

**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**

**FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA**

**E.A.P. FARMACIA Y BIOQUÍMICA**

**Evaluación química toxicológica de plomo en suelo de  
Lima Metropolitana**

**TESIS**

para optar al título profesional de Químico Farmacéutico

**AUTORA**

**Yulisa Gessella Castillo Alegría**

**ASESOR**

**Tox. Jesús Víctor Lizano Gutiérrez**

**LIMA- PERÚ**

**2010**

*Dedicado a mis queridos padres:*

***Porfirio Castillo y Edelmira Alegría,***

*quienes hicieron posible esta tesis a través de su apoyo  
incondicional*

*A la Universidad Nacional Mayor de San Marcos*

***y a la Facultad de Farmacia y Bioquímica,***

*Alma Mater de nuestra profesión por acogernos en sus aulas,  
formándonos y orientándonos para llegar hacer buenas  
profesionales.*

## **AGRADECIMIENTOS**

*Mi mayor agradecimiento y reconocimiento al **Q.F. Tox. JESÚS VÍCTOR LIZANO GUTIÉRREZ**, asesor del presente trabajo, por su apoyo y oportunas recomendaciones para la realización de la presente tesis.*

### **Agradecimiento especial:**

*Ing. Braulio La Torre Martínez, Jefe de Laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria La Molina*

*Lic. Carlos Álvarez Esquivel, Gerente de Transporte Urbano de la Municipalidad Metropolitana de Lima*

*Ing. Mariela Tala, Sub-gerente de estudios de tránsito y transporte urbano de la Gerencia de Transporte Urbano de la Municipalidad Metropolitana de Lima*

*Expreso mi más profundo reconocimiento a los **Señores Miembros del Jurado Examinador y Calificador** por sus valiosos aportes, el tiempo empleado y sugerencias en la calificación que han permitido enriquecer el presente trabajo:*

*Presidente: **Mg. MOISÉS GARCÍA ORTIZ.***

*Miembros: **Mg. NORMA CARLOS CASAS,***

***Q.F. MANUEL TORRE ROCA,***

***Q.F. ALFONSO APESTEGUÍA INFANTES***

# INDICE

RESUMEN

ABSTRACT

<b>I.- INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
Objetivo general	3
Objetivo específico	3
Hipótesis	3
<b>II.-GENERALIDADES</b>	<b>4</b>
2.1.- Características fisicoquímicas del plomo	5
2.2.- Fuentes de contaminación de plomo	5
2.2.1.- Fuentes naturales	5
2.2.2.- Fuentes antropogénicas	6
2.2.3.- Fuentes de contaminación en el ambiente ocupacional	6
2.2.4.- Fuentes de contaminación en el ambiente general	7
2.3.- Productores y demandantes	10
2.4.- Principales grupos de riesgo	12
2.4.1.- Riesgo de acuerdo a la actividad ocupacional	13
2.5.- Toxicocinética	14
2.6.- Mecanismo de acción	18
2.7.- Manifestaciones clínicas	21
2.8.- Prevención	24
2.9.- Antecedentes (plomo en suelo)	25

2.10.- Contaminación vehicular	27
2.10.1.- Densidad de la población	28
2.10.2.- Aéreas verdes y de esparcimiento urbano y público	28
2.10.3.- Índice de industrialización	29
2.10.4.- Transporte	29
2.11 .- Importación de vehículos	31
2.12.-Causas y/o antecedentes históricos de la contaminación del ambiente debido al parque automotor	33
2.12.1.- Antecedentes y/o evolución del problema	34
2.12.2.- Bases teóricas	34
2.12.3.- Antigüedad de los vehículos	38
2.12.4.- Causas del problema	41
2.13.- El plomo en los combustibles	43
2.13.1.- Gasolinas	43
2.13.2.- Diesel	44
2.13.3.- Gas natural	44
2.13.4.- Gas licuado de petróleo	46
2.13.5.-Etanol	47
2.13.6.- Bioaceites	47
2.13.7.- Biodiesel	48
2.13.8.-Hidrógeno	48
<b>III.- PARTE EXPERIMENTAL</b>	<b>50</b>
3.1.- Selección de muestras de suelo	51
3.2.- Toma de muestra	53
3.2.1.- Materiales para la toma de muestras	53

3.2.2.- Procedimiento	54
3.2.3.- Transporte y conservación	55
3.3.- Determinación de plomo	55
3.3.1.- Materiales, equipos y reactivos	55
3.3.2.- Preparación de las muestras	56
3.3.3.- Método empleado: fundamento	57
3.3.4.- Curva de calibración	57
3.3.5.- Flujograma del análisis de muestra	59
<b>IV.- RESULTADOS</b>	<b>60</b>
<b>V.- DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b>	<b>65</b>
<b>VI.- CONCLUSIONES</b>	<b>66</b>
<b>VII.- RECOMENDACIONES</b>	<b>67</b>
<b>VII.- REFERENCIAS BIOBLOGRÁFICAS</b>	<b>69</b>
<b>IX.- ANEXOS</b>	<b>73</b>

## RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se determinó la concentración del contaminante Plomo en suelos de Lima Metropolitana durante el mes de julio del año 2008.

Las muestras de suelo fueron tomadas en 40 lugares representativos de LIMA METROPOLITANA, elegidos por su mayor afluencia peatonal y vehicular, según la Gerencia de Transporte Urbano de la Municipalidad de Lima Metropolitana.

El método utilizado para la cuantificación de plomo en suelos fue Espectrofotometría de Absorción Atómica.

Los resultados obtenidos indican que la concentración promedio de plomo en suelos de Lima Metropolitana, en el año 2008, fue de 189,39 ppm (mg/ Kg), dicho valor se encuentra fuera del valor límite establecido para el plomo en suelos, según la OMS, que es de 25 mg/Kg.

No existiendo Patrones Nacionales, se recomienda realizar monitoreos ambientales periódicos del contaminante Plomo en suelos para controlar su emisión y toxicidad en todo el ecosistema.

**Palabras Claves:** Plomo, Contaminación vehicular, Contaminación ambiental, espectrofotometría de absorción atómica, valor límite.

## ABSTRACT

In the present job of investigation it was determined the polluted concentration of lead in the floor of Metropolitan Lima during the month of July of year 2008.

The ground samples were taken in 40 representative places of METROPOLITANA LIMA, chosen by their greater pedestrian affluence and to carry, according to the Management of Urban Transport.

The used method for the ground lead quantification was the Atomic absorption spectrophotometry.

The obtained results indicated that the average concentration of ground lead of Lima Metropolitan, in the year 2008, was 189,39 ppm (mg kg), this value is outside the established limit value for the ground lead, according to the World Health Organization . (WHO), that is of 25 mg/Kg.

Not existing National patrons, it is recommended to do periodical environment monitoring of the polluting Lead in grounds to control its emission and toxicity in all the ecosystem.

**Key words:** Lead, Contamination to carry, environmental pollution, spectrofotometry atomic absorption, limited value.

## I.- INTRODUCCIÓN

En la actualidad se advierte con gran preocupación el alarmante incremento de la contaminación ambiental en las ciudades afectando a millones de personas en el mundo.

El incremento se hace cada vez más incontrolable causando perturbaciones y malestares en los habitantes y en general en todos los ecosistemas; como es el caso de la ciudad de Lima en el Perú, que tiene el crecimiento demográfico acelerado y un aumento caótico del parque automotor. Factores potenciales que constituyen una fuente principal de contaminación ambiental. Asimismo sus características topográficas y meteorológicas permiten la acumulación de los contaminantes derivados de las actividades industriales, laborales y domésticas.

Entre estos contaminantes tóxicos más generalizados y usados se encuentra el Plomo. La intoxicación por este metal se ha considerado como una de las enfermedades de origen ambiental y ocupacional más grave, debido a su elevada prevalencia, a su gran penetración ambiental y persistente toxicidad en las poblaciones afectadas.

La intoxicación por plomo afecta a todos los procesos bioquímicos y en el ser humano el daño se centra en varios sistemas siendo los más importantes los siguientes: Nervioso, hematopoyético, urinario, gastrointestinal, renal, reproductivo y endocrino.

En especial es preocupante el impacto en niños, cuyo sistema nervioso es sumamente sensible. Entre los efectos neurofisiológicos más perniciosos en la intoxicación por plomo en niños están la incapacidad para aprender a leer y a escribir, la disminución de los niveles psicométricos de inteligencia y la aparición de alteraciones de comportamiento.

La creciente exposición a plomo en América constituye un problema de Salud Pública por lo que muchos países han comenzado sistemáticamente a tomar medidas efectivas para reducir la contaminación ambiental.

A través de la investigación en diversos países como Estados Unidos, Finlandia, Italia, Brasil, México, se ha demostrado que el suelo contaminado es una de las principales fuentes de intoxicación por plomo especialmente en los niños más pequeños ya que estos pasan mucho tiempo en el suelo, se ponen los dedos en la boca y prueban e ingieren objetos y/o tierra de su entorno.

En Lima, se han realizado trabajos de investigación relacionados a la concentración de plomo en suelos en el año 2001; razón por la cual se ve la importancia de hacer nuevamente este trabajo de investigación con el objetivo primordial de poder determinar la concentración de plomo en suelos para conocer el incremento o disminución en relación al mismo.  
(1)

En el presente estudio de investigación las muestras analizadas fueron provenientes de 40 lugares pertenecientes a los distritos de Santiago de Surco, San Juan de Miraflores, Los Olivos, San Martín de Porres, San Juan de Lurigancho, Rímac, Ate, Lince, Santa Beatriz, San Isidro, Miraflores, San Borja, Cercado de Lima, San Miguel, Pueblo Libre, El Agustino, La Molina y Comas; elegidos por ser zonas representativas de la ciudad de Lima por su mayor afluencia peatonal y vehicular, según la Gerencia de Transporte Urbano de la Municipalidad de Lima Metropolitana.(2)

Las muestras fueron tomadas durante julio del año 2008 y analizadas por el método de Absorción Atómica.

**OBJETIVO GENERAL:**

1.- Determinar la concentración de plomo en suelos de las avenidas en Lima Metropolitana.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1.- Comparar los valores de la concentración de plomo en suelos de Lima Metropolitana del año 2001 con los valores encontrados en el año 2008.

2.- Determinar los lugares de mayor concentración de plomo en suelos de Lima Metropolitana.

3.- Determinar los lugares de menor concentración de plomo en suelos de Lima Metropolitana.

**HIPOTESIS**

La concentración de plomo en los suelos de Lima Metropolitana sobrepasa los límites permisibles dados por la OMS, que es de 25 mg/Kg.

## **II.- GENERALIDADES**

## 2.1.- CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DEL PLOMO

El plomo es un metal pesado de color azulado, que adquiere un color grisáceo cuando se empaña (moja) .Es muy flexible, elástico y se funde con gran facilidad. Es resistente a la presencia de los ácidos y a la corrosión atmosférica. El plomo rara vez se encuentra en su estado natural. Es muy común encontrarlo en forma de sulfuros (es decir, en combinación con azufre) (3)

Tiene alta densidad (11,35 g/ cm<sup>3</sup>), por lo que pertenece al grupo de los metales pesados. En estado puro es blando, maleable y poco dúctil. Su número atómico es 207.2, su punto de fusión es 327.40°C y su punto de ebullición es 1740 °C. (1)

La solubilidad del plomo en el suelo depende de sus características químicas como pH, contenido de materia orgánica y capacidad de intercambio catiónico. (4)

## 2.2.- FUENTES DE CONTAMINACIÓN DE PLOMO

Hay diversas fuentes de exposición que experimenta el hombre, las principales son el aire, agua, polvo, suelo y la dieta. (4)

La mayor parte proviene de actividades como la minería, manufactura industrial y de quemar combustibles fósiles. (5)

El plomo en su forma natural tiene poca importancia como fuente de contaminación ambiental. Al contrario, con el crecimiento de las actividades industriales las fuentes contaminantes del medio con este y otros metales han aumentado considerablemente. (1)

### 2.2.1.- FUENTES NATURALES

El plomo se encuentra en forma natural en la corteza terrestre en un promedio de 16 mg/Kg. (1)

Fue uno de los primeros metales extraídos por el hombre a partir de la galena (PbS), la cerusita (Pb CO<sub>3</sub>) y la anglesita (PbSO<sub>4</sub>).

El metal se produce primariamente por fundición del mineral.

Los principales yacimientos del plomo se encuentran en Australia, Canadá, Estados Unidos de América y La Ex Unión Soviética. En América Latina los más importantes productores son Perú y México.

La tendencia al incremento en la producción y al consumo de plomo en América Latina ha aumentado el riesgo de exposición de daños en la salud de la población.

El aire, el agua y los suelos son depósitos naturales de plomo. La presencia de plomo natural en estos se debe a la erosión de los suelos y a la actividad volcánica y son lavados en arroyos y a la larga se depositan con los sedimentos en los ríos, lagos y océanos.(1)

## **2.2.2.- FUENTES ANTROPOGENICAS**

### **2.2.3.- FUENTES DE CONTAMINACIÓN EN EL AMBIENTE OCUPACIONAL**

El plomo está presente en diversas actividades industriales ya sea como componente de la materia prima, como en el caso de las industrias de baterías, pigmentos y cables o como parte de los subproductos del proceso como es el caso de la imprenta y de la soldadura.

Asimismo, el plomo se utiliza en las siguientes industrias alfarería (vidriado), antidetonantes, para gasolina, baterías (acumuladores), tuberías de plomo, municiones, pigmentos para pintura, elementos para protección contra radiaciones.

En la Minería y en el proceso de fundición de contaminación presenta mayor riesgo para la salud de los trabajadores ya que el plomo calentado desprende vapores con partículas de tamaño respirable (menor a 5  $\mu\text{m}$ ) a concentraciones altas, tales como 200-300  $\mu\text{g}$  de plomo por metro cúbico de aire.

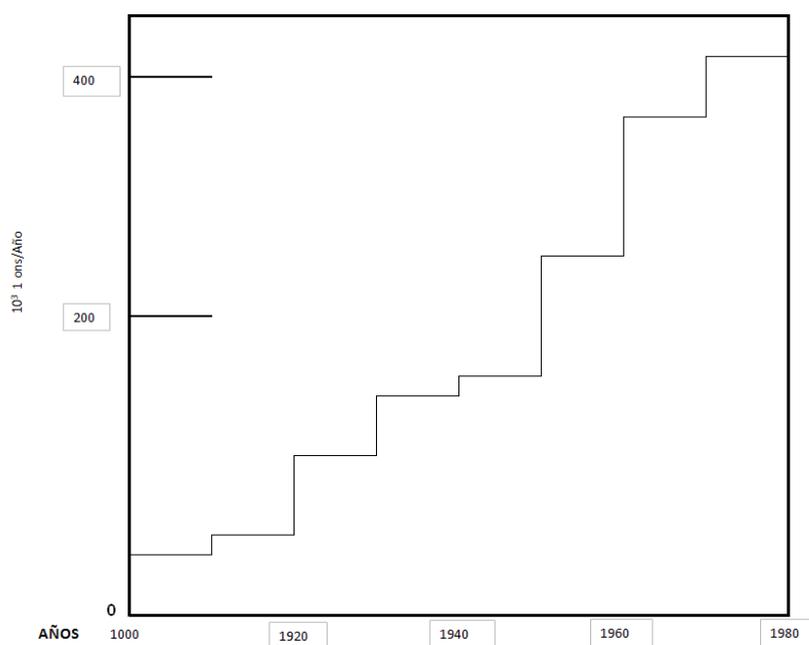
Los individuos que están expuestos ocupacionalmente, también son además responsables de la contaminación del ambiente general porque a través del plomo presente en sus ropas contaminan sus hogares, afectando principalmente a los niños. (1)

## 2.2.4.- FUENTES DE CONTAMINACIÓN EN EL AMBIENTE GENERAL

De 1900 a 1980, no ha habido década en que no aumente la contaminación mundial de plomo; de la década de los años 50, en que se emiten 180 000 toneladas de plomo a la atmósfera, se ha elevado hasta más de 400 000 toneladas de plomo en la década de los años 80, aunque en el gráfico no incluye el año 2000, las emisiones tienden a disminuir, ya que un gran porcentaje de las emisiones de plomo a la atmósfera se debía a los restos de plomo tetraetilo, insumos que desde la década del 80 ha disminuido considerablemente su uso como antidetonante.(6) Ver figura nº 1

Figura nº1

### Evolución de la contaminación ambiental de plomo en el siglo XX



(Tomado de Ubillus J. Monografía para optar Título profesional de Ingeniero Químico. Estudio sobre la presencia de plomo en el medio ambiente de Talara en el año 2003.)

**AIRE:**

Alrededor del 50 % o más el plomo emitido al aire por fuentes antropogénicas, corresponde al proveniente de vehículos automotores que usan gasolina con aditivos de plomo como el tetraetilo de plomo  $Pb(C_2H_5)_4$  que es usado para aumentar el octanaje ( 84 y 95 octanos) .Las concentraciones de plomo en el aire varían con la distancia a las fuentes contaminantes. En lugares muy remotos, las concentraciones mínimas de plomo en el aire son del orden de  $0,1 \mu g/m^3$ . En áreas rurales muy cercanas a ciudades se han observado concentraciones medidas de  $0,21 \mu g/m^3$ . En ciudades con actividad industrial y vehicular importante los valores fluctúan entre  $1-10 \mu g/m^3$ . En calle urbanas de alto tránsito los valores pueden sobrepasar  $10 \mu g/m^3$  y en zonas vecinas a fundiciones el aire puede llegar a contener sobre  $100 \mu g/m^3$ .(1)

De hecho, el estándar de la Organización Mundial de la Salud (OMS) es de  $0,5$  microgramos de plomo por metro cúbico en el aire, siendo hasta tres veces más estricto que el de los Estados Unidos.(7)

Es importante resaltar que el plomo atmosférico tiene mucha significación en la contaminación global del ambiente y en el aporte de plomo al organismo humano.(1)

**AGUA**

El agua se transforma en una fuente de contaminación para el ecosistema y para el hombre, en la medida que sea contaminada por las actividades antropogénicas. En las regiones en donde hay contaminación, se han encontrado niveles hasta  $100 \mu g/L$ . La organización Mundial de la Salud ( OMS) establece un límite de  $50 \mu g/L$ . El agua puede contaminarse en su fuente de origen o durante su distribución por tuberías de plomo. (2)

**SUELO**

En zonas alejadas a la actividad humana, la concentración media de plomo, en el suelo es similar a la concentración natural en la corteza o en las rocas. El suelo es contaminado principalmente por depósitos de

partículas del aire y por agua contaminada por actividades industriales. Si se continua usando plaguicidas con contenido de plomo como el arseniato de plomo por ejemplo, se debe considerar, esta situación como un elemento adicional de contaminación de suelos, especialmente agrícolas.(6)

Múltiples estudios han demostrado que este metal permanece principalmente en la superficie del suelo (Chaney, 1978), lo que representa una ventaja pues minimiza el riesgo de contaminación de aguas subterráneas. Sin embargo, al permanecer en la superficie aumenta el riesgo de exposición en niños. (4)

Puesto que el plomo no se disipa, se biodegrada o decae, cuando se deposita en el polvo o en el suelo puede ser una fuente de exposición a largo plazo. El plomo queda inmóvil en el componente orgánico del suelo, quedando retenido en las capas superiores (2 a 5 cm) de los suelos no alterados, o en las capas más profundas cuando se ha removido. También se han detectado niveles elevados de plomo en el suelo adyacente a paredes pintadas con pinturas que contiene este metal. Por ello, aún cuando no se sospeche actividad industrial o tráfico vehicular cercanos al sitio de toma de muestra, es conveniente analizar el suelo. (8)

El suelo es contaminado principalmente por depósito de partículas del aire y por agua contaminada por actividades industriales. Asimismo, el desgaste de las pinturas con plomo de las casas contaminan los suelos. Los plaguicidas con contenido del plomo (Arsenito de plomo) contaminan los suelos, especialmente los suelos agrícolas. Las concentraciones normales en el suelo no contaminado están entre 5 -25 mg/Kg. En áreas contaminadas se pueden encontrar en el suelo concentraciones de hasta 8 g/Kg. A distancias de 1 hasta 25 metros de las vías de tránsito más importantes, las concentraciones de plomo en los suelos pueden llegar hasta los 2000 mg/ Kg. En los suelos colindantes a fundiciones se han medido concentraciones de plomo tan altas como 60000 mg/Kg .En suelos urbanos, el plomo se encuentra como una mezcla de polvo, restos

de pintura y partículas atmosféricas con plomo que se sedimenta en el suelo.(1)

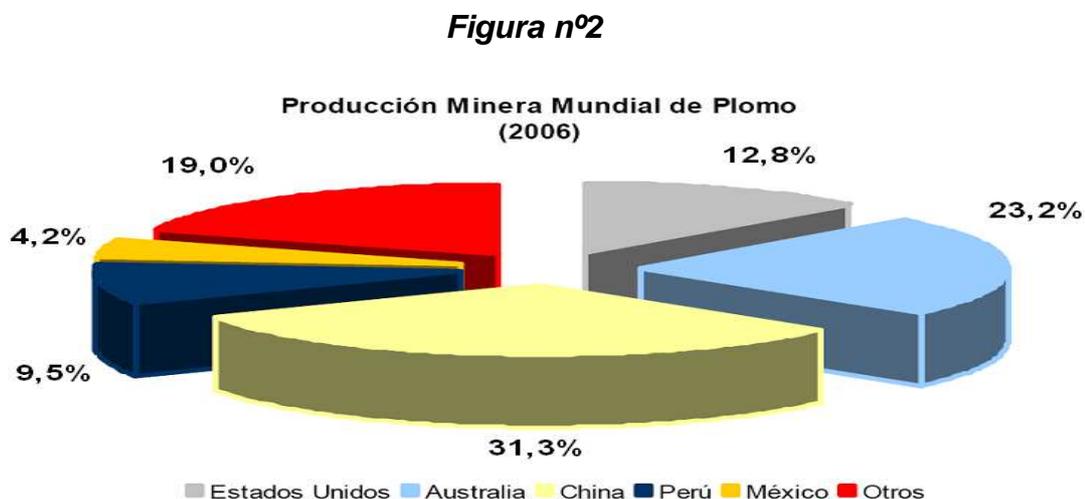
## ALIMENTOS

La cantidad de plomo, ingerida por los alimentos varía mucho, según el tipo de productos, las determinaciones varían desde 1,5 mg/Kg en condimentos, de 0,2 a 2,5 mg/Kg, pescados y mariscos, de 1,3 mg/Kg, en cereales y legumbres.

Algunos cultivos en zonas de alto tránsito de vehículos pueden acumular plomo atmosférico. En 1984, Gzylj encontró en los vegetales cultivados en áreas industriales y mineras altos niveles de plomo.(1)

## 2.3.- PRODUCTORES Y DEMANDANTES

Durante el año 2006 se produjeron en el mundo 3.3 millones de toneladas de concentrados de plomo producto de las operaciones mineras. (09) **Ver figura nº2.**



(Tomado de SOCIEDAD NACIONAL DE MINERIA, PETROLEO Y ENERGIA (Snmp) EL Plomo. 2007. )

Por otro lado, en cuanto al consumo se refiere que en el año 2006 la demanda mundial fue de 8 millones de toneladas, monto superior a la

producción. Esta diferencia es cubierta, fundamentalmente, a través del plomo reciclado. (09)Ver **Tabla n°1**.

**Tabla n°1**

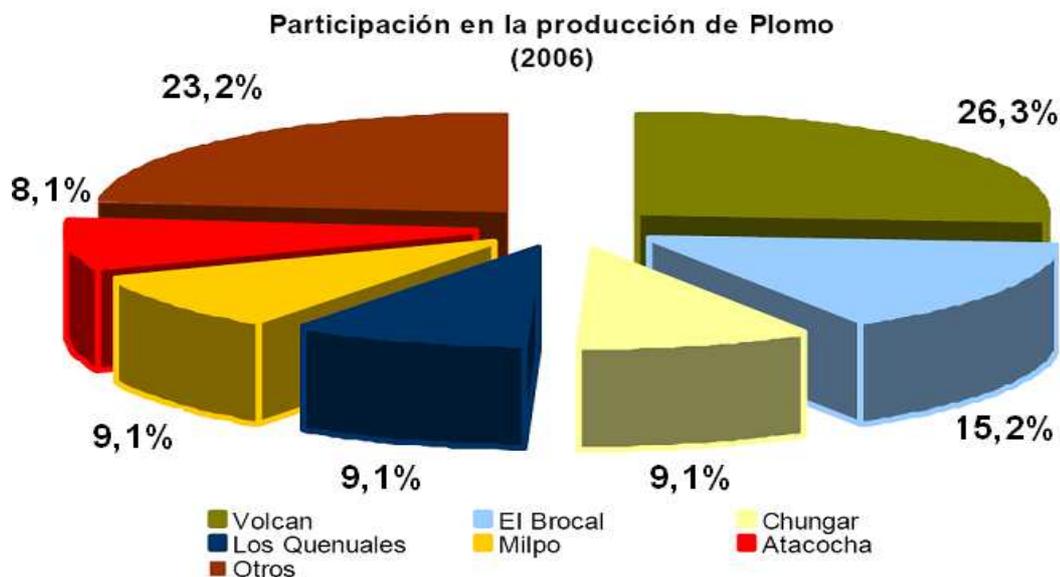
<b>Principales Demandantes de Plomo 2006 (Datos Aproximados) TM</b>	
EEUU	1 550 000
China	1 050 000
Alemania	392 000
Rep. Corea	342 000
Gran Bretaña	330 000

(Tomado de SOCIEDAD NACIONAL DE MINERIA, PETROLEO Y ENERGIA (Snmp) EL Plomo. 2007.)

El Perú es, como ya hemos mencionado, el cuarto productor mundial de plomo con 313 mil toneladas producidas durante el 2006. Este volumen fue producto de la operación de empresas como Volcán Cía. Minera, Sociedad Minera El Brocal, Empresa Administradora Chungar, Empresa Minera Los Quenuales, Cía. Minera Milpo y Cía. Minera Atacocha, las cuales en conjunto representan el 77% de la producción nacional.

En cuanto a las regiones, se refiere que Pasco y Lima, producto de las operaciones de las empresas antes mencionadas, fueron las regiones con mayor producción de plomo durante el 2006 con el 51,2% y el 20,6% del total respectivamente. Le siguen Junín (8,9%) y Ancash (7,5%), mientras que el resto produce el 11,7% restante de la producción nacional. El desarrollo del sector minero en el Perú, en el marco de una minería responsable, ha permitido que la producción de plomo se pueda desarrollar satisfactoriamente, he incluso se ha incrementado a través de los años. Producto de ello el Perú se ha podido consolidar como uno de los más importantes productores de plomo del mundo. (09)Ver **figura n°3**.

Figura n°3



(Tomado de SOCIEDAD NACIONAL DE MINERIA, PETROLEO Y ENERGIA (Snmp)  
EL Plomo. 2007. )

## 2.4.- PRINCIPALES GRUPOS DE RIESGO

Los niños de edad preescolar están expuestos a riesgos ocasionados por fuentes ambientales de plomo. Esto se debe a que tales niños tienen a menudo la costumbre de lamer, masticar o incluso comer tierra (geofagia) y objetos extraños (alotriofagia). Un riesgo especial que corren los niños pequeños es la ingestión de sustancias no alimenticias por mayor actividad mano-boca, particularmente el polvo y la tierra contaminada con plomo y las pinturas a base de plomo desprendidas de las paredes de las casas que se depositan en los suelos.(1)

El plomo afecta el sistema nervioso y causa problemas en el crecimiento en niños. (10)

Un niño puede intoxicarse gravemente con 60-80 µg/ dL si come 1 mg de polvo de pintura a base de plomo cada día durante su infancia. Asimismo en los niños la absorción intestinal de plomo es 5-10 veces superior a la de los adultos y los niños son afectados por niveles más bajos que los adultos. (1)

### 2.4.1.- RIESGO DE ACUERDO A LA ACTIVIDAD OCUPACIONAL

Riesgo alto	Riesgo mediano	Riesgo bajo	Riesgo muy limitado
Fabricantes de acumuladores Alfareros Trabajadores de vidrioado Reparadores de automóviles Desmanteladores de barcos Fabricantes de cerámica Fabricantes de estearato de plomo Fabricantes de insecticidas a base de plomo Limadores Soldadores de plomo Trabajadores de planchas de plomo	Fundidores de metales no ferrosos Fabricantes de contrapeso de plomo Fabricantes de tuberías de plomo Fabricantes de sales de plomo Plomo mineros Plomo moldeadores Recicladores de batería de plomo Fabricantes de soldaduras	Fabricantes de barnices Conductores de vehículos con gasolina con plomo Fabricantes de hojas de estaño Galvanizadores Trabajadores de gasolineras Hojalateros Fundidores de latón Lito grabadores Pintores Policías de tránsito	Grabadores de acero Trabajadores de la calle Fabricantes de caucho Fabricantes de charol Conserveros Fabricantes de cuchillería Trabajadores de curtiembre Trabajadores demoliciones Pulidores de diamante Fabricantes de escobillas Plateadores de espejos Fabricantes de flores artificiales Fabricantes de fósforos Fabricantes de goma laca Fabricantes de instrumentos musicales Fabricantes de laca Fabricantes de ladrillos Fabricantes de lámparas incandescentes Encuadernadores de libros Refinadores de oro Impresores de papel mural Fabricantes de ruedas de esmeril Trabajadores de taller mecánico Técnicos dentales Templadores Fabricantes de textiles Trabajadores de viruta

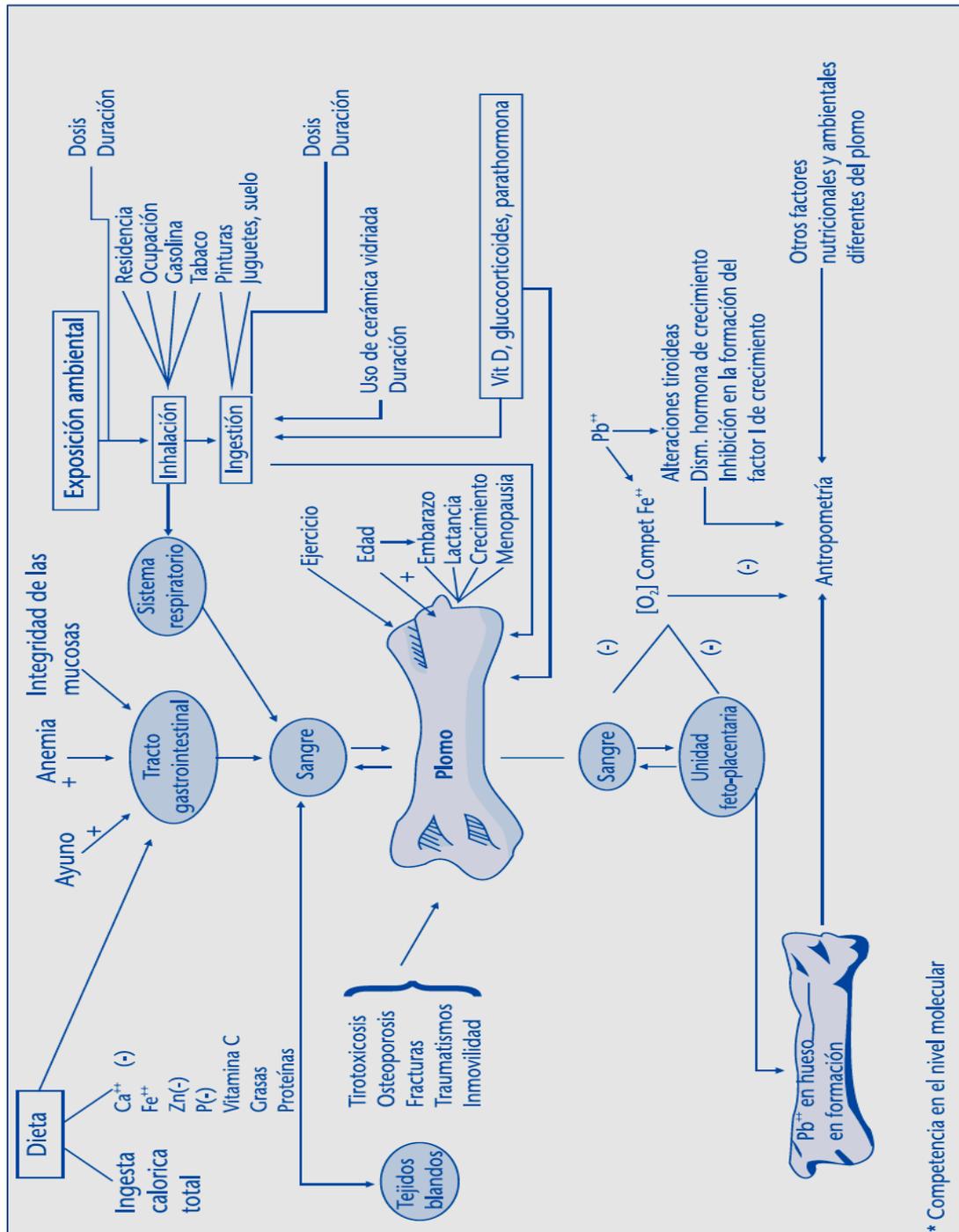
La fuente de esta clasificación es del Texto PLOMO, trabajo desarrollado, por el Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud – OPS-OMS, del año 1989- Serie Vigilancia No 8 y es un trabajo sobre exposiciones a nivel internacional. (11)

## **2.5.- TOXICOCINÉTICA**

El plomo puede ser inhalado y absorbido a través del sistema respiratorio ó ingerido y absorbido por el tracto gastrointestinal; la absorción percutánea del plomo inorgánico es mínima, pero el plomo orgánico si se absorbe bien por esta vía. Después de la ingestión de plomo, éste se absorbe activamente, dependiendo de la forma, tamaño, tránsito gastrointestinal, estado nutricional y la edad; hay mayor absorción de plomo si la partícula es pequeña, si hay deficiencia de hierro y/o calcio, si hay gran ingesta de grasa o inadecuada ingesta de calorías, si el estómago esta vacío y si se es niño, ya que en ellos la absorción de plomo es de 30 a 50% mientras que en el adulto es de 10% .(3) **Ver figura nº4.**

**Figura nº4**  
**Modelo biológico del plomo**

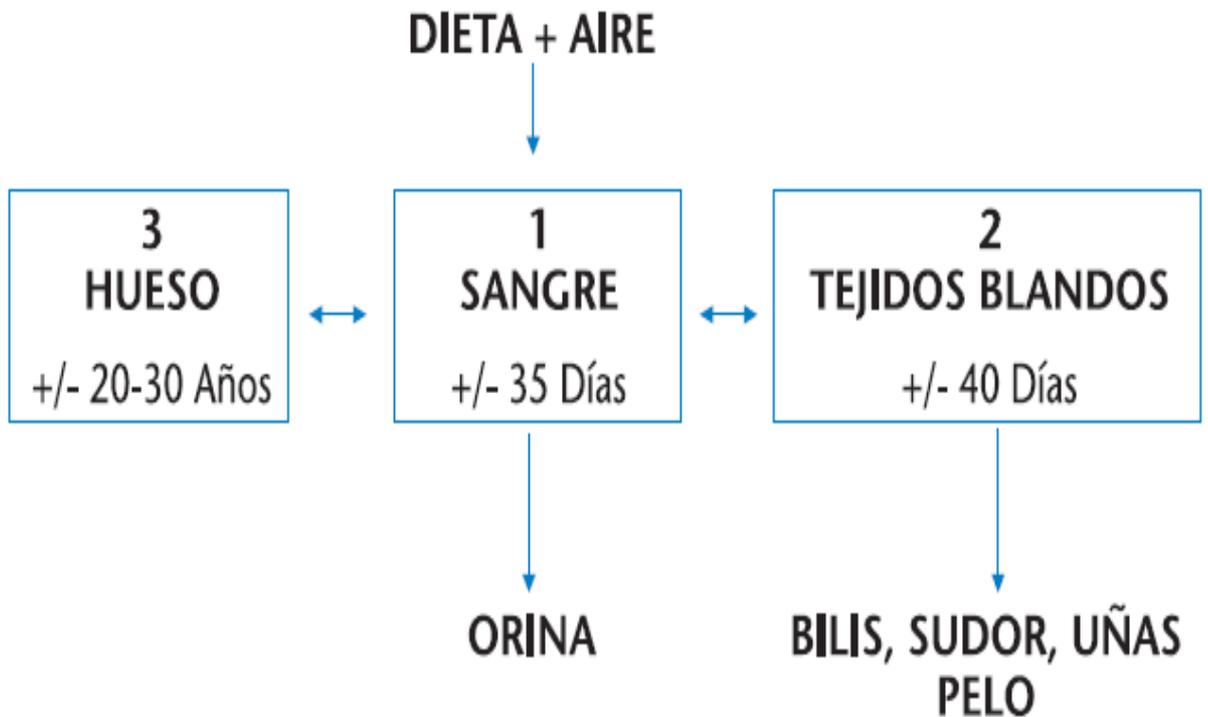
Tomado de Valdivia M. *Intoxicación* (Tomado de Valdivia M. *Intoxicación por Plomo* Vol 18. Suplemento (1) 2005 ; 22-27.)



Luego de su absorción el plomo se distribuye en compartimentos, en primer lugar circula en sangre unido a los glóbulos rojos, el 95% del plomo esta unido al eritrocito, luego se distribuye a los tejidos blandos como hígado, riñón, médula ósea y sistema nervioso central que son los órganos blanco de toxicidad, luego de 1 a 2 meses el plomo difunde a los huesos donde es inerte y no tóxico. El metal puede mobilizarse del hueso en situaciones como inmovilidad, embarazo, hipertiroidismo, medicaciones y edad avanzada. (3) **Ver figura nº5**

**Figura nº5**

**Distribución del Plomo, modelo de los tres compartimentos en el organismo humano**

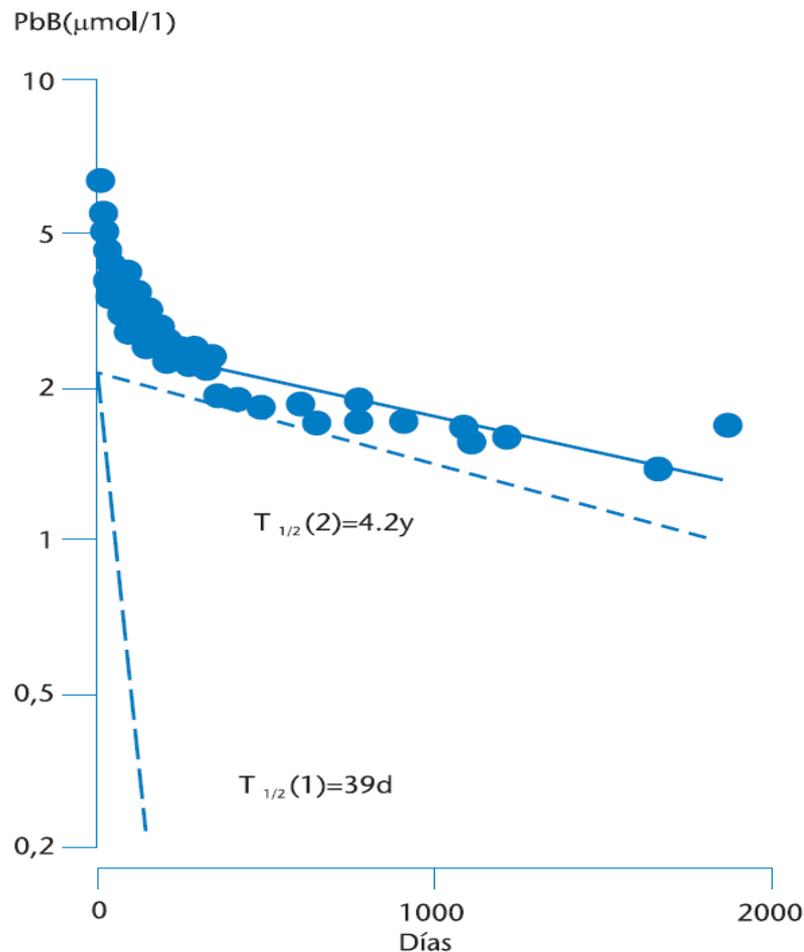


*(Tomado de Valdivia M. Intoxicación por Plomo Vol 18. Suplemento (1) 2005 ; 22-27.)*

La declinación de la plumbemia de un paciente con exposición laboral durante 10 años se da de la siguiente manera: El plomo cruza la placenta y la barrera hematoencefálica. Finalmente se excreta por orina en un 90%, y en menor cantidad en la bilis, piel, cabello, uñas, sudor y leche materna. Hay que recordar que en el hueso esta depositado el 90% del plomo y que una disminución de la plumbemia sin quelación indica esta distribución a tejido blando y hueso.(3) **Ver figura nº6.**

**Figura nº6**

**Declinación de los niveles de plomo**



(Tomado de Valdivia M. *Intoxicación por Plomo Vol 18. Suplemento (1) 2005 ; 22-27.*)

## 2.6.- MECANISMO DE ACCIÓN

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

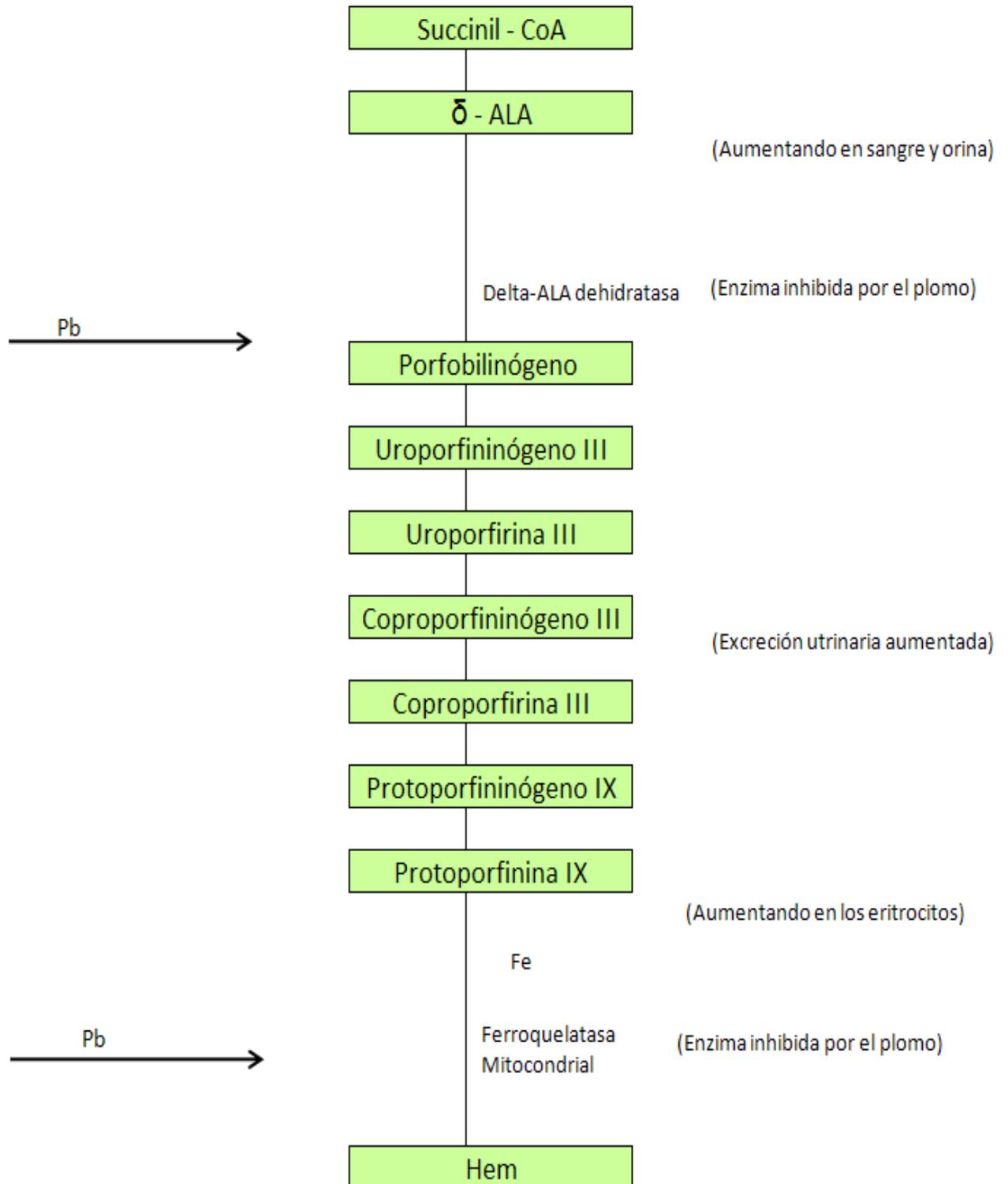
1. Reemplaza al calcio y se comporta como un segundo mensajero intracelular, alterando la distribución del calcio en los compartimentos dentro de la célula.
2. Activa la proteinquinasa C, una enzima que depende del calcio y que interviene en múltiples procesos intracelulares.
3. Se une a la calmodulina más ávidamente que el calcio, ésta es una proteína reguladora importante.
4. Inhibe la bomba de Na-K-ATPasa, lo que aumenta el calcio intracelular.

Finalmente esta alteración a nivel del calcio traería consecuencias en la neurotransmisión y en el tono vascular lo que explicaría en parte la hipertensión y la neurotoxicidad.

Por otro lado, el plomo es tóxico para las enzimas dependientes del zinc, los órganos más sensibles a la toxicidad son el sistema hematopoyético, el sistema nervioso central y el riñón. Interfiere con la síntesis del hem, ya que se une a los grupos sulfhidrilos de las metaloenzimas como son la ***d*** ***aminolevulinico deshidratasa, coproporfirinógeno oxidasa y la ferroquelatasa***, siendo el resultado final, el aumento de las protoporfirinas como la ***zinc- protoporfirina*** (ZPP) y la anemia.(3) **Ver figura nº7**

Figura n°7

## Efectos del plomo en la síntesis del hem



(Tomado de Valdivia M. Intoxicación por Plomo Vol 18. Suplemento (1) 2005 ; 22-27.)

A nivel renal interfiere con la conversión de la vitamina D a su forma activa, hay inclusiones intranucleares en los túbulos renales, produce una tubulopatía, que en estadios más avanzados llega a atrofia tubular y fibrosis sin compromiso glomerular, caracterizándose por una proteinuria selectiva.

En niños se puede ver un síndrome semejante al de Fanconi, con aminoaciduria, glucosuria e hipofosfatemia, sobretodo en aquellos con plumbemias altas.

Varias funciones del sistema nervioso central están comprometidas, principalmente porque el plomo altera en muchos pasos el metabolismo y función del calcio.

El plomo se acumula en el espacio endoneural de los nervios periféricos causando edema, aumento de la presión en dicho espacio y finalmente daño axonal.

El plomo depositado en el hueso es importante por tres razones:

- a) En el hueso se realiza la medición más significativa de exposición acumulada al plomo. Actualmente en EEUU y México se usa los rayos X fluorescentes que permiten la medición de plomo en el hueso (tibia), como un indicador de exposición y acumulación, en muchos casos ayuda más que una plumbemia y/o una ZPP, la concentración de plomo en la tibia correlaciona muy bien con la exposición acumulativa al plomo, es un método no invasivo e indoloro que por su alto costo solo se usa con fines de investigación.
- b) El hueso es reservorio del plomo (95%) del plomo corporal total está en el tejido óseo y puede aumentar en sangre cuando existan procesos fisiológicos o patológicos que provoquen resorción ósea como embarazo, lactancia hipertiroidismo , inmovilización, sepsis, etc.

- c) También es órgano blanco, ya que el plomo altera el desarrollo óseo.(3)

## 2.7.- MANIFESTACIONES CLÍNICAS

Tabla nº2

### Clínica de la intoxicación por plomo

Sistema	Toxicidad
Sistema nervioso central	Fatiga, malestar Irritabilidad, ánimo deprimido Disminución de la libido Alteración de la función neuropsicológica Cefalea Tremor Encefalopatía (delirio, ataxia, convulsión, estupor, coma)
Sistema nervioso periférico	Debilidad motora (Figura 5)
Gastrointestinal	Anorexia Náusea Constipación Pérdida de peso Dolor abdominal Ribete de Burton (Figura 6)
Sangre (hem)	Anemia (hipocrómica; microcítica o normocítica) Punteado basófilo (Figura 7)
Renal	Insuficiencia renal crónica Nefritis intersticial Proteinuria leve
Reumatológico	Mialgias, artralgias Gota
Cardiovascular	Hipertensión
Reproductivo	Oligospermia

(Tomado de Valdivia M. Intoxicación por Plomo Vol 18. Suplemento (1) 2005 ; 22-27.)

**Foto nº1**

**Polineuropatía plúmbica**



*(Tomado de Valdivia M. Intoxicación por Plomo Vol 18. Suplemento (1) 2005 ; 22-27.)*

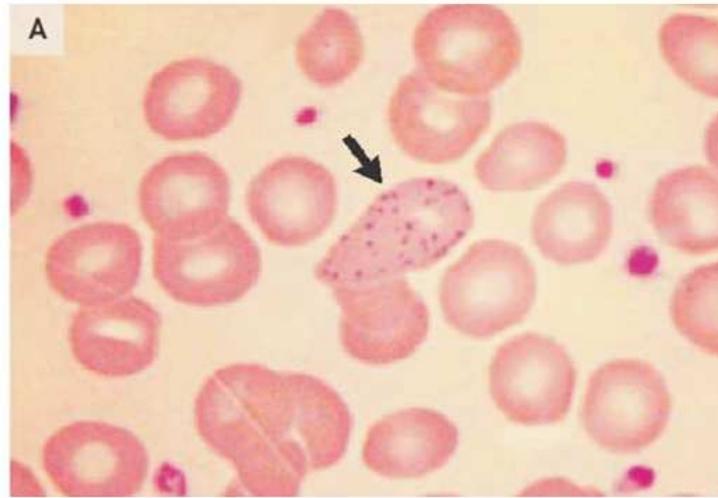
**Foto nº2**

**Ribete de Burton**



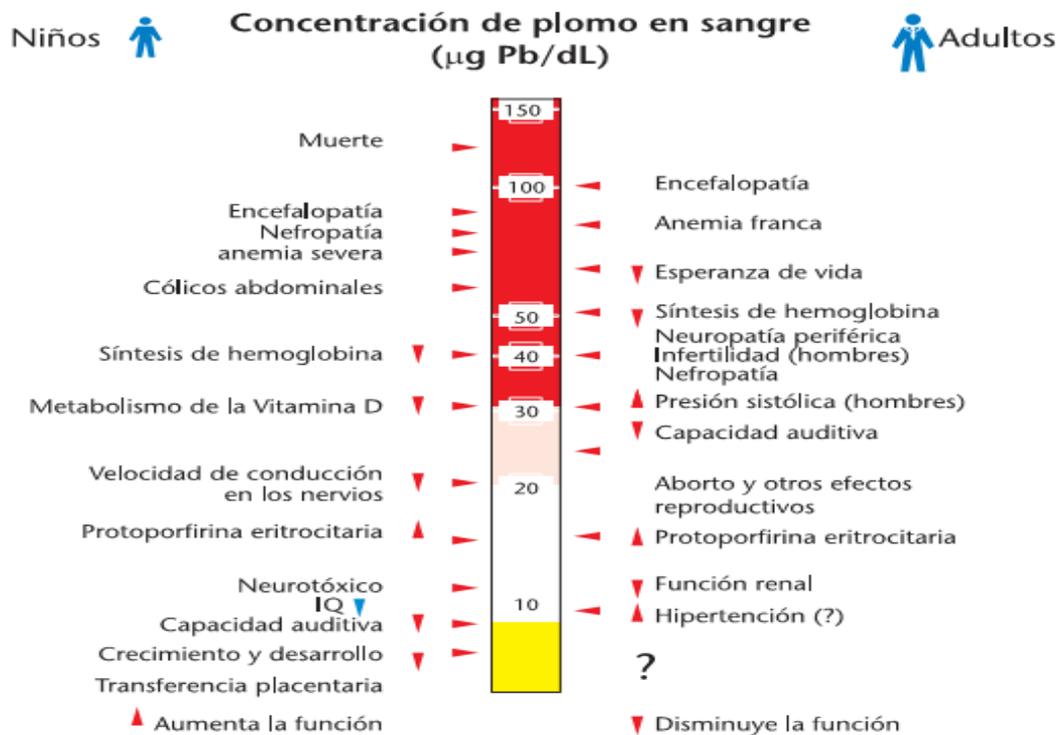
*(Tomado de Valdivia M. Intoxicación por Plomo Vol 18. Suplemento (1) 2005 ; 22-27.)*

**Foto n°3**  
**Punteado basófilo**



(Tomado de Valdivia M. Intoxicación por Plomo Vol 18. Suplemento (1) 2005 ; 22-27.)

**Tabla n °3**  
**Plombemia y manifestaciones clínicas**



(Tomado de Valdivia M. Intoxicación por Plomo Vol 18. Suplemento (1) 2005 ; 22-27.)

## 2.8.- PREVENCIÓN

La intoxicación por plomo se puede evitar totalmente.(12)

Al comprar una casa construida antes del año 1978, se debe averiguar si la pintura contiene plomo. Las normas federales requieren que una persona que vende una casa informe al corredor de propiedades o a la persona que compra la casa de cualquier riesgo relacionado con plomo en la propiedad. Actualmente no se permite agregar plomo a la pintura.

La plomería en el interior de viviendas que se instaló antes del año 1930 es muy probable que contenga niveles altos de plomo. La *EPA* recomienda que si un grifo no se ha usado durante 6 horas o más, se debe dejar correr el agua hasta que el agua esté fría (de 5 segundos a 2 minutos). Debido a que el plomo se disuelve más fácilmente en agua caliente que en agua fría, se debe usar solamente agua fría para beber, cocinar o preparar fórmula para bebés.

Si se está expuesto a polvo de plomo en el trabajo se debe duchar y cambiar de ropa antes de abandonar el trabajo, y colocar la ropa de trabajo en una bolsa antes de llevarla al hogar para lavarla.

La ventilación y limpieza adecuadas del hogar o automóvil, y limpiarse los zapatos antes de ingresar a una casa.; así como plantar pasto y arbustos en áreas descubiertas en el patio.

Los animales domésticos también pueden llevar plomo al hogar en el polvo o tierra en la piel o las patas si pasan tiempo en lugares que tienen altos niveles de plomo en el suelo

Leer las etiquetas de los productos para teñir el cabello. Surma y Kohl son cosméticos que contienen plomo que son populares en algunos países asiáticos.

Las familias pueden reducir la posibilidad de que los niños traguen trozos de pintura enseñándoles a no masticar o tocar con la boca estas superficies y asegurándose que se laven las manos y el rostro a menudo, especialmente antes de comer.

Evitar el uso de remedios populares del oriente que se usan para tratar diarrea u otros malestares pueden contener cantidades de plomo considerables. Algunos ejemplos incluyen: Alarcon, Ghasard, Alkohol, Greta, Azarcon, Liga, Bali Goli, Pay-loo-ah, Coral y Rueda.

Las hortalizas deben lavarse cuidadosamente antes de consumirlas para remover los depósitos en la superficie.

Se debe dar una nutrición adecuada que suministre cantidades adecuadas de vitaminas y minerales, especialmente calcio y hierro a los niños para reducir la cantidad de plomo ingerida que pasa a la sangre y también reduce algunos de los efectos tóxicos del plomo.(5)

## **2.9.- ANTECEDENTES**

En estudios sobre la contaminación de plomo en los suelos, Fairey y Gray (1970) hallaron que la concentración de plomo en el suelo próximo a casas donde se había observado intoxicación plúmbica en niños pasaba de 1000 mg/Kg en 27 de 30 casos. En cambio solo 30 de 170 muestras de tierra tomadas junto a casas seleccionadas aleatoriamente y no asociadas con casos de intoxicación plúmbica tenían concentraciones de plomo superiores a 1000 mg/kg .

Bertinuson y Clark (1973) encontraron concentraciones de plomo sumamente elevadas en terrenos próximos a viviendas del sector antiguo de Cincinnati (EEUU). El gradiente oscilaba entre 12000 mg/Kg en la proximidad de las casas y 400 mg/Kg a unos 10 metros de la carretera de tránsito intenso; esta elevada concentración de plomo en el suelo se debía al desgaste de pintura a base de plomo y a la acumulación de plomo alquílico procedente del escape de automóviles.

Los investigadores Ter Haar y Aranow (1974) examinaron el perfil del plomo en el suelo desde la base de 36 viviendas urbanas hasta los baldenes (aceras) de la calle.

De los resultados se desprender que los efectos del tiempo sobre la pintura a base de plomo eran un factor importante en la acumulación de plomo en el suelo.

También sugieren claramente que la gasolina con plomo procedente de los automóviles son una fuente importante de acumulación cerca de las aceras. Se ha comprobado que el plomo callejero presente en los suelos contiene concentraciones elevadas de plomo como es el caso de estudio en 77 ciudades de la región central de Estados Unidos de América donde se encontró la concentración de 1636 mg/Kg de plomo en zonas residenciales; 2413 mg/Kg en zonas comerciales y 1512 mg/Kg en zonas industriales (Hunt et al.1971).

Nuevos indicios relativos a la importancia del suelo y el polvo como fuentes de plomo lo describe Landrigan en 1975, quien encontró en muestras de 14 niños de 1-5 años de edad (de la ciudad de Smelertow cerca de El Paso en Texas) elevadas concentraciones de plomo iguales o superiores a 40 ug/100 mL de sangre. La concentración sanguínea de plomo en estos niños había aumentado debido a la ingestión de tierra.

Como el polvo y la tierra se encuentran tanto dentro como fuera de las casas, se ha estudiado la importancia en el interior. Sauyre et al., en 1974 demostró que el polvo en viviendas antiguas de zonas urbanas céntricas contenía mucho más plomo que viviendas suburbanas nuevas. El plomo procedía probablemente de las superficies pintadas, ya que la pintura de viviendas antiguas tenían elevadas concentraciones de plomo; en tanto que la pintura empleada en viviendas nuevas presentó un bajo contenido de plomo.(1) **Ver tabla nº4**

Tabla nº4

**Concentraciones típicas de plomo en ambientes urbanos**

MEDIO	CONCENTRACIONES TÍPICAS DE PLOMO
Aire	0,5 – 2 µg/ m <sup>3</sup>
Aire (zonas de mucho tránsito)	5 - 10 µg/m <sup>3</sup>
Agua	<1- 20 µg/L
Alimentos	0,1 – 0,5 µg/ g
Suelo superficial	<100 ->10000 µg/g
Polvo en las calles	206 - 20000 µ/g
Polvo en las casas	18 – 11000 µg/g
Pinturas	<1 - > 5 µg/m <sup>2</sup>

(Tomado de Nolasco G .Tesis para obtener el Título Profesional de Químico Farmacéutico. Determinación de la concentración de plomo en suelos de Lima Metropolitana y su repercusión en la contaminación ambiental. Lima. 2001.)

**2.10.- CONTAMINACIÓN VEHICULAR**

En el año 1824, un vehículo automotor mejoró el estilo de vida en mucha gente. Este vehículo fue el automóvil. Con el transcurrir del tiempo, este vehículo fue evolucionando desde sus características externas así como el empleo de combustible, que van desde el vapor de agua hasta los derivados del petróleo. Sin embargo, a pesar de que en el mundo se están dando todo estos cambios, en el Perú, se está dando una situación un tanto inversa, ya que no se está dando una mejora tecnológica del parque automotor.

Algunos de los motivos, según Federico Ferrero, es que los combustibles con los que los automóviles funcionan (el nafta, gasolina, gasóleo) permiten así la proliferación del monóxido de carbono, hidrocarburos sin quemar y óxido nitroso, los cuales son gases con una capacidad contaminadora muy alta. Por otro lado, según este señor, la contaminación

no se da solo por estos gases, sino por ciertos tipos de metales microscópicos, cuya emisión depende del tipo de combustible empleado. Entre ellos, destaca principalmente el tetraetilplomo del plomo originado en las gasolinas y la nafta con plomo.(13)

### 2.10.1.- Densidad de la población

El crecimiento poblacional de Lima, se estima que se incrementará para el período 2000-2015 en 25,28%.

La densidad poblacional para el mismo período pasaría de 214,80 personas por Km<sup>2</sup> a 269,11 personas por km<sup>2</sup>.(14)

Población Proyectada de Lima			
Año	Población Proyectada	Superficie Km <sup>2</sup>	Densidad Poblacional h/Km <sup>2</sup>
2000	7.475.495	34.802	214,80
2005	8.137.406	34.802	233,82
2010	8.771.928	34.802	252,06
2015	9.365.609	34.802	269,11

Fuente: BADATUR

(Tomado de Base de Datos Turísticos del Perú . BADATUR. Observatorio Turístico del Perú. Lima.)

### 2.10.2.- Áreas verdes y de esparcimiento urbano y público

En Lima Metropolitana existen 13´ 978,761 m<sup>2</sup> de áreas verdes, lo que representa el 0.5 % del territorio y la densidad es de 1.98 m<sup>2</sup>/hab. de área verde. Dicha densidad es bastante reducida si se toma en cuenta la recomendación de la OMS que establece 8 m<sup>2</sup>/hab. La ciudad de Lima tiene un déficit de áreas verdes del orden de 3,785.32 ha. Solo hay tres distritos que cumplen con la OMS, que son San Borja, La Punta y Santa María del Mar. Por debajo del valor de la OMS, se reduce la calidad de habitabilidad del sitio.(11)

### 2.10.3.- Índice de Industrialización

El parámetro para medir la calidad de vida de un área en función de la presencia o ausencia de industrias, se deriva de propuestas de diversos textos sobre urbanismo y planificación en los cuales se considera como óptimo que el 7% de la superficie sea destinada a la localización de industrias, es decir, 700 m<sup>2</sup>/ha . Por tanto, índices superiores al 7% indicarán una disminución en la calidad de vida del área de estudio. (11)

### 2.10.4.- Transporte

El parque automotor de Lima estimado según el Ministerio de Transportes en el año 2008, es de 988,273 vehículos en circulación, los cuales cuentan con 15 años de antigüedad promedio, éste se constituye en uno de los principales factores que contribuyen a la contaminación atmosférica. (11)

Las altas concentraciones de partículas en suspensión, SO<sub>2</sub>, Plomo y Ruido, encontrados durante la presente investigación, son atribuidas en parte al transporte vehicular. Por otra parte es conocido que el transporte masivo de pasajeros en Lima se realiza mediante “combis”, las cuales tienen mayormente una capacidad menor de 15 pasajeros, las cuales no sólo contaminan el ambiente sino, que generan una alta congestión del tráfico en Lima.

De acuerdo al nivel de confort de ciudades en desarrollo, el transporte masivo de pasajeros se lleva a cabo en ómnibus mayores de 25 pasajeros, lo cual ayuda a incrementar la calidad de vida de la población. (11) **Ver tabla nº 5.**

**Tabla nº5**  
**Indicadores de contaminación ambiental en Lima Metropolitana**

INDICADOR	MEDIDA ACTUAL	ESTANDAR O NORMAL
Uso del Suelo (Densidad Poblacional)	200 hab/ha	100 hab/ha *
Uso del suelo (Áreas verdes)	1.98 m <sup>2</sup> /hab	8 m <sup>2</sup> /hab *
Uso del suelo (Industrias)	Incompatibilidad	Compatibilidad 7% Sup.Terr.***
Uso del suelo (Densidad de vivienda)	120 m <sup>2</sup> /vivienda	500 m <sup>2</sup> /vivienda ***
Ventilación	Tugurios, casas antiguas	Espacios abiertos ***
Basura, distancia al relleno	45 km	5 km ***
Basura, frecuencia de recolección	1 vez/día	1 vez/día ***
Agua Potable. Consumo mínimo	65 l/hab/día	250 l/hab/día ***
Transporte urbano.Cantidad y calidad	Uso > combis	Uso ómnibus > 25 pasj.
Nivel de ingreso: salario mínimo	> =S/.600.00	4 sal. mín.
*Estandar Nacional		
**OMS		
***Confo itC Des.		

*(Tomado de Cabrera C. Relaciones entre calidad ambiental y calidad de vida en Lima Metropolitana.2001.)*

El Perú tiene el parque automotor más pequeño pero mortal de la región.

En el 2006 murieron 3.481 personas en el Perú a causa de accidentes. Circulan 1'400.000 vehículos con una antigüedad promedio de 17 años

El parque automotor del Perú y de Lima es relativamente pequeño. Mientras que en Buenos Aires existen aproximadamente 335 vehículos por cada mil habitantes, y en Santiago de Chile 172, en Lima hay 108. También en Ecuador y Bolivia la tasa de motorización es más alta que en nuestro país, según el Centro de Investigación y de Asesoría del Transporte Terrestre (Cidatt).

En teoría, el parque automotor peruano tiene más de un millón 400 mil vehículos.

De acuerdo con la Asociación Automotriz del Perú (AAP) y la Asociación de Representantes Automotrices del Perú (Araper), los vehículos que circulan por nuestras pistas tienen, en promedio, 17 años de antigüedad. El viceministro de

Energía, Pedro Gamio, afirma que en el Perú hay 130 mil automóviles (vehículos ligeros) fabricados hace más de 10 años. Sí en algo coinciden los especialistas es que esta situación se explica, en gran medida, por el continuo ingreso de autos de segunda mano al país. Desde 1991, año en que el gobierno de Alberto Fujimori abrió las puertas a la importación de carros usados, y hasta el año 2007 han entrado 653.742 vehículos de segunda, de los cuales 476,695 eran automóviles y camionetas station wagon. (15)

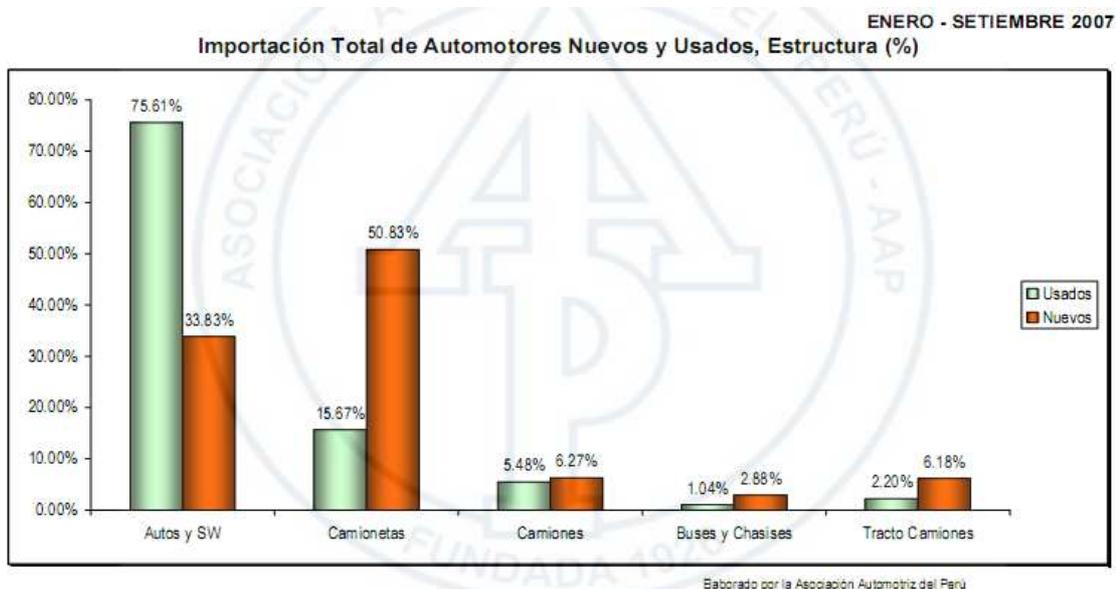
## **2.11.- IMPORTACIÓN DE VEHICULOS**

La importación de vehículos nuevos va en aumento. El 2007 se vendieron en el país alrededor de 51 mil unidades, cifra que representa un alza de 55% respecto del año anterior. Armando Negri, presidente de la AAP, estima que este año se colocarán, al menos, 80 mil vehículos nuevos.

No obstante, cada mes, la importación de vehículos ligeros de segunda continúa superando la de los nuevos (ver figura nº9). Y los esfuerzos del Gobierno por impulsar la renovación del parque automotor, como el "bono de chatarreo", aunque importantes, son aún insuficientes, advierte Negri. Constantemente más carros aparecen en nuestras calles, sin que los más antiguos, aquellos que están en peores condiciones, salgan de circulación.

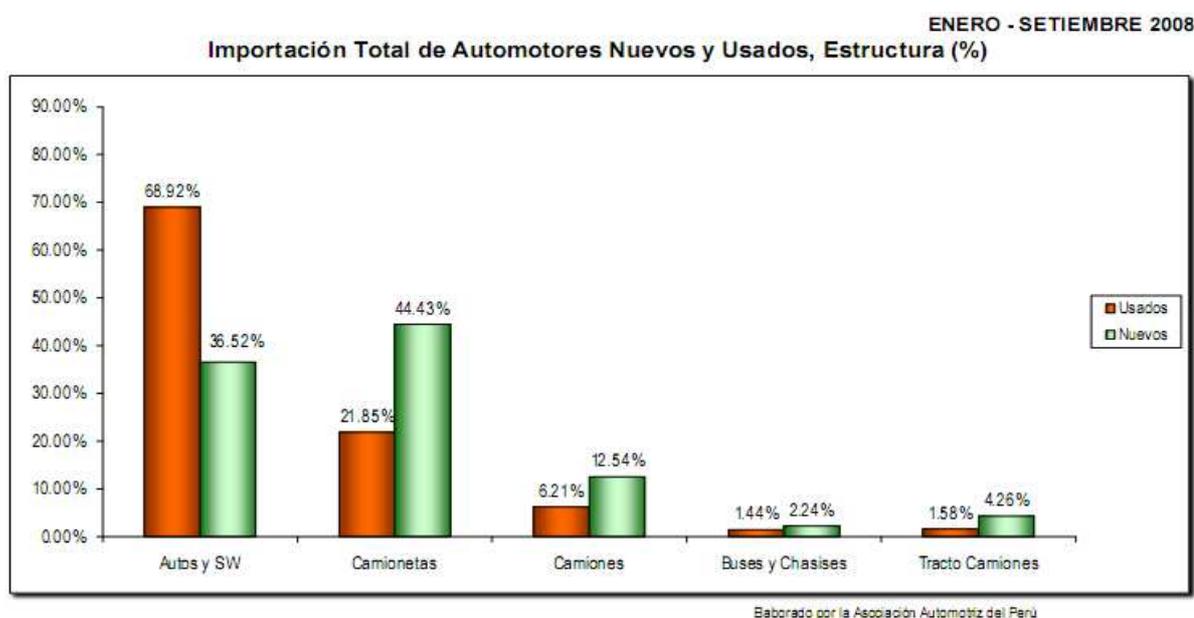
Iván Besich, Director Ejecutivo de Araper, asegura que si nuestro parque automotor tuviera una antigüedad promedio de 10 años, necesitaría renovarse a una tasa de 5% al año; 8% si se deseara que el mercado creciera. Sin embargo, como la antigüedad media bordea los 17 años, dicha tasa quedaría corta. Lo óptimo sería renovar anualmente el 12% del parque automotor (unos 170 mil vehículos), una meta que aún resulta difícil de alcanzar. (15)

Figura n°8



(Tomado de Asociación Automotriz del Perú. Boletín Virtual de la Asociación Automotriz del Perú – AAP. Lima. Abril -2008)

Figura n°9



(Tomado de Asociación Automotriz del Perú. Boletín Virtual de la Asociación Automotriz del Perú – AAP. Lima. Abril – 2008)

## **2.12.- CAUSAS Y/O ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LA CONTAMINACIÓN DEL AMBIENTE DEBIDO AL PARQUE AUTOMOTOR**

### **2.12.1.- Antecedentes y/o Evolución del Problema**

La contaminación Ambiental producida en la ciudad de Lima debido a los gases contaminantes del parque automotor limeño, se ha incrementando enormemente debido a la llegada de numerosas unidades de segunda mano, que por el mismo hecho de su antigüedad emana gases tóxicos debido al uso de combustibles con alto índice de plomo. En el día más de 411 tóxicos -once de ellos cancerígenos- pueden ingresar a los pulmones debido a los asfixiantes humos que, por ejemplo, arrojan las combis petroleras o los autos viejos e importados que, sin mayor restricción, avanzan por las calles de la capital.

Junto con la Ciudad de México, Santiago de Chile, Sao Paulo y Río de Janeiro, el caso de Lima está incluido en el cuadro de “problemas más severos de polución del aire”, elaborado por Asif Faiz, funcionario del Banco Mundial. Lima y Callao concentran el 69% del parque automotor. Las tres cuartas partes de los vehículos tienen más de diez años de antigüedad. La masiva importación de autos usados -promovida desde 1991- fue restringida en enero de 1996, mediante un decreto de urgencia, pues en ese lapso ingresaron más de 130 mil vehículos de segunda mano que no sólo afectaron económicamente a la industria nacional, sino que agravó el estado de la colapsada red vial de Lima y Callao.

Los atoros vehiculares además de provocar la pérdida de tiempo, generan la concentración de humos que degradan la calidad del ambiente. A esto se suma las insuficientes inspecciones vehiculares que obliguen a los propietarios a dar mantenimiento a sus unidades de transporte. La mala administración del transporte urbano incide en la salud de la población.

Según Arnold Millet, responsable de la Oficina de Recuperación Ambiental del municipio de Lima, las micropartículas que emanan de los tubos de escape en el Centro Histórico incrementan en 11 por ciento la mortalidad diaria.

### **2.2.2.- Bases Teóricas**

La emisión de gases producidos por el Parque automotor (autos, camiones, etc) que circulan por la ciudad de Lima se acumulan hasta alcanzar niveles de alta toxicidad existiendo el riesgo inminente de accidente vital en lugares por donde circulan una inmensa cantidad de unidades antiguas y que ni siquiera están reparadas; también se producen estos accidentes en recintos cerrados como garajes y estacionamientos.

- En Lima circulan 690 mil vehículos, con un promedio de 15 años de antigüedad. De este parque automotor, 70 mil autos son utilizados para prestar el servicio de taxi.
- 60 mil vehículos son combis y ómnibus que ofrecen el servicio de transporte público.
- Para los nueve millones de viajes que diariamente se hacen en la capital sólo se requiere 10 mil vehículos. Es decir, existen 50 mil unidades sobrantes que generan una agresiva 'guerra de los centavos': las combis se pelean por los pasajeros a quienes tratan como bultos. Los vehículos avanzan a paso de tortuga y los humos se concentran en las calles.
- La velocidad (origen-destino) alcanza la lentísima cifra de 15 kilómetros por hora, en horas pico.
- De cada tres viajes al centro de la ciudad, dos son involuntarios: van al centro sin quererlo porque así están establecidas las rutas.

Se necesita precisar estándares de calidad del aire. El proyecto Aire Limpio requiere que las autoridades ambientales definan los estándares

de calidad del aire a la brevedad posible, y con la eficiencia y seriedad que amerita el caso.

En tanto no sean aprobados los estándares de calidad para Lima y Callao se utilizará un estándar internacional con la aprobación previa del CONAM.(16)

El Consejo Nacional del Ambiente (CONAM) señaló en un estudio en el 2005, que en Lima -una ciudad de ocho millones de habitantes- el riesgo de muerte atribuible a la contaminación por material particulado PM10 asciende a 6.064 casos anualmente. Usó para su estudio el modelo Air Quality Health Impact Assessment, elaborado por la OMS.

Entre enero y noviembre del 2007, en el centro de Lima se tuvo un promedio de PM10 que casi triplicó el estándar nacional de calidad ambiental, y un promedio de PM2,5 -material particulado de menor tamaño y más peligroso- seis veces superior al estándar nacional recomendado, según las mediciones hechas por la Dirección General de Salud Ambiental, DIGESA.

"El problema en Lima en el tema de aire es sin duda el material particulado, que siempre está registrándose por encima del estándar de calidad ambiental", manifestó Paola Chinen, responsable del área de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica de DIGESA.(16)

La flota vehicular en Lima y Callao según el MTC., es de 855,790, distribuidos en 29,405 ómnibus, 463,008 automóviles, 92,304 camionetas, 76,017 camioneta rural, 63,413 camión y/o remolcador, 131,643 station vagón; de éstos los más contaminantes son los camiones diesel (92,2%), seguidos de los automóviles de gasolina (92%)- por ser los más numerosos -, los ómnibus diesel (86.2%), las combis (85.4%), las camionetas pickup a gasolina (78.8%) y panel que usan este mismo tipo de combustible (72.8%).

Según mediciones efectuadas por el CONAM, se estima que entre el 70% y 80% de la contaminación atmosférica tiene como fuente principal el parque automotor.

De las mediciones efectuadas por la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), el principal problema de la calidad del aire en el área metropolitana de Lima y Callao es la contaminación con partículas suspendidas de diámetro menor de 10 micras (PM10), siendo en las zonas norte y este de Lima los valores de concentración de PM10 de 250  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y 460  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  respectivamente, superando el estándar de calidad del aire que fija en 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  el valor promedio de la concentración de PM10 para 24 horas. También se ha superado el límite de contaminantes gaseosos (Monóxido de carbono, dióxido de azufre, óxido de nitrógeno, benzopirenos, óxidos de plomo, etc.). Siendo el límite máximo permisible establecido por la OMS de 30 ppm. La concentración de benzopirenos llegan a 3-11 g/1000  $\text{m}^3$ , siendo el límite máximo permisible de 0,1 g/1000  $\text{m}^3$ . (16)

Se han realizado mediciones en colaboración con CENERGIA, se tiene los siguientes resultados:

**Tabla nº6**

**Emisiones Diarias Promedios de la Muestra Representativa**

<b>Tipo de Vehículo</b>	<b>Emisión de Partículas (Kg/día)</b>
Ómnibus	1,06
Microbús	0,53
Camioneta Rural	0,64

(Tomado de Paredes P. *Contaminación Vehicular en Lima y Callao y Propuestas de Solución*.2006)(16)

Como se observa en la **tabla n°6** los ómnibus son los que emiten la mayor cantidad de partícula a la atmósfera, seguido de las camionetas rurales y microbuses.

**Tabla n°7**

**Emisiones Diarias Promedio de la Muestra Representativa**

Tipo de Vehículo	Emisión de Gases (g/Km)		
	CxHy	CO	CO2
Ómnibus	0,3	3	16,0
Microbús	0,3	3	16,0
Camioneta Rural	0,3	3	16,0

( Tomado de Paredes P. Contaminación Vehicular en Lima y Callao y Propuestas de Solución .2006 )(16)

Se puede observar en las **tablas n° 7** que las emisiones de gases diarias son similares en los tres tipos de vehículos.

A partir de los resultados de la siguiente **tabla n°8** se observa que el total de partículas de hollín producidas por el parque diesel de transporte urbano de pasajeros en Lima y Callao es de 6,600 toneladas.

**Tabla n° 8**

**Emisiones Diarias Promedio de la Muestra Representativa.**

Tipo de Vehículo	Parque	Emisión de Partículas	
		T/día	T/año
Ómnibus	12,108	13	3,900
Microbús	7,605	34	1,200
Camioneta Rural	7,18	35	160
Total	27,631	22	6,600

( Tomado de Paredes P. Contaminación Vehicular en Lima y Callao y Propuestas de Solución .2006 )(16)

**Tabla n°9**  
**Emisiones Totales de Gases del Parque Automotor de Vehículos Autorizados**  
**para el transporte Urbano en la Ciudad de Lima.**

Tipo de Vehículo	Parque	Emisión de Gases (t/año)		
		CxHy	CO	CO2
Ómnibus	12,108	12,108	10,897	581,184
Microbús	7,605	684	6,844	365,040
Camioneta Rural	7,18	712	7,126	380,064
Total	27,631	2485	24,867	1326,288

( Tomado de Paredes P. Contaminación Vehicular en Lima y Callao y Propuestas de Solución .2006 )(16)

De la **tabla n°9** se desprende que la emisión total de CO<sub>2</sub>, en el parque dedicado al transporte urbano de pasajeros es de 1326,288 toneladas al año.

Un vehículo a gasolina convertido a gas natural licuado (GLN), puede reducir las emisiones de monóxido de carbono (CO) hasta en un 90%, los hidrocarburos reactivos hasta en un 92% y los óxidos de nitrógeno hasta en un 65% ; comparando un vehículo diesel con uno de GLN, por pruebas realizadas en autobuses en Boulder- Colorado demostró una reducción del 97% en partículas y una reducción del 58% en óxidos de nitrógeno (NOx), los autobuses de GNL parecen tener ligeramente mejores el total de emisiones de gas de invernadero, que la de los autobuses de diesel, a pesar de emitir niveles más altos de metano.(16)

### 2.12.3.- ANTIGÜEDAD DE LOS VEHICULOS

Las 690 mil unidades del parque automotor limeño, con un promedio de 18 años de antigüedad, realizan un total de nueve millones de viajes al

día en Lima y Callao. Este traslado masivo en la metrópoli resulta un gravísimo problema debido a los “cuellos de botella” que, principalmente, se producen entre 7:30 y 9:30 de la mañana y de 7:30 a 9 de la noche, a lo que se suma la mala calidad del transporte público y la pésima administración de rutas.

Tan alta concentración de unidades (69% del total de vehículos que hay en el Perú), deben circular en una reducida infraestructura vial (7% de la red nacional) incapaz de soportar tal demanda. (17)

Además, hay una sobre oferta de transporte público del 40%. Y, por último, la antigüedad promedio de los vehículos que dan este servicio es de 15 años.(13)

En Lima Metropolitana se concentra aproximadamente el 80% del parque vehicular del Perú. (13)

Los vehículos de transporte público tienen en promedio 16 años de antigüedad, lo cual explica en parte aspectos negativos como el alto nivel de contaminación en la capital y los accidentes de tránsito.(13)

Uno de los principales efectos dejados por las políticas de flexibilización de mercados aplicados en la década del 90, ha sido el considerable incremento del parque vehicular en Lima Metropolitana.

En los últimos 10 años, el parque automotor ha experimentado un inusual crecimiento no solo en volumen con relación a la demanda, sino también en edad. Por lo que la importación de vehículos usados propicio una oferta con mayor antigüedad y desconfort en el servicio de transporte publico.

En el transcurso de la década de los 90, el volumen total del parque automotor varió de 244,000 a 720,139 vehículos, evidenciándose un crecimiento de 195 % durante este periodo.

El parque vehicular de Lima y Callao, destinado para el transporte público, se ha transformado en el más antiguo respecto a las ciudades de Sudamérica .**Ver tabla nº 10.**

**Tabla nº 10**

**Edad Promedio de Transporte público en Ciudades de Sudamérica**

<b>Ciudad</b>	<b>Antigüedad Promedio (años)</b>
Lima	17
Santiago	4
Quito	9
Bogotá	14
Sao Paulo	4
Curitiba	4

*(Tomado de Gerencia de Transporte Urbano.GTU. Proyectos ambientales. 2007)*

Se calcula que 36,062 unidades vehiculares prestan el servicio de transporte público, sin considerar a los vehículos informales. Según los registros oficiales de la GTU, señala que se encuentran autorizados 28,231 unidades vehiculares para circular por la ciudad de lima, y 7,831 unidades vehiculares autorizados por la GGTU de la Municipalidad del Callao. **Ver tabla nº 11**

**Tabla nº 11**

**Cantidad de unidades vehiculares que prestan ser vicio de transporte público autorizados por Gerencia de Transporte Urbano de la Municipalidad Lima y autorizados por la Gerencia de Transporte Urbano de la Municipalidad del Callao**

<b>Categoría Vehicular</b>	<b>Cantidad</b>	<b>%</b>	<b>Antigüedad Promedio (año)</b>
<b><i>Autorizados por Lima</i></b>			
Cta. Rural	11,859	42%	16
Microbús	12,250	43%	16
Ómnibus	4,122	15%	20
Total	28,231	100%	17
<b><i>Autorizados por el Callao</i></b>			
Cta. Rural	5,480	70%	18
Microbús	2,351	30%	16
Ómnibus	0	0%	0
Total	7,831	100%	17

(Tomado de Gerencia de Transporte Urbano.GTU. Proyectos ambientales. 2007)

#### **2.12.4.- CAUSAS DEL PROBLEMA**

##### ***Consumo de gasolina con Alto índice de Plomo***

El amplio uso de diesel.- Muchos usuarios transforman sus vehículos para que usen este combustible por ser más barato (ya que es menos elaborado), pero la combustión de éste es más sucia. (18)

La concentración de contaminantes supera hasta en 300% niveles recomendados por la OMS. Vecinos del Centro Histórico son los más expuestos. Los vecinos y trabajadores entre ellos: Servidores ministeriales, ambulantes y policías que permanecen un promedio de ocho horas diarias en el Centro Histórico de Lima y zonas aledañas integran la población más expuesta a la severa contaminación atmosférica que diariamente provoca el parque automotor en nuestra ciudad. La estación de DIGESA instalada en la segunda cuadra de la avenida Abancay, demuestra que la concentración de partículas totales

en suspensión (Pts.), en el aire es realmente preocupante. De acuerdo a la medición de partículas menores a 10 micras (PM10) que en los últimos cuatro meses realiza la Municipalidad de Lima, tan sólo un día se ha respetado la recomendación de la Organización Mundial de la Salud (50 microgramos por metro cúbico). Este estándar de calidad del aire es superado también en 300%. Según Arnold Millet, del Programa de Recuperación Ambiental de Lima -quien a su vez se fundamenta en las investigaciones de la OMS- los niveles de contaminación del Centro Histórico incrementan en un 11% la mortalidad diaria.(17)

***La deficiente infraestructura vial.***

Si las vías no son adecuadas, el tráfico no es fluido y por ende, los motores permanecen más tiempo encendidos, provocando mayor contaminación, además de que por cada arranque se quema mayor cantidad de combustible.

***La falta de alternativas de nula o baja contaminación en el transporte de pasajeros.***

En Lima y demás ciudades del Perú no hay trenes eléctricos, tranvías, trolebuses, buses a gas. Santiago de Chile cuentan con un eficiente sistema de trenes subterráneos (metro). Buenos Aires cuenta con trenes subterráneos y trenes eléctricos de superficie. Mendoza (Argentina) tiene trolebuses. Quito tiene tranvías. República Dominicana tiene taxis a gas. Valladolid, Viena, etc, tienen buses a gas. **Ver Figura nº 10**

**Figura n°10**

(Tomado de [contaminacionesagresion@yahoo.com](mailto:contaminacionesagresion@yahoo.com). Contaminación Vehicular)

**La falta de una política de información y sanción, para reducir los niveles de contaminación.**(19)

## 2.13.- EL PLOMO EN LOS COMBUSTIBLES

### Combustibles de automotores

#### 2.13.1.-Gasolinas

##### *Ventaja*

Posibilidad de incluir sistemas de catalizadores, a fin de evitar casi totalmente la contaminación ambiental.

##### *Desventaja*

Generación de monóxido de carbono, es un combustible no renovable, rendimientos bajos, los catalizadores en mal estado de funcionamiento son más dañinos que los óxidos de carbono.(6)

El uso de gasolina con plomo (se usa tetrametil plomo como antidetonante).En otros países como Argentina, México, Canadá, EE.UU.,

etc, solo existe gasolina sin plomo, mientras que ésta en el Perú es una opción algo cara.

Por estudios hechos en México D.F., se sabe que los habitantes de esta enorme ciudad, tienen en la sangre niveles de plomo 50% por encima de lo considerado peligroso por la OMS. Como ya se dijo líneas arriba, en México no se usa gasolina con plomo. Podrá usted imaginarse lo contaminados que estamos o estaremos aquellos que vivimos en países donde sí se vende este mal aditivado combustible. (19)

### **2.13.2.- Diessel**

#### *Ventaja*

Mas barato que la gasolina, su consumo es bajo y durante su combustión solo emite dióxido de carbono y agua y muy bajo nivel de agentes contaminantes como el monóxido de carbono. Es económico y es usado en forma masiva en nuestro medio, sobre todo en transporte de servicios.

#### *Desventaja*

Como en su proceso no se somete a operaciones de refinación como las gasolinas, este combustible contiene contaminantes pesados, como cadmio, azufre, que a su vez forma óxidos de azufre en especial el dióxido de azufre y ácido sulfúrico (lluvia ácida) y también contienen aluminio.

### **2.13.3.- Gas natural**

#### *Ventaja*

A base de gas, durante su combustión solo emite, dióxido de carbono y vapor de agua y emite bajos niveles contaminantes de monóxido de carbono y el dióxido de nitrógeno, es un combustible muy económico.

#### *Desventaja*

Es un recurso agotable y sus reservas se están agotando rápidamente, se calcula que solo existirán hasta el año 2050, otra de sus desventajas es que su uso como combustible tiene poco rendimiento. (6)

### ***Lima tiene 65 grifos de Gas Natural Vehicular***

Se estima que este año serán 100 mil unidades las que utilizarán el nuevo combustible. Convertir un automóvil a este sistema puede costar entre US\$2,000 y US\$2,500.

Al cierre de este año, unos 100 mil vehículos recorrerán las calles con un tanque de Gas Natural Vehicular (GNV) en su interior. La gasolina y el diésel van quedando atrás, así como el grado de contaminación de la ciudad (el GNV emite 97% menos gases tóxicos que otros combustibles). No se puede evitar mencionar que es 70% más barato que cualquier gasolina y 50% más económico que el GLP.

Al tratarse de un producto nuevo, el abastecimiento ha venido siendo un dolor de cabeza para los usuarios por las largas colas que deben hacer para comprarlo. No obstante, el panorama está cambiando. A mediados del año pasado existían unas 33 estaciones de servicio de GNV. El Ministerio de Energía y Minas informó ayer que esa cifra ya llega a 65 en Lima y Callao.

Los distritos donde puede encontrar gas natural son Cercado de Lima, Ate, San Juan de Lurigancho, Santa Anita, Surquillo, San Juan de Miraflores, Breña, Villa María del Triunfo, Magdalena del Mar, San Martín de Porres, San Luis, Independencia, Santiago de Surco, Pachacamac y San Miguel, así como en la Provincia Constitucional del Callao.

Hay establecimientos que solo ofrecen Gas Natural Vehicular, otros venden GNV y GLP, y algunos ofrecen combustibles líquidos y GNV.

### **Cambio de Sistema**

La conversión de un automóvil al sistema de gas natural demanda una inversión de US\$2,500 la más avanzada (quinta generación) y de US\$2,000 la más convencional (tercera generación).

Los autos que son sometidos a modificaciones son, en su mayoría, aquellos dedicados al servicio público (taxi) y concentran el 99% del total de unidades en el mercado. El uno por ciento restante corresponde a carros particulares.

El incremento de la demanda de gas natural para el transporte ha significado que el Perú haya dejado de importar S/.300 millones en combustibles líquidos, estimó el gerente general de Autofondo, Álvaro Chirinos. Para 2009 se espera que el ahorro se eleve a S/.500 millones o S/.600 millones.

Precisó que en Argentina existe un parque automotor con dos millones de vehículos a GNV, mientras que, en Brasil, la cifra alcanza los 1,5 millones. (20)

#### **2.13.4.- Gas licuado de petróleo**

##### *Ventaja*

Es un combustible silencioso, adecuándolo también puede funcionar es motores gasolineras, las reformas son mínimas, su grado de contaminación es muy baja, ya que en condiciones normales su combustión produce solo gases de dióxido de carbono y vapor de agua.

##### *Desventaja*

Este insumo es un derivado del petróleo y como tal es una fuente no renovable, las reservas se agotan en formas irreversibles, son pocas las estaciones de servicios que la suspenden.

### **2.13.5.- Etanol**

#### *Ventaja*

Es un combustible expectante, ya que es una fuente renovable, su origen es agrícola ya que puede obtenerse a partir de varias clases vegetales, es poco contaminante y emite menos compuestos orgánicos volátiles o hidrocarburos que los diversos tipos de gasolinas.

En la actualidad Brasil esta consumiendo este tipo de combustible, el que lo obtiene a partir de sus grandes ingenios azucareros, de los cuales obtienen el etanol que alimenta a una gran parte de su porque automotriz.

Se considera que con los años este combustible ofrece posibilidades optimistas, para ser buen sucedáneo de las gasolinas y Diesel.

#### *Desventaja*

Se necesitan rediseñar los actuales motores gasolineras, con la finalidad de ser adaptados a este tipo de alcohol, tiene la desventaja que la temperatura de arranque no pueden ser menores de 10°C, su rendimiento de kilómetros por galón aun es bajo, y en la actualidad se esta tratando de bajar los costos de producción, a fin de abaratar el combustible.

### **2.13.6.- Bio aceites**

#### *Ventaja*

Son recursos energéticos de tipo renovable, ya que proceden de vegetales, parecidos a su origen como el etanol, su gran ventaja es que no son contaminantes, no emiten contaminantes minerales como azufre, nitrógeno ni metales pesados.

#### *Desventaja*

En la actualidad es una materia prima muy cara, los motores comerciales de combustión aceiteros necesitan grandes cambios estructurales para que funcionen con este tipo de combustible.

### **2.13.7.- Bio Diesel**

#### *Ventaja*

Químicamente es un combustible que consiste en un aceite modificado a base de éster metálico, durante su producción se obtienen harina con un rico contenido de proteínas para la ganadería, procedentes de los restos de las cáscaras de semilla de linaza, que además contienen riqueza de vitamina B y sus afines, así como alto contenido de fibras vegetales. Por ser un producto natural, no ocasiona emisiones de azufre, plomo, cadmio, aluminio, ni nitrógeno, por lo que no existe el problema de generación de diversos tipos de lluvias ácidas.

#### *Desventaja*

Por ahora sus costos de producción son elevados es aproximadamente tres veces mas caro que la gasolina.

Otra desventaja es que se debe cambiar con frecuencia porque se diluye en el cárter y necesita aditivos para arrancar a bajas temperaturas, este tipo de combustible no ofrece dificultades en las ciudades costeras y selváticas del Perú porque las condiciones de temperaturas no son bajas sino medianas.

La inclusión de aditivos puede negrear productos gaseosos contaminantes ya sean orgánicos como inorgánicos.

### **2.13.8.- Hidrógeno**

#### *Ventaja*

Es el primer elemento de la tabla periódica, es el gas mas ligero en la década de los años 20 y 30 del siglo anterior se usaba mucho como combustible de globos aéreos, siendo el más representativo el Graf Zeppelin, globo gigante que realizaba vuelos intercontinentales de Europa a América.

Al no contener este combustible carbono (no es un hidrocarburo), su combustión es la más limpia de y todos los combustibles, ya que solo

emite vapor de agua, por lo que es el mas ecológico de todos los combustibles.

A nivel automotriz puede ser usado tanto en motores de combustión como en vehículos eléctricos, tiene un alto rendimiento.

### *Desventaja*

Tiene grandes problemas técnicos de almacenamiento y su temperatura debe controlarse para evitar riesgos de explosión y los depósitos deben ser más simples. Debido a su ligereza y a su bajo peso molecular, los depósitos deben cumplir requisitos severos de hermeticidad.

El uso de hidrógeno como combustible es uno de los sueños de los ingenieros químicos, ya que como los hidrocarburos fósiles son no renovables, y su agotamiento no tardaría mucho, se están buscando en la actualidad alternativas de reemplazar los combustibles tradicionales, pero los costos de investigación son muy caros.

En la actualidad Japón que es un país que no tiene petróleo propio, viene realizando estudios de investigación, sobre la aplicación de hidrógeno como reemplazo de las gasolinas y petróleo diessel, y se quiere obtener el hidrógeno a partir del agua mediante un proceso de electrolisis,. Pero muchos problemas se están generando y se tiene la esperanza que con el tiempo, estas dificultades, se vayan superando una a una, para de esta manera obtener un medio energético, limpio y ecológico. (6)

### **III.- PARTE EXPERIMENTAL**

### **3.1.- SELECCION DE MUESTRAS DE SUELO**

Se elaboró un plan de muestreo donde se señaló el tipo de muestra a examinar, el número de muestras y los lugares de muestreo, así como la frecuencia de ello.

Se eligió como lugares o puntos de muestreo los suelos de las calles de mayor tránsito vehicular según el informe proporcionado por La Municipalidad Metropolitana de Lima (2) tomándose las muestras de las aceras de dichas avenidas según las normas EPA.

Se muestrearon en 40 lugares representativos de LIMA METROPOLITANA.

El muestreo se realizó en el mes de Julio del año 2008.

Los horarios para la toma de muestra fue de 7: 00 a 10: 00 a .m.(Horas de mayor flujo vehicular).

Tabla nº 1

Lugares de muestreo:

Nº DE MUESTRA	VÍA	INTERSECCIÓN	DISTRITO	HORA
1	Av T Marsano	Av C Del Inca	Santiago De Surco	8:15
2	Pna Sur	Pte Atocongo	San Juan De Miraflores	8:33
3	Av Los Héroes	Av San Juan	San Juan De Miraflores	9:00
4	Av Alipio Ponce	Pcna Sur	San Juan De Miraflores	9:30
5	Pna Norte	Av C Izaguirre	Los Olivos	8:45
6	Av Universitaria	Av C Izaguirre	Los Olivos	9:05
7	Av Universitaria	Av José Granda	San Martin De Porres	9:30
8	Av Túpac Amaru	Av E Habich	San Martin De Porres	9:50
9	Av Zarumilla	Pte Porvenir	San Martin De Porres	10:00
10	Av Próceres	Av Tusilagos	San Juan De Lurigancho	8:40
11	Av.9 De Octubre	Mcdo De Flores	Rímac	9:24
12	C Central	Av Ruiseñores	Ate	10:00
13	Av Salaverry	Av Rebagliati	Lince	7:48
14	Av.A Tirado	Av Petit Thouars	Lince/Sta Beatriz	8:15
15	Av J Prado	Av R.Navarrete	San Isidro	8:30
16	Av R Palma	Av Petit Thouars	Miraflores	8:50
17	Av Oscar Benavides	Jr Schell	Miraflores	9:20
18	Av Angamos	Av Aviación	San Borja	9:50
19	Av Aviación	Av San Borja	San Borja	10:05
20	Jr Huanuco	Jr Amazonas	Cercado De Lima	8:00
21	Av Abancay	Jr Amazonas	Cercado De Lima	8:10
22	Av Abancay	Av N Pierola	Cercado De Lima	8:20
23	Av Grau	Av Abancay	Cercado De Lima	8:40
24	Av Tacna	Av Emancipación	Cercado De Lima	9:00
25	Av Alfonso Ugarte	Jr Zorritos	Cercado De Lima	9:10
26	Av G. De La Vega	Av Bolivia	Cercado De Lima	9:20
27	Av Venezuela	Av Tingo Maria	Cercado De Lima	9:30
28	Av Universitaria	Av Venezuela	Cercado De Lima	9:40
29	Av Faucett	Av Venezuela	San Miguel	9:50
30	Av La Marina	Av Universitaria	San Miguel	10:05
31	Av Bolívar	Av Brasil	Pueblo Libre	10:10
32	Av C Vallejo	Av Riva Agüero	El Agustino	7:09
33	Av Golf Los Incas	Av Circunvalación	La Molina	7:43
34	Av Fontana	Av Circunvalación	La Molina	8:12
35	Av Golf Los Incas	Av Raúl Ferrero	La Molina	8:39
		Av Alameda Del		8:55
36	Av Raúl Ferrero	Corregidor	La Molina	
37	Av.28 De Julio	Paseo De La Republica	Cercado De Lima	9:54
	Paseo De La			10:00
38	República	Av Bausate Y Meza	Cercado De Lima	
39	Av Universitaria	Jr Mantaro	Cercado De Lima	8:15
40	Av Túpac Amaru	Av Belaunde	Comas	9:55

### 3.2.- TOMA DE MUESTRA

#### 3.2.1.- MATERIALES PARA LA TOMA DE MUESTRAS

1. Recipientes de plástico inerte con tapa de cierre hermético a presión o tapón de rosca de aproximadamente 250 mL.
2. Espátula de acero inoxidable. Deberá estar limpia y seca; para ello , se limpia con una toallita húmeda con agua destilada y se seca con gasa estéril antes de tomar la muestra.
3. Guantes de vinil.
4. Etiquetas y plumón de tinta indeleble.
5. Cinta masking tape.

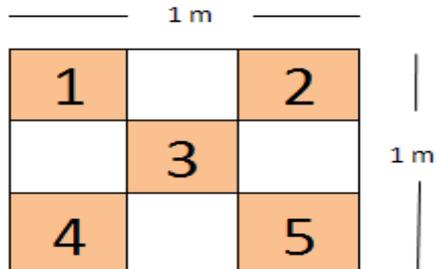
*Los recipientes deberán estar limpios y secos y permanecer cerrados hasta el momento de llevar a cabo el muestreo .En el caso de la espátula, será necesario limpiarla con una toallita húmeda antes de tomar la muestra. Este es particularmente importante si se han tomado otras muestras durante el día.*

**Foto nº 1**



### 3.2.2.- PROCEDIMIENTO

1. Determinar aproximadamente el tamaño de cada lugar(  $1 \text{ m}^2$  ) y hacer una división imaginaria en 5 puntos.



2. En cada punto tomar una medida equivalente de 40 g de tierra y colocarlas en un mismo recipiente.
3. Muestrear la capa superficial de 1 a 3 cm. de profundidad del suelo.
4. Cerrar herméticamente el recipiente.
5. Colocar la etiqueta y escribir el código de identificación de cada muestra.

**Foto nº 2**



### 3.2.3.-TRANSPORTE Y CONSERVACION

1. Los recipientes de las muestra son sellados con cinta masking tape para impedir la pérdida o contaminación de la mismas durante su traslado al laboratorio.
2. Conservar las muestras en sitio fresco y seco hasta el momento de efectuar el proceso analítico.

### 3.3.-DETERMINACION DE PLOMO

#### 3.3.1.- MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS

##### MATERIALES

Pipetas volumétricas de 1 mL, 5mL, 10 mL

Tubos de ensayo tipo pirex de 15 mL con tapa rosca con fondo redondo.

Fiolas aforadas de 100 mL,500 mL

Cocinilla eléctrica.

Rejilla de asbesto.

Pinza de madera.

Embudos de vidrio.

Vasos de precipitado de 250 mL

Bagueta.

Gradilla.

Papel filtro.

##### EQUIPOS

- Espectrofotómetro de Absorción Atómica PERKIN ELMER modelo ANALYST 200

**Condiciones optimas de trabajo de la lámpara de plomo:**

Longitud de onda (nm) : 283,3

Abertura (nm) : 0.7

Ruido: 0.43

Sensibilidad de chequeo (mg/L) : 20.0

Rango Lineal ( mg/L) : 20.0

Llama: Aire/acetileno (10:2)

T° : 2100 - 2400 °C.

Fuente: Lámpara de Lumina Perkin Elmer : opera entre 10 mamp – 12 mamp. Lámpara de cátodo hueco.

Escala (cm.):10

Flujo de aspiración de la muestra: 2m L / 30 seg (4 mL/min)

Calor de combustión: 1450 BTU /pie 3 (12 300 BTU / hra).

- Balanza Analítica eléctrica sensibilidad 0.1 mg. Marca OHAUS Pioneer

## REACTIVO

- Agua destilada.
- Solución Nitro perclórico (5:1).

Solución patrón de Plomo. (1000 µg./dL en HNO<sub>3</sub> 2%): *Nitrato de plomo / ácido nítrico solución al 2% en proporción de 1mL: 1mg (Fe) Solución de 1000 ppm ±1%. Solución de Plomo de referencia certificado por Fisher Chemicals Código: SL21 – 500 Lote. 061332 Fecha de expiración: Enero/2010).*

### 3.3.2.- PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS

Las muestras tomadas se hacen secar y se llevan hasta peso constante.

- Pesar 1 – 2 g de muestra.
- Añadir 25 mL de solución de Nitro perclórico 5:1, calentar de 1,5 – 2 horas.
- Enfriar y filtrar.
- El residuo lavar por 3-4 veces con 10 mL de HNO<sub>3</sub> 1%.
- El líquido de los lavados añadir a la solución y el residuo se desecha

- Completar con agua destilada c.s.p. 25 mL
- Leer a 283 nm en el espectrofotómetro de absorción atómica.

### 3.3.3.- MÉTODO EMPLEADO: FUNDAMENTO

La concentración de plomo en suelos fue determinado por el método de Espectrofotometría de Absorción Atómica con llama aire/acetileno.

### FUNDAMENTO

- ♦ El plomo se logra atomizar a una temperatura que va desde 2100 a 2400 °C y absorbe la radiación a una longitud de onda de 283 nm.

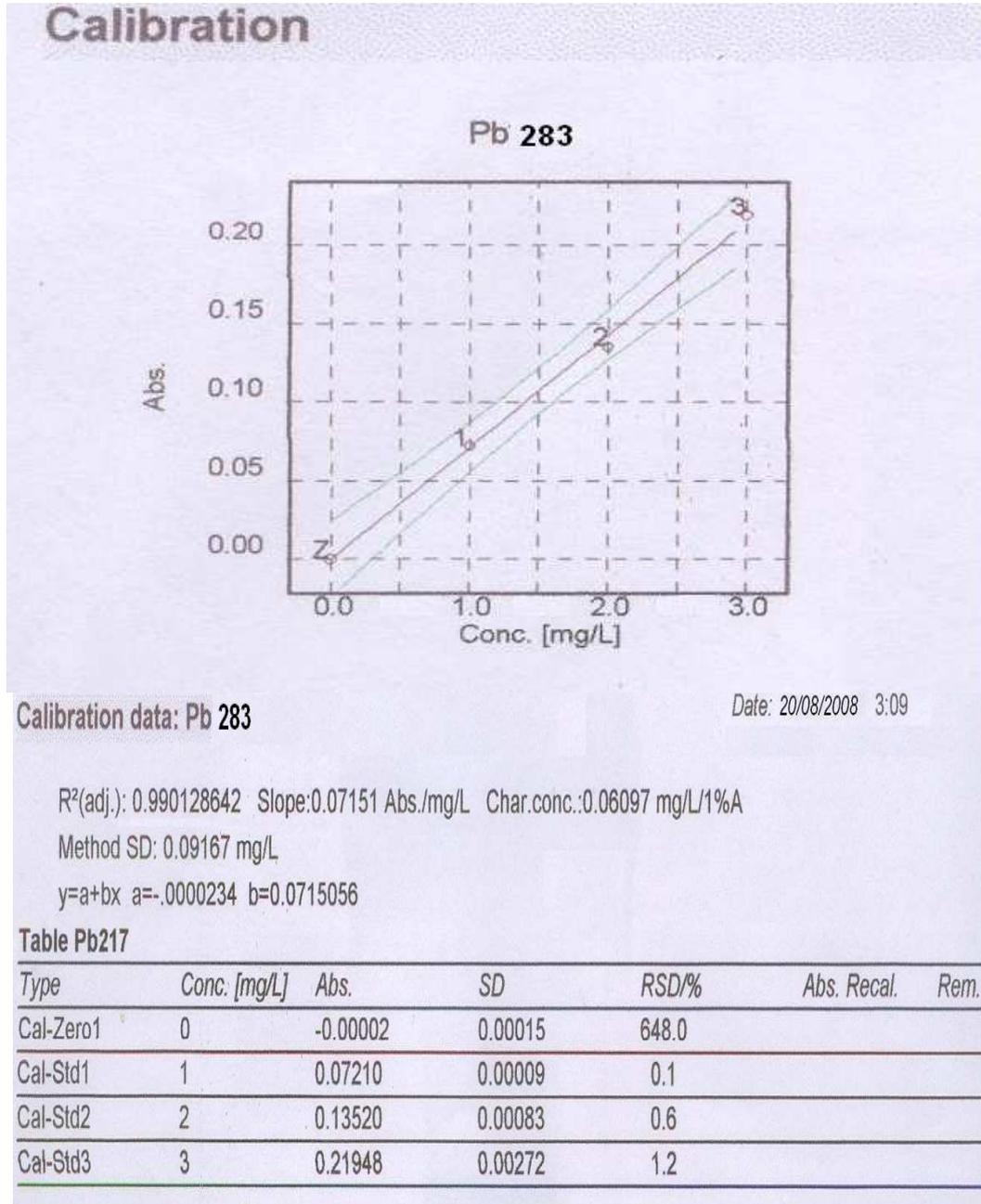
### 3.3.4.- CURVA DE CALIBRACIÓN

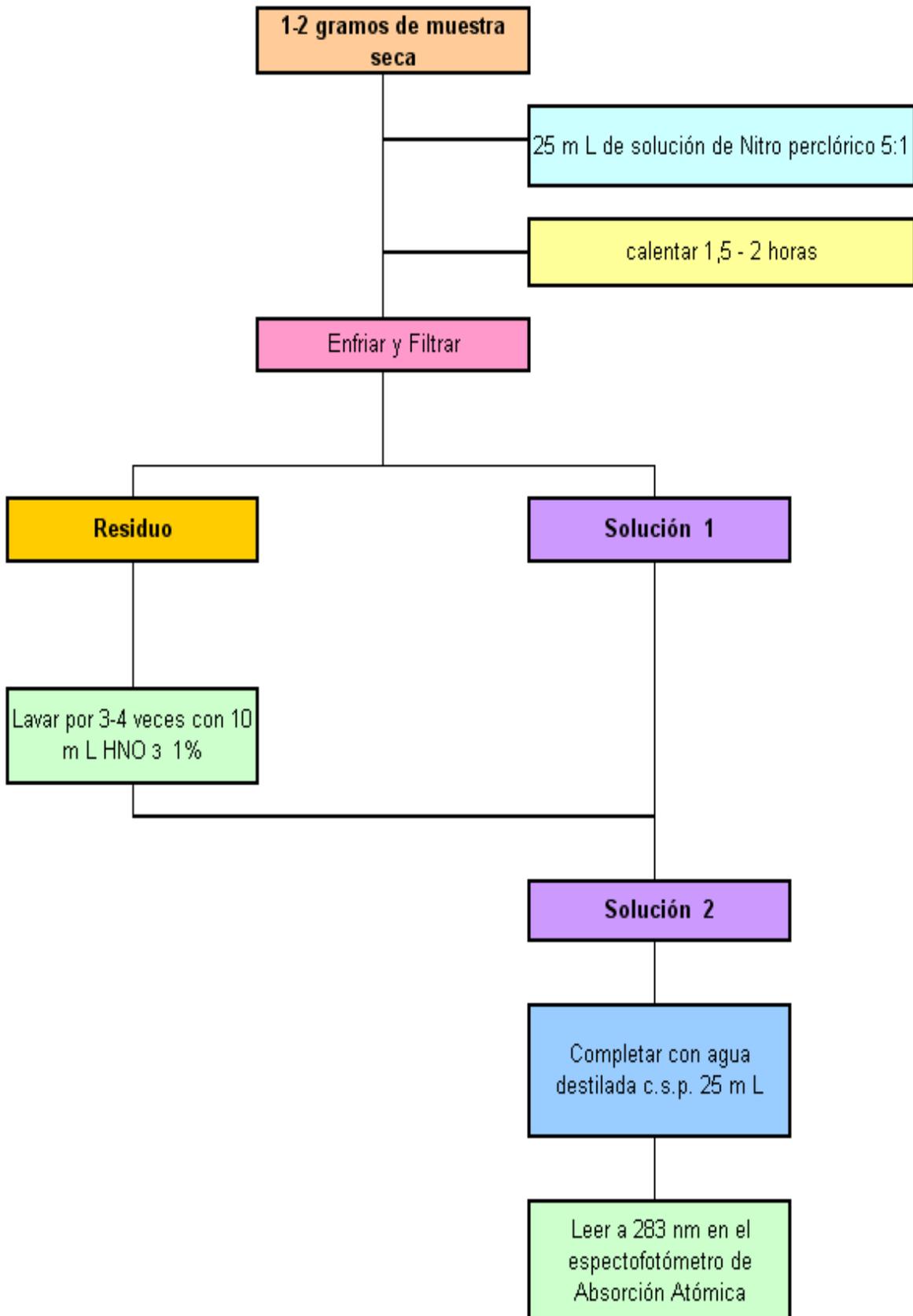
Para obtener esta curva de calibración de plomo se miden con pipetas, cantidades crecientes de la solución patrón de Plomo. (1000 ppm o mg/L )

De la solución patrón de Plomo se toma 1 mL. Se completa a 100 mL con H<sub>2</sub>O destilada. De esta dilución se preparan las siguientes diluciones:

1 mL	se lleva a	100 mL	con H <sub>2</sub> O se obtiene una concentración de	1 mg/L
2 mL	se lleva a	100 mL	con H <sub>2</sub> O se obtiene una concentración de	2 mg/L
3 mL	se lleva a	100 mL	con H <sub>2</sub> O se obtiene una concentración de	3 mg/L

### Curva de Calibración del Plomo



**3.3.5.- FLUJOGRAMA DEL ANALISIS DE MUESTRA**

## IV.-RESULTADOS

## Cuadro nº1

## Resultados Generales de la Concentración de Plomo en Suelo

Fecha : 20-08-2008

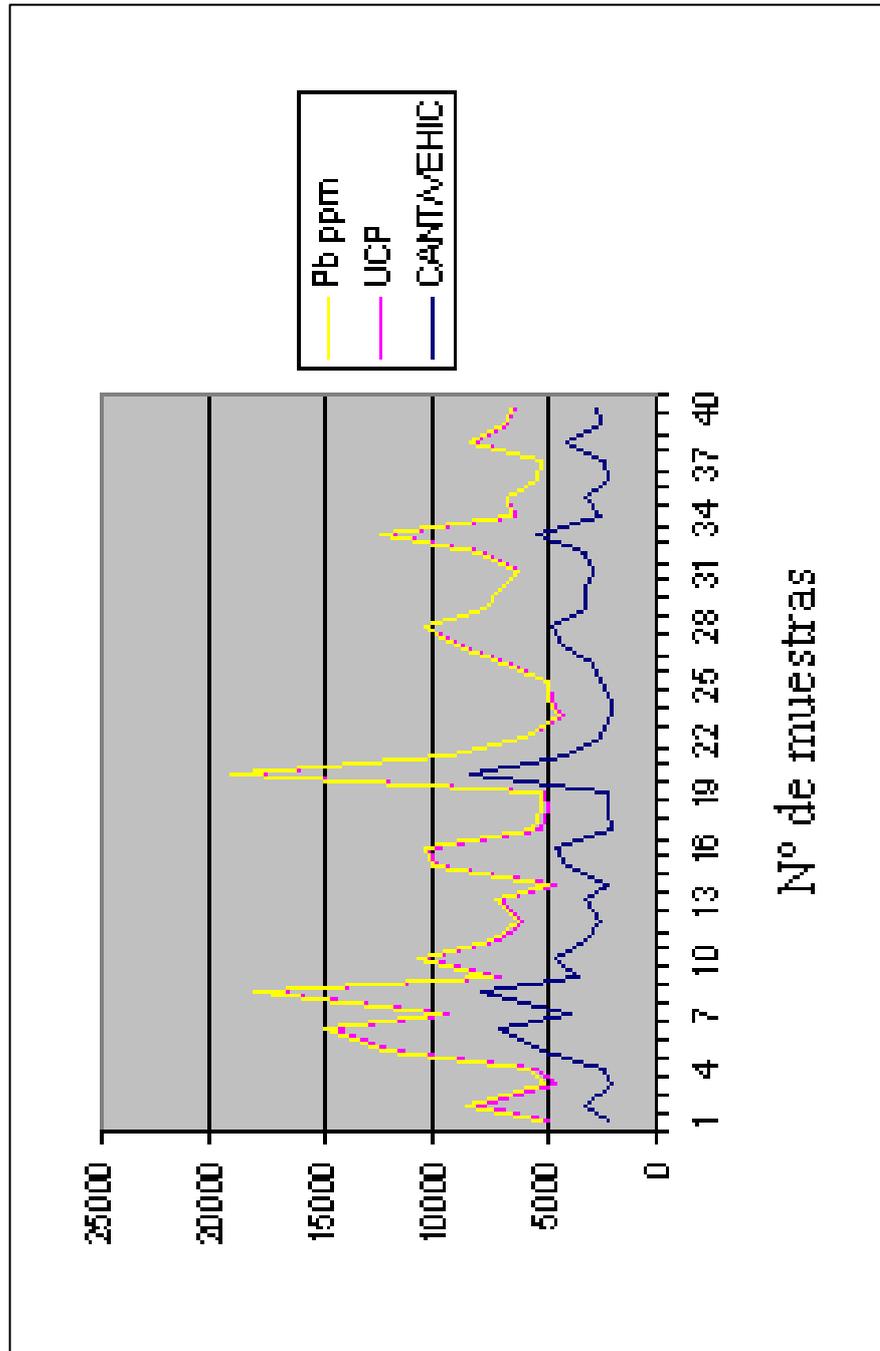
N° DE MUESTRA	VIA	INTERSECCION	DISTRITO	CANT.VEHIC * (hora/sentido)	UCP ** (hora/sentido)	Pb ppm
1	AV T MARSANO	AV C DEL INCA	SANTIAGO DE SURCO	4721	5644	116.25
2	PNA SUR	PTE ATOCONGO	SAN JUAN DE MIRAFLORES	8454	10512	150.12
3	AV LOS HEROES	AV SAN JUAN	SAN JUAN DE MIRAFLORES	2688	3724	62.12
4	AV ALPIO PONCE	PCNA SUR	SAN JUAN DE MIRAFLORES	3147	3880	113.00
5	PNA NORTE	AV C IZAGUIRRE	LOS OLIVOS	4465	6130	253.25
6	AV UNIVERSITARIA	AV C IZAGUIRRE	LOS OLIVOS	2217	2747	179.00
7	AV UNIVERSITARIA	AV JOSE GRANDA	SAN MARTIN DE PORRES	2600	3502	229.62
8	AV TUPAC AMARU	AV E HABICH	SAN MARTIN DE PORRES	5431	6835	110.62
9	AV ZARUMILLA	PTE PORVENIR	SAN MARTIN DE PORRES	7922	9964	261.50
10	AV PROCERES	AV TUSILAGOS	SAN JUAN DE LURIGANCHO	3251	4470	110.87
11	AV.9 DE COTUBRE	MCDO DE FLORES	RIMAC	2617	3851	110.12
12	C CENTRAL	AV RUISEÑORES	ATE	4055	5836	220.00
13	AV SALAVERRY	AV REBAGLIATI	LINCE	2379	3012	362.87
14	AV.A TIRADO	AV PETIT THOUARS	LINCE/STA BEATRIZ	2014	2193	147.25
15	AV J PRADO	AV R.NAVARRETE	SAN ISIDRO	6952	7685	319.62
16	AV R PALMA	AV PETIT THOUARS	MIRAFLORES	2932	3239	111.00
17	AV OSCAR BENAVIDES	JR SCHELL	MIRAFLORES	2451	4305	72.37
18	AV ANGAMOS	AV AVIACION	SAN BORJA	3278	3864	251.25
19	AV AVIACION	AV SAN BORJA	SAN BORJA	2154	2765	412.25
20	JR HUANUCO	JR AMAZONAS	CERCADO DE LIMA	2249	2792	167.62
21	AV ABANCAY	JR AMAZONAS	CERCADO DE LIMA	3804	5547	282.87
22	AV ABANCAY	AV N PIEROLA	CERCADO DE LIMA	2521	3348	147.50
23	AV GRAU	AV ABANCAY	CERCADO DE LIMA	2051	3234	201.25
24	AV TACNA	AV EMANCIPACION	CERCADO DE LIMA	3148	4493	114.12
25	AV ALFONSO UGARTE	JR ZORRITOS	CERCADO DE LIMA	5326	6633	336.25
26	AV G. DE LA VEGA	AV BOLIVIA	CERCADO DE LIMA	3262	4890	408.50
27	AV VENEZUELA	AV TINGO MARIA	CERCADO DE LIMA	4074	5224	149.25
28	AV UNIVERSITARIA	AV VENEZUELA	CERCADO DE LIMA	2228	3139	90.37
29	AV FAUCETT	AV VENEZUELA	SAN MIGUEL	3236	3764	226.62
30	AV LA MARINA	AV UNIVERSITARIA	SAN MIGUEL	4646	5646	205.87
31	AV BOLIVAR	AV BRASIL	PUEBLO LIBRE	2095	2525	220.50
32	AV C VALLEJO	AV RIVA AGÜERO	EL AGUSTINO	2075	2627	144.50
33	AV GOLF LOS INCAS	AV CIRCUNVALACION	LA MOLINA	3488	3565	259.75
34	AV FONTANA	AV CIRCUNVALACION	LA MOLINA	4321	4544	121.75
35	AV GOLF LOS INCAS	AV RAUL FERRERO	LA MOLINA	4077	4142	73.62
36	AV RAUL FERRERO	AV ALAMEDA DEL CORREGIDOR	LA MOLINA	2434	2434	127.25
37	AV.28 DE JULIO	PASEO DE LA REPUBLICA	CERCADO DE LIMA	2899	3830	123.37
38	PASEO DE LA REPUBLICA	AV BAUSATE Y MEZA	CERCADO DE LIMA	2310	2918	89.12
39	AV UNIVERSITARIA	JR MANTARO	CERCADO DE LIMA	3152	3506	99.25
40	AV TUPAC AMARU	AV BELAUNDE	COMAS	2070	2556	393.25

Nota:

- \* La cantidad de vehículos señalados es la sumatoria de los diferentes tipos de unidades vehiculares(auto, bus, micro, camioneta rural, camión, camión > 2E, bus interprovincial, moto, mototaxi y bicicleta ) que pasa por dicha vía; estas cantidades fueron tomadas en horarios de mayor carga vehicular (hora punta).
- \*\* UCP: Es la Unidad Coche Patrón; indica el total de vehículos equivalentes a un solo tipo de unidad vehicular, para este caso se trabajó con las equivalencias del auto.

Figura n° 1

Relación de la Concentración de Plomo en Suelo con la UCP ( Unidad de coche Patrón) y la Cantidad Vehicular



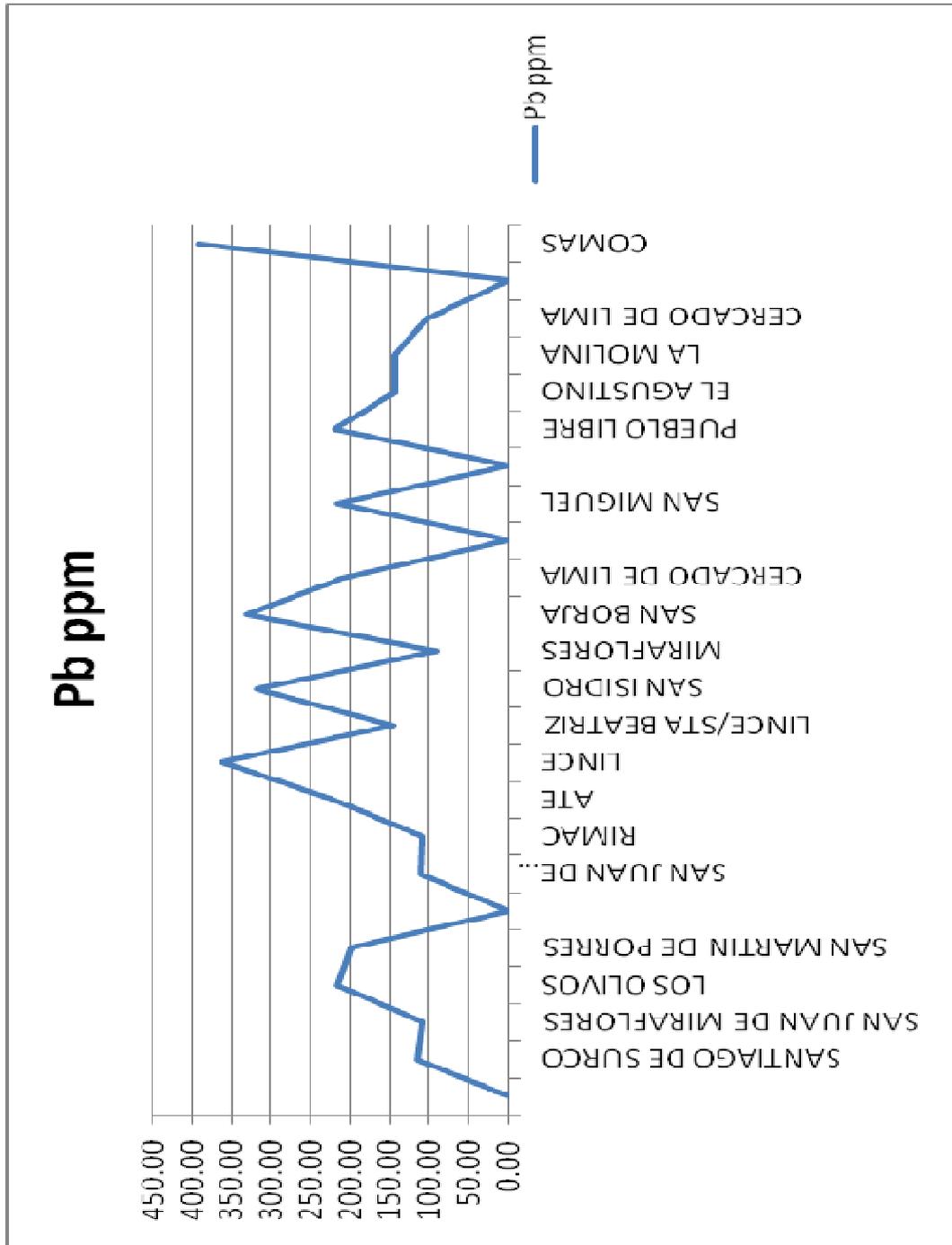
**Cuadro n°2****Concentraciones Promedio de Plomo en suelo en los distritos en Lima Metropolitana**

Fecha: 20-08 2008

N°	DISTRITO	Pb ppm
1	SANTIAGO DE SURCO	116.25
2	SAN JUAN DE MIRAFLORES	108.41
3	LOS OLIVOS	216.13
4	SAN MARTIN DE PORRES	200.58
5	SAN JUAN DE LURIGANCHO	110.87
6	RIMAC	110.12
7	ATE	220.00
8	LINCE	362.87
9	LINCE/STA BEATRIZ	147.25
10	SAN ISIDRO	319.62
11	MIRAFLORES	91.69
12	SAN BORJA	331.75
13	CERCADO DE LIMA	210.86
14	SAN MIGUEL	216.25
15	PUEBLO LIBRE	220.50
16	EL AGUSTINO	144.50
17	LA MOLINA	145.59
18	CERCADO DE LIMA	103.91
19	COMAS	393.25

Figura n° 2

Concentraciones Promedio de Plomo en suelo en los distritos en Lima Metropolitana



**Cuadro n°3****Promedio de la Concentración de Plomo en Suelo**

Fecha: 20-08 -2008

N° de muestras: 40

<b>RESULTADOS 2008</b>	<b>CANTIDAD VEHICULAR</b>	<b>UCP</b>	<b>PLOMO (mg/kg)</b>
PROMEDIO	3479,85	4387,875	189,3915

*Nota:*

- \* *La cantidad de vehículos señalados es la sumatoria de los diferentes tipos de unidades vehiculares (auto, bus, micro, camioneta rural, camión, camión > 2E, bus interprovincial, moto, mototaxi y bicicleta ) que pasa por dicha vía; estas cantidades fueron tomadas en horarios de mayor carga vehicular (hora punta).*
- \*\* *UCP: Es la Unidad Coche Patrón; indica el total de vehículos equivalentes a un solo tipo de unidad vehicular, para este caso se trabajó con las equivalencias del auto*

**Cuadro n° 4****Concentración Promedio de Plomo en Suelo en el año 2001 y en el año 2008**

<b>RESULTADOS</b>	<b>Año 2001</b>	<b>Año 2008</b>
CONCENTRACION PROMEDIO DE PLOMO (mg/kg)	553,35	189,39

## V.- DISCUSION DE RESULTADOS

En el presente trabajo de investigación, la determinación de la Concentración de Plomo en suelos de los puntos seleccionados de la ciudad de Lima Metropolitana se realizó considerando la toxicidad de este metal y la contaminación ambiental como un problema de salud pública que afecta a nuestra capital.

Los valores obtenidos en este trabajo de Investigación indican que la concentración de plomo en suelos se encuentran en un promedio de 189,39 ppm (mg/ Kg).

También se observa que la concentración de plomo en suelos esta en relación directamente proporcional con la cantidad vehicular y la Unidad de coche patrón.

Esta alta concentración se debe entre otras fuentes de contaminación a la gasolina de los automóviles por ser estos lugares zonas de alto tránsito vehicular.

También se ha observado en los lugares de muestreo la presencia de niños jugando, vendedoras de productos alimenticios o comida, los cuales forman parte de grupos de riesgo ya que están muy expuestos a la contaminación de plomo por la ingestión e inhalación del mismo.

Con respecto al trabajo realizado en el año 2001, se observa que la cantidad de plomo en suelo ha disminuido considerablemente de 553,35 mg/kg (Año 2001) hasta 189,39 mg/Kg (Año 2008); debido al incremento de asfaltado de las carreteras y avenidas, la cultura ambiental sembrada en los pobladores, la mayor rigurosidad en la renovación del parque automotor y en el cumplimiento de revisiones técnicas, el mercado ya esta ofreciendo combustibles menos contaminantes.

## VI.- CONCLUSIONES

- 1.- La concentración promedio de plomo en suelo de las avenidas más transitadas obtenida es de 189,39 ppm (mg/ Kg), se encuentra fuera del valor límite establecidos para el plomo en suelos, según la OMS, que es de 25 mg/Kg.
- 2.- El lugar con menor concentración de plomo en suelos es en el cruce de la Avenida Los Héroes con Avenida San Juan con una concentración de 62,12 mg/Kg.
- 3.- El lugar con mayor concentración de plomo en suelos es en el cruce de la Avenida Aviación con Avenida San Borja con una concentración de 412,25 mg/Kg.
- 4.- La concentración de plomo en suelos en el año 2001 (553,35 mg/kg ) es mayor a la del año 2008 (189,39 mg/Kg) .

## VII.- RECOMENDACIONES

### En el aspecto técnico

1. Priorizar el transporte público implementando los corredores viales; que según Fernando Perera del consorcio PROTUM, los camiones ahorrarían hasta un 29% en combustibles, los autos 15% y los ómnibus 2%
2. Activar el tren eléctrico.
3. Mejoramiento de la calidad de los combustibles, en particular reducción del contenido de azufre del diesel.
4. Mejoras en la certificación y fiscalización en las vías,
5. Uso de combustibles alternativos como: el gas natural (principalmente compuesto por metano), etanol, biodiesel, hidrógeno, aceites vegetales, GLP.
6. Implementar más zonas peatonales en la ciudad y fomentar la caminata
7. Desarrollo de una capacidad de fiscalización de fuentes móviles, específicamente la aplicación de revisiones técnicas periódicas.
8. Imposición de cuotas para poder circular por el centro de la ciudad.
9. Desarrollo de una capacidad de fiscalización de fuentes móviles, específicamente la aplicación de revisiones técnicas periódicas.
10. Imposición de cuotas para poder circular por el centro de la ciudad.
11. Retirar de circulación en forma paulatina con un programa de recompra y de financiamiento para sustituir unidades que tienen más de 15 años de antigüedad.
12. Arborizar la ciudad.
13. Uso de la pastilla *power pillfer* -3 colocando en el tanque y que reduce el consumo de combustible y las emisiones de gases contaminantes hasta en un 73%.

14. Disminuir la necesidad de movilidad regulando el uso del suelo de manera que haga económicamente viable el transporte colectivo, mediante una planificación urbana y estableciendo diferentes turnos de entrada a los centros de atracción de viajes.
15. Incentivar el uso de la bicicleta.
16. crear una cultura de la no contaminación mediante la educación.

### **En el aspecto legal**

1. El retiro paulatino de buses altamente contaminantes estableciendo normas de emisión más estrictos para buses y retirar de circulación mediante una recompra (Modificar la ley General del Transporte y Tránsito Terrestre).
2. Introducción de automóviles catalíticos (Modificar el D.S.058-2003 MTC. Reglamento nacional de Vehículos, en lo referente a los requisitos técnicos del vehículo)
3. Emitir una ordenanza municipal que restringe el flujo vehicular utilizando el número de placa en las horas pico, restringiendo en un 30% la circulación de los vehículos privados. Gravar con más impuestos a los combustibles más contaminantes.

## VIII.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1.- **Nolasco G** .Universidad Nacional Mayor de San Marcos .Facultad de Farmacia y Bioquímica .Tesis para obtener el Título Profesional de Químico Farmacéutico. Determinación de la concentración de plomo en suelos de Lima Metropolitana y su repercusión en la contaminación ambiental. Lima. 2001.

2.- **Álvarez C** . Resumen del flujo vehicular de las vías de Lima Metropolitana-ambos sentidos .Municipalidad Metropolitana de Lima .Gerencia de Transporte Urbano .Subgerencia de Estudios de Tránsito y Transporte Urbano; 2008 Mayo. **(Of.Nº 789-08 – MML/ GTU)**

3.- **Valdivia M**. Intoxicación por Plomo. 2005 **(Referido en 2008 julio)** **(6 páginas en pantalla)**. Disponible en: URL: <http://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/spmi/v18n1/pdf/a05v18n1.pdf>

4.- Metales pesados en la salud. **(Referido en 2008 Noviembre)****(11 páginas en pantalla)** Disponible en : URL: <http://www2.sag.gob.cl/Recursos-Naturales/criterios calidad suelos agricolas/pdf/4 metales pesados salud.pdf>

5.- **AGENCIA PARA SUSTANCIAS TÓXICAS Y EL REGISTRO DE ENFERMEDADES. (ATSDR)**. Reseña Toxicológica del Plomo .Atlanta, EE. UU División de Toxicología y Medicina Ambiental. Departamento de Salud y Servicios Humanos de los EE.UU.2007

6.- **Ubillus J**. Universidad Nacional Mayor de San Marcos .Facultad de Ingeniería Química . Tesis para optar Título profesional de Ingeniero Químico. Estudio sobre la presencia de plomo en el medio ambiente de Talara en el año 2003.

7.- **Chirinos C, Ames E, Cederstav A.** Riesgo De Salud en La Oroya es Mayor de lo pensado: Plomo y compuestos de Plomo Clasificados como Cancerígenos. 2004

Febrero (Referido en 2008 Julio) (6 páginas en pantalla). Disponible en : URL:

<http://www.aida-americas.org/templates/aida/uploads/docs/Plomo.pdf>

8.- **Carreón T, López L, Romieu I.** Procedimientos para las muestras de suelo. Manual de Procedimiento en la Toma de Muestras Biológicas y Ambientales para Determinar Niveles de Plomo. 1995. (Referido en 2008 Julio) (89 páginas en pantalla) Disponible en ;URL:

<http://www.cepis.org.pe/bvsacd/eco/030493.pdf>

3.- **Asociación Automotriz del Perú.** Boletín Virtual de la Asociación Automotriz del Perú – AAP. Lima (Referido en 2008 Abril) (01 páginas en pantalla). Disponible en URL: <http://www.aap.org.pe/boletin/30-04-08/ma2300408.html>

4.- **Asociación Automotriz del Perú – AAP.** CONSECUENCIAS DEL CAOS VEHICULAR EN LIMA. 2007 Agosto (Referido 2009 Marzo) (01 páginas en pantalla) Disponible en URL: <http://www.aap.org.pe/boletin/31-08-07/ma2310807.html>

5.- **Base de Datos Turísticos del Perú . BADATUR.** Observatorio Turístico del Perú. Lima. (Referido en 2008 Diciembre) (01 páginas en pantalla). Disponible en URL: <http://www.observatorioturisticodelperu.com/mapas/limapobl.pdf>

7.- **Cabrera C.** Relaciones entre calidad ambiental y calidad de vida en Lima Metropolitana. 2001

Abril – Diciembre (Referido en 2008 Julio) (6 páginas en pantalla).

Disponible en : URL:

<http://64.233.169.104/search?q=cache:qVvIa5O5dVkJ:sisbib.unmsm>.

[edu.pe/bibvirtualdata/publicaciones/geologia/Vol5\\_N9\\_2002/relaciones\\_calidad.pdf+relaciones+entre+calidad+ambiental+y+calidad+de+vida+en+lima&hl=es&ct=clnk&cd=1&gl=pe](http://edu.pe/bibvirtualdata/publicaciones/geologia/Vol5_N9_2002/relaciones_calidad.pdf+relaciones+entre+calidad+ambiental+y+calidad+de+vida+en+lima&hl=es&ct=clnk&cd=1&gl=pe)

9.- SOCIEDAD NACIONAL DE MINERIA, PETROLEO Y ENERGIA (Snmp) EL Plomo. 2007 . **Mayo (Referido en 2008 Diciembre) (3 páginas en pantalla)**

**Disponible en:**

**URL:**[http://www.confiep.org.pe/facipub/upload/publicaciones/1/962/informe\\_plomo\\_snmpe.pdf](http://www.confiep.org.pe/facipub/upload/publicaciones/1/962/informe_plomo_snmpe.pdf)

10.-Cornejo A, Gottesfeld P. Niveles de Plomo en Interiores. 204 Octubre (Referido en 2008 Julio) (27 páginas en pantalla).Disponible en : URL:  
[http://www.aida-americas.org/templates/aida/uploads/int\\_pbdustes.pdf](http://www.aida-americas.org/templates/aida/uploads/int_pbdustes.pdf).

11.-CabreraC. Relaciones entre calidad ambiental y calidad de vida en Lima Metropolitana.2001.

12.- Preguntas frecuentes sobre el plomo y la intoxicación por plomo (Referido en 2008 Noviembre)( 02 páginas en pantalla) **Disponible en:**

**URL:**

[http://www.tabernacle.k12.nj.us/forms/medical/Plomo\\_Preguntas.pdf](http://www.tabernacle.k12.nj.us/forms/medical/Plomo_Preguntas.pdf)

13.-Dirección Informática Académica (SIA) Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP).Contaminación Vehicular en Lima. 2006. Noviembre (Referido en 2009 Marzo)(04 páginas en pantalla)**Disponible en:**

**URL:**

<http://blog.pucp.edu.pe/index.php?blogid=372>

14.- BADATUR. Observatorio Turístico del Perú. Población Proyectada de Lima. (Referido en 2008 – Diciembre) ( 09 páginas en pantalla) **.Disponible en :URL:**

<http://www.observatorioturisticodelperu.com/mapas/Limapobl.pdf>.

15.- **Asociación Automotriz del Perú – AAP.** CONSECUENCIAS DEL CAOS VEHICULAR EN LIMA. 2007 Agosto (Referido 2009 Marzo) (01 páginas en pantalla) Disponible en : URL: <http://www.aap.org.pe/boletin/31-08-07/ma2310807.html>.

16.- **Paredes P.** Contaminación Vehicular en Lima y Callao y Propuestas de Solución .2006 (Referido en 2009 Marzo) (15 páginas en pantalla) Disponible en URL: <http://www.unfv.edu.pe/site/facultades/fiis/INF%5B1%5D.FINAL-Ing.Paredes.pdf>

17.- **Universidad de Lima.** PARQUE AUTOMOTOR COMO PROBLEMA AMBIENTAL.2002 (Referido en 2009 Marzo) (09 páginas en pantalla) Disponible en URL: <http://pdf.rincondelvago.com/contaminacion-ambiental-en-lima.html>

18.- **Gerencia de Transporte Urbano.GTU.** Proyectos ambientales. 2007 (Referido en 2009 Marzo) (02 páginas en pantalla).Disponible en URL: <http://www.gtu.munlima.gob.pe/medioambiente/PAProblematica.htm>

19.- [contaminacionesagresion@yahoo.com](mailto:contaminacionesagresion@yahoo.com). Contaminación Vehicular (Referido en 2009 Marzo). Disponible en: URL: <http://www.geocities.com/contaminacionesagresion/vehicular.htm>

20.- **Perú 21.Pe** .Lima tiene 65 grifos de Gas Natural Vehicular .2009 (Referido en 2009 Marzo) (01 páginas en pantalla) Disponible en URL:<http://peru21.pe/impres/noticia/lima-tiene-65-grifogasnaturalvehicular/2009-02-07/237983>

## IX.- ANEXOS

## ANEXO N° 1: Informe de Análisis Especial de la Determinación de plomo en suelo de Lima Metropolitana (Muestra n° 01 al N° 20).



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



### INFORME DE ANALISIS ESPECIAL

SOLICITANTE : YULISA CASTILLO ALEGRIA

PROCEDENCIA : LIMA

MUESTRA DE : SUELO

REFERENCIA : H.R. 19508

BOLETA : 5-136

FECHA : 20-08-08

Número Muestra		Pb ppm
Lab	Claves	
4197	01	116.25
4198	02	150.12
4199	03	62.12
4200	04	113.00
4201	05	253.25
4202	06	179.00
4203	07	229.62
4204	08	110.62
4205	09	261.50
4206	10	110.87
4207	11	110.12
4208	12	220.00
4208	13	362.87
4210	14	147.25
4211	15	319.62
4212	16	111.00
4213	17	72.37
4214	18	251.25
4215	19	412.25
4216	20	167.62



Mg. Braulio La Torre Martínez  
Jefe del Laboratorio

---

Av. La Universidad s/n, La Molina, Campus UNALM  
Telfs.: 349 5669 - 349 5647 Anexo: 222 Telefax: 349 5622  
e-mail: lobsuelo@lamolina.edu.pe

**ANEXO N° 2: Informe de Análisis Especial de la Determinación de plomo en suelo de Lima Metropolitana (Muestra n° 21 al N° 40).**



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
 FACULTAD DE AGRONOMIA  
 LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



**INFORME DE ANALISIS ESPECIAL**

SOLICITANTE : YULISA CASTILLO ALEGRIA  
 PROCEDENCIA : LIMA  
 MUESTRA DE : SUELO  
 REFERENCIA : H.R. 19508  
 BOLETA : 5138  
 FECHA : 20-08-08

Lab	Número Muestra		Pb ppm
	Claves		
4217	21		282.87
4218	22		147.50
4219	23		201.25
4220	24		114.12
4221	25		338.25
4222	26		408.50
4223	27		149.25
4224	28		90.37
4225	29		228.62
4226	30		205.87
4227	31		220.50
4228	32		144.50
4229	33		259.75
4230	34		121.75
4231	35		73.62
4232	36		127.25
4233	37		123.37
4234	38		89.12
4235	39		99.25
4238	40		393.25

*Braulio La Torre Martínez*  
 Jefe del Laboratorio

Av. La Universidad s/n. La Molina. Campus UNALM  
 Telfs.: 349 5669 - 349 5647 Anexo: 222 Telefax: 349 5622  
 e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

### ANEXO N° 3: GLOSARIO

**Actividades industriales :** La transformación de materias primas mediante la aplicación de procesos tecnológicos que les agreguen mayor valor y los conviertan en productos manufacturados.

**Cantidad vehicular:** Es la sumatoria de los diferentes tipos de unidades vehiculares (auto, bus, micro, camioneta rural, camión, camión > 2E, bus interprovincial, moto, mototaxi y bicicleta ) que pasa por dicha vía.

**Certificación :** Es el procedimiento mediante el cual una tercera parte diferente e independiente del productor y el comprador, asegura por escrito que un producto, un proceso o un servicio, cumple los requisitos especificados, convirtiéndose en la actividad más valiosa en las transacciones comerciales nacionales e internacionales.

**Contaminación ambiental :** La presencia en el ambiente de cualquier agente (físico, químico o biológico) o bien de una combinación de varios agentes en lugares, formas y concentraciones tales que sean o puedan ser nocivos para la salud, la seguridad o para el bienestar de la población; o que puedan ser perjudiciales para la vida vegetal o animal; o impidan el uso normal de las propiedades y lugares de recreación, y el goce de los mismos.

**Contaminantes gaseosos:** Gases que se liberan a la atmósfera y que pueden ser calificados como contaminantes.

**Combustible no renovable :** Combustible extraído de un recurso finito que terminará esquilado y siendo demasiado costoso o demasiado perjudicial para el medio ambiente para que pueda ser recuperado; comprende los combustibles fósiles provenientes del carbón, petróleo y gas natural y la energía nuclear.

**Combustible renovable** : Combustible extraído de un recurso natural como por ejemplo el bioetanol.

**Congestionamiento vehicular:** Congestión vial (también llamado coloquialmente como atasco o embotellamiento) se refiere tanto urbana como interurbanamente, a la condición de un flujo vehicular que se ve saturado debido a una sobredemanda de las arterias viales, produciendo incrementos en los tiempos de viaje y atochamientos.

**Ecosistema:** Es un sistema natural vivo que está formado por un conjunto de organismos vivos (biocenosis) y el medio físico en donde se relacionan, biotopo.

**Estilo de vida** : Llamado también modo de vida es una expresión que se aplica de una manera genérica, como equivalente a la forma en que se entiende la vida.

**Estándar de calidad** : el que reúne los requisitos mínimos en busca de la excelencia dentro de una organización institucional.

**Flujo vehicular:** Tasa o frecuencia de paso de N vehículos por un punto o sección, durante un tiempo T, menor a una hora.

**Fiscalización:** La fiscalización o función fiscalizadora se refiere al sometimiento de la actividad económico-financiera del sector público a los principios de legalidad, eficiencia y economía.

**Fuentes móviles:** automóviles

**Fuentes antropogénicas:** Son debidas a la actividad humana, originándose las principales emisiones por combustión de combustibles fósiles, procesos industriales, tratamientos y eliminación de residuos, etc.

**Flota vehicular:** Vehículos o automóviles.

**Fuente de energía renovable:** La energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, unas por la inmensa cantidad de energía que contienen, y otras porque son capaces de regenerarse por medios naturales.

**Fuente de energía no renovable:** Es aquella cuyas reservas son limitadas y se agotan con el uso. Las principales son la energía nuclear y los combustibles fósiles (el petróleo, el gas natural y el carbón).

**Gases tóxicos:** **Gases** que poseen componentes tóxicos y los daños al medio ambiente.

**Gasóleo:** También denominado gasoil o diésel, es un líquido de color blancuzco o verdoso y de densidad sobre  $850 \text{ kg/m}^3$  ( $0,850 \text{ g/cm}^3$ ), compuesto fundamentalmente por parafinas y utilizado principalmente como combustible en motores diésel y en calefacción.

**El Material Particulado (MP):** Es una compleja mezcla de partículas suspendidas en el aire las que varían en tamaño y composición dependiendo de sus fuentes de emisiones.

**Partículas en Suspensión (PM10) :** Las partículas que tienen un tamaño menor de  $10 \mu\text{m}$  y pueden estar constituidas por multitud de contaminantes diferentes. Estas partículas permanecen de forma estable en el aire durante largos periodos de tiempo sin caer al suelo, pudiendo ser trasladadas por el viento a distancias importantes.

**Plombemia:** Cantidad de plomo en sangre.

**Plaguicidas :** Sustancias químicas utilizadas para controlar, prevenir o destruir las plagas que afectan a las plantaciones agrícolas.

**Polución del aire :** Presencia de una o más sustancias en el aire, que tienen efectos negativos en humanos, animales y plantas, y en la calidad del aire.

**Proceso de electrolisis:** Proceso para separar un compuesto en los elementos que lo conforman, usando para ello la electricidad.

**Radiación:** Propagación de energía en forma de ondas electromagnéticas o partículas subatómicas a través del vacío o de un medio material.

**Ribete de Burton:** Ribete de color oscuro o línea marronácea que aparece en la encía alrededor de los dientes. Es característico del saturnismo (intoxicación por plomo).

**Transferencia placentaria :** Los intercambios a través de la placenta que se realizan principalmente por difusión simple (gases y agua), difusión facilitada (la glucosa), transporte activo (hierro, vitamina B12, etc) y selectivo (por ejemplo el transporte de lípidos por vesículas de pinocitosis).

**Unidad de Coche patrón :** Indica el total de vehículos equivalentes a un solo tipo de unidad vehicular, para este caso se trabajó con las equivalencias del auto

**Zonas peatonales:** Áreas para peatones. Los viales de parques, jardines y paseos.