



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL

**CURSO DE ESPECIALIZACION EN MEDICINA DEL TRABAJO  
HOSPITAL GENERAL DE ZONA 32 VILLACOAPA**

**EXPOSICION OCUPACIONAL A PLOMO INORGANICO  
EN UNA INDUSTRIA DE REGULADORES ELECTRICOS  
DE LA CIUDAD DE MEXICO**

**T E S I S**

**PARA OBTENER EL TITULO DE  
ESPECIALISTA EN MEDICINA DEL TRABAJO**

**PRESENTA  
DR. ROSBEL TOLEDO ORTIZ**

**TUTORA: DRA. GUADALUPE AGUILAR MADRID  
CO-TUTOR: DR. CUAUHTEMOC ARTURO JUAREZ PEREZ**



**MEXICO, D.F.      2010**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## FIRMAS DE AUTORIZACION

---

**DRA. GUADALUPE AGUILAR MADRID**

Maestra en Ciencias (Higiene Ocupacional)

Doctora en Ciencias (Epidemiología)

Tutora de Tesis

---

**DR. CUAUHTEMOC ARTURO JUAREZ PEREZ**

Maestro en Ciencias (Salud Ambiental)

Co-Tutor de Tesis

---

**DR. AUGUSTO JAVIER CASTRO BUCIO**

Coordinador Clínico de Educación e

Investigación en Salud, HGZ 32 "Villacoapa"

---

**DRA. ARACELI AGUILAR**

Profesor Titular del Curso de Especialización  
en Medicina del Trabajo, HGZ 32 "Villacoapa"

## DEDICATORIA

A MI PADRE

Dr. Belmar Toledo Sibaja†

... donde quiera que te encuentres...

A MI MADRE

Rosy Ortiz, por ser sinónimo de amor,  
la raíz del tronco y la flor, con gratitud y admiración.

A MIS HERMANOS

Belmar y Rosger, por crecer a mi lado,  
hombro con hombro, corazón con corazón.

A MI FAMILIA

Abuelita Julia, por ser esa figura dulce en el correr de los años.  
A mis primos Oscar, Cintya y Leslie por los recuerdos de la infancia y de la vida.  
A la familia Ortiz Arias, por su apoyo incondicional.  
A mi abuelos Eduardo G. Ortiz Leal†, Sotero Toledo y Antonia Sibaja.

A MIS AMIGOS DE LA ESCUELA

Por las alegrías, la fuerza y la motivación.

A LA SALUD DE LOS TRABAJADORES...

## **AGRADECIMIENTOS GENERALES DE LA ESPECIALIDAD**

A la Universidad Nacional Autónoma de México por ser la cuna de mi conocimiento.

Al Instituto Mexicano del Seguro Social por la nobleza de sus principios,  
por haberme cobijado todo este tiempo y por haberme  
dado la oportunidad de aprender de esta gran institución.

A mi Familia:

A mi Mamá, por tu amor, e incondicional entrega.

A mi hermano Belmar por haberme mostrado este lado de la medicina.

A mi hermano Rosger, por el apoyo cotidiano.

A mi Padre, por la guía y el cariño.

A mis Tutores:

A la Dra. Guadalupe Aguilar Madrid por todo su amistad, enseñanza y dirección.

Al Dr. Cuauhtemoc A. Juárez, por su asesoría, comprensión y apoyo.

A todos mis Profesores:

Por haber incorporado a mi formación lo mejor de la suya,  
por demostrar compromiso y darme herramientas clínicas,  
científicas y prácticas para la mejor atención de los pacientes.

A los Pacientes y a los Trabajadores,

que me permitieron aprender de ellos mientras ejercían su derecho a la atención.

## **AGRADECIMIENTOS DEL ESTUDIO DE INVESTIGACION**

Se agradece ampliamente la colaboración que prestaron los trabajadores de la empresa para la realización de este estudio, y a las autoridades de la empresa por el interés en la salud de sus trabajadores, así como por las facilidades y el apoyo económico y logístico brindado, especialmente al Ing. Bernardo Fernández, al Ing. Jesús G. Mezquita, al Ing. Antonio Montoya, a la Srita. Marisol Varela, a Alejandro Cruz, a Bernabé Mendoza, y a la Srita. Lucila Galicia, entre otros.

Por otra parte, agradecemos también el apoyo que prestaron instituciones como el Hospital American British Cowdray (ABC) de la Ciudad de México, el Centro de Investigación Brimex III y el Instituto Nacional de Salud Pública; especialmente a la Doctora Adriana Mercado García y a todo el personal que participó en el trabajo de campo como María de Lourdes Santamaría Flores, Rafael Santibáñez Ruelas, Rodolfo Ventura Felipe, Jorge Zúñiga Ramírez, María de Jesús Ríos Pérez, María Guadalupe Rodríguez, Gabriela Cano Martínez, Esther Alquicira, así mismo, al apoyo técnico de la Universidad de Harvard en EUA a través de Steve Oliveira.

Así mismo, agradecemos el apoyo técnico instrumental y de análisis de muestras de los Laboratorios de Salud en el Trabajo de Orizaba, Veracruz a través de la Q. Rosa María Barquet Barquet, y de la Ciudad de México a través del QFI. Víctor Manuel Vargas García y el Biol. Marco Becerra.

También agradecemos el apoyo del Laboratorio Clínico del Hospital General de Zona 32 Villacoapa a través de la Q. Genoveva López Velazco y del Técnico Mario Aguilera Canova. Por otro lado, agradezco a la Prof. Rosa Ma. G. Ortiz, al Dr. Belmar Toledo y a la Dra Karla C. Espíndola por el apoyo logístico ofrecido todo el tiempo del estudio.

Finalmente, pero no menos importantes, agradezco al Instituto Mexicano del Seguro Social, a la Unidad de Investigación de Salud en el Trabajo y muy especialmente a mi Tutora de Tesis: la Dra. Guadalupe Aguilar Madrid, y a mis co-tutores, al Dr. Cuauhtemoc Arturo Juárez Pérez y la Ing. Nadia Mayola Vélez Zamora, pues sin el apoyo académico, técnico, científico y personal habría sido imposible concluir este estudio.

---

**TESIS: EXPOSICION OCUPACIONAL A PLOMO INORGANICO EN UNA INDUSTRIA DE  
REGULADORES ELECTRCOS DE LA CIUDAD DE MEXICO**

---

**INDICE**

TITULO	i
FIRMAS DE AUTORIZACION	2
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTOS DE LA ESPECIALIDAD	4
AGRADECIMIENTOS DEL ESTUDIO	5
RESUMEN	6
MARCO CONCEPTUAL	9
JUSTIFICACION Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
OBJETIVOS	15
MATERIAL Y METODOS	16
a) DISEÑO DEL ESTUDIO	16
b) CRITERIOS DE SELECCIÓN	16
c) UNIVERSO DE ESTUDIO	16
d) DESCRIPCION GENERAL DEL ESTUDIO	17
e) FASES	18
PLAN DE ANALISIS	22
a) PROCEDIMIENTO PARA LA RECOLECCION DE LA INFORMACION	22
RECURSOS	23
FACTIBILIDAD Y REMUNERACIONES	24
CONSIDERACIONES ETICAS	25
USO DE LOS RESULTADOS	26
RESULTADOS	27
DISCUSION	36
RECOMENDACIONES	43
TABLAS	44
CUADROS	44
MAPAS DE MONITOREO	50
GRAFICOS	56
ANEXOS	60
FOTOGRAFIAS	69
REFERENCIAS	73

## **RESUMEN**

### **Objetivo.**

Describir las condiciones de exposición ocupacional a plomo, así como los niveles biológicos en sangre y hueso en trabajadores de predominio femenino de una industria de reguladores eléctricos.

### **Material y métodos.**

Entre Mayo y Julio de 2007 se realizó un estudio transversal con evaluación de higiene industrial, realizando un monitoreo ambiental de plomo (PbA) por áreas de exposición ocupacional. Se identificaron grupos homogéneos de exposición por área y actividad. Se realizaron mediciones de plomo en sangre (PbS), en hueso (PbH) en rótula (PbR) y tibia (PbT), biometría hemática (BHs), densitometría ósea (DO) y se determinó la tensión arterial (TA) a cada uno de los participantes.

Se obtuvo información relativa a la exposición además de otras variables de interés a través de un cuestionario. El PbS fue analizado en el Laboratorio del hospital ABC por técnica de espectrofotometría de absorción atómica, para evaluar la exposición reciente al metal; para la exposición crónica se determinó PbH por medio de la técnica de rayos gamma de cadmio 109 K-X-fluorescente construido en la Universidad de Harvard e instalado en el Centro de Investigación de BRIMEX III. Las BHs fueron analizadas en el Laboratorio Clínico del Hospital General de Zona 32 y Las determinaciones de PbA se realizaron siguiendo la metodología de la NOM-010 de la STPS con cinco bombas gravimétricas de alto flujo marca Gil air las cuales fueron analizadas en los Laboratorios de Salud en el Trabajo de Orizaba, Veracruz, ambos del IMSS.



---

**TESIS: EXPOSICION OCUPACIONAL A PLOMO INORGANICO EN UNA INDUSTRIA DE  
REGULADORES ELECTRCOS DE LA CIUDAD DE MEXICO**

---

Se analizaron las condiciones de exposición ocupacional con los niveles biológicos de plomo. Se obtuvieron varias categorías de análisis, por grupos homogéneos de exposición, antigüedad, edad, sexo, etc. Se realizó la prueba T de Student para variables continuas y el análisis de varianza (ANOVA) para saber si las diferencias de medias entre los grupos de exposición fueron estadísticamente significativas, así como Chi cuadrada para evaluar las variables categóricas.

**Resultados.**

Fueron incluidos 91 trabajadores, de los cuales 48 fueron mujeres (52.75%), quienes componían en su mayoría el grupo de mayor exposición a plomo inorgánico (grupo I) (70.2%)  $p < 0.001$ . De acuerdo a grupo de exposición las medias de concentraciones de PbA fueron superiores en el grupo I de  $0.680 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en comparación con el grupo menos expuesto (grupo II) de  $0.219 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $p < 0.01$ ). Las concentraciones de PbS en sangre fueron  $8.21 \mu\text{g}/\text{dl}$  DE:  $4.16 \mu\text{g}/\text{dl}$  en el grupo I y  $6.14 \mu\text{g}/\text{dl}$  DE:  $2.79 \mu\text{g}/\text{dl}$  en el grupo II ( $p < 0.05$ ); los niveles de PbR fueron de  $9.46 \mu\text{gPb}/\text{g}$  y  $6.72 \mu\text{gPb}/\text{g}$  de hueso mineral respectivamente y de PbT en el grupo I y de  $9.86 \mu\text{gPb}/\text{g}$  y  $7.60 \mu\text{gPb}/\text{g}$  en el grupo II respectivamente ( $p > 0.05$ ). Los niveles de hemoglobina fueron de  $14.44 \mu\text{g}/\text{dl}$  en el grupo I y  $15.17 \mu\text{g}/\text{dl}$  en el grupo II ( $p < 0.001$ ). Se identificó mayor exposición ambiental a plomo en el grupo I con una media de  $0.680 \mu\text{g}/\text{m}^3$  DE:  $0.596 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $p < 0.001$ ). Se identificó una antigüedad de 58 meses en el grupo I y 81 meses en el grupo II ( $p < 0.05$ ). No existió diferencia significativa en el uso de losa vidriada como fuente extra-ocupacional de exposición a plomo ( $p > 0.05$ ). El tabaquismo mostró una mayor concentración de PbS con  $8 \mu\text{g}/\text{dl}$  ( $p < 0.05$ ).

---

**TESIS: EXPOSICION OCUPACIONAL A PLOMO INORGANICO EN UNA INDUSTRIA DE  
REGULADORES ELECTRCOS DE LA CIUDAD DE MEXICO**

---

El antecedente de ingesta en barro vidriado mostró niveles de PbS superiores a su ausencia 8.71 $\mu$ g/dl y 6.49  $\mu$ g/dl, respectivamente ( $p < 0.05$ ). La ingesta de calcio mostró menores niveles de plomo en sangre ( $p = 0.08$ ). La media de PbT con TA sistólica menor y mayor o igual a 130mmHg fue de 6  $\mu$ Pb/g y 11.6 $\mu$ Pb/g, respectivamente ( $p < 0.01$ ), siendo para TA diastólica menor y mayor o igual a 90mmHg de 6.2  $\mu$ Pb/g y 10.54  $\mu$ Pb/g, respectivamente ( $p < 0.01$ ). Se analizó el comportamiento de PbH de acuerdo al número de gestas dado que la paridad y lactancia modifican el metabolismo de este marcador mostrando una mayor concentración de PbH con el antecedente de tres embarazos 12.95  $\mu$ g/dl DE: 6.7 $\mu$ g/dl en tibia y 14 $\mu$ g/dl DE: 7 $\mu$ g/dl en rótula. Una trabajadora se encontraba en periodo de lactancia mostrando niveles de PbT de 23.15  $\mu$ Pb/g, los más elevados de la población.

### **Conclusiones.**

La fuente principal de exposición a plomo fue ocupacional. Si bien los niveles de exposición ambiental registrados en esta empresa fueron bajos, llaman la atención los efectos orgánicos que muestran los niveles biológicos de plomo, como la TAS y la TAD se mostraron más elevadas, conforme mayores fueron los niveles de PbT. Se observó una tendencia de que conforme aumentaba el número de gestas y lactancia mayores fueron los niveles de PbH tibia y rotula.

En el presente estudio el predominio de los trabajadores expuestos fue femenino, dadas las implicaciones reproductivas que representa la exposición ocupacional a plomo y la movilización endógena del metal es necesario profundizar la investigación en este grupo poblacional, para prevenir la acumulación de plomo en esta población con mayor riesgo para las futuras generaciones.

## MARCO CONCEPTUAL

Aunque durante los últimos años se han tomados importantes medidas implementadas para disminuir la exposición ambiental a plomo, se ha reportado que la exposición a este metal sigue siendo un problema importante en nuestro país.<sup>1</sup>

México y otros países, se encuentran encarando una epidemia no reconocida de intoxicación por plomo por exposición a bajos niveles de este metal.

Hace algunos años la emisión de gasolina y los alimentos enlatados figuraban como principales fuentes de exposición al plomo, estas ha sido desplazadas por otras vías de exposición como son la cerámica vidriada, pintura con plomo y otras vías de tipo ocupacional como la fabricación y reparación de baterías, fabricación de pinturas y la utilización de soldadura con plomo, entre otros.<sup>i</sup>

Varias empresas mexicanas dedicadas a la fabricación de equipo de generación eléctrica, aparatos y accesorios eléctricos, continúan utilizando soldadura con plomo para la manufactura de dicho equipo, lo cual produce exposición crónica al metal por diferentes vías como la respiratoria y digestiva principalmente por lo que continua siendo un problema de salud en los sitios de trabajo pertenecientes a dicha rama, la cual emplea a cerca de 152,311 trabajadores.<sup>ii</sup>

En ocasiones esta actividad es realizada por mujeres, existiendo repercusiones reproductivas y metabólicas importantes como intoxicación endógena durante el periodo de embarazo y la lactancia por remoción ósea de plomo acumulado, entre otras.<sup>iii,iv</sup>

---

**TESIS: EXPOSICION OCUPACIONAL A PLOMO INORGANICO EN UNA INDUSTRIA DE  
REGULADORES ELECTRCOS DE LA CIUDAD DE MEXICO**

---

Para la vigilancia epidemiológica, la concentración de plomo en sangre (PbS) es el biomarcador más ampliamente utilizado y es considerado como el más factible para la exposición aguda.<sup>4</sup>

Dado que la vida media de eliminación del PbS es aproximadamente de 30 días, este solo refleja la exposición reciente, teniendo la limitación de medir menos del 2% del total de la carga de plomo en el cuerpo ya que la mayor parte de la carga de plomo reside en el hueso;<sup>v</sup> sus niveles fluctúan a corto plazo por la variabilidad en la exposición, además de no poder distinguir entre la intensidad o cronicidad de la exposición.<sup>4</sup>

En Estados Unidos, el índice de exposición biológico (IEB) en para PbS de trabajadores expuestos es de 30µg/dl<sup>vi</sup>, sin embargo en las últimas décadas se ha descubierto que aún niveles bajos de PbS (p.ej. <10µg/dl ) se encuentran asociados a efectos adversos en el organismo.

El desarrollo de técnicas no invasivas de rayos X-K fluorescentes de cadmio (XRF) para la medición de concentraciones de plomo en hueso (PbH) ha permitido la exploración de PbH como biomarcador de exposición acumulativa, ya que el plomo se acumula en hueso durante la vida y la mayoría de la carga de plomo corporal reside en él.<sup>vii,viii,ix,x</sup>

El plomo en tibia (PbT), mide el hueso cortical, tiene un tiempo de permanencia de 25 a 30 años y sirve como biomarcador de dosis acumulativas.<sup>xi</sup>

En el hueso trabecular, medido en sitios como calcáneo, dedo y rótula (PbR) el aclaramiento de plomo esta caracterizado por cinética más compleja; algunos autores han identificado dos o tres fases de eliminación con aclaramiento la mitad de las veces siendo de meses a años<sup>xii,xiii</sup> considerándolo un biomarcador de vida media entre corto y mediano plazo de biodisponibilidad.<sup>xiv</sup> por lo que se ha sugerido la posibilidad de analizar los

---

**TESIS: EXPOSICION OCUPACIONAL A PLOMO INORGANICO EN UNA INDUSTRIA DE  
REGULADORES ELECTRCOS DE LA CIUDAD DE MEXICO**

---

momentos de exposición, PbS para exposición reciente, PbR para exposición intermedia y PbT para exposición crónica.<sup>4</sup> Dado esto, es esperable que en ocasiones la exposición ambiental en un momento determinado no correlacione con los niveles de PbS o de PbH<sup>4</sup>.

Algunos estudios epidemiológicos y observaciones clínicas brindan evidencia de una progresión hacia efectos adversos del plomo en humanos que ocurren en asociación con rangos de PbS de <10 a >60 µg/dl. En el reporte de 2007 de ATSDR refiere que en adultos a diferentes concentraciones de plomo en sangre y en hueso, se encuentran: efectos neuroconductuales (PbS>40µg/dl, adultos mayores: PbS >4µg/dl, PbH >30µgPb/g), de deficiencia de la enzima delta aminolevulínico deshidratasa [ALAD] (PbS<5µg/dl), disminución del rango de filtración glomerular (PbS<10µg/dl, PbH >10µgPb/g), hipertensión arterial (PbS<10µg/dl, PbH >10µgPb/g), elevación de protrombina eritrocitaria en mujeres (PbS>20µg/dl), proteinuria (PbS>30µg/dl), neuropatía periférica (PbS>40µg/dl), alteración de hormona tiroidea (PbS>40µg/dl), fertilidad reducida (PbS>40µg/dl), y disminución de la síntesis del grupo hemo (PbS>50µg/dl), entre otros (Tabla 1).<sup>4</sup> De igual manera se reporta que las concentraciones de PbH, están asociados a la presencia de efectos adversos ante concentraciones óseas de plomo mayores a 10µgPb/g.<sup>4</sup>

Rotherberg S en 2002 reporto alteraciones en los déficits cognitivos, hipertensión y disminución del rango de filtración glomerular, en adultos mayores (>60 años o en la postmenopausia) en asociación con PbS <10µg/dl. Recientes investigaciones demuestran que existe un efecto significativo entre la presión sanguínea y las concentraciones de PbS<sup>4,xv</sup> y PbH.

---

**TESIS: EXPOSICION OCUPACIONAL A PLOMO INORGANICO EN UNA INDUSTRIA DE  
REGULADORES ELECTRCOS DE LA CIUDAD DE MEXICO**

---

También, se ha mencionado que los fumadores se encuentran en un riesgo elevado de intoxicación a plomo, debido a que el cigarro contiene plomo y otros metales pesados como cadmio y mercurio.<sup>4</sup> La literatura menciona que las concentraciones de plomo en los hogares de fumadores son más altas que en los hogares de no-fumadores.<sup>xvi,xvii</sup>

Aunque se sabe que en los adultos la tasa de absorción es de 5 a 15% del plomo ingerido, la cifra varía con el estado de ayuno y la ingesta de alimentos que contienen calcio y grasas, con el tamaño de la partícula, la forma física y química del plomo, su solubilidad, y, respecto al individuo, con su edad y estado nutricional, si tiene hábitos higiénicos deficientes como comer, fumar y beber en las áreas de trabajo y si utiliza loza vidriada para guardar y preparar los alimentos.<sup>27</sup>

Asimismo, la literatura internacional reporta que las personas que consumen grandes cantidades de alcohol pueden estar en riesgo de tener efectos hematológicos, neurológicos y hepatotóxicos. En animales, el alcohol y el plomo inhiben sinérgicamente la actividad de la ALAD, de la transaminasa glutámico oxalacética (TGO), y de la transaminasa glutámico pirúvica (TGP), e incrementa la carga de plomo en los tejidos.<sup>4</sup>

De acuerdo a los datos de NHANES III de los trabajadores de Estadounidenses<sup>xviii</sup>, se encontró que los niveles altos de plomo se asociaban con ramos ocupacionales como la mecánica y la construcción, mientras que los niveles bajos de plomo se observaron en labores como posiciones administrativas y profesionales de la salud, sugiriendo que los niveles de plomo disminuyen a medida que el nivel educativo aumenta.

En mujeres entre los 50 y 55 años de edad, las concentraciones de PbS son mas altas, se ha relacionado con la liberación hacia la sangre de la resorción mineral de hueso en la etapa postmenopáusica.<sup>4,xix</sup>

---

**TESIS: EXPOSICION OCUPACIONAL A PLOMO INORGANICO EN UNA INDUSTRIA DE  
REGULADORES ELECTRCOS DE LA CIUDAD DE MEXICO**

---

La resorción ósea controla los cambios en el PbS más que la absorción de calcio en la dieta, pero en el embarazo la resorción de hueso trabecular y cortical se encuentran desacoplados.<sup>21</sup> Varios estudios reportan el comportamiento del PbS antes, durante y poco después del embarazo y algunos han analizado los niveles de PbH en las mujeres con paridad reciente.<sup>xx,xxi,xxii</sup> En el embarazo temprano, solo el hueso trabecular es resorbido, causando disminución del plomo sanguíneo. A diferencia del embarazo tardío, los sitios de resorción cambian al hueso cortical de mayor contenido en plomo. Lo esperable es el decremento de los niveles de PbS de embarazo en embarazo, lo cual conllevaría a un gran riesgo de toxicidad por plomo en los primeros embarazos,<sup>21</sup> tanto para la madre como para el producto en formación.

La lactancia es otro factor importante de movilización de PbH, en el caso de las madres que no lactan, la contribución de plomo de hueso cortical cesa inmediatamente después del parto. En la lactancia, todo el esqueleto sufre resorción y el PbS de las madres continua incrementando, alcanzando un máximo en 6 a 8 meses después del parto. La literatura menciona a la rótula como un contribuyente significativo a los niveles de PbS durante el periodo de lactancia.<sup>20</sup>

En nuestro país y el mundo son pocos los estudios realizados sobre la contribución de la exposición ocupacional a plomo en mujeres y sus efectos a la salud general y reproductiva. Por lo cual el presente estudio pretende contribuir a generar información en este grupo poblacional.

---

---

**TESIS: EXPOSICION OCUPACIONAL A PLOMO INORGANICO EN UNA INDUSTRIA DE  
REGULADORES ELECTRCOS DE LA CIUDAD DE MEXICO**

---

---



## JUSTIFICACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En México el plomo inorgánico se utiliza en diversos procesos industriales que van desde los muy artesanales (cerámica vidriada), hasta los que implican la utilización de sistemas sumamente tecnificados y automatizados (armadoras de autos). Se calcula que existen alrededor de 1 500 000 trabajadores potencialmente expuestos a ese metal.<sup>27</sup>

En muchas empresas de fabricación o ensamble de equipo electrónico se sigue utilizando la soldadura con aleación de estaño y plomo para unir los diferentes circuitos que los conforman.

No todas las industrias de la rama de la fabricación de equipo de generación eléctrica, aparatos y accesorios eléctricos han introducido sistemas de tipo computarizado o automatizado, por lo que la exposición a plomo inorgánico en sus procesos de soldadura, continúa siendo un problema de salud pública en los sitios de trabajo pertenecientes a dicha rama, la cual emplea aproximadamente a 152 311 trabajadores.<sup>2</sup>

La frecuencia de la exposición al humo de soldadura es relevante en los puestos de trabajo relacionados con este proceso. En esta empresa encontramos una fuerza laboral predominantemente femenina, con los consecuentes efectos para la salud reproductiva por exposición a plomo, ampliamente referidos en la literatura internacional. Es importante conocer los niveles de exposición ambiental al humo de soldadura por la cantidad de plomo contenida en este, además de conocer el impacto biológico en los trabajadores expuestos.

---

**TESIS: EXPOSICION OCUPACIONAL A PLOMO INORGANICO EN UNA INDUSTRIA DE  
REGULADORES ELECTRCOS DE LA CIUDAD DE MEXICO**

---

Debido a las malas condiciones de higiene y al manejo inadecuado de los residuos de plomo en esta empresa, la probabilidad de que la mayoría del personal, independientemente de la actividad que realice, se encuentre en riesgo de exposición al metal es importante.

En México no existen estudios que permitan evaluar los efectos biológicos de la exposición ocupacional a bajas concentraciones de plomo en fuerza de trabajo predominantemente femenina.

## OBJETIVOS

### General

Describir las condiciones de exposición y la relación que guardan los indicadores de exposición reciente al plomo en sangre (PbS), y de exposición crónica en hueso (PbH), tanto en rótula (PbR) como en tibia (PbT) en una fábrica de reguladores eléctricos de la Ciudad de México, con fuerza de trabajo mayoritariamente femenina.

### Específicos

Identificar las características de exposición ocupacional a plomo inorgánico en los trabajadores de una industria de reguladores de corriente y acumuladores eléctricos, determinando los niveles de exposición ambiental a este metal,

Determinar los indicadores biológicos de exposición reciente (PbS) y crónica (PbR-PbT)

Determinar algunos indicadores clínicos como: tensión arterial y nivel de hemoglobina.

## **MATERIAL Y METODOS**

### **Diseño del estudio**

Se realizó un estudio Transversal Analítico en un grupo de 91 trabajadores de una industria de reguladores eléctricos.

### **Criterios de selección**

#### **Criterios de inclusión**

Personal de la empresa que aceptara participar en el estudio previo consentimiento informado por escrito.

Que se encuentre laborando en la empresa en el momento del estudio.

#### **Criterios de exclusión**

Personal que no firmara el consentimiento informado.

Personal que en el momento del estudio se encontrara en periodo de gestación.

#### **Criterios de eliminación**

Personal que decidiera salir del estudio en cualquier momento del mismo.

Personal que no haya completado el 90% de todas las pruebas

### **Universo de Estudio**

De un total de 97 trabajadores en la empresa en el momento del estudio entre el periodo de Mayo y Julio de 2007, 91 aceptaron participar (94%).

Se incluyó personal de todas las áreas y departamentos de la empresa.

### **Descripción General del Estudio**

---

## TESIS: EXPOSICION OCUPACIONAL A PLOMO INORGANICO EN UNA INDUSTRIA DE REGULADORES ELECTRCOS DE LA CIUDAD DE MEXICO

---

Se realizó un reconocimiento sensorial de las áreas de trabajo, para diseñar la estrategia de muestreo ambiental de plomo, así mismo se identificaron métodos de protección general y el uso de equipo de protección personal.

En su proceso de producción se utiliza soldadura en dos presentaciones, la soldadura estándar, también llamada de “punta de lápiz” utilizando aleaciones 60/40 estaño/plomo en la unión de circuitos y la soldadura 63/37 que se funde a temperaturas de 250°C en un crisol donde sueldan por inmersión otros componentes electrónicos.

Durante éste proceso la aleación se volatiliza produciendo humos y vapores por lo que se convierte en una fuente constante de exposición a metales. Todo el proceso es manual por lo que hay un manejo importante de partículas de plomo, las cuales se desprenden de las puntas de lápiz o los residuos de las uniones de circuitos quedando sobre el sitio de trabajo, en las manos de los trabajadores o en su ropa.

El proceso de soldadura puede llevarse a cabo con el uso de *cautín* donde se *puntea* la soldadura, o mediante *crisol* donde se encuentra la soldadura fundida en estado líquido, este proceso volatiliza la soldadura y libera humo al ambiente convirtiéndola en una fuente constante de exposición al metal, además de liberar partículas de soldadura a los escritorios de trabajo donde existe constante contacto con ellas.

En este proceso el trabajador se puede exponer al humo que expide la soldadura al unir los circuitos eléctricos de las tarjetas lógicas o por la fusión de cables eléctricos. En el sitio de trabajo se identificaron el sistema de ventilación y extracción de aire, las superficies de trabajo y condiciones de higiene general en las áreas de trabajo.

### **Fases del Estudio**

El desarrollo del estudio fue basado en dos etapas. En la primera se realizó el muestreo ambiental de plomo de forma individual, en la segunda se realizó el muestreo biológico de

---

**TESIS: EXPOSICION OCUPACIONAL A PLOMO INORGANICO EN UNA INDUSTRIA DE  
REGULADORES ELECTRCOS DE LA CIUDAD DE MEXICO**

---

PbS, PbH, BHs así como la toma de densitometría y la obtención de información relativa a la exposición y otras variables de interés a través de un cuestionario.

***Monitoreo ambiental.***

***Plomo en aire (PbA)***

Se realizó el monitoreo ambiental de acuerdo al procedimiento 7105 del National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH)<sup>i</sup> y de acuerdo a las Normas oficiales mexicanas NOM-010-STPS y NOM-033-STPS, de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social.<sup>ii,iii</sup>

El monitoreo se realizó en condiciones de operación normal durante toda la jornada de trabajo. Se registraron las concentraciones ponderadas en el tiempo (CPT) de las partículas de plomo en el aire, en la zona de respiración de los trabajadores con muestras personales mediante el uso de bombas GilAir de alto flujo. El rotámetro fue calibrado al inicio del estudio de acuerdo con la altitud de la Ciudad de México (3000 m.s.n.m.) por medio de un calibrador primario digital marca Gilian. De igual forma, las bombas se calibraron diariamente con el rotámetro antes de colocarlas a cada trabajador y al final de la jornada de trabajo. También cada dos horas se verificó el flujo de cada bomba manteniéndolo constante a 2 l/min. Fueron utilizados filtros de captura de éster de celulosa de 37 mm de diámetro, con poro de 8 micras, montados en una almohadilla de soporte marca SKC e introducidos en un portafiltros (*cassettes*); posteriormente fueron sellados y etiquetados.

Todas las muestras y cinco filtros blanco, esto es, filtros sin usar fueron tratados de la misma manera que los filtros muestra y enviados para su análisis por espectrofotometría de absorción atómica al Laboratorio de Salud en el Trabajo de Orizaba Veracruz.

***Monitoreo biológico***

***Plomo en sangre (PbS)***

Todos los biomarcadores se tomaron en el Centro de Investigación BRIMEX II del Hospital ABC de la Ciudad de México. A cada trabajador se le tomó una muestra de 5 ml de sangre venosa en el laboratorio del Hospital American British Cowdray Medical Center (ABC) de la Ciudad de México, la cual se depositó en un tubo de *vacutainer*, libre de plomo con EDTA K3. Posteriormente se analizaron utilizando un espectrofotómetro de absorción atómica (Perkin-Elmer 3000), en el mismo sitio enviando muestras testigo al Laboratorio de Salud en el Trabajo de la Ciudad de México y de Orizaba, Veracruz para control de calidad. El Laboratorio de Salud en el Trabajo de Orizaba-Veracruz se encargó de realizar el análisis ciego externo de control de calidad a lo largo del periodo de estudio, algunas muestras fueron analizadas en el Laboratorio de Salud en el Trabajo de la Ciudad de México.

***Plomo en hueso (PbH)***

Se realizaron mediciones de la concentración de plomo en la parte media de ambas tibias (PbT) y ambas rótulas (PbR) de cada trabajador durante 30 minutos a cada uno. Se utilizó un analizador de rayos gama de cadmio<sup>109</sup> K-X-fluorescente construido en la Universidad de Harvard e instalado en el Centro de Investigación de BRIMEX II, dependiente del Hospital ABC en la Ciudad de México. Aro y colaboradores<sup>iv</sup> ya han descrito los principios físicos, las especificaciones técnicas y los pasos necesarios para la validación de este instrumento, que utiliza una fuente fija de rayos gama para provocar la emisión de fotones fluorescentes hacia el tejido blanco, los cuales son detectados y transformados en un espectro. La señal de plomo neto se determina después de la sustracción de la cantidad de Compton por un algoritmo lineal de mínimos cuadrados.

La señal de plomo fluorescente es entonces normalizada con el contenido de calcio en hueso mineral. Este aparato también proporciona un estimador de incertidumbre o imprecisión asociada con cada medición.

Los resultados fueron notificados en microgramos de plomo por gramo de hueso mineral ( $\mu\text{gPb/g}$ ). El algoritmo ajustado exige restar o sustraer el espectro asociado al plomo, del espectro del fondo.

Debido a la naturaleza estadística del procedimiento, se pueden obtener estimaciones negativas de conteo, especialmente para concentraciones muy bajas de plomo. Esto resulta en un valor negativo para la concentración medida. De existirlos, los valores negativos no se descartarán ni se eliminarán, ya que son el mejor estimador de la concentración de plomo en el individuo, y esa es la manera como se utilizarán en los análisis estadísticos. El resultado negativo (no es una medición intrínseca) se debe a que la verdadera concentración de PbH es cercana a cero.<sup>y</sup>

#### ***Nivel de hemoglobina (Hb)***

A cada trabajador se le tomó una muestra de 5ml de sangre venosa en el laboratorio del Hospital ABC, la cual se depositó en un tubo de *vacutainer* con EDTA. Posteriormente se analizó en el Laboratorio clínico del Hospital General de Zona 32 del IMSS por métodos electrónicos tradicionales.

#### ***Cuestionario de Exposición***

A cada trabajador se le aplicó un cuestionario con variables de interés para la evaluación de exposición ocupacional y extraocupacional, así como variables sociodemográficas para análisis específicos; por ejemplo, antigüedad en el empleo, puesto de trabajo, prácticas de trabajo, uso de loza vidriada, lugar de residencia, etcétera, y también se le interrogó acerca de ciertos factores socioeconómicos como el salario, las condiciones de la vivienda, y los servicios básicos, entre otros.



---

**TESIS: EXPOSICION OCUPACIONAL A PLOMO INORGANICO EN UNA INDUSTRIA DE  
REGULADORES ELECTRCOS DE LA CIUDAD DE MEXICO**

---

De acuerdo a la actividad relacionada con el proceso de soldadura se distribuyeron en grupos de exposición homogénea siendo considerando al Grupo I como más expuesto y al Grupo II como menos expuesto.

En el Grupo I se incluyeron las áreas de Transformadores, Subensamble 1 y 2, Tarjeta lógica, Servicio Técnico, Ensamble NB y Ensamble R. En el Grupo II se incluyeron las áreas de Distribución, Máquinas y Herramientas, Troquelado, Oficinas, Almacén e Ingeniería.

El personal relacionado con el proceso de soldadura resulta más expuesto al contacto con este metal, sin embargo no fue posible hablar de *no exposición* debido a la falta de barreras físicas entre los departamentos de la empresa, es probable que todo el personal se encuentre expuesto en diferente intensidad independientemente de la actividad que realice.

De igual forma se consideró la edad de los individuos, su sexo, antigüedad, tiempo de exposición, área de trabajo, uso de loza vidriada y tiempo de uso, tiempo de residencia en la ciudad de México, otro trabajo con exposición a plomo y tiempo, etcétera.

## **PLAN DE ANALISIS**

### **Procedimiento para la recolección de la información**

La información del grupo participante y las determinaciones biológicas fueron registradas en cuestionarios (Anexo 4); se capturó en un programa elaborado para tal efecto (Excel®). Para el manejo de dichos datos se preparó un manual de documentación, conformándose

una base maestra de datos integrada por las variables a utilizar y por los resultados de las concentraciones de PbS y hueso.

Para el análisis de los datos se utilizó el paquete estadístico STATA 8.0 (*Stata 8.0, Stata Corp; College Station, TX*). El análisis univariado se realizó para todas las variables a fin de conocer su distribución e identificar errores de captura y corroborar valores extremos. Algunas variables continuas se utilizaron en su escala original y otras se categorizaron. Se elaboraron tablas descriptivas generales.

Posteriormente se realizó análisis de varianza (ANOVA) para comparar diferencias de medias en las variables cuantitativas, con la prueba T de Student y Bonferroni y la Chi-cuadrada para evaluar las diferencias de proporciones entre las variables categóricas de interés: plomo en sangre, rótula y tibia; grupos de edades, sexo, antigüedad, escolaridad, embarazos previos y número de embarazos, antecedente de alcoholismo y tabaquismo, ingesta de alimentos en loza de barro vidriada con plomo, educación, ingesta de calcio en la dieta, etcétera. Se consideraron como valores perdidos los que al momento del estudio no completaron las fases del mismo por diferentes razones: por incapacidades médicas, comisiones sindicales, licencias de trabajo y por la imposibilidad para abandonar sus puestos de trabajo.

## **RECURSOS**

### **Recursos humanos**

- Un médico residente de segundo año de la Especialidad en Medicina del Trabajo.
- Una Dra. En Ciencias en Epidemiología, Especialista en medicina del trabajo con maestría en ciencias en Higiene Industrial , Irving J. Selikoff International Fellow, Mount Sinai School of Medicine, experta en la rama de exposición ocupacional a plomo. Jefa de la Unidad de

---

**TESIS: EXPOSICION OCUPACIONAL A PLOMO INORGANICO EN UNA INDUSTRIA DE  
REGULADORES ELECTRCOS DE LA CIUDAD DE MEXICO**

---

Investigación de Salud en el Trabajo de la Coordinación de Investigación en Salud. CMNSXXI. IMSS.

-Un Maestro en Ciencias. Experto en la rama de exposición ocupacional a plomo y disolventes orgánicos. Adscrito a la Unidad de Investigación Unidad de Investigación de Salud en el Trabajo de la Coordinación de Investigación en Salud. CMNSXXI. IMSS.

-Una Ingeniera especialista en higiene y seguridad industrial.

-Personal del Laboratorio de Investigación BRIMEX II del Hospital ABC, México.

-Personal del Laboratorio Clínico del HGZ 32, IMSS. Personal del Laboratorio de Salud en el Trabajo, Ciudad de México y Orizaba Veracruz.

## **Recursos físicos**

Los existentes en la Empresa, en la Unidad de Investigación de Salud en el Trabajo, en los laboratorios de Salud en el Trabajo (Ciudad de México y Orizaba, Veracruz), y en los laboratorios BRIMEX II (Hospital ABC) y en el laboratorio clínico del Hospital General de Zona 32 IMSS.

## **Recursos financieros**

-Los propios del grupo de investigadores.

-Los existentes en los Laboratorios de Salud en el Trabajo (Ciudad de México y Orizaba Veracruz), así como en el laboratorio clínico del Hospital General de Zona 32.

-Financiamiento por parte de la empresa para el personal encuestador, y el operador del equipo de rayos gama de cadmio109 K-X-fluorescente.

## **FACTIBILIDAD Y REMUNERACIONES O COMPENSACIONES POR LA INVESTIGACION PARA LOS PARTICIPANTES**

Se tuvieron los recursos y convenios necesarios para poder desarrollar esta investigación, contando con la participación autorizada de los mismos trabajadores, en su beneficio para poder efectuar recomendaciones y acciones de tipo preventivo.

No hubo remuneración económica por participar en el estudio.

Los incentivos de participación fueron los beneficios de identificación oportuna de niveles elevados de plomo biológico y un reporte del estado hematológico que fueron brindados al final del estudio, además de un refrigerio posterior a la toma de muestra sanguínea.

## CONSIDERACIONES ETICAS PARA INVESTIGACION EN HUMANOS

La realización de este estudio es congruente con la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial" adaptada por 52ª Asamblea General, en Edimburgo, Escocia en el año 2000,<sup>vi</sup> que establece los principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos. El proyecto también es congruente con la Ley General de Salud<sup>vii</sup>, de los Estados Unidos Mexicanos, título quinto "Investigación para la salud", capítulo único, Artículo 100, Fracciones I-V, publicada en el Diario Oficial de la Federación del 2007.

Esta investigación de acuerdo con el "Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud"<sup>viii</sup>, en su Título 2º, Capítulo 1º, Artículo 17, Fracción II, se considera como "investigación de riesgo mínimo" ya que sólo se realizaron entrevistas a los trabajadores, la toma de muestras sanguíneas y la evaluación de plomo en hueso por medio de una emisión inferior a la exposición solar por medio de rayos K fluorescentes de cadmio<sup>109</sup> durante 30 minutos. Si bien la exposición fue mínima se excluyeron las mujeres en periodo de embarazo.

Los trabajadores de la empresa que cumplieron con los criterios de inclusión, fueron invitados a participar y recibieron por parte de las enfermeras-encuestadoras información acerca de los objetivos, métodos, beneficios, riesgos e incomodidades derivadas del estudio, fuentes de financiamiento, afiliaciones institucionales del investigador, así como se les informarán del derecho de participar o no en la investigación y de retirar su consentimiento en cualquier momento de la entrevista, sin exponerse a represalias y garantizando la confidencialidad de las encuestas.

La enfermera le solicitó a los trabajadores que firmaran el consentimiento informado voluntario (Anexo 2) después de asegurarse de que se hubiera comprendido la información, lo cual se comprobó preguntando acerca de los puntos clave del estudio. En caso de que los resultados mostraran algún problema de salud sin diagnóstico previo, se recomendó a los trabajadores acudir a consulta con su médico familiar.

## USO DE LOS RESULTADOS

Se informó a las autoridades de la empresa acerca del estado de exposición ocupacional a plomo en sus procesos productivos y se brindaron recomendaciones para implantar medidas de control de la exposición.

A su vez se pretende publicar los resultados en alguna revista científica de alto impacto, tales como el Journal of Occupational and Environmental Medicine, American Journal of Epidemiology, Epidemiology, American Journal of Public Health, o Internacional Journal of Occupational and Environmental Health, etc, para dar a conocer a la comunidad científica a cerca de los niveles de exposición en este tipo de industrias, así como la repercusión clínica que puede existir tomando en cuenta las características sociodemográficas y laborales de sus trabajadores.

Ya que no existen publicaciones suficientes que analicen el impacto de la exposición ocupacional a plomo inorgánico en población predominantemente femenina, consideramos que el presente estudio aporta nueva información que beneficia a la comunidad de investigadores y personal de la salud en el área de la medicina del trabajo, higiene y seguridad ocupacional, tanto a nivel nacional como internacional.

---

## RESULTADOS

En el momento del estudio, en la empresa laboraban 97 trabajadores, de los cuales 91 (93.8%) participaron en el estudio; siendo 43 (47.25%) hombres y 48 (52.75%) mujeres; estas últimas en su mayoría trabajaban en el grupo de mayor exposición a plomo inorgánico (grupo I) (70.2%)  $p < 0.001$ .

El promedio de edad en ambos sexos fue de 34.7 años (DE= 8.33), con un rango de 20-59 años; en los hombres, el promedio de edad fue de 33.5 años (DE= 8.79), y para las mujeres fue de 35.81 años (DE=7.84), las diferencias de edad no fueron estadísticamente significativas.

El promedio de años que los trabajadores tenían de utilizar loza vidriada para preparar y almacenar alimentos fue de 19.01 años (DE= 10.8), y la media de años de vivir en el Distrito Federal fue de 25 años (DE= 9.30), con un rango de 7-54 años.

Las concentraciones medias de plomo en aire fueron de  $0.559 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (DE= .562), con un rango de 0.0 a  $2.12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . En el monitoreo biológico se observó que las concentraciones promedio de PbS de  $7.44 \mu\text{g}/\text{dl}$  (DE= 3.83) con un rango de  $2.1\text{-}24.1 \mu\text{g}/\text{dl}$ ; PbT de  $7.06 \mu\text{gPb}/\text{g}$  (DE= 6.61), con un rango muy amplio de  $-12.46$  a  $29.09 \mu\text{gPb}/\text{g}$ , y PbR de  $9.61 \mu\text{gPb}/\text{g}$  (DE= 7.81), con un rango entre  $-6.04$  y  $30.30 \mu\text{gPb}/\text{g}$ . Los valores de los monitoreos de plomo biológico y ambiental, así como otras características sociolaborales de los trabajadores puede observarse en el Cuadro (I).

De acuerdo a grupo de exposición las medias de concentraciones de PbA fueron superiores en el Grupo I de  $0.680 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en comparación con el grupo II de  $0.219 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $p < 0.01$ ). Las concentraciones de PbS fueron  $8.21 \mu\text{g}/\text{dl}$  DE:  $4.16 \mu\text{g}/\text{dl}$  en el grupo I y  $6.14$

---

**TESIS: EXPOSICION OCUPACIONAL A PLOMO INORGANICO EN UNA INDUSTRIA DE  
REGULADORES ELECTRCOS DE LA CIUDAD DE MEXICO**

---

$\mu\text{g}/\text{dl}$  DE: 2.79  $\mu\text{g}/\text{dl}$  en el grupo II ( $p < 0.05$ ); los niveles de PbR fueron de 9.46  $\mu\text{gPb}/\text{g}$  y 6.72  $\mu\text{gPb}/\text{g}$ , respectivamente.

Se encontró una diferencia significativa entre el nivel de hemoglobina del Grupo II con 15.17mg/dl (DE=1.87) con respecto al Grupo I donde fue menor con una media de 14.4 mg/dl (DE=1.59) ( $p < 0.001$ ), si bien este resultado podría estar relacionado con el efecto que tiene la mayor concentración PbS en el grupo expuesto, cabe recordar que dicho grupo está compuesto en su mayoría por mujeres (70.2%), y que por fisiología, es normal encontrar niveles menores de hemoglobina que en los hombres, por lo que este resultado puede estar sesgado por el sexo. No se encontraron diferencias entre los niveles de PbT y PbR analizando por grupos de exposición ( $p > 0.05$ ).

La antigüedad de los trabajadores en la empresa por grupos fue la siguiente: Grupo I, 58 meses (4.8 años), con una DE=55 meses; Grupo II, 81 meses (7 años) con una DE=72meses, esta diferencia fue estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ ) (Cuadro IV). La antigüedad por sexo: Hombres, 83.7 meses (DE=72.56) y mujeres, 51.7 (DE=48.6) ( $p < 0.05$ ) (Cuadro II).

Dado que el tiempo de exposición, en suma con la intensidad de la exposición, parecen ser una variable importante en la relación exposición-respuesta a plomo<sup>4</sup>, comparamos la antigüedad del Grupo I con el Grupo II con un punto de corte intermedio en 42 meses, encontrando mayor antigüedad en el grupo menos expuesto (81 meses vs. 58 meses) ( $p < 0.05$ ) (Cuadro III).

Este fenómeno puede deberse a la mayor movilidad de la fuerza de trabajo del sector de producción y a la menor movilidad en los puestos administrativos. Esta tendencia se repite al comparar la antigüedad entre hombres y mujeres, observado la disposición de la fábrica de emplear personal femenino en el sector de producción donde se encuentra la mayor



---

**TESIS: EXPOSICION OCUPACIONAL A PLOMO INORGANICO EN UNA INDUSTRIA DE  
REGULADORES ELECTRCOS DE LA CIUDAD DE MEXICO**

---

exposición a plomo ( $p < 0.05$ ). La media de concentración de PbS en el personal de menos antigüedad ( $7.92 \mu\text{g}/\text{dl}$ ) fue ligeramente superior al de mucha antigüedad ( $6.95 \mu\text{g}/\text{dl}$ ) ( $p = \text{ns}$ ). La media de concentración de PbR y PbT fue similar entre los grupos de exposición, no existiendo diferencia estadísticamente significativa.

Cuando no se agrupó por grupo de exposición, se encontraron niveles superiores de PbR en el personal con más de 42 meses de antigüedad ( $11 \mu\text{gPb}/\text{g}$ ) en comparación con los de menos de 42 meses ( $8.25 \mu\text{gPb}/\text{g}$ ), esta diferencia fue estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ ).

Esto refleja que sin importar el grupo de exposición, la antigüedad o la cronicidad de la exposición juega un papel importante para la acumulación de PbH, es decir, aunque la exposición ambiental del grupo II haya sido menor, esta exposición ha sido más prolongada dada la falta de barreras físicas entre los departamentos, mostrando niveles mayores de PbH que el grupo expuesto.

Estos hechos demuestran que los indicadores como PbS y en aire tienen grandes limitaciones para poder reconstruir la exposición pasada y los efectos de largo plazo.

Se probó la correlación de PbS con PbR, PbT y PbA obteniendo  $r = 0.40$  ( $p = 0.001$ ),  $r = -0.012$  ( $p = 0.92$ ) y  $r = 0.08$  ( $p = 0.50$ ) respectivamente.

En el análisis exploratorio y descriptivo de los datos se lograron identificar los departamentos de trabajo con mayor riesgo de exposición ocupacional al plomo por uso de soldadura. De igual modo se analizaron los niveles de plomo en aire y en sangre entre las diferentes áreas de trabajo, encontrando diferencias significativas entre las áreas existiendo una tendencia de niveles elevados en las áreas con procesos relacionados con soldadura.

---

**TESIS: EXPOSICION OCUPACIONAL A PLOMO INORGANICO EN UNA INDUSTRIA DE  
REGULADORES ELECTRCOS DE LA CIUDAD DE MEXICO**

---

La distribución por sexo de estos grupos mostró un predominio del género femenino en el grupo de exposición con un 70.2% en comparación al grupo sin exposición con 25% ( $p < 0.01$ ). Respecto al uso de loza vidriada, no se encontró diferencia significativa entre ambos grupos. (Cuadro IV)

Se encontró en hombres, una exposición de  $0.304 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y en mujeres de  $0.744 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , mostrando una fuerte diferencia estadística ( $P < 0.001$ ).

En el grupo de hombres se encontró una media de PbS  $7.64 \mu\text{g}/\text{dl}$  ( $DE = 4.21$ ) con un rango de  $3.1\text{-}24.1 \mu\text{g}/\text{dl}$  y en las mujeres de  $7.30 \mu\text{g}/\text{dl}$  ( $DE = 3.56$ ) con un rango de  $2.1\text{-}18.1 \mu\text{g}/\text{dl}$  sin mostrar diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0.05$ ). (Cuadro V)

De acuerdo a la edad de la población de estudio, separamos en dos grupos de acuerdo a la mediana estadística ( $\leq 33$  y  $> 34$  años) y encontramos que la población más joven presentó niveles más elevados de PbS ( $8.30 \mu\text{g}/\text{dl}$ ) en comparación con la más grande ( $6.67 \mu\text{g}/\text{dl}$ ) ( $p < 0.05$ ), existiendo un comportamiento inverso en PbT, donde la población mayor a 34 años presentó las concentraciones más elevadas ( $8.04 \mu\text{gPb}/\text{g}$ ) con tendencia a la significancia estadística; aunque la presentación fue similar PbR, su asociación fue más débil ( $p = 0.1$ ) (Cuadro VI).

Los altos niveles de PbS en jóvenes puede estar influido por la utilización de personal joven en el área de producción y a la mayor edad del personal administrativo, lo cual denota la exposición reciente al metal en este grupo y la crónica en el segundo grupo.

Estos hallazgos reflejan la alta vulnerabilidad con la edad y los efectos de exposición acumulativa durante la vida que pudieran ser menos evidentes en poblaciones jóvenes que tienen menor tiempo de exposición al plomo.

---

**TESIS: EXPOSICION OCUPACIONAL A PLOMO INORGANICO EN UNA INDUSTRIA DE  
REGULADORES ELECTRCOS DE LA CIUDAD DE MEXICO**

---

El tiempo de vivir en la Ciudad se correlacionó con el PbS en 0.10 ( $p=0.35$ ); PbR en un 0.32 ( $p=0.001$ ), y PbT de 0.05 ( $p=0.63$ ). Posteriormente se categorizó el tiempo de vivir en la Ciudad de México de acuerdo a la media de la población (32.5años), y se encontró que las medias de PbS eran similares para los dos grupos con  $7.82 \mu\text{g/dl}$  y  $7.08 \mu\text{g/dl}$  respectivamente ( $p=0.19$ ), sin embargo para PbR la media del grupo con menor tiempo en la Ciudad fue de  $8.25 \mu\text{gPb/g}$  ( $DE=7.15$ ) en comparación con el de más tiempo en la ciudad de  $11.32 \mu\text{gPb/g}$  ( $DE=7.96$ ) ( $p=0.02$ ), y aunque con PbT la diferencia no fue estadísticamente significativa ( $p=0.31$ ) su media fue mayor para el grupo con más tiempo en la Ciudad ( $7.42 \mu\text{gPb/g}$ ) en comparación con el de menos tiempo ( $6.75 \mu\text{gPb/g}$ ). (Cuadro VII)

Al analizar factores no ocupacionales, el uso de loza vidriada con plomo como exposición no ocupacional a este metal<sup>1</sup> se reportó cercano al 40% en ambos grupos y su uso no fue diferencial entre ellos ( $p=0.46$ ); se encontraron niveles mayores de PbS en el grupo que lo utiliza con una media de  $8.71 \mu\text{g/dl}$  ( $DE=3.92$ ) en comparación con los que no lo usan de  $6.49 \mu\text{g/m}^3$  ( $DE=3.5$ ) mostrando una diferencia estadísticamente significativa ( $p<0.05$ ). (Cuadro VII)

Así mismo se encontraron niveles mayores de PbR de  $11 \mu\text{gPb/g}$  ( $DE=7.69$ ) en el grupo que utiliza barro vidriado contra  $8.67 \mu\text{gPb/g}$  del grupo que no lo utiliza, sin significancia estadística ( $p=0.08$ ), que puede deberse al tamaño de la muestra. (Cuadro VII)

A su vez se encontró que el grupo que no utiliza el barro vidriado recibe más exposición ambiental de plomo en aire con una media de  $0.672 \mu\text{g/m}^3$  ( $DE=0.646$ ) en comparación con el grupo que si utiliza el barro con una media de  $0.394 \mu\text{g/m}^3$  ( $DE=0.388$ ) mostrando una diferencia estadísticamente significativa ( $p<0.05$ ). (Cuadro VII)

---

**TESIS: EXPOSICION OCUPACIONAL A PLOMO INORGANICO EN UNA INDUSTRIA DE  
REGULADORES ELECTRCOS DE LA CIUDAD DE MEXICO**

---

Realizando los análisis por la escolaridad de los trabajadores en la empresa se encontraron niveles menores de PbS y en aire en el grupo con Estudios Universitarios siendo de  $5.53\mu\text{g}/\text{dl}$  (DE=1.84) ( $p<0.05$ ) y  $0.093\mu\text{g}/\text{m}^3$  (DE=0.12) ( $p<0.001$ ) respectivamente, en comparación con los otros grupos de escolaridad. Pudiendo deberse a las diferentes actividades que desempeñan en la empresa y encontrándose en el grupo sin exposición. (Cuadro VII)

En los trabajadores con historia de tabaquismo se encontraron niveles de PbS de  $8.06\mu\text{g}/\text{dl}$  (DE=4.30), superior al grupo sin historia de tabaquismo donde fue de  $6.58\mu\text{g}/\text{dl}$  (DE=2.89) mostrando una diferencia estadísticamente significativa ( $p<0.05$ ), no encontrando diferencias con los niveles de PbT y rótula; este aspecto es relevante, ya que la asociación observada con tabaquismo representa una porción de exposición a plomo que pudiera ser prevenida.<sup>3</sup> Debido al resultado encontrado en los pacientes fumadores, podría pensarse que la vía oral también contribuye de manera importante por la deficiencia en hábitos higiénicos. (Cuadro VII)

Se encontraron niveles superiores de PbS en los trabajadores con historia de ingestión de bebidas alcohólicas con  $7.56\mu\text{g}/\text{dl}$  (DE=3.99) en comparación con el grupo sin estos antecedentes con  $6.46\mu\text{g}/\text{dl}$  (DE=1.92) sin hallarse diferencia estadísticamente significativa. Este resultado no debe ser menospreciado ya que la proporción de trabajadores con este antecedente asciende al 90.1% y sumando la continua exposición a plomo es necesario realizar medidas preventivas que promocien la disminución de la ingesta de bebidas alcohólicas dada sus efectos sinérgicos en la inhibición sinérgica de la

---

**TESIS: EXPOSICION OCUPACIONAL A PLOMO INORGANICO EN UNA INDUSTRIA DE  
REGULADORES ELECTRCOS DE LA CIUDAD DE MEXICO**

---

actividad de la ALAD, la TGO y la TGP<sup>4</sup> además de los efectos hematológicos, neurológicos y hepatotóxicos. (Cuadro VII)

Por nivel de educación, el nivel universitario mostró la menor concentración de PbS (5.53µg/dl) siendo estadísticamente distinto al resto de los niveles educativos ( $p < 0.05$ ), llama la atención que el nivel de posgrado mostró el tercer lugar (7.45µg/dl), superado por primaria y secundaria, siendo esta última la concentración más elevada (8.46µg/dl). Es posible que esta tendencia este afectada por el tamaño de la muestra. (Cuadro VII)

Al analizar el PbS y la ingesta leche a la semana se encontraron diferencias significativas entre los grupos encontrando niveles menores de PbS (5.09µg/dl) con una ingesta de 9 vasos de leche a la semana ( $p < 0.05$ ). Sin embargo, no se observó una tendencia a la disminución del plomo conforme aumentaba la ingesta de leche. Se observó un comportamiento similar en la ingesta de queso hallando niveles inferiores de PbS (3.40µg/dl DE=11.94) al ingerir 7 rebanadas de queso a la semana, con tendencia a la significancia estadística ( $p = 0.07$ ), sin encontrar un patrón de reducción del metal conforme aumentara la ingesta. (Cuadro VII)

Los trabajadores que reportaron utilizar complemento de calcio tuvieron niveles de PbS de 5.67 µg/dl (DE=1.91), inferiores a los que no utilizan complemento de calcio quienes mostraron una media de 7.63µg/dl (DE=3.94), hallando una tendencia a la diferencia estadísticamente significativa ( $p = 0.08$ ), probablemente debida al tamaño de la muestra. (Cuadro VII)

La media de PbT en el grupo con complemento de calcio fue de 6.63 µgPb/g (DE=6.53), ligeramente inferior al grupo que no utiliza complemento de calcio con 7.10µgPb/g

---

**TESIS: EXPOSICION OCUPACIONAL A PLOMO INORGANICO EN UNA INDUSTRIA DE  
REGULADORES ELECTRCOS DE LA CIUDAD DE MEXICO**

---

(DE=6.66); a su vez se encontró una media mayor de PbR en el grupo con complemento de 10.40 $\mu$ gPb/g (DE-1.18-30.3) en comparación con el grupo sin complemento de 7.40 $\mu$ gPb/g (DE-6.045-25.48) sin hallar diferencias significativas ( $p>0.05$ ). (Cuadro VII)

Las tensiones arteriales sistólicas (TAS) se categorizaron en dos grupos con un punto de corte en 130mmHg por su repercusión clínica. El grupo con TAS Baja mostró niveles inferiores de PbS de 7.13 $\mu$ g/dl (DE=3.22), PbT de 6 $\mu$ gPb/g (DE=5.94), y PbR de 9.31 $\mu$ gPb/g (DE=7.92), en comparación a los mostrados por el grupo con TAS Elevada quienes presentaron una media de PbS de 8.78  $\mu$ g/dl (DE=5.7) ( $p=0.06$ ), PbT de 11.6  $\mu$ gPb/g (DE=7.58) ( $p<0.01$ ) y PbR de 10.95  $\mu$ gPb/g (DE=7.41) ( $p>0.05$ ).

Del mismo modo fueron categorizadas las tensiones arteriales diastólicas (TAD) con un punto de corte en 90mmHg por su repercusión clínica, encontrando en el grupo con TAD Baja niveles menores de PbS de 7.26 $\mu$ g/dl (DE=3.15), PbT de 6.20 $\mu$ gPb/g (DE=6.07), PbR de 9.21 $\mu$ gPb/g (DE=7.95), en comparación con el grupo de TAD Elevada con PbS de 8.15 $\mu$ g/dl (DE=5.87) ( $p=0.19$ ), PbT de 10.54 $\mu$ gPb/g (DE=7.7) ( $p<0.01$ ) y PbR de 11.25 $\mu$ gPb/g (DE=7.21) ( $p=0.16$ ). Se halló una correlación de 0.22 entre la TAS y el PbT con significancia estadística ( $p<0.05$ ). (Cuadro VII)

Estos resultados concuerdan con los reportes de la literatura, al referir una elevación de las cifras tensionales conforme aumentan los niveles biológicos de plomo, en particular en hueso cortical (PbT), estos resultados concuerdan con la literatura internacional que refiere al PbH como un indicador importante de hipertensión arterial. (Cuadro VII)

Debido al gran porcentaje de mujeres laborando en esta empresa y que se concentran principalmente en el grupo de exposición a plomo de acuerdo a su puesto de trabajo en el proceso productivo, analizamos los fenómenos de movilización de PbS y hueso de acuerdo a sus características reproductivas, de embarazo y lactancia.

Al analizar por número de embarazos, encontramos un rango de 1 a 4 embarazos entre las trabajadoras, encontrando una mayor proporción de mujeres con 2 embarazos (45%); la concentración de PbS, PbT y PbR mostraron una tendencia de incremento hasta el tercer embarazo, y solo disminuyendo para el cuarto embarazo (Cuadro VII).

Si bien esto puede estar en relación con el tamaño de la muestra, también es posible que dichas mujeres se encuentren exponiendo más frecuentemente o con mayor intensidad a plomo, ya que lo esperable es el decremento de los niveles de PbS de embarazo en embarazo. Si tal fuera el caso, estas madres presentarían dicho riesgo no solo en el primer embarazo sino en embarazos consecutivos. DISCUSION

La trabajadora en periodo de lactancia durante el estudio mostró niveles de PbS de  $8\mu\text{g}/\text{dl}$ , PbR de  $14.46\mu\text{gPb}/\text{g}$  y de PbT de  $23.15\mu\text{gPb}/\text{g}$ , este último fue uno de las concentraciones más elevadas de la población estudiada, superior al resto de las mujeres con valores de  $7.30\mu\text{g}/\text{dl}$  (DE=3.56),  $10.19\mu\text{gPb}/\text{g}$  (DE=7.74) y  $6.70\mu\text{gPb}/\text{g}$  (DE=7.45) respectivamente, mostrando una diferencia estadísticamente significativa en los niveles en tibia ( $p<0.05$ ). (Cuadro VII)

Al analizar el PbS y los meses en que las mujeres dieron lactancia se encontraron diferencias entre los grupos, cercanas a la significancia estadística ( $p=0.06$ ), sin embargo no se encontró alguna tendencia de incremento o descenso en los niveles de plomo al aumentar los meses de lactancia. (Cuadro VII)

Las mujeres con edad de menopausia presentaron niveles superiores de PbS con  $8.27\mu\text{g}/\text{dl}$  (DE=3.81), de PbT con  $7.86\mu\text{gPb}/\text{g}$  (DE=5.63) y de PbR con  $11.65\mu\text{gPb}/\text{g}$  (DE=9.71) en comparación con las de menor edad con  $7.13\mu\text{g}/\text{dl}$  (DE=3.53),  $6.5\mu\text{gPb}/\text{g}$  (DE=7.76) y  $9.94\mu\text{gPb}/\text{g}$  (DE=7.47) respectivamente, sin mostrar diferencia estadísticamente significativa ( $p>0.05$ ). (Cuadro VII)

## DISCUSION

Esta empresa se caracterizó por contar con población trabajadora predominantemente joven y con poca antigüedad laboral (media=5.57 años). Particularmente las mujeres presentaron una menor antigüedad (media= 4.31 años).

Los resultados de este estudio mostraron que la exposición respiratoria a plomo por esta actividad ocupacional fue en su nivel más alto de plomo en aire de 2.12  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , es decir esta muy por debajo de los establecido por NIOSH que recomienda para trabajadores un límite de exposición de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  aire en 8 horas y fue establecido para asegurar que la concentración de PbS no exceda los 60  $\mu\text{g}/\text{dl}$ ; También, el limite encontrado en el presente estudio es inferior al establecido por la NOM-010-STPS que es de 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de CPT en una jornada de trabajo<sup>24</sup>

La adecuación de la normatividad mexicana en materia de vigilancia epidemiológica por exposición ambiental a plomo ha sido ampliamente discutido previamente en otros trabajos,<sup>27</sup> actualmente existe en nuestro país un Proyecto de Modificación de la Norma Oficial Mexicana NOM-047-SSA1-1993 la cual establece los límites biológicos máximos permisibles de disolventes orgánicos en el personal ocupacionalmente expuesto. Este proyecto, publicado en el Diario Oficial de la Federación, está siendo revisado para su publicación como “Norma Oficial Mexicana NOM-047-SSA1-2002, Salud ambiental-Índices biológicos de exposición para el personal ocupacionalmente expuesto a sustancias químicas” donde se sugiere el nivel máximo de Plomo en Sangre en trabajadores debe ser de 30  $\mu\text{g}/\text{dl}$ .<sup>ii</sup>

Aprobar este proyecto representa un primer paso en la vigilancia y protección de los trabajadores expuestos, ya que como puede verse en la Tabla 1, las alteraciones biológicas como la hipertensión, la disminución de la filtración glomerular y la disminución de la



---

**TESIS: EXPOSICION OCUPACIONAL A PLOMO INORGANICO EN UNA INDUSTRIA DE  
REGULADORES ELECTRCOS DE LA CIUDAD DE MEXICO**

---

ALAD pueden encontrarse desde niveles inferiores a 10  $\mu\text{g}/\text{dl}$ , dependiendo de la susceptibilidad genética de cada trabajador. Un segundo paso sería incluir en la Norma la medición de Plomo en Hueso, sin embargo, dado lo poco accesible que todavía resulta el procedimiento, este se reserva con propósitos de investigación.

Dados los bajos niveles de plomo en aire en la empresa, probablemente las malas condiciones de higiene en el espacio de trabajo observadas en este estudio, constribuyan a la exposición al metal por vía digestiva, ya que en ocasiones los empleados ingerian sus alimentos en el mismo escritorio de trabajo contaminado, debido a un comedor en muy malas condiciones de seguridad e higiene general, y además en ocasiones los trabajadores no se lavaban las manos antes de ingerir sus alimentos o como ha sido reportado previamente en otros estudios.<sup>27</sup>

Los niveles de los biomarcadores de plomo entre hombres y mujeres no fueron distintos entre ellos. Sin embargo, se observó una mayor concentración de exposición ambiental en las mujeres dado que ellas son las que componen en su mayoría el Grupo I hasta en un 70%. El Grupo I además de mostrar niveles superiores de exposición ambiental, también mostró niveles de PbS superiores reflejando la exposición reciente al metal.

JUAREZ-PEREZ 2010 en una comunicación oral reportó una serie de trabajadores expuestos a plomo en diferentes ramas (pintado de autos, reparación de acumuladores, alfareros de barro vidriado, etc) a quienes se les analizó PbS encontrando en 22 trabajadores de soldadura de chips electrónicos una media de PbS de  $7.6\mu\text{g}/\text{dl}$  (DE=4.7), cifra similar a nuestro estudio en este marcador.

Así mismo, se observó una media similar para el pintado de autos y la fábrica de pinturas, sin embargo para ramas como la reparación de acumuladores con 3 trabajadores, se obtuvo una media de  $17.3\mu\text{g}/\text{dl}$  (DE=16), y en 10 alfareros de barro vidriado se halló una

---

**TESIS: EXPOSICION OCUPACIONAL A PLOMO INORGANICO EN UNA INDUSTRIA DE  
REGULADORES ELECTRCOS DE LA CIUDAD DE MEXICO**

---

media de 47  $\mu\text{g}/\text{dl}$  (DE= 11.2) siendo el grupo con concentraciones más elevadas. (Cuadro IX)

Lo cual podría sugerir una baja exposición en el grupo relacionado con pequeños procesos de soldadura eléctrica, considerando la limitada información previa de la historia de exposición del PbS en los trabajadores de esta empresa en estudio.

Este es el primer estudio en México en trabajadores de la manufactura de reguladores eléctricos a quienes se les ha medido plomo en sangre, plomo en hueso y plomo en aire, de tal manera que es imposible compararlos con nacionales e internacionales del mismo proceso, por lo que se comparo con otros estudios en diferentes procesos donde hubo exposición a plomo.

El Cuadro VIII muestra una comparación de nuestros resultados con otros estudios en diferentes años por ramas de fabricación expuestas a plomo en los que se midió la concentración de plomo en sangre, plomo en hueso cortical (PbT) y en hueso trabecular (PbR o calcáneo en su caso). Se incluyeron diferentes ramas industriales como fundición, carpintería, maquila de baterías de plomo, óxido de plomo, plomo cristalino, radiadores o soldadores secundarios, de acuerdo a estatus ocupacional.

De igual forma se incluyeron resultados de estudios practicados en mujeres en etapa de gestación/lactancia y de población general no expuesta ocupacionalmente a plomo.

Las concentraciones medias de plomo en sangre, en tibia y en rótula de este estudio resultaron inferiores a la mayoría de estudios de exposición ocupacional reportados en otros países con giros ocupacionales relacionados con plomo.

---

**TESIS: EXPOSICION OCUPACIONAL A PLOMO INORGANICO EN UNA INDUSTRIA DE  
REGULADORES ELECTRCOS DE LA CIUDAD DE MEXICO**

---

La concentración media de PbS de nuestro estudio fue superior a los estudios analizados en *población general* sin exposición ocupacional (Hu 1996-2001, Cheng 1998-2001, Tood 2001[no expuestos], Tsaih 2004, Lin C 2004). Sin embargo, las concentraciones medias de PbH de nuestro estudio fueron inferiores a las determinaciones de la población general, con excepción de un grupo coreano (Tood 2001 [no expuestos]). Esto puede deberse a la menor edad de los trabajadores (media=34.75 años) de nuestro estudio, lo que implica una menor concentración de plomo acumulado en hueso lo largo de su vida. (Cuadro VIII)

Las concentraciones medias de PbS en las mujeres de nuestro estudio, fueron superiores a los referidos en algunos estudios en mujeres no expuestas ocupacionalmente (Hu 1996), así como en el estudio de Korrick, 1999 en mujeres hipertensas, prehipertensas y normales de los niveles de plomo en sangre. De igual manera fueron superiores a los reportados en un estudio en embarazadas al tercer trimestre y postparto (Rothemberg) y uno en mujeres con 12 años sin exposición ocupacional a plomo (Popovic); sin embargo, las concentraciones medias de PbH en este nuestro grupo femenino fueron inferiores en comparación al resto de estudios analizados, exceptuando uno de embarazadas sin exposición ocupacional (Hu 1996).

Al analizar los resultados mostrados por Hernández-Ávila y cols en 1996 realizado en mujeres de la población general de la Ciudad de México, se reportan concentraciones medias de plomo superiores a las del presente estudio, dichos resultados pueden estar relacionados con una mayor exposición ambiental por el uso de gasolina con altas concentraciones de tetraetilo de plomo (TEP) en mujeres que vivieron muchos años con esa exposición; sin embargo a partir de 1990 se inició una paulatina reducción de las emisiones de plomo ambiental con la parcial introducción de gasolina reducida en TEP. En 1994 las concentraciones de este metal se disminuyeron a 0.2-0.1 ml TEP/gal y para 1997 se logró su total eliminación de la gasolina.<sup>iii</sup> Debido a esto, es esperable que en nuestro estudio hubo una correlación significativa entre el tiempo de vivir en la Ciudad con los

---

**TESIS: EXPOSICION OCUPACIONAL A PLOMO INORGANICO EN UNA INDUSTRIA DE  
REGULADORES ELECTRCOS DE LA CIUDAD DE MEXICO**

---

niveles de PbR ( $r=0.32$   $p=0.001$ ), el PbR fue mayor entre los que tenían más de 32.5 años de vivir en la urbe ( $11.32\mu\text{gPb/g}$   $p=0.02$ ). Lo que significo que las mujeres del presente estudio no tuvieran esa exposición ambiental a plomo de las gasolinas de las décadas pasadas.

Por otro lado, al analizar al interior del grupo se observó que más del 25% de las mujeres tuvieron una concentración media de PbS de  $9\mu\text{g/dl}$ , de PbT de  $11.61\mu\text{gPb/g}$  y de PbR de  $14.66\mu\text{gPb/g}$ , cifras equiparables con las presentadas por otros estudios en población femenina (Hernández-Avila 1996, González-Cossio 1997, Aguilar-Madrid 1997 [excepto PbR], Brown MJ 2000, Sanín 2001, Guerra-Tamayo 2003, Ettinger 2004, Tellez-Rojo 2004), sin alcanzar los niveles de PbT de mujeres con exposición histórica por soldadura (Popovic 2005). Cuadro VIII.

Es importante tomar en cuenta que este sigue siendo un grupo vulnerable que mostró una tendencia a presentar un gradiente de movilización de plomo en hueso de acuerdo al número de gestas y lactancia (Cuadro VII); varios estudios epidemiológicos han mostrado esta importante movilización de PbH en mujeres en esta etapa como una fuente de exposición endógena al metal, pues éste es transferido a sus hijos.<sup>25,iv,v</sup>

En nuestros trabajadores *masculinos* se encontraron niveles de PbS inferiores a los estudios analizados con exposición ocupacional (Gerhardsson 1993, Watanabe 1994, Roels 1995, Aguilar-Madrid 1999, Tood 2001, Juárez-Pérez 2004, Weaver 2003,2005), pero superiores en un estudio de hombres con 18 años sin exposición ocupacional a plomo (Glenn 2003).

Las concentración media de PbH en este nuestro grupo masculino fue inferior al resto de estudios analizados de hombres con exposición ocupacional. Este fenómeno puede deberse a la aún baja concentración de plomo a lo largo de la vida de los trabajadores, ya

---

**TESIS: EXPOSICION OCUPACIONAL A PLOMO INORGANICO EN UNA INDUSTRIA DE  
REGULADORES ELECTRCOS DE LA CIUDAD DE MEXICO**

---

que su edad promedio fue de 33.65 años. Y tenían poca antigüedad promedio de trabajo. Además, que esta actividad de punteado con plomo en tarjetas lógicas tiene una menor exposición que otros procesos de trabajo como refinadoras, acumuladores, etc.

Estos hallazgos hacen énfasis en que aun cuando los trabajadores tengan niveles de plomo en sangre bajos, éstos sólo reflejan la exposición reciente y no representan el plomo acumulado en hueso a través de los años de exposición en el trabajo.

Se puede concluir que un porcentaje importante de mujeres en este estudio se encuentran con niveles moderados de plomo en sangre y en hueso, quienes son un grupo vulnerable para el desarrollo de efectos adversos en salud, principalmente cuando se acompaña de la etapa de climaterio o de gestación y/o lactancia, ya que los niveles de PbH pueden ser una fuente importante de exposición endógena.

Como en otros estudios, nuestros resultados mostraron niveles superiores de tensión arterial a mayores niveles de plomo en tibia.<sup>4,vi,vii</sup> (Cuadro VII).

Las limitaciones de este estudio son las propias de los estudios transversales, que es la temporalidad, que genera dificultades para reconstruir la exposición al plomo a lo largo de su vida laboral, además que la empresa no contaba con información previa de monitoreos ambientales y biológicos en sus trabajadores.

La evaluación de plomo en aire en este estudio representa únicamente la exposición que los trabajadores tuvieron durante el periodo de estudio y no la previa, ya que las variaciones en la productividad influyen sobre la concentración del metal en el ambiente de trabajo.

---

**TESIS: EXPOSICION OCUPACIONAL A PLOMO INORGANICO EN UNA INDUSTRIA DE  
REGULADORES ELECTRCOS DE LA CIUDAD DE MEXICO**

---

Este estudio presenta el sesgo del trabajador sano, ya que solo se incluyeron trabajadores en activo y no fue posible conocer el estado de los trabajadores jubilados quienes podrían haber sufrido un nivel diferente de exposición en el pasado con niveles más altos de plomo en hueso con efectos sobre su salud no diagnosticados.

La importancia de los resultados del presente estudio radica en que a pesar de los niveles bajos de concentraciones de PbS en ambos sexos, encontramos alteraciones en la TA y en la hemoglobina y que coinciden con los referidos en la literatura, de que existen efectos en la salud que pueden presentarse con niveles bajos de exposición a plomo y bajas concentraciones óseas del metal, tales como la disminución de la hemoglobina, alteraciones reproductivas y en la densidad mineral ósea, neuroconductuales, etc.<sup>4</sup>

Por lo tanto el emitir recomendaciones impidan o eviten la exposición a plomo en las poblaciones trabajadoras, previniendo la acumulación del metal, que ya se ha demostrado que es una fuente de exposición endógena, y que es mucho más relevante en esta población de mujeres jóvenes en edad reproductiva, por el impacto en las futuras generaciones.

---

## RECOMENDACIONES

Para evaluar de manera más completa la salud de los trabajadores de la empresa se recomienda investigar otros factores de riesgo como el uso de disolventes orgánicos. Se ha encontrado que la aplicación de algunas medidas simples de intervención puede reducir los niveles de exposición de los trabajadores al plomo y evitar el transporte del metal a sus familias.

Esas medidas son dotar a los trabajadores de equipo de protección personal, ropa y zapatos de trabajo adecuados; poner a su disposición vestidores, baños, regaderas y casilleros con una división entre su ropa de calle y la de trabajo, y procurar el lavado de esta última como una responsabilidad de la empresa; asimismo, instalar un área exclusiva para el consumo de alimentos.

Por otra parte, la empresa podría establecer programas de mantenimiento y limpieza, con aspiradoras industriales de partículas, de las máquinas, de los equipos y de las áreas de trabajo, de tal manera que todas las superficies queden libres de contaminantes.<sup>27</sup>

Asimismo podría aplicar un programa de vigilancia médica para detectar a tiempo los efectos nocivos sobre la salud de la exposición al plomo y se podría establecer una vigilancia médica periódica de los hombres y mujeres que se encuentran en etapa reproductiva.<sup>27</sup>

**TESIS: EXPOSICION OCUPACIONAL A PLOMO INORGANICO EN UNA INDUSTRIA DE  
REGULADORES ELECTRCOS DE LA CIUDAD DE MEXICO**

## TABLAS

**Tabla 1**

CONCENTRACIONES DE PLOMO EN SANGRE Y HUESO CORRESPONDIENTES CON EFECTOS ADVERSOS A LA SALUD  
(Adaptado de Toxicological profile for lead. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. August 2007 )

<i>Efecto</i>	<i>Plomo en Sangre* (µg/dl)</i>	<i>Plomo en Hueso* (µgPb/g)</i>
Neuroconductuales (>60 años o postmenopausia)	> 4	>30
ALAD disminuida	<5	SD
Filtración glomerular disminuida	<10	>10
Hipertensión	<10	>10
PE aumentada (mujeres)	>20	SD
Proteinuria	>30	SD
Neuropatía periférica	>40	SD
Hormona tiroidea alterada	>40	SD
Fertilidad reducida	>40	SD
Hemoglobina reducida	>50	SD

\* Rango de concentración asociado con el efecto. ALAD Enzima delta aminolevulínico deshidratasa.  
PE Protrombina eritrocitaria. SD Sin datos

## CUADROS

**Cuadro I**

VALORES DE LOS MONITOREOS AMBIENTAL Y BIOLÓGICO DE PLOMO, HEMOGLOBINA, TENSION ARTERIAL Y  
CARACTERISTICAS SOCIOLABORALES DE UNA EMPRESA DE ACUMULADORES ELECTRICOS, 2007

<i>Variable</i>	<i>No.</i>	<i>Media</i>	<i>DE</i>	<i>Rango</i>
Edad (años)	91	34.75	± 8.33	20-59
Pb en aire (µg/m <sup>3</sup> )	76	0.559	± 0.562	0-2.12
Pb en sangre (µg/dl)	84	7.44	± 3.83	2.1-24.1
Pb en tibia (µgPb/g hueso mineral)	91	7.06	± 6.61	-12.46 – 29.05
Pb rótula (µgPb/g hueso mineral)	91	9.61	± 7.81	-6.04 – 30.30
Hemoglobina (g/dl)	81	14.97	± 1.83	10.3-19.2
Antigüedad total (meses)	91	66.85	± 62.86	3-276
Antigüedad en el puesto actual (meses)	89	42.97	± 44.67	1-204
TA sistólica	91	115.8	± 9.66	90-150
TA diastólica	91	75.4	± 8.6	60-100
Años de usar loza vidriada (años)	52	19.01	± 10.80	1-48
Tiempo de vivir en la Ciudad de México	91	25	± 9.30	7-54

DE: desviación estándar



**TESIS: EXPOSICION OCUPACIONAL A PLOMO INORGANICO EN UNA INDUSTRIA DE REGULADORES ELECTRCOS DE LA CIUDAD DE MEXICO**

**Cuadro II**

RELACION ENTRE GRUPOS DE EXPOSICION CON NIVELES AMBIENTALES Y BIOLÓGICOS DE PLOMO, HEMOGLOBINA Y ANTIGÜEDAD

	<i>Grupo I</i>			<i>Grupo II</i>			<i>Valor de p</i>
	<i>No.</i>	<i>Media</i>	<i>DE</i>	<i>No.</i>	<i>Media</i>	<i>DE</i>	
Pb en aire ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	56	0.680	$\pm 0.596$	20	0.219	$\pm 0.258$	<0.001
Pb en sangre ( $\mu\text{g}/\text{dl}$ )	53	8.21	$\pm 4.16$	31	6.14	$\pm 2.79$	<0.05
Pb en tibia ( $\mu\text{gPb}/\text{g}$ )	56	6.72	$\pm 7.08$	35	7.60	$\pm 5.85$	0.270
Pb en rótula ( $\mu\text{gPb}/\text{g}$ )	56	9.46	$\pm 7.62$	35	9.86	$\pm 8.23$	0.40
Hemoglobina (g/dl)	51	14.44	$\pm 1.599$	30	15.17	$\pm 1.87$	<0.001
Antigüedad Total (meses)	56	58.05	$\pm 54.94$	35	80.94	$\pm 72.4$	0.045

**Cuadro III**

RELACION ENTRE ANTIGÜEDAD DEL TRABAJADOR CON NIVELES AMBIENTALES Y BIOLÓGICOS DE PLOMO Y HEMOGLOBINA

	<i>Poca Antigüedad (<math>\leq 42</math> meses)</i>			<i>Mucha Antigüedad (<math>&gt; 42</math> meses)</i>			<i>Valor de p</i>
	<i>No.</i>	<i>Media</i>	<i>DE</i>	<i>No.</i>	<i>Media</i>	<i>DE</i>	
Pb en sangre ( $\mu\text{g}/\text{dl}$ )	43	7.92	$\pm 4.18$	41	6.95	$\pm 3.41$	0.123
Pb en tibia ( $\mu\text{gPb}/\text{g}$ hueso mineral)	46	6.16	$\pm 7.16$	45	7.97	$\pm 5.94$	0.09
Pb rótula ( $\mu\text{gPb}/\text{g}$ hueso mineral)	46	8.25	$\pm 7.18$	45	11	$\pm 8.26$	<0.05
Hemoglobina (g/dl)	40	14.70	$\pm 2.03$	41	15.23	$\pm 1.58$	0.09

**Cuadro IV**

DISTRIBUCION DE GRUPOS DE EXPOSICION POR SEXO, ANTIGÜEDAD Y USO DE LOZA VIDRIADA CON PLOMO

<i>Categoría</i>	<i>Grupo I</i>		<i>Grupo II</i>		<i>Valor p (Chi2)</i>
	<i>No.</i>	<i>%</i>	<i>No.</i>	<i>%</i>	
Hombres	17	29.82	27	75	P<0.001
Mujeres	40	70.18	9	25	
Antigüedad					
< 42 meses	32	57.14	13	37.14	P<0.05
> 42 meses	24	42.86	22	62.8	
Uso de loza vidriada					
Si	23	41.07	14	40	P=0.460
No	33	58.93	21	60	

**TESIS: EXPOSICION OCUPACIONAL A PLOMO INORGANICO EN UNA INDUSTRIA DE  
REGULADORES ELECTRCOS DE LA CIUDAD DE MEXICO**

**Cuadro V**

RELACION ENTRE SEXO DEL TRABAJADOR CON NIVELES AMBIENTALES Y BIOLÓGICOS DE PLOMO Y HEMOGLOBINA

	<i>Hombres</i>			<i>Mujeres</i>			<i>Valor de p</i>
	<i>No.</i>	<i>Media</i>	<i>DE</i>	<i>No.</i>	<i>Media</i>	<i>DE</i>	
Pb Aire ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	32	0.304	$\pm 0.46$	44	0.744	$\pm 0.55$	<0.001
Pb en sangre ( $\mu\text{g}/\text{dl}$ )	36	7.64	$\pm 4.21$	48	7.30	$\pm 3.56$	0.346
Pb en tibia ( $\mu\text{gPb}/\text{g}$ )	43	7.45	$\pm 5.59$	48	6.70	$\pm 7.45$	0.29
Pb rótula ( $\mu\text{gPb}/\text{g}$ )	43	8.97	$\pm 7.94$	48	10.19	$\pm 7.74$	0.228
Hemoglobina (g/dl)	36	16.54	$\pm 1.15$	45	13.71	$\pm 1.18$	<0.001
Antigüedad (meses)	43	83.74	$\pm 72.56$	48	51.72	$\pm 48.6$	0.045

**Cuadro VI**

RELACION ENTRE EDAD DEL TRABAJADOR CON NIVELES AMBIENTALES Y BIOLÓGICOS DE PLOMO Y HEMOGLOBINA

	<i>Jóvenes (<math>\leq 33</math> años)</i>			<i>Adultos (<math>&gt; 34</math> años)</i>			<i>Valor de p</i>
	<i>No.</i>	<i>Media</i>	<i>DE</i>	<i>No.</i>	<i>Media</i>	<i>DE</i>	
Pb en aire ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	40	0.472	$\pm 0.574$	34	0.654	$\pm 0.549$	0.085
Pb en sangre ( $\mu\text{g}/\text{dl}$ )	40	8.30	$\pm 4.53$	44	6.67	$\pm 2.90$	0.0255
Pb en tibia ( $\mu\text{gPb}/\text{g}$ hueso mineral)	43	5.95	$\pm 7.46$	48	8.04	$\pm 5.65$	0.066
Pb rótula ( $\mu\text{gPb}/\text{g}$ hueso mineral)	43	8.50	$\pm 7.61$	48	10.61	$\pm 7.94$	0.100
Hemoglobina (g/dl)	36	14.96	$\pm 1.77$	45	14.97	$\pm 1.89$	0.491



**TESIS: EXPOSICION OCUPACIONAL A PLOMO INORGANICO EN UNA INDUSTRIA DE REGULADORES ELECTRCOS DE LA CIUDAD DE MEXICO**

**Cuadro VIII**

COMPARACION DE BIOMARCADORES DE PLOMO DE LA EMPRESA ESTUDIADA CON ESTUDIOS EN MUJERES, EN TRABAJADORES OCUPACIONALMENTE EXPUESTOS Y POBLACION GENERAL.

Autores	Plomo en Sangre ( $\mu\text{g}/\text{dl}$ )			Plomo en hueso cortical ( $\mu\text{gPb}/\text{g}$ )			Plomo en hueso trabecular ( $\mu\text{gPb}/\text{g}$ )		
	No.	Media	DE o [Rango]	No.	Media	DE o [Rango]	No.	Media	DE o [Rango]
<b>Mujeres</b>									
Hernández-Avila y cols. 1996	95	9.6	$\pm 4.5$	95	12.5	$\pm 11.6$	95	16.7	$\pm 13.3$
Hu H y cols. 1996 $\infty$	41	2.9	$\pm 2.6$	39	4.5	$\pm 4.0$	38	5.8	$\pm 4.5$
González-Cossio y cols. 1997	270	8.9	$\pm 4.1$	272	9.8	$\pm 8.9$	263	14.2	$\pm 13.2$
Aguilar-Madrid y cols. 1997 $\text{†}$	15	8.36	$\pm 3.55$	16	11.68	$\pm 11.99$	14	29.94	$\pm 17.54$
Korrick y cols. 1999	284	3	$\pm 2$	284	13.3	$\pm 9.0$	284	17.3	$\pm 11.1$
Hipertensión arterial	89	3	$\pm 2$	89	13.0	$\pm 9.4$	89	19.5	$\pm 12.9$
TA normal alta	73	3.4	$\pm 2.4$	73	14.7	$\pm 10$	73	17.2	$\pm 9.0$
TA normal baja	122	3	$\pm 2$	122	12.7	$\pm 8.1$	122	15.8	$\pm 10.6$
Brown MJ y cols. 2000 $\infty\Omega$	430	9.5	$\pm 4.5$	430	10.2	$\pm 10.1$	430	15.2	$\pm 15.1$
Sanín y cols. 2001 $\infty$	329	9.7	$\pm 5.2$	320	10.1	$\pm 10.3$	305	15.2	$\pm 15.2$
Hernández-Ávila y cols. 2002 $\infty$	-	-	-	223	9.8	-	223	14.4	-
Rothenberg y cols. 2002b $\infty$									
Tercer trimestre	720	1.9	+3.6/-1.0					Calcáneo	
Postparto	704	2.3	+4.3/-1.2	700	8.0	$\pm 11.4$	700	10.7	$\pm 11.9$
Guerra-Tamayo y cols. 2003 $\text{€}$									
Logro de embarazo	42	9.1	$\pm 6.0$	42	13.4	$\pm 12.3$	42	13.8	$\pm 10.7$
Sin logro de embarazo	100	9.4	$\pm 5.9$	100	10.0	$\pm 11.7$	100	16.9	$\pm 16.2$
Ettinger y cols 2004 $\infty^{\circ}$									
Lactando	310	9.3	$\pm 4.4$	303	9.6	$\pm 10.1$	294	14.5	$\pm 14.9$
Sin lactancia	310	9.3	$\pm 4.9$	306	10.5	$\pm 10.2$	289	15.2	$\pm 16.5$
Téllez-Rojo y cols. 2004 $\infty$	-	-	-	193	10.83	10.33	193	13.23	$\pm 11.81$
Popovic M y cols. 2005 $\emptyset$									
Soldadoras	108	2.73	$\pm 2.39$	108	14.4	$\pm 0.50$	-	-	-
Controles no expuestas	99	1.25	$\pm 2.10$	99	3.22	$\pm 0.50$	-	-	-
E. Reguladores Mujeres, 2007	48	7.30	$\pm 3.56$	48	6.70	$\pm 7.45$	48	10.19	$\pm 7.74$
E. Reguladores Mujeres p75, 2007	12	9	-	12	11.61	-	12	14.66	-
<b>Hombres</b>									
Gerhardsson L y cols 1993*									
Activos	70	31.84	[4.96-47.35]	70	13	[4.4-72.8]	70	48.6	[0.4-217.8]
Jubilados	30	9.3	[3.30-20.88]	30	39.3	[2.9-73.4]	30	100.2	[34.8-188.9]
Watanabe y cols 1994**	127	8.2	[2-25]	127	9.8	[-15-39]	127	14	[-11-78]
Roels H y cols. 1995*	123	31	[6-62]	123	49	[15-167]	-	-	-
Aguilar-Madrid y cols. 1997 $\text{†}$	47	14.23	[5.2-30.3]	47	34.1	[-0.01-74.23]	45	53.64	[0.00-136.89]
Tood AC y cols. 2001 $\text{§}$									
Activos	723	31.7	5.4-85.7	723	24.4	-7.4-337.6	-	-	-
Retirados	79	13.5	4.3-47.8	79	26.4	-6.7-196.7	-	-	-
Glenn y cols. 2003 $\text{€}$	496	4.6	$\pm 2.6$	496	14.7	$\pm 9.4$	-	-	-
Juárez-Pérez CA y cols. 2004 $\text{¥}$	69	11.9	$\pm 5.8$	67	27.6	$\pm 18.1$	67	46.8	$\pm 29.3$
Weaver y cols. 2003,2005. $\text{§}$	803	32.0	$\pm 15.0$	803	37.2	$\pm 40.4$	-	-	-
E. Reguladores 2007 Hombres	36	7.64	$\pm 4.21$	43	7.45	$\pm 5.59$	43	8.97	$\pm 7.94$

**TESIS: EXPOSICION OCUPACIONAL A PLOMO INORGANICO EN UNA INDUSTRIA DE REGULADORES ELECTRCOS DE LA CIUDAD DE MEXICO**

E. Reguladores 2007 Grupo I°	53	8.21	[2.5-24.1]	56	6.72	[-12.5-23.32]	56	9.46	[-6-25.48]
E. Reguladores 2007©	84	7.44	±3.83	91	7.06	±6.61	91	9.61	±7.81
<b>Población General (Hombres)</b>	<i>No.</i>	<i>Media</i>	<i>DE</i>	<i>No.</i>	<i>Media</i>	<i>DE</i>	<i>No.</i>	<i>Media</i>	<i>DE</i>
Hu y cols. 1996	590	6.3	±4.1	590	21.6	±12.1	590	32.1	±18.7
Cheng y cols. 1998	775	5.8	±3.4	775	22.2	±13.4	775	30.8	±19.2
Hu y cols. 2001	608	6.3	±4.1	608	22.2	±13.9	608	32.2	±19.9
Cheng y cols. 2001	323			337			337		
<i>Normotensión</i>		5.87	±4.01		20.27	±11.55		28.95	±18.01
<i>Prehipertensión</i>		6.00	±3.69		23.46	±15.02		33.73	±21.76
<i>Hipertensas</i>		6.37	±4.21		22.69	±14.71		32.72	±19.55
Tood AC y cols. 2001§									
<i>No expuestos</i>	135	5.1	2.0-10.0	135	5.0	-10.9-26.6	-	-	-
Tsaih y cols. 2004	707	6.5	±4.2	707	21.5	±13.5	705	32.4	±20.5
Lin C y cols. 2004 j	84	3.0	-	84	11.9	±11.0	84	14.2	±15.3

\* Fundidora, \*\* Carpintería, £ Industria química, ¤ Imprenta ∞ Estudio en embarazadas, con análisis de PbS, PbT y PbR 1 mes postparto.

Ω <40años y postparto temprano. ° Estudio de lactancia 1 mes postparto. € Estudio de tiempo para lograr embarazarse. ¥ 86% Hombres.

§ Trabajadores formales de plomo (baterías de plomo, óxido de plomo, plomo cristalino, radiadores, o secundariamente soldadores) en Korea.

° Grupo de exposición a soldadura (Incluyen Mujeres) ©Población Total de la empresa. E: Estudio, PG: Población general.

jHombres y Mujeres ØAntecedente no reciente de exposición (desde al menos 1982).

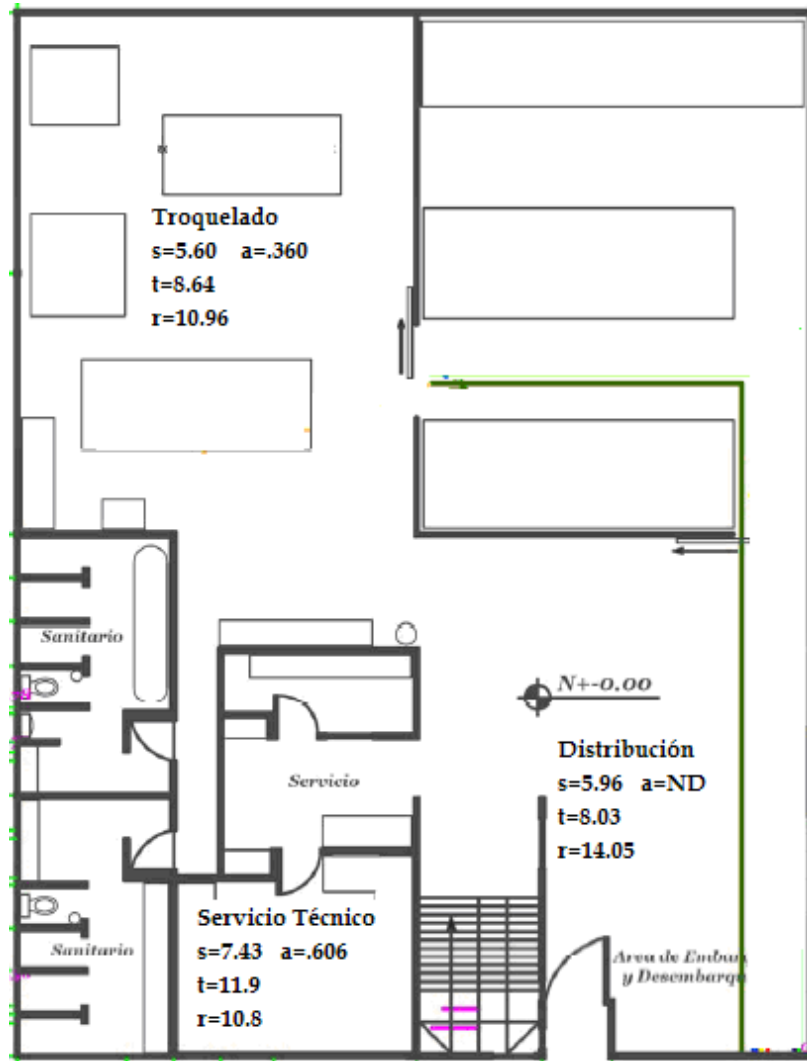
<b>Cuadro IX. Distribución de los trabajadores por actividad económica, edad y niveles de plomo en sangre</b>					
<b>Actividades económicas</b>	<b>n</b>	<b>Edad Media±DE*</b>	<b>Rango Min - Max</b>	<b>PbS Media±DE</b>	<b>Rango Min-Max</b>
Pintado de autos (PA)	4	29.5±12.5	15 - 40	7.25 ± 3.3	3 - 11
Soldadura de chips electrónicos (SChE)	22	33.2±7.6	23 - 47	7.6 ± 4.7	2 - 18
Reparación de acumuladores (RA)	3	32.6±8.1	24 - 40	17.3 ± 16	1 - 33
Fábrica de pinturas (FP)	49	33.9±8.3	20 - 60	7.9 ± 5.4	0.3 - 29.3
Alfareros del barro vidriado (ABV)	10	28.2±12.3	15 - 50	47* ± 11.2	30 - 64
Trabajadores administrativos (TA)	22	47.7±7.4♦	35 - 62	8.6 ± 3.9	3.2 - 16

\* Desviación Estándar  
♦  $p < 0.05$  Kruskal-Wallis  
\*  $p < 0.001$  Kruskal-Wallis

## MAPAS DE MONITOREO

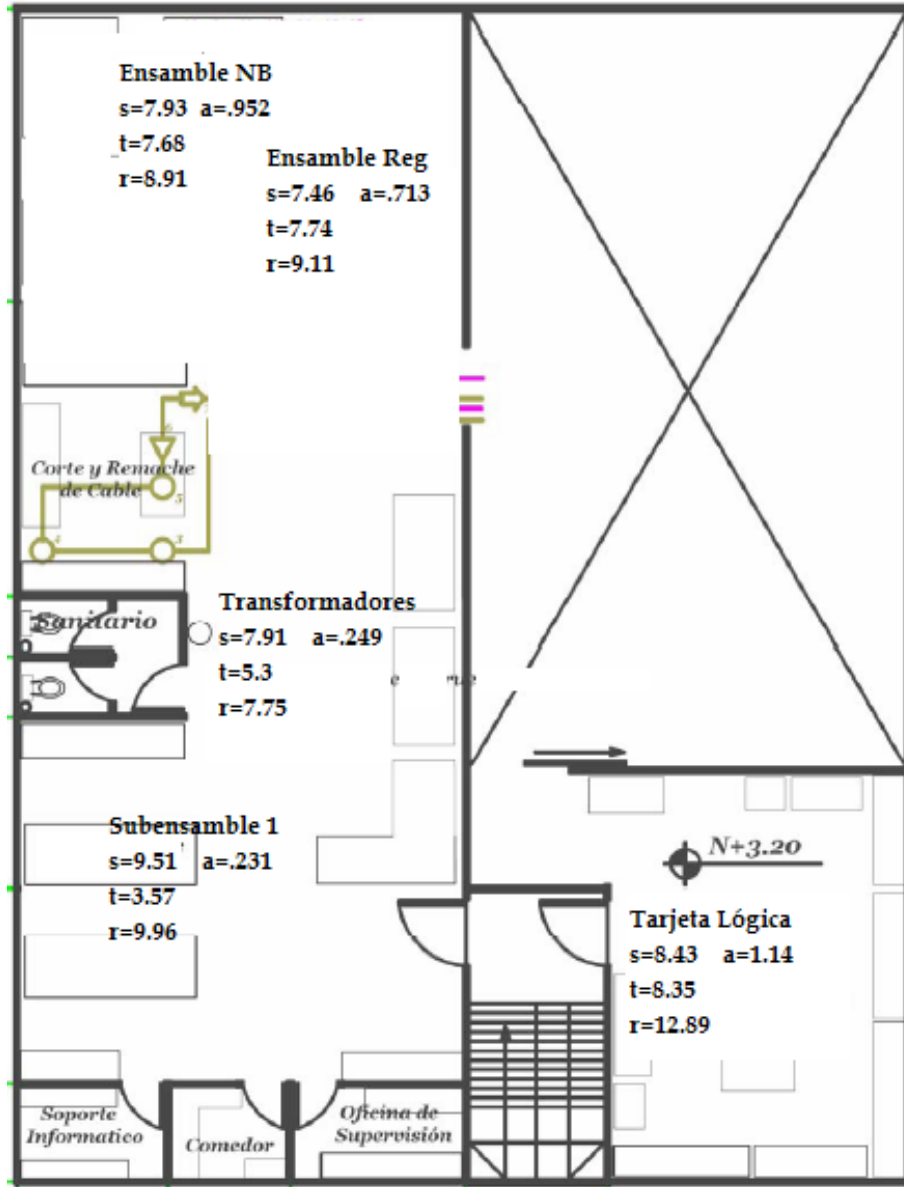
### EDIFICIO 1 PLANTA BAJA.

#### Área de Servicio Técnico



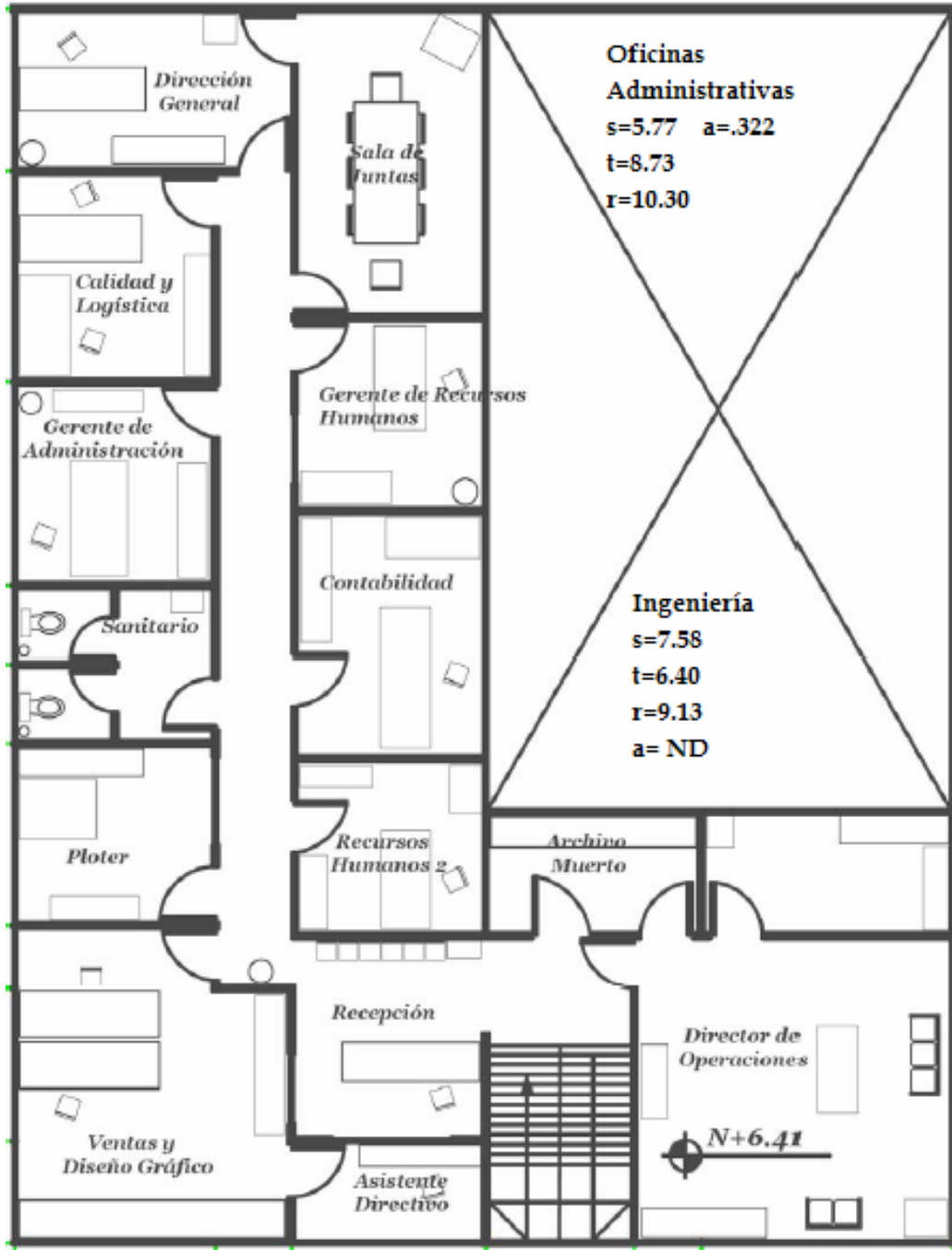
EDIFICIO 1 PRIMER PISO

Ensamble RG, Transformadores, Subensamble 1, Tarjeta Lógica.



EDIFICIO 1 SEGUNDO PISO

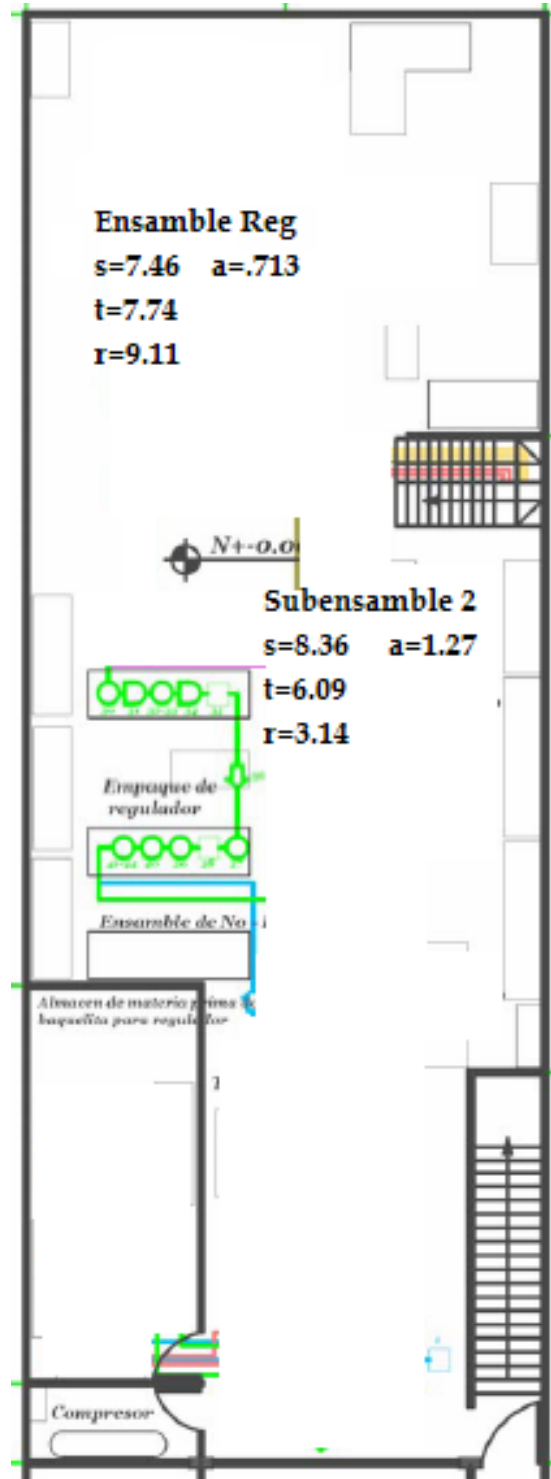
Oficinas Administrativas, Ingeniería.





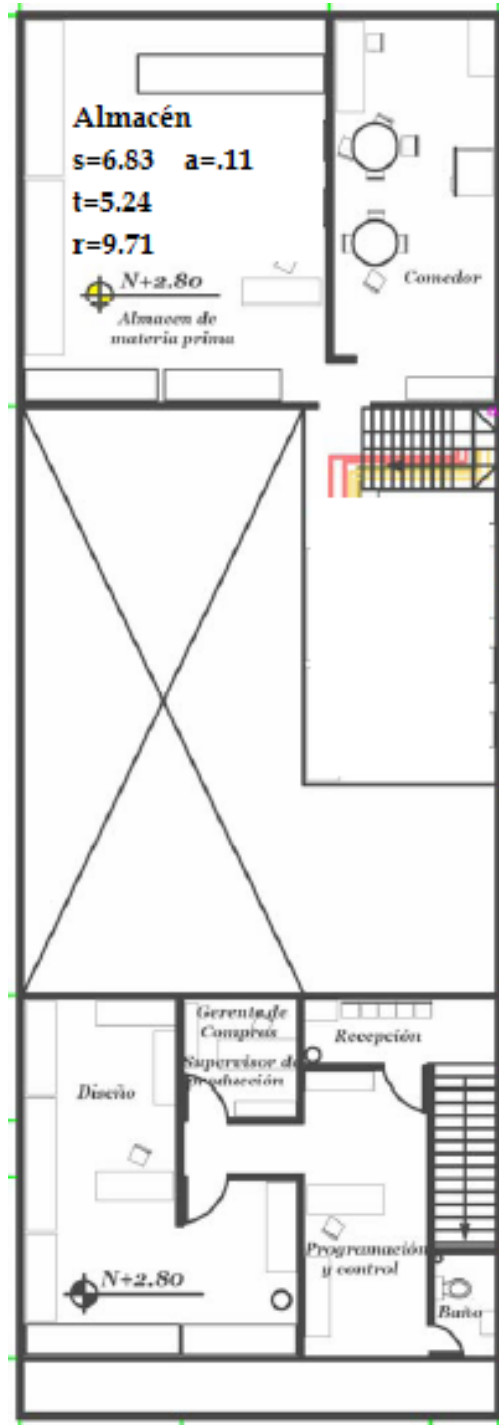
EDIFICIO 2 PLANTA BAJA

Ensamble Reguladores, Subensamle 2.



EDIFICIO 2 PRIMER PISO

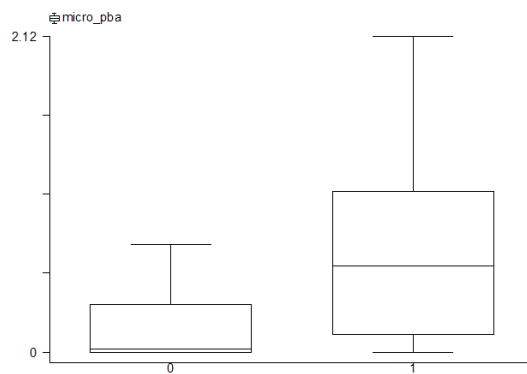
Almacén, Oficinas Administrativas



## GRAFICOS

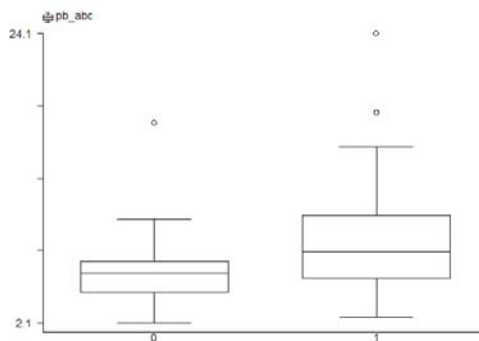
**Gráfico 1.**

Diferencia entre las medias de exposición a plomo en aire entre los grupos I (1) y II (0).  
Mayor exposición en el grupo expuesto.



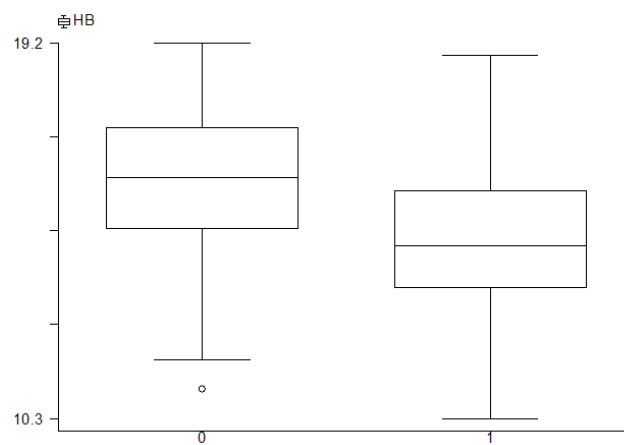
**Gráfico 2.**

Diferencia entre la media de plomo en sangre entre el Grupo I y el Grupo II.  
Mayor plomo en sangre en el grupo expuesto.



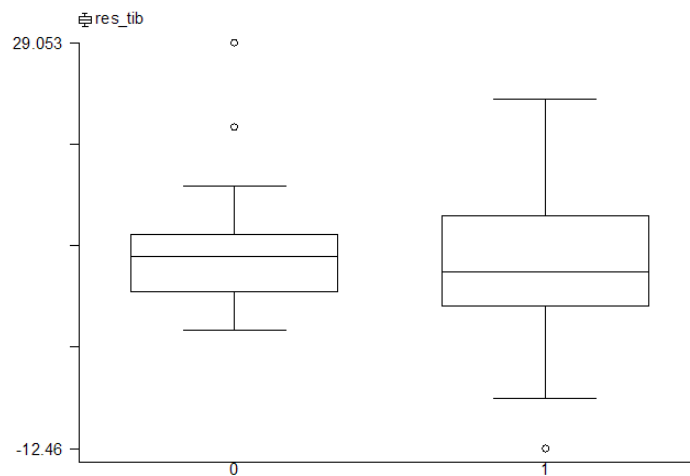
**Gráfico 3.**

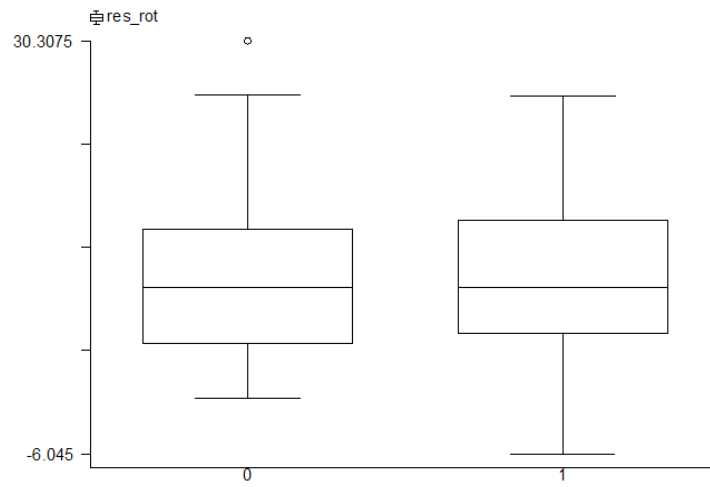
Diferencia entre la media de nivel de hemoglobina entre el grupo I y grupo II.  
Mayor concentración en el grupo no expuesto.



**Gráfico 4.**

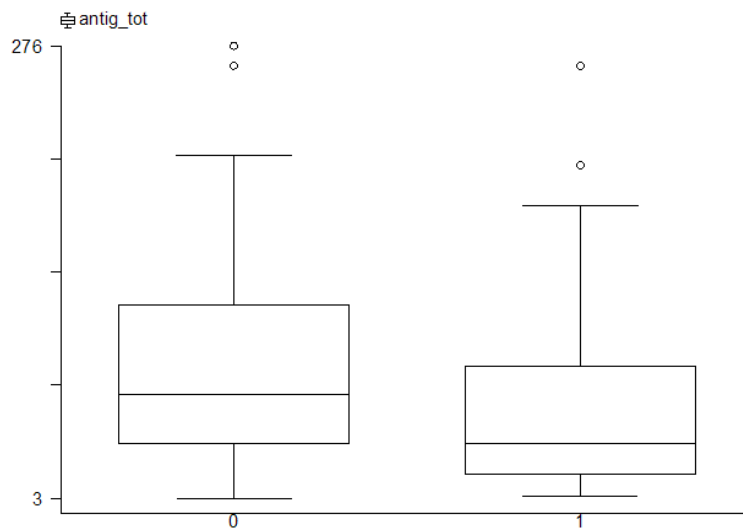
Diferencia entre la media de plomo en hueso (tibia y rótula) entre el Grupo I y II.  
No se observan diferencias importantes.





**Gráfico 5.**

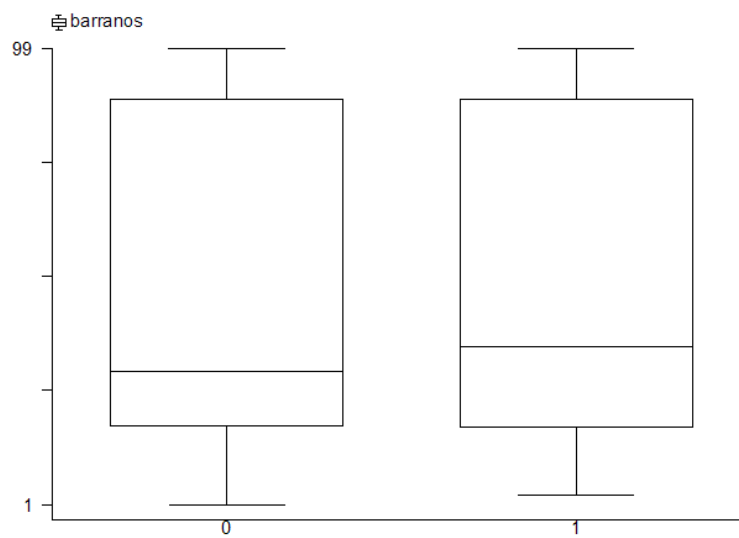
Diferencia en la Antigüedad entre el Grupo I y II.  
Mayor Antigüedad en el grupo no expuesto (0)



**Gráfico 6.**

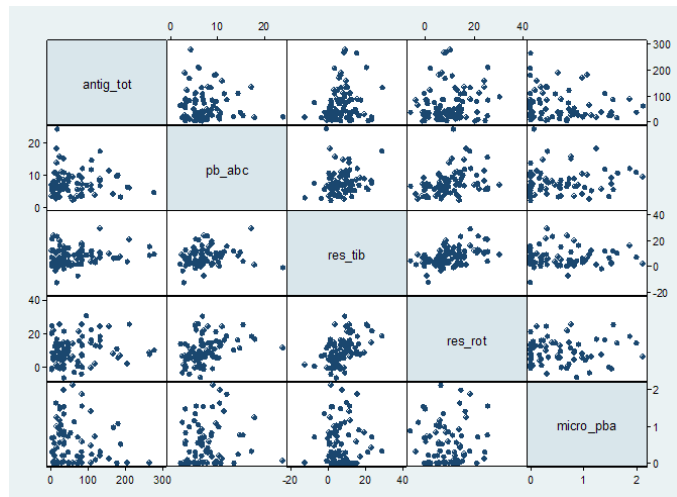
Diferencia entre el uso de barro vidriado entre el Grupo I y II.

No se observa una diferencia específica.



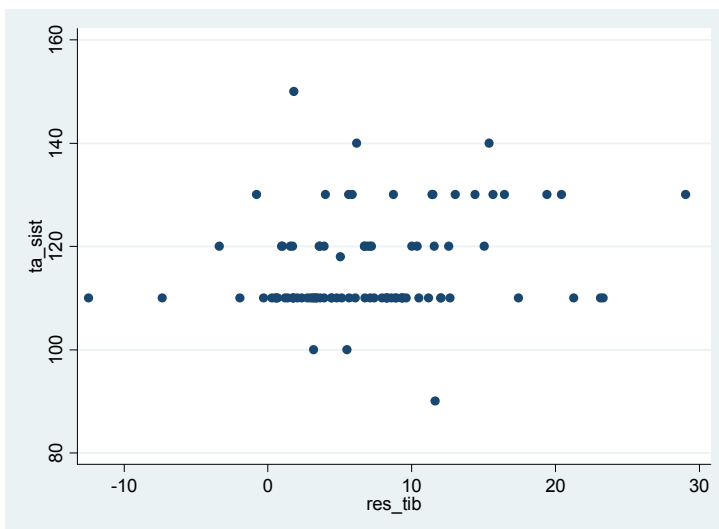
**Gráfico 7.**

Correlación entre la Antigüedad, Plomo en Sangre, en Tibia, en Rótula y en Aire.



**Gráfico 8.**

Correlación de 0.22 entre las cifras de Tensión Arterial Sistólica y los niveles de plomo en tibia ( $p < 0.05$ )



**TESIS: EXPOSICION OCUPACIONAL A PLOMO INORGANICO EN UNA INDUSTRIA DE  
REGULADORES ELECTRCOS DE LA CIUDAD DE MEXICO**

**ANEXOS**

**ANEXO 1**

**CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPACIÓN EN PROTOCOLOS DE INVESTIGACIÓN CLINICA**

**Lugar y Fecha** México D.F a 15 de Mayo de 2007

**Por medio de la presente acepto participar en el protocolo de investigación titulado:** “Exposición Ocupacional a Plomo inorgánico en una Industria de Reguladores Eléctricos de la Ciudad de México”

**Registrado ante el Comité Local de Investigación o la CNIC con el número:**

**El objetivo del estudio es:** Conocer los niveles de exposición ocupacional a plomo inorgánico en la empresa.

**Se me ha explicado que mi participación consistirá en:** Portar durante una jornada laboral un monitor personal para captura de plomo en aire, además de brindar dos muestra de 5ml de sangre para determinar plomo en sangre e indicadores de sangre de rutina, además de un estudio de plomo en hueso y dos muestras de orina (una para prueba inmunológica de embarazo confidencial y preventiva para estudio de plomo en hueso). Las muestras serán tomadas por personal con experiencia y entrenado para esta actividad.

**Declaro que se me ha informado ampliamente sobre los posibles riesgos, inconvenientes, molestias y beneficios derivados de mi participación en el estudio, que son los siguientes:**

Los riesgos son los propios de la toma de muestra de sangre. Los beneficios son conocer mi estado de salud actual.

El Investigador Responsable se ha comprometido a darme información oportuna sobre cualquier procedimiento alternativo adecuado que pudiera ser ventajoso para mi tratamiento, así como a responder cualquier pregunta y aclarar cualquier duda que le planteo acerca de los procedimientos que se llevarán a cabo, los riesgos, beneficios o cualquier otro asunto relacionado con la investigación o con mi tratamiento.

Entiendo que conservo el derecho de retirarme del estudio en cualquier momento en que lo considere conveniente, sin que ello afecte la atención médica que recibo en el Instituto.

El Investigador Responsable me ha dado seguridades de que no se me identificará en las presentaciones o publicaciones que deriven de este estudio y de que los datos relacionados con mi privacidad serán manejados en forma confidencial. También se ha comprometido a proporcionarme la información actualizada que se obtenga durante el estudio, aunque esta pudiera cambiar de parecer respecto a mi permanencia en el mismo.

Nombre y firma del paciente

Nombre, firma y matrícula del Investigador Responsable.

Dr. Rosbel Toledo Ortiz

99384928

Números telefónicos a los cuales puede comunicarse en caso de emergencia, dudas o preguntas relacionadas con el estudio:

04455 4001 9007, 57610725.



**TESIS: EXPOSICION OCUPACIONAL A PLOMO INORGANICO EN UNA INDUSTRIA DE  
REGULADORES ELECTRCOS DE LA CIUDAD DE MEXICO**

**ANEXO 2**

<i>ESTUDIO EN TRABAJADORES DE FÁBRICA DE REGULADORES Y NO BREAKS</i>	Área de Codificación
(La confiabilidad de este estudio depende de su sinceridad en las respuestas, recuerde que la información que usted brinde es absolutamente confidencial y nadie más en la empresa las conocerá)	No llenar
1.- Num. Folio _____	<input type="text"/>
2.- Fecha (dd/mm/aa) ____/____/____	<input type="text"/>
3.- Teléfono _____	
4.- Nombre del trabajador: _____ Paterno Materno Nombre	
5.- Qué edad tiene usted? ____	<input type="text"/>
6. ¿Dónde nació? (ciudad y estado) _____	*
7.- Sexo: Masculino ( ) Femenino ( )	<input type="text"/>
8.- Actualmente su estado civil es: 1. Soltero ____ 2. Casado ____ 3. Divorciado ____ 4. Viudo(a) ____ 5. Unión libre ____	<input type="text"/>
9.- ¿Cuál es su fecha de nacimiento? ____/____/____ Día Mes Año	<input type="text"/>
10.- ¿Cuánto tiempo tiene de vivir usted en la Ciudad de México? ____ años	<input type="text"/>
11.- ¿Sabe usted leer y escribir? SI ____ (1) NO ____ (2)	<input type="text"/>
12.- ¿Cuántos años aprobó en la escuela? ____ años	<input type="text"/>
13.- 1. Primaria ____ años 2. Secundaria ____ años 3. Bachillerato ____ años 4. Universidad ____ años 5. Posgrado ____ años	Total <input type="text"/>
14. Cuántos hijos tiene? ____	<input type="text"/>
15. Las edades de sus hijos son Hijo 1 ____ años Hijo 2 ____ años Hijo 3 ____ años	<input type="text"/>
<b>APORTE DE CALCIO</b>	
16. ¿Cuántas tortillas come al día? _____	<input type="text"/>
17. ¿Cuántos vasos (250 ml) de leche toma a la semana? _____	<input type="text"/>
18. ¿Cuántas rebanadas de queso come a la semana? _____	<input type="text"/>
19. ¿Cuántas latas sardinas come al mes? _____	<input type="text"/>
<b>ANTECEDENTES PATOLOGICOS</b>	
20. ¿Sabe usted si tiene alguna enfermedad? SI ____ (1) NO ____ (2) 20.1. Cual ( especifique) _____	<input type="text"/>
21. Tiene Diabetes mellitus? SI ____ (1) NO ____ (2)	<input type="text"/>

**TESIS: EXPOSICION OCUPACIONAL A PLOMO INORGANICO EN UNA INDUSTRIA DE  
REGULADORES ELECTRCOS DE LA CIUDAD DE MEXICO**

22.¿Tiene Hipertensión Arterial? (¿se le sube la presión?) SI _____(1) NO _____(2)	<input type="text"/>																									
23.¿Toma algún medicamento regularmente? SI _____(1) NO _____(2) (si contesta negativamente pase a la pregunta 25)	<input type="text"/>																									
24.¿Cual? _____	**																									
25.¿Realiza ejercicio regularmente? SI _____(1) NO _____(2)	<input type="text"/>																									
<b>ANTECEDENTES GINECOOBSTETRICOS</b> (Si es varón pase a la pregunta 35)																										
26.¿Cuándo fue la Fecha de última menstruación? Día/mes/año _____	<input type="text"/>																									
27.¿Tiene Osteoporosis diagnosticada por densitometría ósea? SI _____(1) NO _____(2)	<input type="text"/>																									
28.-¿Cuántas veces ha estado embarazada? _____	<input type="text"/>																									
29. ¿Cuántos Partos ha tenido? _____	<input type="text"/>																									
30. ¿Cuántas Cesáreas? _____	<input type="text"/>																									
31. ¿Ha intentado embarazarse sin conseguirlo? SI _____(1) NO _____(2)	<input type="text"/>																									
32. ¿En qué años estuvo embarazada? _____, _____, _____, _____	<table border="1" style="width: 100%; height: 40px;"> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>																									
33.¿En qué fecha nació su último hijo? Día/mes/año _____	<input type="text"/>																									
34.¿Se encuentra amamantando en este momento? SI _____(1) NO _____(2)	<input type="text"/>																									
35. Alguna vez usted o su pareja ha presentado un aborto o amenaza de aborto? SI _____(1) NO _____(2) (Si contesta negativamente pase a la pregunta 42)	<input type="text"/>																									
36.¿Fue Aborto _____(1) o Amenaza _____(2)?	<input type="text"/>																									
37. Cuántos abortos _____	<input type="text"/>																									
38. Cuántas amenazas de aborto _____	<input type="text"/>																									
39.¿En qué año los presentó? _____, _____, _____	<table border="1" style="width: 100%; height: 40px;"> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>																									
40. Sabe usted la razón de los abortos? SI _____(1) NO _____(2) (Si contesta negativamente pase a la pregunta 42)	<input type="text"/>																									
41. Me podría decir la causa de los abortos? _____	<input type="text"/>																									
42. ¿Alguno de sus hijos ha presentado alguna enfermedad al nacer? SI _____(1) NO _____(2) (si contesta negativamente pase a la pregunta 44)	<input type="text"/>																									

**TESIS: EXPOSICION OCUPACIONAL A PLOMO INORGANICO EN UNA INDUSTRIA DE REGULADORES ELECTRCOS DE LA CIUDAD DE MEXICO**

43. ¿Cuál? _____																			
44. Alguno de sus hijos tiene problemas de:	<table border="1" style="width: 100%; height: 40px;"> <tr><td style="width: 50%;"></td><td style="width: 50%;"></td></tr> <tr><td style="width: 50%;"></td><td style="width: 50%;"></td></tr> <tr><td style="width: 50%;"></td><td style="width: 50%;"></td></tr> </table>																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 2px;">1. Lento aprendizaje _____</td> <td style="width: 50%; padding: 2px;">5. Haber reprobado algún año escolar _____</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">2. Bajo peso al nacer (menos de 2kilos y medio) _____</td> <td style="padding: 2px;">6. Fallecimiento _____</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">3. Dislexia _____</td> <td style="padding: 2px;">7. Otro _____</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">4. Pie chueco _____</td> <td></td> </tr> </table>	1. Lento aprendizaje _____	5. Haber reprobado algún año escolar _____	2. Bajo peso al nacer (menos de 2kilos y medio) _____	6. Fallecimiento _____	3. Dislexia _____	7. Otro _____	4. Pie chueco _____												
1. Lento aprendizaje _____	5. Haber reprobado algún año escolar _____																		
2. Bajo peso al nacer (menos de 2kilos y medio) _____	6. Fallecimiento _____																		
3. Dislexia _____	7. Otro _____																		
4. Pie chueco _____																			
45. Ha utilizado usted o su esposa algún método de planificación familiar?  SI _____ (1) NO _____ (2) (si contesta negativamente pase a la pregunta 47)	<table border="1" style="width: 100%; height: 30px;"> <tr><td style="width: 50%;"></td><td style="width: 50%;"></td></tr> </table>																		
46. Cuál método? _____																			
<b>ANTECEDENTES LABORALES</b>																			
47. Qué antigüedad tiene en la empresa? _____ años/meses	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr><td style="width: 25%;"></td><td style="width: 25%;"></td><td style="width: 25%;"></td><td style="width: 25%;"></td></tr> </table>																		
48. Cuál fue su primer puesto en esta empresa?	<table border="1" style="width: 100%; height: 40px;"> <tr><td style="width: 50%;"></td><td style="width: 50%;"></td></tr> </table>																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center; padding: 2px;">LISTADO DE PUESTOS DE LA EMPRESA</th> </tr> <tr> <td style="width: 50%; padding: 2px;">1. Técnico A</td> <td style="width: 50%; padding: 2px;">7. Auxiliar Técnico A</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">2. Técnico B</td> <td style="padding: 2px;">8. Auxiliar Técnico B</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">3. Técnico C</td> <td style="padding: 2px;">9. Auxiliar Técnico C</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">4. Auxiliar de producción A</td> <td style="padding: 2px;">10. Líder de línea</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">5. Auxiliar de producción B</td> <td style="padding: 2px;">11. Auxiliar administrativo</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">6. Auxiliar de producción C</td> <td style="padding: 2px;">12. Administrativo</td> </tr> </table>	LISTADO DE PUESTOS DE LA EMPRESA		1. Técnico A	7. Auxiliar Técnico A	2. Técnico B	8. Auxiliar Técnico B	3. Técnico C	9. Auxiliar Técnico C	4. Auxiliar de producción A	10. Líder de línea	5. Auxiliar de producción B	11. Auxiliar administrativo	6. Auxiliar de producción C	12. Administrativo					
LISTADO DE PUESTOS DE LA EMPRESA																			
1. Técnico A	7. Auxiliar Técnico A																		
2. Técnico B	8. Auxiliar Técnico B																		
3. Técnico C	9. Auxiliar Técnico C																		
4. Auxiliar de producción A	10. Líder de línea																		
5. Auxiliar de producción B	11. Auxiliar administrativo																		
6. Auxiliar de producción C	12. Administrativo																		
49. Cuando se contrató, en su primer puesto en qué área lo colocaron?	<table border="1" style="width: 100%; height: 40px;"> <tr><td style="width: 50%;"></td><td style="width: 50%;"></td></tr> </table>																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center; padding: 2px;">LISTADO DE AREAS DE LA EMPRESA</th> </tr> <tr> <td style="width: 50%; padding: 2px;">1. Distribución _____</td> <td style="width: 50%; padding: 2px;">9. Ensamble de No Breaks _____</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">2. Recepción de materia prima _____</td> <td style="padding: 2px;">10. Ensamble Reguladores _____</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">3. Transformadores _____</td> <td style="padding: 2px;">11. Banco prob y quem. No break _____</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">4. Oficinas administrativas _____</td> <td style="padding: 2px;">12. Maquinas y herramientas _____</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">5. Subensambles Tokio _____</td> <td style="padding: 2px;">13. Troquelado _____</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">6. Subensambles Emperadores _____</td> <td style="padding: 2px;">14. Almacén de producción _____</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">7. Tarjeta lógica _____</td> <td style="padding: 2px;">15. Ingeniería _____</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">8. Servicio técnico _____</td> <td></td> </tr> </table>	LISTADO DE AREAS DE LA EMPRESA		1. Distribución _____	9. Ensamble de No Breaks _____	2. Recepción de materia prima _____	10. Ensamble Reguladores _____	3. Transformadores _____	11. Banco prob y quem. No break _____	4. Oficinas administrativas _____	12. Maquinas y herramientas _____	5. Subensambles Tokio _____	13. Troquelado _____	6. Subensambles Emperadores _____	14. Almacén de producción _____	7. Tarjeta lógica _____	15. Ingeniería _____	8. Servicio técnico _____		
LISTADO DE AREAS DE LA EMPRESA																			
1. Distribución _____	9. Ensamble de No Breaks _____																		
2. Recepción de materia prima _____	10. Ensamble Reguladores _____																		
3. Transformadores _____	11. Banco prob y quem. No break _____																		
4. Oficinas administrativas _____	12. Maquinas y herramientas _____																		
5. Subensambles Tokio _____	13. Troquelado _____																		
6. Subensambles Emperadores _____	14. Almacén de producción _____																		
7. Tarjeta lógica _____	15. Ingeniería _____																		
8. Servicio técnico _____																			
50. En ese puesto, soldaba con cautín? SI _____ (1) NO _____ (2)	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr><td style="width: 50%;"></td><td style="width: 50%;"></td></tr> </table>																		

**TESIS: EXPOSICION OCUPACIONAL A PLOMO INORGANICO EN UNA INDUSTRIA DE  
REGULADORES ELECTRCOS DE LA CIUDAD DE MEXICO**

51. En ese puesto soldaba con crisol? SI ____ (1) NO ____ (2)	<input type="text"/>																																
52. ¿Cuánto tiempo estuvo (o ha estado) en ese puesto? _____ años/meses	<input type="text"/>																																
53. ¿Es este su puesto actual? SI ____ (1) Me cambiaron ____ (2) (si contesta afirmativamente pase a la pregunta 63)	<input type="text"/>																																
54. Cuál fue su segundo puesto? _____ (Colocar el número de listado de puestos)	<input type="text"/>																																
55. Cuál fue su segunda área? _____ (Colocar el número del listado de áreas)	<input type="text"/>																																
56. En este puesto soldaba con caudín? SI ____ (1) NO ____ (2)	<input type="text"/>																																
57. En este puesto soldaba con crisol? SI ____ (1) NO ____ (2)	<input type="text"/>																																
58. ¿Cuánto tiempo estuvo en ese segundo puesto? _____ años/meses	<input type="text"/>																																
59. Actualmente en qué puesto está? _____ (Mencionar los de la tabla de puestos)	<input type="text"/>																																
60. ¿Actualmente en qué Área esta? _____ (Mencionar los de la tabla de áreas)	<input type="text"/>																																
61. En ese puesto, ¿solda con caudín? SI ____ (1) NO ____ (2)	<input type="text"/>																																
En ese puesto, ¿solda con crisol? SI ____ (1) NO ____ (2)	<input type="text"/>																																
62. Cuánto tiempo tiene en este puesto actual? _____ años/meses	<input type="text"/>																																
63. Cuál es su horario de trabajo actual? De ____ a las ____ horas Entonces usted trabaja ____ horas	<input type="text"/>																																
64. Dígame usted a qué tipo de sustancias químicas se expone en su trabajo?	<input type="text"/>																																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;">jabón</td> <td style="width: 10%;">SI(1)</td> <td style="width: 10%;">NO(2)</td> <td style="width: 55%;">Cuál? _____</td> </tr> <tr> <td>Polvos</td> <td>SI(1)</td> <td>NO(2)</td> <td>Cuál? _____</td> </tr> <tr> <td>Humos</td> <td>SI(1)</td> <td>NO(2)</td> <td>Cuál? _____</td> </tr> <tr> <td>Sustancia química</td> <td>SI(1)</td> <td>NO(2)</td> <td>Cual? _____</td> </tr> <tr> <td>Soldadura</td> <td>SI(1)</td> <td>NO(2)</td> <td>Tipo _____</td> </tr> <tr> <td>Flux</td> <td>SI(1)</td> <td>NO(2)</td> <td>Tipo _____</td> </tr> <tr> <td>Thinner</td> <td>SI(1)</td> <td>NO(2)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Otros</td> <td>SI(1)</td> <td>NO(2)</td> <td></td> </tr> </table>	jabón	SI(1)	NO(2)	Cuál? _____	Polvos	SI(1)	NO(2)	Cuál? _____	Humos	SI(1)	NO(2)	Cuál? _____	Sustancia química	SI(1)	NO(2)	Cual? _____	Soldadura	SI(1)	NO(2)	Tipo _____	Flux	SI(1)	NO(2)	Tipo _____	Thinner	SI(1)	NO(2)		Otros	SI(1)	NO(2)		<input type="text"/>
jabón	SI(1)	NO(2)	Cuál? _____																														
Polvos	SI(1)	NO(2)	Cuál? _____																														
Humos	SI(1)	NO(2)	Cuál? _____																														
Sustancia química	SI(1)	NO(2)	Cual? _____																														
Soldadura	SI(1)	NO(2)	Tipo _____																														
Flux	SI(1)	NO(2)	Tipo _____																														
Thinner	SI(1)	NO(2)																															
Otros	SI(1)	NO(2)																															
65. En su trabajo diario utiliza uniforme de trabajo? SI (1) ____ NO (2) ____ (Si contesta negativamente pase a la pregunta 67)	<input type="text"/>																																
66. En caso afirmativo, su uniforme de trabajo consta de? 1. Bata _____ 2. Goggles _____ 3. Guantes _____ 4. Overol _____ 5. Zapatos _____ 6. playera _____ 7. Otro _____ 67. Utiliza regularmente su equipo de protección personal? SI ____ (1)	<input type="text"/>																																

**TESIS: EXPOSICION OCUPACIONAL A PLOMO INORGANICO EN UNA INDUSTRIA DE  
REGULADORES ELECTRCOS DE LA CIUDAD DE MEXICO**

NO porque me molesta, ____ (2) NO porque no me queda ____ (3) NO porque no me dan ____ (4) A veces ____ (5)																													
68. Cada que termina su jornada se cambia su ropa de trabajo?  SI ____ (1) NO ____ (0)	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>																												
69. Con qué frecuencia se cambia su ropa de trabajo? 1. Diario ____ 2. Cada semana ____ 3. 3 veces por semana ____ 4. Cada semana ____ 5. No lo hago ____	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>																												
70. Dígame donde lavan la ropa que utiliza para el trabajo? 1. Trabajo ____ 2. Casa ____ 3. Otro sitio ____	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>																												
71. Tiene usted algún sitio especial para guardar su ropa y utensilios personales? SI ____ (1) NO ____ (0)	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>																												
72. El sitio para guardar su ropa es: 1. Locker ____ 2. Cajón de escritorio ____ 3. Otro ____	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>																												
73. Durante su jornada de trabajo usted acostumbra tomar alimentos? SI ____ (1) NO ____ (0) (Si contesta negativamente pase a la pregunta 77)	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>																												
74. Se lava la cara antes de comer sus alimentos? SI ____ (1) NO ____ (2)	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>																												
75. Se lava las manos antes de comer sus alimentos? SI ____ (1) NO ____ (2)	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>																												
76. Donde toma sus alimentos? 1. Pie de la máquina ____ 2. Área de comedor en la empresa ____ 3. Ambas ____	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>																												
77. Se baña al terminar su jornada de trabajo? SI ____ (1) NO ____ (2)	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>																												
78. En dónde se baña? 1. Trabajo ____ 2. Casa ____ 3. Otro ____	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>																												
79. Saliendo de la empresa trabaja usted en otro lado? SI ____ (1) NO ____ (2) (Si contesta negativamente pase a la pregunta 84)	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>																												
80. El segundo trabajo que realiza fuera de casa es: _____																													
81. ¿Cuántos años tiene de realizar ese segundo trabajo?																													
82. ¿Que actividad realiza en su segundo empleo? _____																													
83 ¿Qué sustancias maneja? _____																													
84. Antes de trabajar en la empresa usted trabajaba?	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">Trabajo</th> <th colspan="2" style="width: 15%;">Tache</th> <th style="width: 20%;">Antigüedad (años)</th> <th style="width: 35%;">Puesto</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. Taller de electrónica</td> <td>SI</td> <td>NO</td> <td>_____</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td>2. Imprenta</td> <td>SI</td> <td>NO</td> <td>_____</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td>3. Fundidora</td> <td>SI</td> <td>NO</td> <td>_____</td> <td>_____</td> </tr> </tbody> </table>	Trabajo	Tache		Antigüedad (años)	Puesto	1. Taller de electrónica	SI	NO	_____	_____	2. Imprenta	SI	NO	_____	_____	3. Fundidora	SI	NO	_____	_____	<table border="1" style="width: 100%; height: 40px; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td></tr> </table>								
Trabajo	Tache		Antigüedad (años)	Puesto																									
1. Taller de electrónica	SI	NO	_____	_____																									
2. Imprenta	SI	NO	_____	_____																									
3. Fundidora	SI	NO	_____	_____																									



**TESIS: EXPOSICION OCUPACIONAL A PLOMO INORGANICO EN UNA INDUSTRIA DE REGULADORES ELECTRCOS DE LA CIUDAD DE MEXICO**

(Si contesta Afirmativamente pase a la pregunta 95)																		
94. Hace cuánto dejó de consumir bebidas alcohólicas? Tiempo ___/___ Años y meses		<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr> </table>																
95. En promedio cuántas copas se toma a la semana? _____		<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr> </table> Copas																
96. Ha padecido usted alguno de los siguientes síntomas en el último año?		<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr> </table>																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 2px;">1. cólico _____</td> <td style="width: 50%; padding: 2px;">7. vértigo _____</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">2. estreñimiento _____</td> <td style="padding: 2px;">8. dolor de cabeza _____</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">3. vómito _____</td> <td style="padding: 2px;">9. perdida de peso _____</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">4. diarrea _____</td> <td style="padding: 2px;">10. ninguno _____</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">5. náusea _____</td> <td style="padding: 2px;">11. no sabe _____</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">6. mareo _____</td> <td style="padding: 2px;">12. decaimiento _____</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="padding: 2px;">otros _____</td> </tr> </table>		1. cólico _____	7. vértigo _____	2. estreñimiento _____	8. dolor de cabeza _____	3. vómito _____	9. perdida de peso _____	4. diarrea _____	10. ninguno _____	5. náusea _____	11. no sabe _____	6. mareo _____	12. decaimiento _____	otros _____				
1. cólico _____	7. vértigo _____																	
2. estreñimiento _____	8. dolor de cabeza _____																	
3. vómito _____	9. perdida de peso _____																	
4. diarrea _____	10. ninguno _____																	
5. náusea _____	11. no sabe _____																	
6. mareo _____	12. decaimiento _____																	
otros _____																		
<b>EXPOSICION A PLOMO AMBIENTAL</b>																		
97. Existe en su misma manzana o frente a su casa:		<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr> </table>																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 2px;">1. Fábrica de reguladores eléctricos _____</td> <td style="width: 50%; padding: 2px;">9. Taller de cerámica _____</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">2. Fundidora _____</td> <td style="padding: 2px;">10. Taller de pinturas _____</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">3. Fábrica de acumuladores _____</td> <td style="padding: 2px;">11. Refinería _____</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">4. Taller de acumuladores _____</td> <td style="padding: 2px;">12. Gasolinería _____</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">5. Taller de rep. de radiadores _____</td> <td style="padding: 2px;">13. Taller de galvanizado _____</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">6. Taller de hojalatería _____</td> <td style="padding: 2px;">14. Taller de mofles _____</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">7. Taller de herrería _____</td> <td style="padding: 2px;">15. Imprenta _____</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">8. Taller de plomería _____</td> <td style="padding: 2px;">16. Otros _____ 17. Ninguno _____</td> </tr> </table>		1. Fábrica de reguladores eléctricos _____	9. Taller de cerámica _____	2. Fundidora _____	10. Taller de pinturas _____	3. Fábrica de acumuladores _____	11. Refinería _____	4. Taller de acumuladores _____	12. Gasolinería _____	5. Taller de rep. de radiadores _____	13. Taller de galvanizado _____	6. Taller de hojalatería _____	14. Taller de mofles _____	7. Taller de herrería _____	15. Imprenta _____	8. Taller de plomería _____	16. Otros _____ 17. Ninguno _____	
1. Fábrica de reguladores eléctricos _____	9. Taller de cerámica _____																	
2. Fundidora _____	10. Taller de pinturas _____																	
3. Fábrica de acumuladores _____	11. Refinería _____																	
4. Taller de acumuladores _____	12. Gasolinería _____																	
5. Taller de rep. de radiadores _____	13. Taller de galvanizado _____																	
6. Taller de hojalatería _____	14. Taller de mofles _____																	
7. Taller de herrería _____	15. Imprenta _____																	
8. Taller de plomería _____	16. Otros _____ 17. Ninguno _____																	
98. Cuántos años tiene de vivir en este domicilio? _____ años		<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr> </table>																
<b>ALIMENTOS</b>																		
99. Utiliza para preparar sus alimentos trastes de barro vidriado, como los de la fotografía? (Si contesta negativamente pase a la pregunta 94)		<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr> </table>																
100. Desde hace cuántos años se prepara en su casa alimentos en trastes de barro vidriado? _____ años		<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr> </table>																
101. En su casa guardan sus alimentos en trastes de barro como los de la fotografía? SI _____ (1) NO _____ (2)		<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr> </table>																
102. Cuando era usted pequeño, se usaban trastes de barro como los de la fotografía para guardar o preparar alimentos? SI _____ (1) NO _____ (2) (si contesta negativamente pase a la pregunta 97)		<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr> </table>																
103. Durante cuántos años los utilizó? _____ años		<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr> </table>																
<b>VIVIENDA</b>																		
104. Tiene usted en su casa?		<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr> </table>																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 2px;">1. Sanitario _____</td> <td style="width: 50%; padding: 2px;">3. No sabe _____</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">2. Letrina _____</td> <td style="padding: 2px;">4. Otro _____</td> </tr> </table>		1. Sanitario _____	3. No sabe _____	2. Letrina _____	4. Otro _____													
1. Sanitario _____	3. No sabe _____																	
2. Letrina _____	4. Otro _____																	
105. De donde obtiene el agua?		<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr> </table>																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 2px;">1. llave pública _____</td> <td style="width: 50%; padding: 2px;">5. Garrafón _____</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">2. Fuera de casa _____</td> <td style="padding: 2px;">6. No sabe _____</td> </tr> </table>		1. llave pública _____	5. Garrafón _____	2. Fuera de casa _____	6. No sabe _____													
1. llave pública _____	5. Garrafón _____																	
2. Fuera de casa _____	6. No sabe _____																	

---

**TESIS: EXPOSICION OCUPACIONAL A PLOMO INORGANICO EN UNA INDUSTRIA DE  
REGULADORES ELECTRCOS DE LA CIUDAD DE MEXICO**

---

3. Dentro de la casa _____	7. Otros. _____		
4. Pipa _____			
106. Cuántas personas viven en su casa incluyendo niños pequeños y recién nacidos? _____		<input style="width: 30px; height: 15px;" type="text"/> <input style="width: 30px; height: 15px;" type="text"/>	
107. Cuántos cuartos utilizan para dormir? _____		<input style="width: 60px; height: 15px;" type="text"/>	
ENCUESTADOR _____		<input style="width: 60px; height: 15px;" type="text"/>	
		<input style="width: 60px; height: 15px;" type="text"/>	



---

TESIS: EXPOSICION OCUPACIONAL A PLOMO INORGANICO EN UNA INDUSTRIA DE REGULADORES ELECTRCOS DE LA CIUDAD DE MEXICO

---

## FOTOGRAFIAS

MONITOREO AMBIENTAL

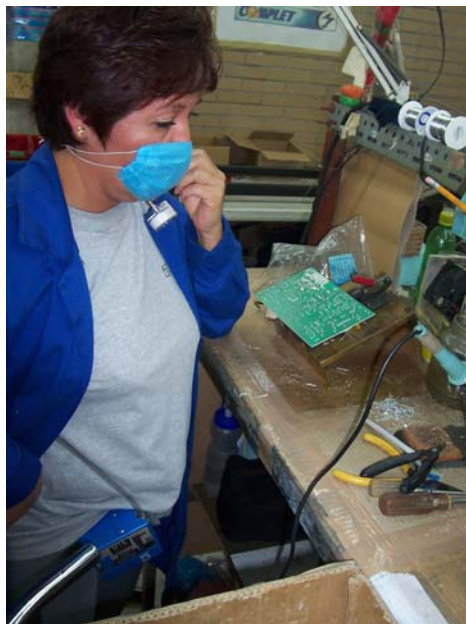
ENTRENAMIENTO Y MONITOREO PERSONAL DE 8 HORAS



---

**TESIS: EXPOSICION OCUPACIONAL A PLOMO INORGANICO EN UNA INDUSTRIA DE REGULADORES ELECTRCOS DE LA CIUDAD DE MEXICO**

---



---

TESIS: EXPOSICION OCUPACIONAL A PLOMO INORGANICO EN UNA INDUSTRIA DE REGULADORES ELECTRCOS DE LA CIUDAD DE MEXICO

---

MONITOREO BIOLOGICO  
PLOMO EN HUESO. HOSPITAL ABC.



---

TESIS: EXPOSICION OCUPACIONAL A PLOMO INORGANICO EN UNA INDUSTRIA DE  
REGULADORES ELECTRCOS DE LA CIUDAD DE MEXICO

---

MONITOREO BIOLOGICO

HOSPITAL GENERAL DE ZONA 32. LABORATORIO CLINICO



APLICACIÓN DE CUESTIONARIOS

RECOLECCION DE INFORMACION



## REFERENCIAS

- <sup>1</sup> Romeiu I, Palazuelos E, Hernandez-Avila M, Rios C, Muñoz I, Jimenez C, Cahero G. Sources of lead exposure in México city. *Environ Health Perspect* 102: 354-389 (1994)
- <sup>1</sup> Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Tabuladores básicos. Manufacturas. Características principales de las unidades económicas manufactureras por entidad federativa, subsector, rama, subrama y clase de actividad 2004.
- <sup>1</sup> Hertz-Picciotto I, Schramm M, Watt-Morse M, Chantala K, Anderson J, Osterloh J. Patterns and Determinants of Blood Lead During Pregnancy. *Am J Epidemiol* 2000;152:829–37
- <sup>1</sup> Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological profile for lead. August 2007
- <sup>1</sup> Farias P, Hu H, Rubenstein E, Meneses-González F, Fishbein E, Palazuelos E et al. Determinants of bone and blood lead levels among teenagers living in urban areas with high lead exposure. *Environ Health Perspect* 1998;106(11):1-5.
- <sup>1</sup> ACGIH 2004. Lead. Threshold limit values for chemical substances and physical agents and biological exposure indices. Cincinnati, OH: American Conference of Governmental Industrial Hygienists. <http://www.acgih.org/tlv/> March 2010
- <sup>1</sup> Hu H. 1991b. Knowledge of diagnosis and reproductive history among survivors of childhood plumbism. *Am J Public Health* 81:1070-1072.
- <sup>1</sup> Hu H, Milder FL, Burger DE. 1990. X-ray fluorescence measurements of lead burden in subjects with low-level community lead exposure. *Arch Environ Health* 45(6):335-341.
- <sup>1</sup> Hu H, Milder FL, Burger DE. 1989. X-ray fluorescence: Issues surrounding the application of a new tool for measuring burden of lead. *Environ Res* 49:295-317.
- <sup>1</sup> Hu H, Aro A, Rotnitzky A. 1995. Bone lead measured by x-ray fluorescence: Epidemiologic methods. *Environ Health Perspect* 103(Suppl 1):105-110.
- <sup>1</sup> Rabinowitz MB, Wetherill GW, Kopple JD. Kinetic analysis of lead metabolism in healthy humans. *J Clin Invest.* 1977;58:260-270.
- <sup>1</sup> Legget RW. An age-specific kinetic model of lead metabolism in humans. *Environ Health Perspect.* 1993;101:598–616.
- <sup>1</sup> Tsaih S-W, Korricks S, Schwartz J, et al. Influence of bone resorption on the mobilization of lead from bone among middle- aged and elderly men: the Normative Aging Study. *Environ Health Perspect.* 2001;109:995–999.3,4

---

**TESIS: EXPOSICION OCUPACIONAL A PLOMO INORGANICO EN UNA INDUSTRIA DE  
REGULADORES ELECTRCOS DE LA CIUDAD DE MEXICO**

---

- <sup>1</sup> Hu H, Rabinowitz M, Smith D. Bone lead as a biological marker in epidemiologic studies of chronic toxicity: conceptual paradigms. *Environ Health Perspect* 1998;106:1-8.
- <sup>1</sup> Rothenberg SJ, Kondrashov V, Manalo M, et al. 2002b. Increases in hypertension and blood pressure during pregnancy with increased bone lead levels. *Am J Epidemiol* 156:1079-1087.
- <sup>1</sup> Bonanno LJ, Freeman NCG, Greenburg M, et al. 2001. Multivariate analysis on levels of selected metals, particulate matter, VOC, and household characteristics and activities from the midwestern states NHEXAS. *Appl Occup Environ Hyg* 16(9):859-874.
- <sup>1</sup> Mannino DM, Albalak R, Grosse S, et al. 2003. Second-hand smoke exposure and blood lead levels in U.S. children. *Epidemiology* 14(6):719-727.
- <sup>1</sup> Yassin AS, Martonik JF, Davidson JL. 2004. Blood lead levels in U.S. workers, 1988-1994. *J Occup Environ Med* 46:720-728.
- <sup>1</sup> Webber CE, Chettle DR, Bowins RJ, Beaumont LF, Gordon CL, Song X et al. Hormone replacement therapy may reduce the return of endogenous lead from bone to the circulation. *Environ Health Perspect* 1995;103(12):1150-1153.
- <sup>1</sup> Hernandez-Avila M, Gonzalez-Cossio T, Palazuelos E, et al. 1996. Dietary and environmental determinants of blood and bone lead levels in lactating postpartum women living in Mexico City. *Environ Health Perspect* 104:1076-1082.
- <sup>1</sup> Manton WI, Angle CR, Stanek KL, et al. 2003. Release of lead from bone in pregnancy and lactation. *Environ Res* 92:139-151.
- <sup>1</sup> Rothenberg SJ, Karchmer S, Schnaas L, et al. 1994a. Changes in serial blood lead levels during pregnancy. *Environ Health Perspect* 102(10):876-880.
- <sup>1</sup> Method No. 5341, Lead and Inorganic Lead Compounds, Niosh, Manual of Analytical Methods. U.S. Department of Health, Education, and Welfare, Public Health Service, Center for Disease Control. National Institute for Occupational Safety and Health.
- <sup>1</sup> Secretaría de Trabajo y Previsión Social. Norma Oficial Mexicana Diez. NOM-010-STPS-1999, relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se produzcan, almacenen o manejen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio laboral. *Diario Oficial de la Federación* 1994 julio 8: 457 y anexo.
- <sup>1</sup> Secretaría de Trabajo y Previsión Social. NOM-033-STPS. Determinación de plomo y compuestos inorgánicos de plomo. Método de absorción atómica. *Diario Oficial de la Federación* 1994 enero 12.
- <sup>1</sup> Aro A, Tood A, Amarasiriwardena C, Hu H. Improvements in the calibration of 109 Cd K X-ray fluorescence systems for measuring bone lead in vivo. *Phys Med Biol* 1994;39:2263-2271.

---

**TESIS: EXPOSICION OCUPACIONAL A PLOMO INORGANICO EN UNA INDUSTRIA DE  
REGULADORES ELECTRCOS DE LA CIUDAD DE MEXICO**

---

<sup>1</sup> Aguilar-Madrid G, Piacitelli GM, Juárez-Pérez CA, Vázquez-Grameix JH, Hu H, Hernández-Avila M. Exposición ocupacional a plomo inorgánico en una imprenta de la Ciudad de México. *Salud Pública Mex* 1999; 41:42-54.

<sup>1</sup> World Medical Association Declaration of Helsinki. Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects. 52<sup>nd</sup> WMA General Assembly. Edimburg, Scotland; 2000.

<sup>1</sup> Ley General de Salud. Diario Oficial de la Federación. México D.F; 2007

<sup>1</sup> Reglamento de la Ley General de Salud en materia de Investigación para la salud. Estados Unidos Mexicanos. Diario Oficial de la Federación. México D.F; 1987.

<sup>1</sup> NIOSH. 2005. NIOSH pocket guide to chemical hazards. Atlanta, GA: National Institute for Occupational Safety and Health. <http://www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0368.html> March 2010.

<sup>1</sup> Proyecto de Modificación de la Norma Oficial Mexicana NOM-047-SSA1-1993, Que establece los límites biológicos máximos permisibles de disolventes orgánicos en el personal ocupacionalmente expuesto; para quedar como Norma Oficial Mexicana NOM-047-SSA1-2002, Salud ambiental-Índices biológicos de exposición para el personal ocupacionalmente expuesto a sustancias químicas. Diario Oficial de la Federación. Martes 14 de Julio. Segunda Sección.

<sup>1</sup> Cortez-Lugo M, Téllez-Rojo MM, Gómez-Dantés H, Hernández-Avila M. Tendencia de los niveles de plomo en la atmósfera de la zona metropolitana de la Ciudad de México. 1988-1998 *Salud Publica Mex* 2003;45 supl 2:S196-S202.

<sup>1</sup> Rothenberg S J, Pérez G Y, Perroni H E, Schnaas A L, Cansino O S, Suro CD et al. Fuentes de plomo en Embarazadas de la Cuenca de México. *Salud Publica Mex* 1990;32(6):632-643.

<sup>1</sup> Téllez-Rojo MM, Hernández-Avila M, Lamadrid-Figueroa H, Smith D, Hernández-Cadena L, Mercado A, Aro A, Schwartz J, Hu H. Impact of Bone Lead and Bone Resorption on Plasma and Whole Blood Lead Levels during Pregnancy. *Am J Epidemiol* 2004;160:668–678

<sup>1</sup> Rothenberg SJ, Kondrashov V, Manalo M, Jiang J, Cuellar R, Garcia M, Reynoso B, Reyes S, Diaz M, Tood AC. Increases in Hypertension and Blood Pressure during Pregnancy with Increased Bone Lead Levels. *Am J Epidemiol* 2002;156:1079–1087

<sup>1</sup> Korrick S, Hunter DJ, Rotnitzky A, Hu H, Speizer FE. Lead and Hypertension in a Sample of Middle-Aged Women. *Am J Public Health*. 1999;89:330-335.

---

TESIS: EXPOSICION OCUPACIONAL A PLOMO INORGANICO EN UNA INDUSTRIA DE  
REGULADORES ELECTRCOS DE LA CIUDAD DE MEXICO

---

