede afectar a la sangre, médula ósea, sistema nervioso central, sistema nervioso periférico y riñón, dando lugar a anemia, encefalopatía (p.ej.convulsiones), neuritis, calambres abdominales y alteración renal. Esta sustancia es posiblemente carcinógena para los seres humanos. Puede producir alteraciones en la reproducción humana.</p>
PROPIEDADES FÍSICAS	
<p>Punto de ebullición (se descompone): no disponible</p> <p>Punto de fusión: 844°C</p> <p>Densidad: 6,3 g/cm³</p>	
DATOS y NOTAS AMBIENTALES	
<p>Puede producirse una bioacumulación de esta sustancia a lo largo de la cadena alimentaria, en peces, en vegetales y en mamíferos.</p>	
<p>Los cromatos están clasificados como carcinógenos humanos, pero las pruebas para esta sustancia son limitadas. Los pigmentos de cromato de plomo pueden contener apreciables cantidades de compuestos de plomo solubles en agua. Los humos tóxicos (compuestos de plomo y cromo) se liberan también durante procesos de soldadura, cortado y calentamiento de material tratado con Cromato de plomo. Está indicado examen médico periódico dependiendo del grado de exposición. NO llevar a casa la ropa de trabajo. El Cromato de plomo se encuentra en la naturaleza en forma de los minerales crocoita, phoenicocroita. Amarillo cromo, Cologne yellow, King's yellow, Leipzig yellow, Paris yellow, C.1. Pigment yellow 34, C.1. 77600 son nombres comerciales. Esta ficha ha sido parcialmente actualizada en octubre de 2004, ver Límites de exposición.</p>	
INFORMACIÓN ADICIONAL	
<p>Límites de exposición profesional (INSHT 2011):DD</p> <p>VLA-ED: (como Cr) 0,012 mg/m³; (como Pb) 0,05 mg/m³ D</p> <p>C1B (Sustancia carcinogénica de categoría 1B)</p> <p>Notas: Sustancia tóxica para la reproducción humana de categoría 1A. Esta sustancia tiene establecidas restricciones a la fabricación, comercialización o al uso especificadas en el Reglamento REACH.D</p> <p>VLB: 70 µg/dL en sangre de plomo. Nota k.DD</p>	
NOTA LEGAL	<p>Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité internacional de Expertos del 1PCS y es independiente de requisitos legales. Su posible uso no es responsabilidad de la CE, el 1PCS, sus representantes o el INSHT, autor de la versión española.</p>

**FICHAS INTERNACIONALES DE SEGURIDAD QUÍMICA
TETRAETILO DE PLOMO**

CAS: 78-00-2 **Plomo tetraetilo**
RTECS: TP4550000 **Pb(C₂H₅)₄**
NU: 1649 **Masa molecular:** 323.45
CE Índice Anexo I: 082-002-00-1
CE I EINECS: 201-075-4



TIPO DE PELIGRO I EXPOSICIÓN	PELIGROS AGUDOS I SINTOMAS	PREVENCIÓN	PRIMEROS AUXILIOS I LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	Combustible.	Evitar las llamas.	Polvo, agua pulverizada, espuma, dióxido de carbono.
EXPLOSIÓN	Por encima de 93°C pueden formarse mezclas explosivas vapor/aire.	Por encima de 93°C, sistema cerrado, ventilación.	Combatir el incendio desde un lugar protegido.
EXPOSICIÓN		¡EVITAR LA FORMACIÓN DE NIEBLA DEL PRODUCTO! ¡HIGIENE ESTRICTA! ¡EVITAR TODO CONTACTO! ¡EVITAR LA EXPOSICIÓN DE ADOLESCENTES Y NIÑOS!	¡CONSULTAR AL MEDICO EN TODOS LOS CASOS!
Inhalación	Convulsiones. Vértigo. Dolor de cabeza. Vómitos. Debilidad. Pérdida del conocimiento.	Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo. Proporcionar asistencia médica.
Piel	¡PUEDE ABSORBERSE! Enrojecimiento. (Además véase)	Guantes de protección. Traje de protección.	Quitar las ropas contaminadas. Aclarar y lavar la piel con agua y jabón. Proporcionar asistencia médica.
Ojos	Enrojecimiento. Dolor. Visión borrosa.	Pantalla facial, o protección ocular combinada con la protección respiratoria.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después proporcionar asistencia médica.
Ingestión	Convulsiones. Diarrea. Vértigo. Dolor de cabeza. Vómitos. Debilidad. Pérdida del conocimiento.	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo. Lavarse las manos antes de comer.	Enjuagar la boca. Dar a beber una papilla de carbón activado y agua. Proporcionar asistencia médica.
DERRAMES Y FUGAS		ENVASADO Y ETIQUETADO	
Evacuar la zona de peligro. Consultar a un experto. Ventilar. (Protección personal adicional: traje de protección completa incluyendo equipo autónomo de respiración). Recoger el líquido procedente de la fuga en recipientes precintables. Absorber el líquido residual en arena o absorbente inerte y trasladarlo a un lugar seguro. NO permitir que este producto químico se incorpore al ambiente.		Envase irrompible; colocar el envase frágil dentro de un recipiente irrompible cerrado. Contaminante marino grave. Clasificación UE Símbolo: T+, N R: 61-26/27/28-33-50/53-62 S: 53-45-60-61 Nota: A, E. Para preparados: Nota 1 Clasificación NU Clasificación de Peligros NU: 6.1 Grupo de Envasado NU: I	
RESPUESTA DE EMERGENCIA		ALMACENAMIENTO	
Ficha de emergencia de transporte (Transport Emergency Card): TEC (R)-61S1649 Código NFPA: H 3; F 2; R 3;		A prueba de incendio. Separado de oxidantes fuertes, ácidos, Mantener en la oscuridad. Ventilación a ras del suelo. Almacenar en un área sin acceso a desagües o alcantarillas.	
Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión Europea © CE, IPCS, 2005			
IPCS International Programme on hemical Safety			

FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

SECCIÓN 1: Identificación de la sustancia o la mezcla y de la sociedad o la empresa

1.1. Identificador del producto

Nombre comercial

Plomo metálico

Número de producto

-

Número de registro REACH

01-2119513221-59-XXXX

Otros identificadores del producto

1.2. Usos pertinentes identificados de la sustancia o de la mezcla y usos desaconsejados

Usos pertinentes identificados de la sustancia o de la mezcla

Usos considerados en casos de exposición:

- 1 Producción de plomo primario
- 2 Producción de plomo secundario
- 3 Producción de baterías de plomo
- 4 Producción de lámina de plomo
- 5 Producción de acero galvanizado por inmersión en caliente
- 6 Producción de diferentes artículos de plomo (por ejemplo, productos moldeados, laminados y extruidos; así como munición y perdigones de plomo)
- 7 Producción de aceros emplomados
- 8 Producción de pólvora de plomo
- 9 Producción de óxido de plomo
- 10 Soldadura de plomo profesional

Usos desaconsejados

No se han identificado usos específicos desaconsejados, aparte de las restricciones legales contra el uso de plomo.

1.3. Datos del proveedor de la ficha de datos de seguridad

Nombre y dirección de la empresa

Boliden Commercial
Box 750
SE-101 35 Stockholm
Sweden

Tel +46 8 610 15 00

Fax +46 8 31 55 45

Persona de contacto

-

Correo electrónico

info.market@boliden.com

SDS diseñada el

01-06-2015

Versión SDS

1.0

1.4. Teléfono de emergencia

112. Consulte el sección 4 para obtener información sobre primeros auxilios. Consulte sección 16 para los números de emergencia de otros países.

FICHA TÉCNICA

D0-106 MINIO DE PLOMO

Fecha de revisión: Octubre 2010

- **Gran cubrición**
- **Fácil brochabilidad**
- **Mejora la adherencia y el aspecto del acabado.**

Descripción

Imprimación anticorrosiva para superficies férricas en exteriores e interiores.

Usos típicos

Utilizado en la protección de toda clase de superficies de hierro y acero como puertas, verjas, postes, estructuras de construcción, etc.

Características

Acabado.....	Satinado
Color	Naranja
Sustrato.....	Hierro
Rendimiento práctico.....	9 - 11 m ² /L por capa (dependiendo del tipo de superficie y condiciones de aplicación).
Proceso de aplicación.....	Brocha
Tiempo de secado (a 20 °C y 60% de humedad relativa).....	Superficial – 1-2 h aprox. Repintado – 48-72 h aprox.
Compuestos Orgánicos Volátiles (COV).....	Valor límite de la UE para este producto (Cat. A/i): 500 g/L. Este producto contiene como máximo 349 g/L COV. a) La reducción de los COV's contribuye a la mejora del Medio Ambiente.
Estabilidad en almacen.....	2 año en los envases de origen, en interior, entre 5 y 40 °C.

Nota:

a) El valor de COV's arriba referido es respecto al producto listo al uso, teñido, diluido, etc., con productos recomendados por nosotros.

No nos responsabilizamos de productos obtenidos por mezcla con productos diferentes a los recomendados por nosotros, y llamamos la atención sobre la responsabilidad en que incurre cualquier agente a lo largo de la cadena de suministro al infringir lo que determina la Directiva 2004/42/CE.

pág. 1/2

Es aconsejable verificar periódicamente el estado de actualización de la presente Ficha Técnica. Barnices Valentine asegura la conformidad de sus productos con las especificaciones que constan en las fichas técnicas. Los consejos técnicos prestados por Barnices Valentine, antes o después de la entrega de los productos, son meramente indicativos y dados de buena fe y constituyen su mejor conocimiento, de acuerdo con el actual estado de la técnica, pero sin garantías sobre los resultados finales ya que éstos dependen de condiciones de uso que quedan fuera de nuestro control. Todas nuestras ventas están sujetas a nuestras condiciones generales de venta, cuya lectura aconsejamos.

FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

SECCIÓN 1: Identificación de la sustancia o la mezcla y de la sociedad o la empresa

1.1. Identificador del producto

Nombre comercial

Plomo metálico

Número de registro REACH

01-2119513221-59-XXXX

Otros identificadores del producto

1.2. Usos pertinentes identificados de la sustancia o de la mezcla y usos desaconsejados

Usos pertinentes identificados de la sustancia o de la mezcla

Usos considerados en casos de exposición:

- 1 Producción de plomo primario
- 2 Producción de plomo secundario
- 3 Producción de baterías de plomo
- 4 Producción de lámina de plomo
- 5 Producción de acero galvanizado por inmersión en caliente
- 6 Producción de diferentes artículos de plomo (por ejemplo, productos moldeados, laminados y extruidos; así como munición y perdigones de plomo)
- 7 Producción de aceros emplomados
- 8 Producción de pólvora de plomo
- 9 Producción de óxido de plomo
- 10 Soldadura de plomo profesional

Usos desaconsejados

No se han identificado usos específicos desaconsejados, aparte de las restricciones legales contra el uso de plomo.

1.3. Datos del proveedor de la ficha de datos de seguridad

Nombre y dirección de la empresa

Boliden Commercial Box 750
SE-101 35 Stockholm Sweden

Tel +46 8 610 15 00

Fax +46 8 31 55 45

Correo electrónico

info.market@boliden.com

SECCIÓN 2: Identificación de los peligros

2.1. Clasificación de la sustancia o de la mezcla

Este producto no está clasificado como peligroso.

2.3. Otros peligros

El plomo en forma masiva no constituye un riesgo sanitario significativo. Sin embargo, la fundición o las actividades que generan polvo, gases o vapor de plomo pueden hacer que entre en el cuerpo plomo suficiente para ser un riesgo sanitario. También pueden formarse productos de oxidación (incluso compuestos de plomo) en las superficies de plomo metálico.

El plomo es pesado y debe procederse con cuidado al levantar y manipular. Ver la sección 11 para más información sobre los riesgos sanitarios de los compuestos de plomo.

SECCIÓN 8: Controles de exposición/protección individual

8.1. Parámetros de control

Límites de exposición

Plomo y compuestos inorgánicos de plomo, como Pb
LÍMITES ADOPTADOS VLA-ED®: - ppm 1 0,15 mg/m3
Notas: k, VLB®, TR1

k: Véase el Real Decreto 374/2001, de 6 de abril (BOE nº 104 de 1 de mayo de 2001), sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.

VLB: Valores Límite Biológicos

TR1: Sustancias de las que se sabe o se supone que son tóxicas para la reproducción humana.

DNEL / PNEC

DNEL (plomo): 40 µg/dL sangre - Duración: A largo plazo – Efectos sistémicos - Trabajadores - Notas: La función neurológica de Adultos.

DNEL (plomo): 10 µg/dL sangre - Duración: A largo plazo – Efectos sistémicos - Trabajadores - Notas: Efecto del desarrollo en fetos de las mujeres embarazadas.

PNEC (plomo): 3.1 µg Pb/L (disuelto) - Exposición: Agua dulce

PNEC (plomo): 3.5 µg Pb/L (disuelto) - Exposición: Agua marina

PNEC (plomo): 174.0 mg Pb/kg peso seco - Exposición: Sedimento de agua dulce

PNEC (plomo): 41.0 mg Pb/kg peso seco (corrección de la biodisponibilidad) - Exposición: Sedimento de agua dulce

PNEC (plomo): 164.0 mg Pb/kg peso seco - Exposición: Sedimento de agua marina

PNEC (plomo): 212.0 mg Pb/kg peso seco - Exposición: Tierra

PNEC (plomo): 0.1 mg Pb/L - Exposición: Planta de tratamiento de aguas residuales

Disposiciones higiénicas

Higiene personal: Hacer que los trabajadores sigan reglas higiénicas sencillas (por ejemplo: no morderse las uñas y mantenerlas cortas, no tocar ni rascarse la cara con manos o guantes sucios/as); hacer que los trabajadores no se quiten el sudor con las manos o brazos; hacer que los trabajadores usen tisús desechables en vez de pañuelo; prohibir beber, comer y fumar en zonas de producción y el acceso con ropas de trabajo a zonas de comida y no producción; hacer que los trabajadores se laven las manos, los brazos, la cara y la boca (pero preferentemente se duchen) y se cambien a ropas limpias antes de entrar en zonas de comida;

Disposiciones para limitar la exposición del entorno

Podría ser necesario tomar una o más de las medidas siguientes para reducir las emisiones al agua:

- Precipitación química: usada principalmente para eliminar iones metálicos
- Sedimentación
- Filtración: usada como paso final de clarificación
- Electrólisis: para baja concentración de metales
- Ósmosis inversa: muy usada para la eliminación de metales disueltos
- Intercambio iónico: paso de limpieza final en la eliminación de metales pesados de aguas residuales de proceso Podría ser necesario tomar una o más de las medidas siguientes para reducir las emisiones al aire:
- Precipitadores electrostáticos con gran separación de electrodos:
Precipitadores electrostáticos húmedos.
- Ciclones, aunque filtros de tela o bolsa como colector primario: alta eficiencia en el control de partículas finas (fusión); conseguir valores de emisiones que pueden lograr las técnicas de filtración con membrana.
- Filtros cerámicos y de malla metálica. Eliminación de partículas PM10.
- Estropajos húmedos.

La eliminación del plomo de los trabajos de tratamiento debería ser de cómo mínimo la eliminación predefinida del 84% que se usa en CSR. Los materiales sólidos recogidos en el tratamiento en planta deben enviarse para recuperación de metales o tratarse como residuo peligroso. El lodo de tratamiento de aguas residuales debe reciclarse, incinerarse o enterrarse, y no usarse como fertilizante agrícola.

Equipamiento personal

General

Solamente utilizar equipos de protección con la marca CE.

Conducto respiratorio

Se recomienda usar un dispositivo de protección respiratoria adecuado si es probable que la actividad de trabajo genere gases, vapores o polvo de plomo. En caso de exposición breve o baja, usar máscara de polvo o media máscara con filtro de partículas P2.

Piel y cuerpo

Usar ropas de trabajo protectoras. Para trabajadores en zonas con exposición considerable, proporcionar ropas de trabajo suficientes para permitir el cambio diario a ropas limpias. En tales casos, toda la ropa de trabajo debe lavarla la empresa diariamente y no se debe permitir que salga del lugar de trabajo.

Manos

Guantes protectores. Material de guantes: Neopreno o cuero.

Ojos

Gafas de seguridad.



SECCIÓN 9: Propiedades físicas y químicas

9.1. Información sobre propiedades físicas y químicas básicas

Condición física	Color	Olor	pH	Viscosidad	Densidad (g/cm ³)
Sólido	Gris-azul	Inodoro	No se aplica	No se aplica	11,45

Cambio de estado y vapores

Punto de fusión (°C)	Punto de ebullición (°C)	Presión del vapor (mm Hg)
326	> 600	No aplica

Datos de riesgo de incendio y explosión

Punto de ignición (°C)	Inflamabilidad (°C)	Autoinflamabilidad (°C)
No se aplica	No se aplica	No se aplica

Límites de explosión (Vol %) Propiedades oxidantes

No es explosivo	No es oxidante
-----------------	----------------

Solubilidad

Solubilidad en agua	coeficiente n-octanol/agua
No es soluble	No se aplica

9.2. Información adicional Solubilidad en grasa Insoluble

SECCIÓN 11: Información toxicológica

11.1. Información sobre los efectos toxicológicos

El plomo en forma masiva no constituye un riesgo sanitario significativo. Sin embargo, la información siguiente es relevante si se ingiere plomo en cualquier forma o se aspira polvo, gas o vapor de plomo. El plomo es absorbido lentamente por ingestión e inhalación y se absorbe mal por vía cutánea. Si se absorbe plomo, se acumulará en el cuerpo con pequeñas tasas de excreción con la consiguiente acumulación a largo plazo. Una parte de la gestión de riesgos es tomar pruebas de sangre de los trabajadores para análisis y asegurar que los niveles de exposición son aceptables.

Elevada toxicidad

El plomo en forma masiva no se considera ser agudamente tóxico. No se inhala ni ingiere fácilmente, y si se ingiere por accidente atraviesa normalmente el sistema gastrointestinal si absorción significativa en el cuerpo. El plomo no se absorbe fácilmente por vía cutánea.

Corrosión o irritación cutáneas;

Los estudios demuestran que los compuestos de plomo inorgánicos poco solubles no son corrosivos ni irritantes de la piel;

Los estudios demuestran que los compuestos de plomo inorgánicos poco solubles no son corrosivos ni irritantes de los ojos; y también se espera esta falta de efecto del plomo metálico.

Sensibilización respiratoria o cutánea

No hay ninguna evidencia de que el plomo causa sensibilización respiratoria o cutánea.

Mutagenicidad en células germinales

La evidencia de efectos genotóxicos de compuestos de plomo inorgánicos altamente solubles es contradictoria, y muchos estudios comunican efectos tanto positivos como negativos. Las respuestas parecen ser inducidas por mecanismos indirectos; principalmente a concentraciones muy altas que carecen de relevancia fisiológica.

Carcinogenicidad

Hay algunas evidencias de que los compuestos de plomo inorgánicos pueden tener efecto carcinogénico, e IARC los ha clasificado como probablemente carcinogénicos en humanos (grupo 2A). Sin embargo, se considera que esta clasificación no es aplicable al plomo en forma masiva, dada la biodisponibilidad muy baja de plomo metálico. Los estudios de carcinogenicidad del polvo de plomo metálico han dado resultados negativos. Los estudios epidemiológicos de trabajadores expuestos a compuestos de plomo inorgánicos han hallado una asociación limitada con el cáncer de estómago. IARC ha concluido que el plomo metálico es posiblemente carcinogénico para humanos (grupo 2B).

Toxicidad para la reproducción

La exposición a niveles altos de compuestos de plomo inorgánicos puede causar efectos adversos en la fertilidad masculina y femenina, incluso efectos adversos en la calidad de los espermatozoides. La exposición prenatal a compuestos de plomo inorgánicos también está asociada con efectos adversos en el desarrollo fetal.

Toxicidad específica en determinados órganos (STOT) – exposición única

Se ha hallado que, generalmente, los compuestos de plomo inorgánicos tienen una toxicidad aguda relativamente baja por ingestión, contacto cutáneo e inhalación, y no hay evidencias de toxicidad local o sistémica de tales exposiciones. La biodisponibilidad de plomo metálico es baja y no se espera que la exposición a plomo aguda cause efectos de toxicidad aguda.

Toxicidad específica en determinados órganos (STOT) – exposición repetida

El plomo es un veneno acumulativo y puede ser absorbido en el cuerpo por ingestión e inhalación. Aunque son improbables la inhalación e ingestión de plomo en forma masiva, unas prácticas higiénicas deficientes pueden acarrear la transferencia de mano a boca, que puede ser significativa en un periodo de tiempo largo. En estudios humanos observacionales se ha documentado que los compuestos de plomo inorgánicos producen toxicidad en múltiples sistemas de órganos y funciones del cuerpo; incluyendo el sistema hematopoyético, la función renal, la función reproductiva y el sistema nervioso central. La exposición posnatal a compuestos de plomo está asociada con impactos en el desarrollo neuroconductual en niños.

Peligro de aspiración

El plomo es un sólido y no se espera peligro de aspiración

SECCIÓN 12: información ecológica

12.1. Toxicidad

12.2. Persistencia y degradabilidad

El plomo ocurre naturalmente y es ubicuo en el medio ambiente. El plomo es obviamente persistente en el sentido de que no se degrada en CO₂, agua ni otros elementos de menos interés medioambiental. En el compartimento de agua. En el váter, el plomo se liga rápida y fuertemente con los sólidos suspendidos de la columna de agua. Este asentamiento ligante y subsiguiente en el sedimento permite la remoción rápida de plomo metálico de la columna de agua. Se espera una removilización insignificante de plomo del sedimento.

12.3. Potencial de bioacumulación

Los datos disponibles de BCF/BAF para el medio acuático muestran una clara relación inversa con la concentración de exposición, lo que demuestra que el plomo es regulado homeostáticamente por organismos acuáticos. En organismos acuáticos se observa un BAF medio en concentraciones medioambientalmente relevantes de 1.552 L/kgww

12.4. Movilidad en el suelo

El plomo metálico (no clasificado) es poco soluble en agua y, con su valor K_d relativamente alto, se espera que sea absorbido en tierras y sedimentos. Se han determinado valores típicos de registro K_d de 5,2, 5,7 y 3,8 para sedimento de agua dulce, sedimento de agua marina y tierra, respectivamente.

12.5. Resultados de la valoración PBT y mPmB

Los criterios de PBT y mPmB no se aplican a las sustancias inorgánicas.

12.6. Otros efectos adversos

No se dispone de datos

SECCIÓN 15: Información reglamentaria

15.1. Reglamentación y legislación en materia de seguridad, salud y medio ambiente específicas para la sustancia o la mezcla

Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas.

Reglamento 1013/2006/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 14 de junio de 2006 relativo a los traslados de residuos.

Directiva 94/33/CE del Consejo, de 22 de junio de 1994, relativa a la protección de los jóvenes en el trabajo.

LÍMITES DE EXPOSICIÓN PROFESIONAL PARA AGENTES QUÍMICOS EN ESPAÑA 2015

LUIS ALBERTO CÁRDENAS SALDAÑA
ASESOR



JOSÉ VICENTE NUNJA GARCÍA
PRESIDENTE

WILLIAM ANDRÉS GUZMÁN SÁNCHEZ
SECRETARIO

JORGE ADALBERTO LÓPEZ BALAREZO
VOCAL

