

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**

**FACULTAD DE SALUD PUBLICA**

**MAESTRIA EN SALUD PUBLICA**

**ESPECIALIDAD EN SALUD EN EL TRABAJO**



**"EL PLOMO COMO FACTOR DE RIESGO  
OCUPACIONAL. ESTUDIO EPIDEMIOLOGICO  
EN UNA FABRICA DE ACUMULADORES"**

**PRESENTA:**

**Q.I. IRMA TERAN GARZA**

**MONTERREY, N. L.**

**ENERO DE 1987**

TM

RA1231

.L4

T4

C.1



1080059853



Biblioteca Central  
Magna Solidaridad

*F. Tesis*



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE SALUD PUBLICA

MAESTRIA EN SALUD PUBLICA

ESPECIALIDAD EN SALUD EN EL TRABAJO



"EL PLOMO COMO FACTOR DE RIESGO  
OCUPACIONAL. ESTUDIO EPIDEMIOLOGICO  
EN UNA FABRICA DE ACUMULADORES"

PRESENTA:

OLIRMA TERAN GARZA

MONTERREY, N. L.

ENERO DE 1987

A QUIEN

LUCHAR POR SUS IDEALES  
FUE SU UNICA META,  
Y SU TRAYECTORIA SINDICAL  
ASI LO CONFIRMA:

PEDRO TERAN TOVAR,

MI PADRE.

A QUIEN

EN RECTA CONCIENCIA

EL TRABAJO TODO LO VENCE:

DR. ALFREDO PIÑEYRO LOPEZ

DIRECTOR DEL HOSPITAL UNIVERSITARIO  
"DR. JOSE ELEUTERIO GONZALEZ" Y DE  
LA FACULTAD DE MEDICINA U.A.N.L., Y

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE  
FARMACOLOGIA Y TOXICOLOGIA DE LA  
FACULTAD DE MEDICINA U.A.N.L.

A MI ASESOR

M.S.P. DR. MIGUEL ANGEL GONZALEZ OSUNA.



AGRADEZCO PROFUNDAMENTE A LAS PERSONAS QUE ME  
AYUDARON DE UNA FORMA U OTRA AL DESEMPEÑO DEL  
PRESENTE TRABAJO.

A TODOS MIS AMIGOS DEL DEPARTAMENTO DE  
FARMACOLOGIA Y TOXICOLOGIA DE LA  
FACULTAD DE MEDICINA U.A.N.L.

ISABEL FIDALGO. INVESTIGADORA SOCIAL.

Y EN ESPECIAL:

A MI ASESOR ESTADISTICO,  
DR. ELOY CARDENAS ESTRADA,  
JEFE DEL DEPARTAMENTO MEDICINA DEL  
DEPORTE Y REHABILITACION  
HOSPITAL UNIVERSITARIO "DR.J.E.GONZALEZ"

MAS QUE UN AMIGO, UN HERMANO.

## INDICE

	Página
I. INTRODUCCION	1
II. ANTECEDENTES	3
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
2. JUSTIFICACION	14
3. DELIMITACION DEL PROBLEMA	26
III. HIPOTESIS	27
IV. METODOLOGIA	28
V. PRESENTACION Y ANALISIS DE RESULTADOS	42
1. Discusión de Hipótesis H.1.	46
2. Discusión de Hipótesis H.2.	51
3. Discusión de Hipótesis H.3.	54
4. Discusión de Hipótesis H.4.	56
VI. RECOMENDACIONES	58
VII. BIBLIOGRAFIA	61
VIII. ANEXOS	65

## INDICE DE GRAFICAS Y FIGURAS

FIGURA # 1.	DISTRIBUCION DEL PLOMO DENTRO DEL ORGANISMO	11
GRAFICA # 2.	PRODUCCION DE PLOMO REFINADO EN EL MUNDO ORIENTAL DURANTE 1974- 1975.	20
GRAFICA # 3.	PRINCIPALES PRODUCTORES DE PLOMO PRIMARIO EN EL MUNDO ORIENTAL DURANTE 1974-1975.	20
GRAFICA # 4.	PRODUCCION Y CONSUMO HISTORICO DEL PLOMO	24
FIGURA # 5.	VECTORES DE EXPOSICION DEL HOMBRE AL PLOMO	25
GRAFICA # 6.	CONTENIDO DE PLOMO Y LINEALIDAD DE ESTANDARES (ABSORBANCIA: CONCENTRACION)	34

## INDICE DE ANEXOS

### TABLAS

- I. Concentraciones de plomo en sangre, medias, desviaciones estándar y número de muestras de los diferentes departamentos, durante los semestres comprendidos de 1979 a 1984.
- II. Diferencias absolutas de concentración de plomo, con respecto a la concentración del semestre inmediato anterior. Medias, desviaciones estándar y número de determinaciones de los diferentes departamentos durante los semestres comprendidos de 1979 a 1984.
- III. Diferencias de concentración de plomo con respecto a la concentración inicial.
- IV. Correlación múltiple simple. Como variable a determinar ( $y$ ) es la concentración de plomo en sangre, como variable independiente ( $x_2$ ), ( $t$ ) es el tiempo de laborar en la empresa.
- V. Correlación múltiple simple. Como variable a determinar ( $y$ ) es la concentración de plomo en sangre; como variable independiente ( $x_1$ ), ( $t$ ) es el tiempo de laborar en la empresa.

- VI. Correlaciones lineales simples. Como variable a determinar ( $y$ ) es la concentración de plomo en sangre; como variable independiente ( $x$ ), ( $t$ ) es el -- tiempo en semestres.
- VII. Tiempo necesario para alcanzar las cifras de plomo en sangre de: 40, 60 y 100 microgramos %, en los - diferentes departamentos.
- VIII. Correlación múltiple. Como variable a determinar ( $y$ ) es la última concentración de plomo en sangre, determinada en una variante, como variable independiente ( $x_1$ ), ( $t$ ) es el tiempo en semestres; como - variable independiente ( $x_2$ ) y la primera concentración de plomo en sangre determinada en el mismo paciente.

18. Concentración de plomo del departamento 5 a partir de  $x_1$  y  $x_2$ .
19. Concentración de plomo del departamento 9 a partir de  $x_1$  y  $x_2$ .
20. Concentración de plomo del departamento 57 a partir de  $x_1$  y  $x_2$ .
21. Concentración de plomo del departamento 59 a partir de  $x_1$  y  $x_2$ .
22. Concentración de plomo del grupo I a partir de  $x_1$  y  $x_2$ .
23. Concentración de plomo de todos los departamentos a partir de  $x_1$  y  $x_2$ .
24. Plano de distribución de la planta de acumuladores por número de departamento.
25. Concentraciones de plomo de los diferentes departamentos en la planta de acumuladores en 1979.
26. Concentraciones de plomo en los diferentes departamentos en la planta de acumuladores en 1984.
27. Concentración de plomo de los departamentos 10,20,21, 22,23,30,33,40,55, semestres 1979-1984,
28. Concentración de plomo de los departamentos 54,56,57, 58,59, semestres 1979-1984.

## INTRODUCCION

Una fábrica no podrá ser superior en términos de productividad si es inferior en términos de salud y seguridad; estudios hechos en salud ocupacional han demostrado la ocurrencia de una amplia variedad de problemas de salud que -- afectan a las poblaciones trabajadoras; por lo que existe -- una razonable creencia de que la industrialización en los -- países en desarrollo ha creado situaciones comparables a -- aquéllas de los países décadas atrás.

Por ello las estadísticas son un arma invaluable cuando se compilan adecuadamente para identificar problemas en etapas tempranas.

Usadas efectivamente pueden ayudar a determinar la -- causa primaria de un accidente, revelar áreas de alto ries-- go, medir la efectividad de los programas, medidas de segu-- ridad, etc.

Sin embargo, las personas que trabajan en este campo al evaluar lo anterior encuentran con frecuencia que existe la dificultad de encontrar información porque hay poco es-- crito en nuestro medio o porque no existe literatura dispo-- nible.

Cuando las localizaciones geográficas crean dificultades de control, la exactitud de las estadísticas es particul

larmente importante; ya que reportan métodos disponibles para la seguridad e higiene industrial.

La introducción de nuevos usos para el plomo y sus compuestos ha originado nuevos problemas de sanidad y a pesar de nuestros adelantos las condiciones higiénicas están todavía muy lejos de encontrarse en una forma aceptable, sobre todo en las fábricas pequeñas.

El manejo de empastado, formación, ensamble, unión de las conexiones en los acumuladores, etc., son los trabajos en los cuales el riesgo es más alto debido a la exposición que probablemente tiene lugar por ingestión e inhalación de los vapores de plomo.

Es propósito de este trabajo el tratar de establecer la correlación que existe entre el tiempo de laborar, área de trabajo y concentración de plomo en sangre, utilizando algunos métodos estadísticos para evaluar la situación actual y desarrollar una proyección aplicada a lo anterior a mediano y largo plazo, pudiendo utilizar estos datos en implantación de medidas higiénicas y preventivas en forma específica y según el caso.



## ANTECEDENTES

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La distribución del plomo en el ambiente existe y ha existido siempre, de tal modo que el hombre ha estado continuamente sometido a una serie de acontecimientos de exposición en aire, agua y alimentos de gran repercusión dentro del campo de la salud pública.

Dentro de la sociedad moderna, estos contaminantes naturales se han considerado como normales (pero no por ello deseables); siendo la exposición ocupacional la fuente de contaminación más común y la más importante. A este respecto, podríamos considerar que los niveles de contaminación fueron probablemente más bajos antes de la revolución industrial que hoy en día.

Teóricamente, los individuos pueden ser adaptados a trabajos específicos de acuerdo a su capacidad mental y sus aptitudes físicas, esto es posible cuando se encuentra presumiblemente con un empleado feliz y saludable; y no se cumplirá cuando el empleado carezca de capacidad física y/o mental, por presentar alguna enfermedad o peor aún, padecimientos pre-existentes como resultado de su trabajo que le obligarán a incapacitarse temporal o definitivamente.

El plomo ha sido ampliamente usado por largo tiempo, por lo que la historia de envenenamientos por este metal es

muy extensa. Las ocupaciones que algún día fueron consideradas relativamente seguras, podrían ser riesgosas por carga adicional que el medio ambiente les impone, debido al uso indiscriminado de sustancias que contienen plomo.

El riesgo ocupacional se atribuye a la presencia de uno o más factores desfavorables, los cuales quedan determinados en un momento dado. Las enfermedades ocupacionales pueden afectar cualquier sistema del cuerpo. El organismo puede responder en una forma específica o peculiar de tal tipo de exposición, así la mayoría de las enfermedades tienen una serie de manifestaciones que no son específicas, pero sí características de la exposición.

Las constituciones hoy en día, las leyes fundamentales y declaraciones internacionales de los derechos del hombre, ya tienen junto a los derechos civiles, políticos y sociales, el derecho de la seguridad social, que implican en su contenido el derecho de las prestaciones sanitarias, que representan el cuidado de la salud para que el trabajador y su familia puedan conservarla y acrecentarla, así como una vigilancia para el diagnóstico precoz de una enfermedad y por lo tanto, la curación de cualquiera que sea la naturaleza y la causa que los haya producido.

Las enfermedades ocupacionales son causadas por una exposición prolongada del paciente a su trabajo, por lo tanto, en orden de diagnósticos propiamente una enfermedad cau

sada por el medio, deberán de evaluarse ambos: paciente y medio ambiente (30).

Así, únicamente con el conocimiento de la exposición en adición a factores clínicos, podrá ser hecho un diagnóstico exacto obteniendo datos adecuados del medio ambiente y evaluando su importancia como factores causales de riesgo ocupacional, con conceptos que influyen consideraciones de repercusión, tanto económica como social y laboral (29).

La vía de entrada principal de absorción de plomo es la vía respiratoria, la mayoría de las intoxicaciones entre el personal de la industria del plomo se produce por la inhalación de los humos del metal. La excreción se realiza principalmente por riñón e intestino; en menor proporción por la bilis, saliva y sudor (15, 30).

El síndrome tóxico producido por una ingestión continua de plomo especialmente conocida como "intoxicación crónica de plomo", da lugar a numerosas anomalías fisiológicas y metabólicas (7, 14).

Tales efectos constituyen trastornos neuromusculares, cardiovasculares, renales y en la síntesis de la hemoglobina (8,25,29,30).

Estudios recientes clínicos y experimentales han aportado gran conocimiento sobre el mecanismo de acción en la producción de algunos de los anteriores trastornos mencionados.

Por ejemplo, es bien conocido el mecanismo de disminución en la síntesis del hem con la consecuente alteración - en la síntesis de hemoglobina, aun cuando no se conoce el - mecanismo completamente se sabe que el plomo inhibe la enzima deshidratasa del ácido delta amino levulínico, la enzima oxidasa del coproporfirinógeno y la enzima ferroquelatasa; la mayormente disminuída es la deshidratasa del ácido delta amino levulínico (20, 22).

Por este motivo es bloqueada la formación del porfobilinógeno a partir del ácido delta amino levulínico; el se--gundo paso conocido es la inhibición de la ferroquelatasa, la cual cataliza la inserción del hierro en la protorpofirina (22).

Aunado a esto, ha sido demostrado un acortamiento en la vida media de los eritrocitos circulantes de alrededor - de 30 días, de sus 128 originales, lo cual, junto con el -- trastorno en la síntesis del hem, favorece la aparición de la anemia encontrada en los pacientes intoxicados crónica--mente; sin embargo, el mecanismo de acción de este fenómeno por sí solo, es decir, en ausencia de inhibición del hem, - no es capaz de producir anemia (29).

Los efectos del plomo sobre riñón son una función de dosis y duración de la exposición. En general, la toxicidad renal del plomo está estrechamente relacionada a su se--lectiva acumulación en los riñones (30).

El plomo puede producir nefropatías agudas y crónicas (30).

En nefropatías agudas por plomo, las lesiones son situadas principalmente en el epitelio tubular proximal y - - ellos incluyen: cambios en las funciones de membrana y en - la energía del metabolismo y aberraciones estructurales de la mitocondria (30).

En efectos sobre sistema nervioso, lo encontramos en el central como el periférico; la encefalopatía plúmbica a pesar de ser muy rara encontrarla hoy en día, es posible -- que se presente tanto en la intoxicación aguda como en la - crónica (30).

En la enfermedad aguda se encuentra un cerebro edematoso. Se sospecha que el causante del edema sea un trastorno vascular, la enfermedad crónica representa una lesión difusa (30).

En estudios experimentales en ratas y ratones, se ha demostrado la correlación de la exposición crónica de plomo, con los niveles de norepinefrina con su respectivo aumento en la actividad locomotora, así como la disminución en los niveles de dopamina correlacionada con alteración espontánea de la actividad locomotora (22).

En cuanto al sistema nervioso periférico, la absor- - ción lenta de plomo provoca entre otras: alteraciones demieu

linizantes caracterizadas por la degeneración de la neurona motora del asta anterior de la médula; con fenómenos de cromatólisis, vacuolización celular y formación de vesículas de grasa en el interior de las neuronas motoras (22).

También se afectan los cordones posteriores y laterales de la médula con lesiones desmielinizantes y engrosamiento meníngeo. En los nervios periféricos se observa tumefacción de los cilindroejes, desmielinización segmentaria y degeneración walteriana, con la subsiguiente atrofia de las fibras nerviosas (22).

Sobre la fibra muscular, el plomo tiene una acción selectiva, las fibras musculares lisas como células desprovistas de membrana, sufren el ataque directo del plomo experimentando un gran aumento en su contractilidad. En consecuencia, el plomo es un contractor de toda musculatura lisa, hecho de gran trascendencia en su fisiopatología toxicológica produciendo fenómenos contráctiles intensos en todos los órganos que disponen de ellos. El mecanismo íntimo de acción se desconoce. En la musculatura estriada, la acción del plomo se desconoce. En la musculatura estriada, la acción del plomo se localiza en la placa motora muscular (22).

En estadios agudos de la intoxicación por plomo, se han detectado trastornos electrocardiográficos consistentes en taquicardia, arritmia auricular, inversión de las ondas t y/o amplitud en el complejo QRS-T. Se ha observado un re

greso a la normalidad después del tratamiento. La actividad del plomo en otros sistemas no ha sido bien documentada, siendo ésta de menor importancia desde el punto de vista -- clínico; sin embargo, merecen ser mencionadas las antiguas observaciones sobre la disminución en la fertilidad y el aumento en el rango de absorción de trabajadores femeninos ex puestos (30).

El plomo cruza las barreras placentarias y puede causar daño fetal, por ejemplo: trastornos neurológicos del ni ño; recientemente han sido encontrados cambios mitóticos en linfocitos de trabajadores libres de síntomas expuestos a - plomo (30).

El plomo altera la función tiroidea evitando la incor poración de yodo, probablemente interfiriendo el eje hipófi sis tiroides (30).

#### CUADRO CLINICO

En cuanto a las intoxicaciones producidas por plomo o sus componentes, se encuentra que actualmente las formas -- agudas son muy raras. Normalmente se trata de daños cróni- cos o subcrónicos (25).

En el estadio inicial de las intoxicaciones por com- puestos orgánicos de plomo, encontramos manifestaciones no- características, como: abatimiento general, pérdida de peso, irritabilidad, dolores de cabeza en las regiones occipital

y temporal, mareos, sensación de pérdida de fuerza en los miembros, así como constipación y otros trastornos gastrointestinales (4, 25).

Con ello se deja ver en esta fase, una línea fina de color azul oscuro en el borde dental de la encía, conocida como "ribete de Burton"; la cual consiste en depósitos de sulfuro de plomo, e indica únicamente que el paciente ha sido expuesto a plomo, además de una higiene dental pobre. Esta manifestación no es común para todos los pacientes (30).

Signos de saturnismo manifiesto son especialmente los cólicos abdominales, que tienen una aparición periódica frecuentemente durante días o semanas, acompañados de una constipación severa (30).

Las parálisis plúmbicas, hoy en día rara vez observadas, consisten en pérdida progresiva y lenta de los músculos extensores, principalmente de aquellos inervados en dedos y manos por el nervio radial. Como consecuencia de exposiciones masivas, puede ocurrir la ya mencionada encefalopatía. En ella, las manifestaciones clínicas van desde trastorno del sueño, vista, lenguaje y pensamiento hasta convulsiones epileptiformes, inconciencia y delirios (25).

En cuanto a los compuestos orgánicos, se refiere especialmente al tetraetilo de plomo, la sintomatología se centra en trastornos del sistema nervioso central. Los tras-



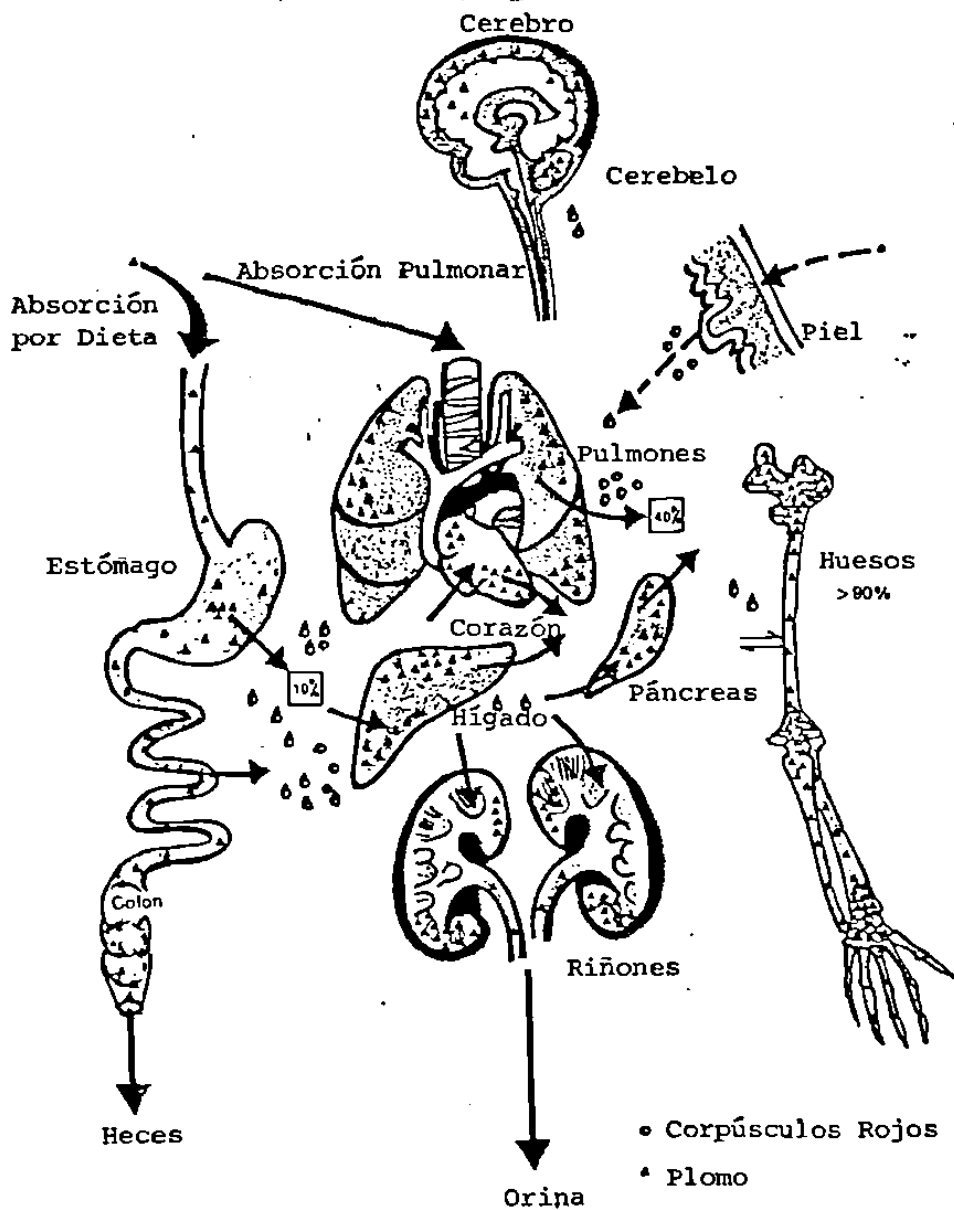


FIGURA # 1.

### DISTRIBUCION DEL PLOMO DENTRO DEL ORGANISMO.

Las tres fuentes de captar el Plomo, se muestran aquí. Por la dieta se absorben 10% a través del intestino. Por los pulmones se absorben aproximadamente un 40%. La absorción percutánea generalmente a través de la piel es mínima, excepto cuando el Plomo está en la forma de compuestos alquilo, los cuales serán absorbidos más del 1% del material usado. La absorción del plomo es transportado por la sangre a los tejidos blandos y los huesos. Más del 90% de la carga corporal de Plomo, se encontrará en huesos, con concentraciones relativamente altas en hígado y riñones. La excreción urinaria proporciona la fuente más grande de pérdida de Plomo, y una parte también se excreta en las heces. Los corpúsculos de las células rojas se muestran por un círculo abierto; el Plomo se muestra por un triángulo cerrado.

tornos en la regulación vegetativa central son además, incrementadas por el trastorno simultáneo a la función suprarrenal, así como es regular observar signos de vagotonía -- con caída de presión arterial, bradicardia y disminución de la temperatura corporal. Como síntomas acompañantes, encontramos dolores de cabeza, pérdida de sueño, así como estados maníacos y depresivos. Bajo esta sintomatología puede ocurrir la muerte en pocas horas (25).

En cuanto a las presentaciones crónicas, ocurren junto con las casi regularmente encontradas alteraciones psicológicas, una fuerte pérdida de peso con postración y adinamia como manifestación de un daño suprarrenal severo. La libido y la potencia disminuyen o desaparecen completamente. Los típicos cólicos de la intoxicación por compuestos de plomo inorgánicos, así como las parálisis producidas por estos mismos, son raramente vistos en las intoxicaciones por compuestos orgánicos. Estas manifestaciones observadas por algunos autores, deberá considerarse como una contaminación simultánea con derivados inorgánicos (17,18,25).

## LABORATORIO

Los datos clínicos de laboratorio, muestran una eliminación de la coprofirina III y especialmente del ácido delta amino levulínico, el cual desde las etapas iniciales, es posible detectarlo; mientras que una anemia o un aumento valorable de los eritrocitos con puntilleo basófilo serán detectados en estadíos posteriores (30).

El equipo de protección proporcionado por la empresa a los trabajadores en fábricas de acumuladores, consiste en uniforme industrial (overol), zapato de seguridad, guantes de protección, lentes de seguridad, máscara de seguridad con filtro especial para vapores de plomo, protección auditiva (tapones y orejeras).

El uniforme se lava en la planta, y los trabajadores deben de asearse antes de comer y salir de la fábrica.

## JUSTIFICACION

Los métodos epidemiológicos no han sido aplicados en gran extensión en el estudio de los problemas relacionados con la exposición al plomo en México.

El envenenamiento por plomo continúa siendo probablemente, uno de los más comunes en la industria, pero no existen cifras confiables concernientes a su ocurrencia y no hay tampoco ninguna estimación que pudiera dar un panorama seguro de la incidencia de este tipo de intoxicación en América.

Estudios reportados en la literatura, muestran en 1969: 443 casos en Alemania, 61 casos en Suecia, 71 casos en Gran Bretaña y 58 casos en Finlandia en 1971 (30).

La diversidad de usos y aplicaciones del plomo y sus compuestos, ha originado nuevos problemas de sanidad y a pesar de las innovaciones en cuanto a las condiciones higiénicas, éstas se encuentran todavía muy lejos de considerarse aceptables, particularmente en las fábricas pequeñas, por lo tanto, existe una razonable creencia de que la industrialización en los países en desarrollo ha creado situaciones comparables a aquellas de los países industriales décadas atrás. Así el envenenamiento por plomo, continúa siendo uno de los problemas más importantes de salud ocupacional (30).

En nuestro medio no existen estadísticas particulares y públicas actualizadas que permitan dar un conocimiento -- real del problema, ya que las que se realizan por lo general son de uso confidencial.

La recopilación y análisis del monitoreo que comprende el período 1979-1984 de los trabajadores de la planta de acumuladores en estudio, servirá para definir y establecer lineamientos en un futuro en lo que a personas expuestas a plomo se refiere, teniendo como conocimiento previo la etiología y complicaciones que una intoxicación plúmbica produce.

Aunque se han hecho estudios con anterioridad, por -- ser aislados no han sido de utilidad, por lo que no existen estadísticas que permitan establecer correlaciones para un estudio que pueda tomarse como una base para una visión de la situación general y particular de la empresa, lo cual facilitaría detectar a las personas con mayor susceptibilidad a un riesgo de intoxicación y prever o evitar el factor de incapacidad que redunda en detrimento tanto de empresa como de trabajador.

Por lo tanto, una ayuda para mejorar las condiciones de higiene industrial es sin duda, conocer la relación que existe entre los niveles de plomo en sangre contra:

a) tiempo de exposición

- b) área de trabajo
- c).medidas de seguridad
- d) concentración en el medio ambiente.

Esto con el fin de determinar las medidas para disminuir o resolver este problema, tratando de conservar y/o -- elevar el nivel de salud del trabajador.

Estos son los motivos que llevan a escribir la si- -- guiente disertación.

## MARCO TEORICO

El plomo es un elemento que pertenece al grupo IVB<sub>2</sub> - de la tabla periódica, cuya configuración electrónica es -- 6s<sub>2</sub> 6p<sub>2</sub> y que tiene las características físicas y químicas de los metales pesados (10).

Es un metal suave, pesado, maleable, relativamente -- inerte, con un bajo punto de fusión, el cual ha sido conoci do y usado por el hombre desde tiempos antiguos. Su símbo lo químico Pb (del latín Plumbum, con número atómico de 82 y peso atómico de 207.19, punto de ebullición de 1,571°C; - densidad como sólido 11.34 gr/cm<sup>3</sup> y su estado de oxidación es de +2 y +4, que lo hace ser el más pesado de los meta-- les (19, 30).

El plomo metálico fue usado en la antigüedad para la joyería, plomería y utensilios de cocina. Hay la evidencia de que el plomo ha sido usado aproximadamente hace 6,000 -- años; existe una figura de plomo en el Museo Británico que fue hecha 3,800 a.c. y los primeros pueblos en usarlo fue-- ron los fenicios 2,000 a.c. (9).

Las aplicaciones de plomo en el imperio romano, fue-- ron impresionantes. Se estima que el consumo de plomo en - Roma durante ese tiempo alcanzó a ser de 4 Kg/capita/año, - algo comparado con el consumo en los tiempos actuales en Es tados Unidos (Patterson, '65). Uno de los usos históricos

más importante del plomo fue la manufactura de acueductos y sistemas de agua. Muchos de esos sistemas, aun en buenas condiciones han sido recuperados de las ruinas de Pompeya y Roma. El plomo se usó extensamente en la manufactura de los utensilios de cocina para preservar y endulzar los alimentos, al igual que los vinos también se almacenaban en depósitos que contenían plomo. El uso doméstico del plomo en la cultura romana, probablemente contribuyó a contaminar el agua y alimentos que consumían y la teoría de que la caída del Imperio Romano se debió principalmente a un envenenamiento endémico de plomo, es soportada por datos que mostraron altas concentraciones de plomo en huesos y restos de aristócratas romanos en particular (19).

Así, los egipcios usaron la cerusita o  $\text{PbCO}_3$ , como un ingrediente de las vasijas de barro vidriadas (500 a.c.); Xenofon (400 a.c.), hace una de las primeras referencias a este material, el cual describe como "cerusa" y registra que se usaba como cosmético. Vitruvius (15 a.c.), se refiere al plomo ( $\text{Pb}_3\text{O}_4$ ) como "sandaraca", el cual fue descubierto por accidente en una jarra de cosmético de plomo blanco ( $\text{Pb}(\text{OH})_2 * 2 \text{PbCO}_3$ ), la cual había sido expuesta a calentamiento en el incendio de una casa en el Pireo (9).

Al principio de la era cristiana fue elaborado por tostación de la cerusita y no fue sino hasta mucho después de que la manufactura del plomo litargirio ( $\text{PbO}$ ) fue descubierto (9).



En los tiempos modernos, los países principales en la producción de plomo son los Estados Unidos, México, Australia y Canadá. La producción mundial de plomo para el año de 1953 fue de 2,050 toneladas (19).

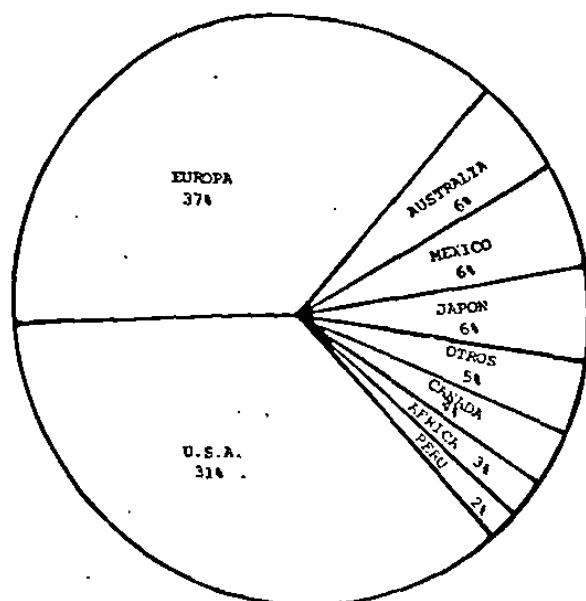
En 1970, los Estados Unidos de América produjeron - - aproximadamente 570,000 toneladas de plomo y se consumieron cerca de 1'380,000 toneladas (30).

México es el primer productor de plomo refinado en La tinoamérica y ocupa el cuarto lugar en la producción mundial (15).

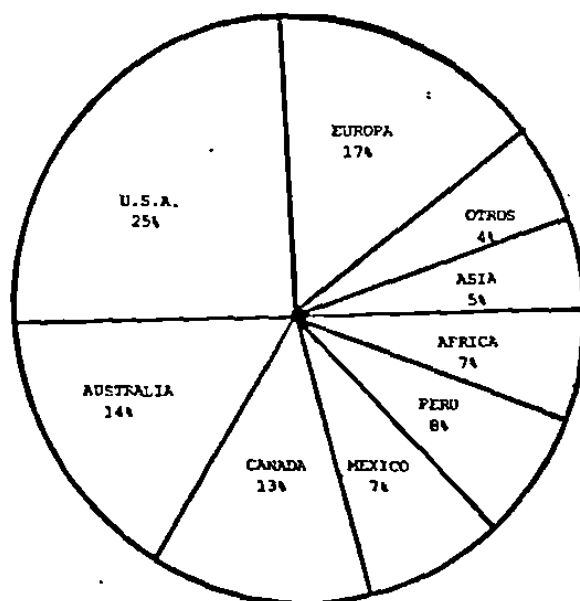
En nuestro país, con excepción de las zonas del sureste, todos los estados de la república se han localizado yacimientos de minerales que contienen plomo. Su explotación se realiza en 22 de ellos y se estima que la producción - - anual en 1981 fue superior a las 150,000 toneladas; y en -- 1982 produjo 145,000 toneladas de ese metal (10, 6).

El mineral más común es el sulfuro de plomo o galena (PbS). El plomo se recupera de los minerales por fundición en hornos y también se obtiene plomo secundario de diversos productos de desecho como: acumuladores, láminas, tubos y - placas, los cuales se funden para realizar aleaciones con - otros metales (10).

La mayor parte de los compuestos de plomo que se utilizan en la industria, se preparan a partir del monóxido o



GRAFICA # 2. PRODUCCION DE PLOMO REFINADO EN EL MUNDO ORIENTAL DURANTE 1974 - 1975. (FUENTE: GRUPO INTERNACIONAL DE ESTUDIO PLOMO-ZINC).



GRAFICA # 3. PRINCIPALES PRODUCTORES DE PLOMO PRIMARIO EN EL MUNDO ORIENTAL DURANTE 1974 - 1975. (FUENTE: GRUPO INTERNACIONAL DE ESTUDIO PLOMO-ZINC).

litargirio (PbO) (10, 3).

Aproximadamente el 45% de la producción total de plomo se utiliza en la industria de acumuladores; 10% en la -- producción de compuestos orgánicos, en particular tetraetilo de plomo, los cuales se adicionan a la gasolina por sus propiedades antidetonantes y 45% tiene múltiples aplicaciones, entre las que destacan como fuentes de exposición humana la producción y el uso de soldadura, cables, municiones, pigmentos, pinturas, tipos de imprenta, láminas de revestimiento y de blindaje, cerámica, cristales y esmaltes especiales (10, 12).

Los variados síntomas del plumbismo fueron notados mucho antes de que ellos fueran atribuidos a la acción del -- plomo. Gradualmente, sin embargo, los médicos apreciaron -- la causa de esos disturbios y al síndrome se le llamó "satur-- nismo". Fue llamado "saturno" por los alquimistas por-- que éste "absorbe y devora" refiriéndose así a todos los metales imperfectos (9).

Ciertos efectos tóxicos del plomo fueron familiares a los médicos de Grecia, Roma y Arabia antes de la era cristiana. Hipócrates (370 a.c.) describió un severo ataque de cólico en un hombre, el cual extraía metales y fue probable-- mente el primero en reconocer al plomo como la causa de -- esos síntomas (9, 30).

Nicandro en el año 200 a.c., estudió la relación de - constipación, cólico, parálisis, palidez y disturbios oculares por la acción del plomo (9, 16).

Plinio (23-79 d.c.) narraba que los antiguos pintaban sus barcos con cerusa nativa, y que el envenenamiento por - plomo fue conocido en aquellos días, ya que los trabajado-- res en productos de plomo envolvían sus caras en bolsas pa-- ra que "no pudieran inhalar el polvo pernicioso".(9).

Dioscórides (100 a.c.), descubrió que los compuestos de plomo causaban cólico, parálisis y delirio. Es conocido que la ingestión de plomo fue acontecida en el siglo XIII y el hecho de trabajadores envenenados que lo manejaban fue - registrado en el siglo XVII (9).

En 1713 Ramazzini nota que las vasijas de barro de -- quienes trabajaban con plomo, con frecuencia mostraban sus efectos nocivos "de los primeros temblores que aparecen en las manos tan pronto como se paralizaban" (23, 30).

En 1839, Tanquerel des Planches publicó en París su - trabajo sobre 1,200 casos de envenenamiento de plomo. Sus estudios fueron tan completos que más tarde, se añadió muy poco al conocimiento ya existente de los signos y síntomas de la enfermedad (9, 30).

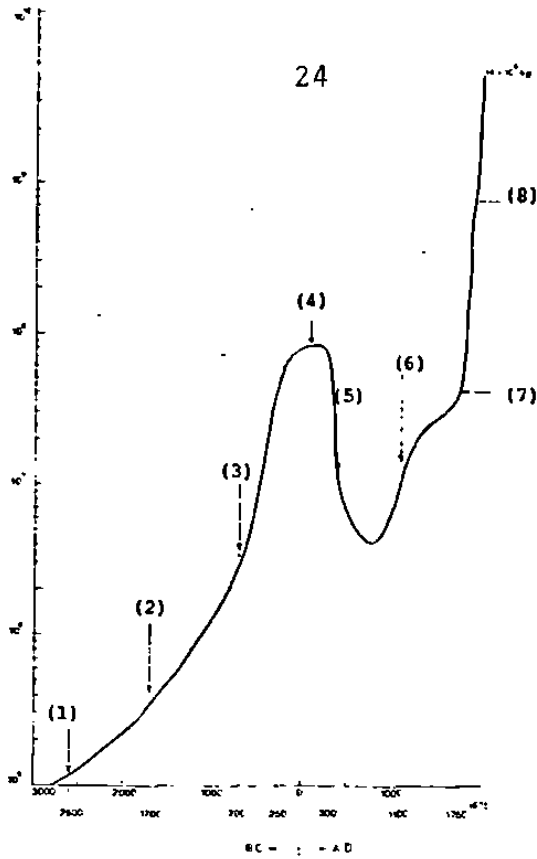
En Inglaterra durante los últimos 30 años del siglo - XIX, los inspectores de fábricas y otras gentes se mostra--

ron perturbados sobre el problema de enfermedades específicas industriales, y de esas, los envenenamientos por plomo fueron una de las más diseminadas (9).

Después de 1900, estudios intensivos de higiene industrial en oficios con exposición a plomo, fueron llevados a cabo por pioneros como: Oliver, Legge y Goadby en Inglaterra, Meillere en Francia, Teleky en Alemania y Alicia Hamilton en Estados Unidos. Como resultado muchos reglamentos fueron introducidos para salvaguardar a los trabajadores y recompensarlos en su incapacidad (9).

Con esto se inicia la etapa del siglo XX para la investigación científica del plomo como factor importante de riesgo ocupacional y por lo tanto, de interés para la salud pública.

PRODUCCION DE PLOMO (EN KILOGRAMOS)



GRAFICA # 4.

PRODUCCION Y CONSUMO HISTORICO DEL PLOMO

PRODUCCION Y CONSUMO HISTORICO DEL PLOMO

- (1) Descubrimiento de la Metalurgia del Cobre
- (2) Edad del Bronce
- (3) Acuñamiento de la Moneda
- (4) Imperio Romano
- (5) Caída del Imperio Romano
- (6) Renacimiento de las Minas en Europa
- (7) Revolución Industrial
- (8) Aditivos de la Gasolina

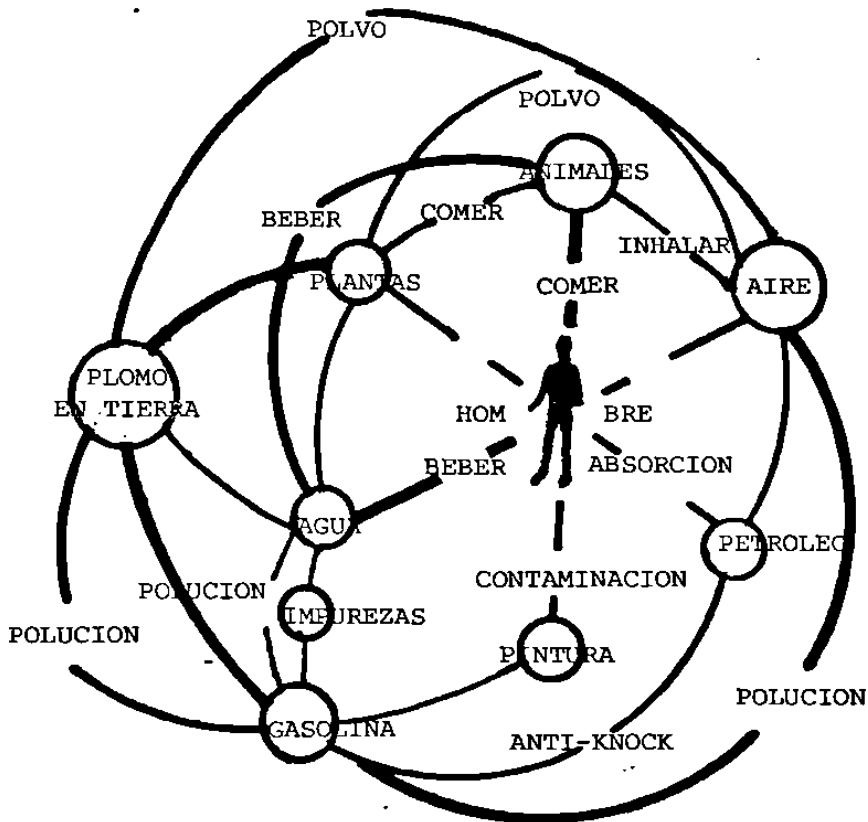


FIGURA # 5 . LOS VECTORES DE LA EXPOSICIÓN HUMANA AL PLOMO. LAS FUENTES DE LAS CUALES PUEDE ESTAR EL HOMBRE EXPUESTO AL PLOMO, SE MUESTRAN POR LAS LINEAS DELGADAS, CON LAS LINEAS MAS GRUESAS SE INDICA LOS GRADOS MAYORES DE EXPOSICION. LA PRINCIPAL FUENTE DE CAPTACION DE PLOMO POR EL HUMANO, ES A TRAVES DEL CONSUMO DE AGUA Y ALIMENTOS. LA ABSORCION TAMBIEN PUEDE LLEVARSE A CABO A TRAVES DEL AIRE INHALADO, POR ABSORCION PERCUTANEA DE LOS COMPUESTOS DE PLOMO ALQUILO EN GASOLINAS Y A TRAVES DE VARIAS FUENTES DE CONTAMINACION.

## DELIMITACION DEL PROBLEMA

En una empresa fabricante de acumuladores de 270 trabajadores, ubicada en el área metropolitana de Monterrey, - Nuevo León, se practican mediciones de niveles de plomo en sangre, las cuales nos determinan cual es el estado de salud de los empleados en cuanto a intoxicación plúmbica en el momento de practicarse la evaluación médica.

Se desconoce la efectividad de las medidas aplicadas a prevenir esta intoxicación ya que no se tiene una correlación entre los niveles de plomo en sangre y los factores -- que pueden influir en ésta como son:

- a) Tiempo de exposición
- b) Antigüedad
- c) Tipo de exposición (directa e indirecta).

De ahí la necesidad de conocer como y en qué grado influyen las anteriores en la absorción y acumulación de plomo.



## HIPOTESIS

- 1.1. Existe una correlación positiva entre la concentración de plomo en sangre y su incremento a través del tiempo de exposición.
- 1.2. Existe una correlación positiva entre la concentración de plomo en sangre y el tiempo de laborar en la planta.
- 1.3. El último valor determinado de la concentración de plomo en sangre de un trabajador, correlaciona positivamente con su concentración determinada por primera vez, y el tiempo transcurrido entre ambos.
- 1.4. Existe una diferencia estadísticamente significativa entre las concentraciones de plomo en sangre de los trabajadores con exposición directa e indirecta.

## METODOLOGIA

## UNIVERSO DE ESTUDIO

El presente estudio se llevó a cabo en una fábrica de acumuladores que se encuentra ubicada en el Municipio de -- San Nicolás de los Garza, Nuevo León.

El área total en metros cuadrados de la planta es de aproximadamente 1,000 metros<sup>2</sup>, de los cuales corresponden: 260 m<sup>2</sup> al área de oficinas y 600 m<sup>2</sup> al área de la planta.

El total de empleados que laboran en la empresa son - 270, de los cuales 90 pertenecen al área de oficinas y vigil lancia, y el resto, 180 son obreros.

Del sexo femenino existen 12 personas en el área de - oficinas, y del sexo masculino son 258 que están distribuí- das en el área de vigilancia, oficinas y planta.

El horario de trabajo se divide de la siguiente mane- ra:

Oficinas	8:30 a.m. - 5:30 p.m.
Vigilancia	7:00 a.m. - 3:00 p.m.
	3:00 p.m. - 11:00 p.m.
	11:00 p.m. - 7:00 a.m.
Planta	7:00 a.m. - 4:30 p.m.
	1:00 p.m. - 10:00 p.m.

8:00 p.m. - 5:30 a.m.

9:00 p.m. - 6:30 a.m.

En el horario por turnos el personal es rotatorio.

En el área de oficinas se tienen los siguientes departamentos:

- |                             |                             |
|-----------------------------|-----------------------------|
| 1) Gerencia General         | 10) Baterías                |
| 2) Contraloría              | 11) Reparación de baterías  |
| 3) Contabilidad             | 12) Gerencia de Planta      |
| 4) Créditos y Cobranza      | 13) Programación de Tráfico |
| 5) Costos                   | 14) Compras                 |
| 6) Sistemas Computacionales | 15) Almacén                 |
| 7) Tesorería                | 16) Control de Calidad      |
| 8) Relaciones Industriales  | 17) Mantenimiento           |
| 9) Ventas                   | 18) Rectificadores.         |

En el área de Producción se tienen los siguientes departamentos:

- |                   |                            |
|-------------------|----------------------------|
| 1) Rotomoldeo     | 9) Cladex                  |
| 2) Emparrillado   | 10) Carpintería            |
| 3) Empastado      | 11) Pintura                |
| 4) Formación      | 12) Almacén                |
| 5) Ensamble       | 13) Reparación de Baterías |
| 6) Llenadoras     | 14) Mantenimiento          |
| 7) Rectificadores | 15) Embarques              |
| 8) Cargadores     |                            |

El material de plomo que se utiliza en la fabricación de acumuladores es el óxido de plomo ( $PbO_2$ ).

El proceso de la fabricación de acumuladores es el siguiente:

La materia prima se funde para hacer posteriormente las placas de los acumuladores que serán positivo (+) y negativo (-), se ensamblan, se agrega el ácido sulfúrico, se cargan, se ajustan y se sellan.

Otro de los materiales que se utilizan son las resinas en la fabricación de los empaques de los acumuladores.

A todo el personal se le practican exámenes de chequeo general una vez al año y los análisis de plomo en sangre se les practican dos veces al año, tanto a obreros como a personas de oficina.

A cada muestra para su análisis se le efectuó el siguiente procedimiento:

- 1) A cada persona que se le tomó una muestra de sangre para su análisis se le pidieron los siguientes datos:
  - a. Nombre
  - b. Fecha de nacimiento
  - c. Fecha de ingreso
  - d. Identificación de acuerdo al área de trabajo

e. Area de exposición

f. Tiempo en el área de exposición.

- 2) Se citaron a intervalos regulares semestrales a cada una de las personas que laboran en dicha fábrica para tomas de sangre subsecuentes.
- 3) Como indicación previa a la toma de la muestra, se les recomendó ducha con agua y jabón y se les practicó una buena limpieza del área de la toma consistente en fricción con torundas impregnadas en el alcohol, utilizando el número necesario para asegurar nuestro objetivo.
- 4) Todas las muestras se tomaron en el trabajador en posición decúbito sentado, eligiendo la vena cubital de cualquier miembro superior.
- 5) Para fines de otros parámetros considerados simultáneamente se le pidió que asistieran en ayunas.
- 6) Todas las muestras se tomaron con anticoagulante (heparina).
- 7) De las muestras se descartaron las que resultaron ser insuficientes en volumen, así como las que mostraron proceso de coagulación, pidiéndose una nueva muestra de sangre para fecha posterior, en un período no mayor de 15 días.

- 8) Todas las muestras se efectuaron con personal capacitado y familiarizado con la técnica.
- 9) Todas las muestras se tomaron a las 8:00 a.m. en - que se citaron a los tres turnos de empleados.
- 10) Se tomaron precauciones durante la recolección de las muestras para prevenir lo más posible la contaminación mediante el uso de tubos y agujas vacutainer (libres de plomo).
- 11) Todas las muestras fueron analizadas exclusivamente por el autor y por tríplicado.
- 12) El material a usar se sometió al siguiente procedimiento de limpieza: se remoja en detergente especial para material de vidrio (extran), se deja remojar durante toda la noche, se enjuaga después -- con agua de la llave, se remoja de nuevo en agua - acidulada (ácido nítrico al 50%), durante toda la noche nuevamente, y se enjuaga después perfectamente con agua libre de iones y se seca.

DETERMINACION DE PLOMO EN SANGRE POR ESPECTROSCOPIA DE ABSORCION ATOMICA.

FUNDAMENTO:

El principio de absorción atómica se basa en una interacción entre la radiación electromagnética y la materia, -- por lo cual se utiliza la absorción altamente selectiva de la radiación con distintas longitudes de onda a través de átomos en su estado fundamental.

La espectroscopía de absorción atómica es un método -- cuantitativo que puede ser realizado solamente en comparación con referencias (muestras de concentración conocida).

Para la determinación de una concentración de un elemento dado la relación entre absorción de luz medida, expresada en unidades de absorbancia y la concentración a ser determinada se aplica de acuerdo a la ley de Lambert-Beer:

$$A = E \cdot c \cdot d$$

en la cual:

a = absorbancia

c = concentración a medir

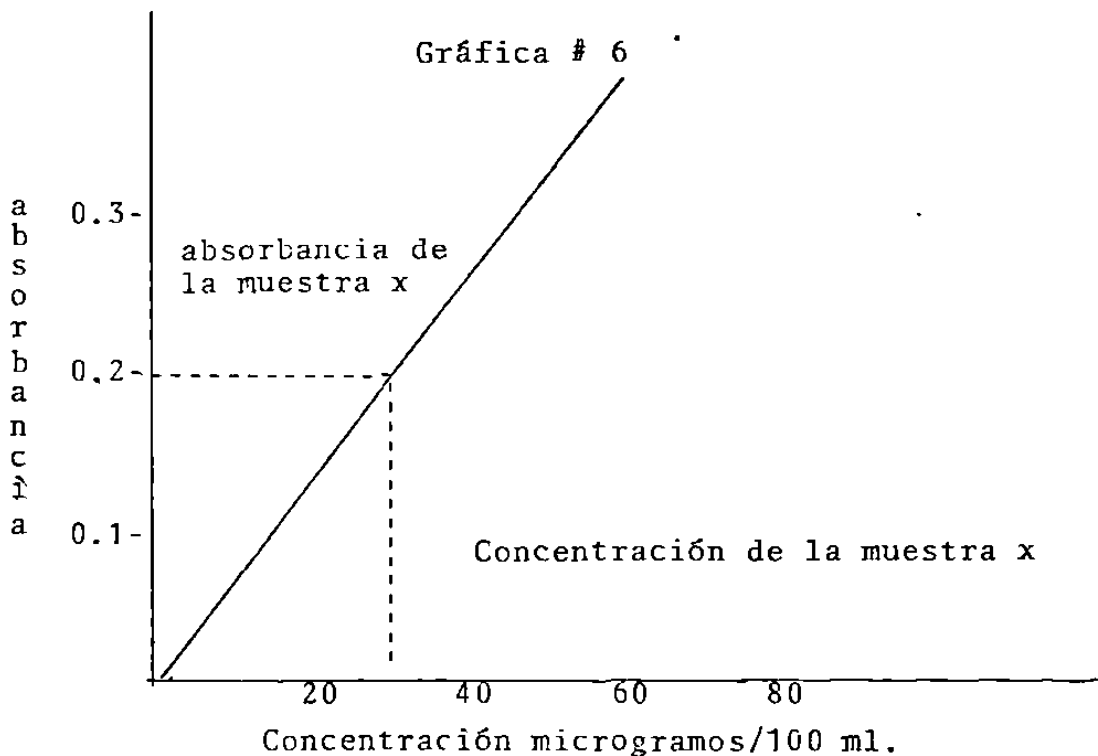
d = espesor de la zona penetrada por luz, en nuestro caso es siempre la longitud de la zona de llama penetrada.

e = coeficiente de absorbancia de decadal molar, que -- para ciertos elementos sigue siendo dependiente de

la longitud de onda empleada. Muchos elementos -- muestran así una línea de absorción principal donde "e" tiene su más alto valor, en consecuencia la mayor sensibilidad de detección está a esa longitud de onda.

La correlación exacta de absorbancias medidas y concentraciones existentes puede ser calculada solamente después de una calibración previa.

Un blanco o testigo fue determinado al empezar a trabajar y en cada 20 muestras que se inyectaron, para checar la pureza de los reactivos y limpieza del material y probar -- así el contenido de plomo y linealidad de los estándares en la curva, como se muestra en la siguiente gráfica:





## SUBSTANCIAS UTILIZADAS EN EL PROCEDIMIENTO:

Solución patrón de plomo titrisol	(Merck)
Acido clorhídrico suprapuro	(Merck)

## REACTIVOS:

Solución patrón de 1000 mg/lt.  
Acido clorhídrico 0.1 N.

## PREPARACION DE LOS REACTIVOS:

Solución patrón de plomo de 1,000 mg aforar a 1,000 ml con agua libre de iones	1,000 mcgr/ml
---	---------------

Mezclar 1 ml de la solución anterior y aforar a 100 ml con agua libre de iones	10 mcgr/ml
---	------------

Mezclar: 2 ml	20 mcgr/100 ml
4 ml y aforar a 100 ml	40 mcgr/100 ml
6 ml	60 mcgr/100 ml

## MATERIAL Y APARATOS:

Tubos y agujas Vacutainer  
Pipetas Eppendorf de 10 y 1,000 microlitros  
Puntas para pipetas de 10 y 1,000 microlitros  
Espectrofotómetro de absorción atómica con horno  
de grafito  
Pipetas volumétricas de 1, 2, 4 y 6 ml  
1 dilutor,

## APARATOS:

Todas las muestras fueron analizadas mediante un espectrofotómetro de absorción atómica marca Beckman modelo 1272, con lámpara de cátodo hueco para plomo y lámpara de deuterio para compensar la absorción de luz no-específica, equipado con cubeta Massman para horno de grafito.

## CONDICIONES DEL APARATO:

Secado	230°C	20 segundos
Cenización	2300°C	10 segundos
Atomización	2600°C	3 segundos
Limpieza del tubo	3100°C	2 segundos

Las mediciones fueron hechas a una longitud de 283.3nm.

## CALIBRACION:

Se prepararon tres soluciones de concentración conocida (20, 40, 60 microgramos/100 ml), preparadas cada día del análisis y después de inyectarse en el aparato en cada serie de 20 muestras para checar su repetibilidad y linealidad, se graficaron en un sistema de coordenadas "x" y "y". Los valores de absorbancia medidas en función de las concentraciones dadas anteriormente, son los rangos esperados en la determinación.

Como regla, la curva obtenida con valores bajos de concentración es lineal (Ley de Lambert-Beer), para datos de -

absorbancia es curvada hacia el eje de concentración (x).

#### PROCEDIMIENTO:

Para el análisis de plomo se recolectaron por venopunción 10 ml de sangre heparinizada.

Una alícuota de 1 ml de sangre completa es pipeteada dentro de un tubo libre de plomo, al cual se le añaden 9 ml de HCl, 0.1 N, se le coloca el tapón de hule y se agita para homogenizar completamente la muestra.

Se toman 10 microlitros de la muestra así preparada y se inyectan dentro del horno de grafito, usando una pipeta Eppendorf de 10 microlitros con puntas para pipeta de plástico.

Cuando la altura del pico en el registrador del aparato (absorbancia) es mayor de 50 microgramos/100 ml o menor de 20 microgramos/100 ml., se prepara una nueva muestra para descartar cualquier interferencia por contaminación o error técnico; y establecer así un criterio en cuanto al diagnóstico clínico.

La altura del pico (absorbancia) es medida y la concentración de plomo en sangre se lee directamente de la gráfica de calibración.

El valor de la absorbancia de la muestra deberá de es-

tar dentro del rango de valores de las soluciones estándares utilizadas.

#### DISEÑO DE LA MUESTRA;

Se consideró el total del universo y para la correlación de las variables de las hipótesis, las siguientes fórmulas fueron estadísticamente utilizadas en el presente trabajo:

media

$$\bar{x} = \sum x/n$$

desviación estándar

$$s^2 = \sqrt{\frac{(x_1 - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

correlación simple

$$\hat{y} = a + b \cdot x$$

$$Q_x = \sum (x^2) - [(\sum x \cdot \sum x)/n]$$

$$Q_y = \sum (y^2) - [(\sum y \cdot \sum y)/n]$$

$$Q_{xy} = \sum xy - [(\sum x \cdot \sum y)/n]$$

$$b = Q_{xy} / Q_x$$

$$a = \bar{y} - b \cdot \bar{x}$$

$$r = Q_{xy} / \sqrt{Q_x \cdot Q_y}$$

$$s_y \cdot x = s_y \sqrt{1 - r^2}$$

MULTIPLE CORRELACION LINEAL: SIMPLE:

$$\hat{y} = a + b_1 \cdot x_1 + b_2 \bar{x}_2$$

$$b_1 = (Q_{yx_1} \cdot Q_{x_2} - Q_{yx_2} \cdot Q_{x_1x_2}) / c$$

$$b_2 = (Q_{yx_2} \cdot Q_{x_1} - Q_{yx_1} \cdot Q_{x_1x_2}) / c$$

$$c = Q_{x_1} \cdot Q_{x_2} - (Q_{x_1x_2})^2$$

$$a = \bar{y} - b_1 x_1 - b_2 x_2$$

$$R^2_{y \cdot x_1x_2} = B_{y_1,2} = D / Q_y$$

$$D = b_1 \cdot Q_{yx_1} + b_2 Q_{yx_2}$$

PRUEBAS DE DISTRIBUCION "t" Y "F" PARA LA DISTRIBUCION LINEAL SIMPLE:

$$\hat{t} = |r| \cdot \sqrt{(n-2) / (1-r^2)}$$

Para la múltiple correlación lineal simple:

$$\hat{F} = D / (Qy - D) ; v_1 = 2, v_2 = n - 2 - 1$$

Significancia estadística al agregar otra variable a la correlación simple:

$$\hat{F} = (R_1^2 - F_1^2) \cdot (n - u_1 - 1) / (1 - R^2) \cdot (u_1 - u_2)$$

$u_1$  = número de variables independientes de la múltiple correlación

$u_2$  = número de variables independientes de la correlación simple

$$v_1 = u_1 - u_2 , \quad v_2 = n - v_1 - 1$$

Comparación de medias:

$$\hat{F} = s_1^2 / s_2^2 \quad v_1 = n_1 ; \quad v_2 = n_2$$

$$\sigma_1^2 = \sigma_2^2 ; \quad n_1 = n_2 :$$

$$\hat{t} = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{(s_1^2 + s_2^2)/n}} \quad GL = 2n - 2$$

$$\sigma_1^2 = \sigma_2^2 ; \quad n_1 \neq n_2 :$$

$$\hat{t} = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{\sqrt{((n_1+n_2)/(n_1 \cdot n_2)) \cdot ((n_1-1) s_1^2 + (n_2-1) s_2^2) / (n_1+n_2-2)}}$$

$$GL = n_1 + n_2 - 2$$

$$\sqrt{s_1^2} \neq \sqrt{s_2^2} ; n_1 = n_2 :$$

$$\hat{t} = \left| \bar{x}_1 - \bar{x}_2 \right| / \sqrt{(s_1^2 + s_2^2) / n}$$

$$GL = n - 1 + (2n - 2) \left[ (s_1^2/s_2^2) + (s_2^2/s_1^2) \right]$$

$$\sqrt{s_1^2} \neq \sqrt{s_2^2} ; n_1 \neq n_2 :$$

$$\hat{t} = \left| \bar{x}_1 - \bar{x}_2 \right| / \sqrt{(s_1^2/n_1) + (s_2^2/n_2)}$$

$$GL = \left[ (s_1^2/n_1) + (s_2^2/n_2) \right] / \left[ (s_1^2/n_1)^2 / (n_1 - 1) \right] + \left[ (s_2^2/n_2)^2 / (n_2 - 1) \right]$$

GL = Grados de libertad.

## ANALISIS DE LOS RESULTADOS

En la Tabla 1 se observan las concentraciones de plomo en sangre (microgramos %), medias y desviaciones estándar y número de determinaciones de los diferentes departamentos en los semestres estudiados.

De la Gráfica # 1 a la # 8, se observan las curvas obtenidas de cada uno de los departamentos con las medias de las concentraciones de plomo en los semestres estudiados.

En la Gráfica # 9, se observan las curvas de los departamentos # 1,2,5,6,11 y 53, que forman el Grupo # 1.

La Tabla II nos muestra las diferencias absolutas de concentración de plomo (microgramos %) con respecto a la concentración de plomo (microgramos %) del semestre inmediato anterior.

La Tabla III nos muestra las diferencias de concentración de plomo (microgramos %) con respecto a la concentración inicial de cada departamento.

Existe una múltiple correlación significativa entre la concentración de plomo a través del tiempo estudiado ( $x_1$ ), y el tiempo de laborar en la planta ( $x_2$ ).

Se obtuvieron múltiples correlaciones lineales esta-



dísticamente significativas en los departamentos: 1 (Baterías), 2 (Cladex), 5 (Rectificadores), 9 (Willson), 11 (Emparrillado), 57 (Almacén), 59 (Mantenimiento, Grupos I y II y Todos. (Ver Tabla IV).

El cálculo de los incrementos para la variable  $x_1$  para el grupo "todos" se calculó en 1.820 microgramos % de plomo de incremento por semestre, y para la variable  $x$  fue de 0.029 microgramos % de incremento por mes laboral en la planta. (Ver Tabla IV).

El máximo incremento por semestre estudiado se observó en el departamento # 11 (Emparrillado), con 2.76 microgramos %, el mínimo se observó en el grupo # II con 1.36 microgramos % de incremento por semestre. (Ver Tabla V).

El máximo incremento por mes de laborar, se observó en el grupo "Todos" con 0.030 microgramos % por mes de laborar, el mínimo incremento se observó en el departamento #57 (Almacén) que en el cálculo resultó ser de -0.042 microgramos %, decremento real por mes de laborar. (Ver Tabla V).

En los siguientes departamentos se observaron las siguientes correlaciones múltiples que sobrepasaron un valor de  $R = 0.710$ .

Departamento # 1 (Baterías)  $R = 0.738$

Departamento # 1 (Cladex)  $R = 0.828$

Departamento # 9 (Willson)	R = 0.760
Departamento # 11 (Emparrillado)	R = 0.780
Departamento # 57 (Almacén)	R = 0.807
Grupo # 1 (Deptos: 1,2,5,6,9,11 y 53)	R= 0.752

Las pruebas estadísticas para demostrar un incremento significativo del coeficiente de correlación al aumentar una variable más (tiempo de laborar), fueron positivas en los departamentos: 1, 57, Grupo I y Todos. (Ver Tabla V).

## INDICES BIOLÓGICOS OCUPACIONALES PARA PLOMO INORGÁNICO

(1971)

	NORMAL	ACEPTABLE	EXCESIVO	PELIGROSO
Plomo en sangre ug/%ml	40	40-60	60-100	100
Plomo urinario ug/%ml	8	8-12	12-60	20
Coproporf-Urin ug/%ml	15	15-30	30-100	100
Ala urinario ug/%ml	0.6	0.6-1.5	1.5-3.5	3.5

Fuente: Adaptados de Diagnóstico de Envenenamiento de Plomo Inorgánico. Ana, Chicago, 1970.

## INDICES BIOLÓGICOS OCUPACIONALES PARA PLOMO INORGÁNICO

	VALOR NORMAL	LÍMITE DE VALOR ACEPTABLE	NIVEL PELIGROSO
Plomo en sangre ug/%ml	30	60	100
Plomo urinario	8	12	20
Coproporf-urín ug/%ml	15	30	100
Ala-urinario ug/%ml	0.5	1.5	3.5

Fuente: Adaptado de Diagnóstico de Plomo Inorgánico. AMA, Chicago, 1971, y Selander, S. y Cramer, K., Brit.J.Industr.Med., 1970.

## DISCUSION DE HIPOTESIS

H.1.1. "Existe una correlación positiva entre la concentración de plomo en sangre y su incremento a través del tiempo".

Aquellos departamentos con un coeficiente de correlación "r", estadísticamente significantes son: 1 (Baterías), 3 (Rotomoldeo), 9 (Willson), 11 (Emparrillado), 54 (Carpintería), 57 (Almacén) y 59 (Mantenimiento), individualmente; - por grupos: grupo # 1 (Deptos. 1, 2, 3, 5, 6, 9 y 11), grupo # II (Deptos. 10, 20, 21, 22, 23, 30, 33, 40 y 50) y todos.

Al estudiar los coeficientes de regresión "b" de estas correlaciones, observamos un incremento general para todos los trabajadores de 1.96 microgramos % por semestre; para el grupo # I, 1.97 microgramos % y para el grupo # II es de 1.38 microgramos % por semestre. En los departamentos - se calculó un máximo incremento de 2.73 microgramos % por - semestre para el departamento 11 (Emparrillado), el mínimo fue de 1.1 microgramos % de incremento por semestre en el - departamento 54 (Carpintería). (Ver Tabla VI).

Como correlaciones con valor práctico para extrapolaciones, se tomaron aquellas que aclaraban por lo menos un 50% de las variancias, correspondiendo a un coeficiente de correlación mayor a 0.710. Se obtuvieron coeficientes supe

riores a esta cifra en los departamentos 1, 2, 9, 11 y 57 y el grupo # I (ver gráficas de la # 10 a la # 15), siendo el coeficiente "r" del departamento 2 el mayor ( $= 0.827$ ), - - aclarando aproximadamente un 68% de las variancias; el menor fue del departamento # 1 ( $r = 0.727$ ) aclarando un 53% de -- las variancias. (Ver Tabla VI).

En los departamentos vistos en forma individual, el - área de mayor riesgo se puede considerar el departamento # 11 (Emparrillado) con el máximo incremento, siendo también el departamento que muestra la mayor concentración media -- por departamentos, siendo ésta de 47.50 microgramos % y  $n = 48$ ; seguido del departamento # 1 con una concentración me-- dia de 46.30 microgramos % y  $n = 445$ , aquí la importancia - radica en el mayor número de personas que labora en este de- partamento, otros departamentos que superaron los 40 micro- gramos % al término de este estudio fueron: 53 (Pintura) con 43.18 microgramos % y  $n = 22$ , departamento # 2 (Cladex) con 43.40 microgramos % y  $n = 7$ , departamento 5 (Rectificadores) con 42.31 microgramos % y  $n = 112$ , departamento # 6 (Repara- ción de Baterías), con 41.00 microgramos % y  $n = 13$ , depar- tamento 51 (Gerencia de Producción) con 41.14 microgramos % y  $n = 7$ ; como grupo, el I con 44.46 microgramos % y  $n = 778$ .

Al emplear las fórmulas de regresión de la tabla VI - para cada departamento (individualmente), es posible deter- minar qué número de semestres es necesario para superar una

concentración de plomo en sangre de 40, 60 y 100 microgramos.

Estos cálculos se describen en la Tabla VII, indicando la cantidad en semestres para alcanzar dichas concentraciones que tendrán que agregársele a la fecha de inicio del estudio (primer semestre de 1979). Así por ejemplo, tomando un incremento de plomo en sangre general para la planta (grupo "Todos") de 1.96 microgramos %, así como un coeficiente "a" de intercepción de 27 microgramos % (ver Tabla VI), obtenemos después del séptimo semestre un cálculo de plomo en sangre superior a la cifra considerada como normal (40 microgramos %). (Ver Tabla VII).

En la Tabla VII se observa que a partir del 7o. semestre se superó la cifra de 40 microgramos %.

En forma análoga se calcula en 17 semestres (1987), cuando se rebasará la cifra de 60 microgramos %, considerada como excesiva (Ver Tabla VII).

Sin embargo, observamos departamentos de mayor y menor riesgo ocupacional de acuerdo a los incrementos observados a través del tiempo estudiado, así: el departamento #54 (Carpintería) es de esperarse una cifra de 60 microgramos % en 1994, y los 100 microgramos % se alcanzarán en el año 2012.

El departamento # 1 (Baterías) superará los 60 micro-

gramos % en 1986 y los 100 microgramos % los alcanzará en - 1996. El departamento # 9 (Willson) alcanzará los 60 microgramos % en 1987, y en 1996 alcanzaría los 100 microgramos %.

Para el grupo # 1 en 1987 superará los 60 microgramos % y los 100 microgramos % en 1987. El departamento #5 (Rectificadores), en 1988 se calcula alcanzarán los 60 microgramos % y para el año 2001 los 100 microgramos %.

Los departamentos # 1, 9 y 11 agrupan alrededor del - 57% del personal estudiado que se encontrarían con un riesgo de superar los 60 microgramos %, a más tardar en 1987 y los 100 microgramos % entre 1993 y 1997. Esto si se mantienen las condiciones que hasta la fecha han prevalecido en - la planta.

Además, habrá que considerar una cierta desviación estándar en todos los cálculos, misma que se incrementa cuanto menor es el coeficiente de correlación "r".

Como ejemplo mencionaremos el departamento # 11 (Emparrillado), se espera que para el segundo semestre de 1986 - supere la cifra de 60 microgramos % (esta última concentración medida en el 2o. semestre de 1984 fue de 58 microgramos %) y una concentración de 100 microgramos % se alcanzará en 1993.

Un rápido cálculo de las concentraciones de plomo en

sangre se ofrece a través de las gráficas 16 a la 23.

Respecto a la Hipótesis H 1.1, la aceptaremos como -- verdadera en cuanto a la planta en general (grupo Todos), - aún con la limitación para el análisis de regresión que el coeficiente de correlación "r" estadísticamente es significativo. (Departamentos # 1, 2, 5, 6, 11, 54, 59, grupos I y II).

De los departamentos que no mostraron individualmente una correlación estadísticamente significativa, queda cierta incertidumbre si esto es o no debido al número reducido de muestras estudiadas en cada uno de ellos ya que al agruparlos y tomarlos como un solo departamento (grupo II) la correlación es estadísticamente significativa, sin aclarar si alguno de los departamentos en el grupo, a pesar de no ser significativa su correlación, se tome erróneamente como significativa.



## DISCUSION DE HIPOTESIS

H 1.2. "Existe una correlación positiva entre la concentración de plomo en sangre y el tiempo de laborar en la planta".

En los análisis de correlación no se mostró en ningún departamento correlación lineal simple alguna estadísticamente significativa, entre la concentración de plomo y el tiempo de laborar y las diferencias de concentración entre los semestres o diferencias de concentración. Con respecto a la primera toma se obtuvieron correlaciones del orden de 0.039, no significativa y de 0.149 significantes, con lo cual se demuestra también la baja correlación lineal con estos parámetros.

Con lo anterior, aceptamos la hipótesis alternativa de H 1.2, ya que no nos fue posible probar ninguna correlación lineal y dejamos para estudios posteriores el tipo de función que siguen los parámetros: tiempo de laborar y concentración de plomo en sangre.

La posibilidad de mejorar el análisis de correlación entre la concentración de plomo en sangre y los semestres estudiados a través de agregar el tiempo de laborar efectuando una múltiple correlación lineal simple, fue estudiado observándose un incremento estadísticamente significativo del coeficiente de correlación múltiple "r" en los siguientes depar

tamentos: # 1, 2, 9, 11 y 57, grupos I y II, a estas correlaciones múltiples se les efectuó una prueba de distribución "f" para determinar cuales tenían ese incremento estadísticamente significante, los cuales fueron los departamentos:

1 ( $r = 0.738$ ), 57 ( $r = 0.807$ ), todos (0.652) y grupo I ( $r = 0.752$ ).

El más alto incremento de plomo en sangre por semestre estudiado se observó en el departamento # 57 con 1.974, seguido del departamento # 1 con 1.778, grupo I con 1.880 y todos con 1,820.

El incremento de plomo en sangre por mes de laborar fue más alto en el grupo Todos con 0.029 microgramos %, departamento # 1 con 0.016 microgramos % y el departamento # 57 que mostró un decremento de 0.042 microgramos % de plomo por mes.

Estas cifras nos indican que estudiando el tiempo de laborar a través de una correlación múltiple lineal se observan alrededor de 0.2 a 0.3 microgramos de incremento - - anual.

La observación que en el departamento # 57 (Almacén) en lugar de mostrar la curva un incremento se observe un decremento, es posible explicarlo al observar que los sujetos estudiados a través de los semestres, variaban tanto en

incremento como en decremento, que atribuimos a cambios de personal (ausentismo, baja o cambio de departamento).

Como un ejemplo de la utilización de la correlación simple, se tomará un trabajador del departamento # 1 que ha ya iniciado las labores en 1979, que es el inicio de nuestro estudio; para 1986 se calcula una cifra de 60 microgramos % y se superarán los 100 microgramos % en 1997, después de 35 semestres de muestreo y de 210 meses de laborar.

Un rápido cálculo de la concentración de plomo en san gre a través de la correlación múltiple se obtiene al utili zar las gráficas 16 a la 23.

## DISCUSION DE HIPOTESIS

H 1.3. "El último valor determinado de la concentración de plomo en sangre de un trabajador, correlaciona positivamente con su concentra- -ción determinada por primera vez y el tiempo transcurrido entre ambos".

Para el estudio de la última concentración de plomo - se toma exclusivamente una por trabajador estudiado, teniendo una  $n = 188$ ; el análisis de la concentración última de - plomo correlaciona positivamente con la concentración primera que tenga el mismo trabajador ( $r = 0.487$ ), asimismo, la concentración de plomo última obtenida de un trabajador correlaciona significativamente con el tiempo de muestreo en - semestres ( $r = 0.494$ ), o con lo cual aceptamos la hipótesis de trabajo H 1.3 en su totalidad, aun con la limitación que los coeficientes de correlación imponen.

En la búsqueda de mejorar el análisis de regresión para calcular la concentración última de plomo se efectuó una correlación múltiple lineal simple con variables: primera - concentración de plomo obtenida en los trabajadores y tiempo de muestreo (en semestres: obteniéndose correlaciones -- significantes en los departamentos # 1, 11, 51 y 52, grupos # I y II y todos (ver Tabla VIII) y de estas correlaciones se obtuvieron coeficientes de correlación "r" superiores a

0.707 en los departamentos: 52 ( $r = 0.991$ ), 11 ( $r = 0.831$ ), 51 ( $r = 0.795$ ) y todos ( $r = 0.721$ ). Con estas variables se encontraron las correlaciones más altas por departamentos y la única que aclara más del 50% de las variancias al estudiar a todos los sujetos. El incremento máximo por semestre de muestreo estudiado se obtuvo en el departamento 11 con 2.782 microgramos %, seguido del departamento 51 con 1.89 microgramos % y el grupo todos con 1.849 microgramos %; y el incremento mayor por concentración inicial de plomo se observa al estudiar todos los sujetos con 0.703 microgramos %, seguido del departamento # 51 con 0.483 microgramos % y el departamento # 11 con 0.160 microgramos %; en el departamento # 52 se observa un decremento de 0.027 microgramos % por semestre, así como un incremento de 1.541 por concentración inicial de plomo y un coeficiente de intersección "a" de -11.676 de lo que deducimos una correlación no-lineal -- del tipo exponencial en este departamento. (ver Tabla VIII).

Como ejemplo tenemos: un trabajador cuya concentración inicial de plomo en sangre haya sido de 34 microgramos % (media de la concentración inicial de plomo para todos los sujetos estudiados  $\bar{x}_2$  (ver Tabla VII ), después de 15 semestres (1986), superará los 60 microgramos % y después de 37 semestres (1997), alcanzará los 100 microgramos %.

## DISCUSION DE HIPOTESIS

H 1.4. "Existe una diferencia estadísticamente significativa entre las concentraciones de plomo en sangre de los trabajadores en áreas de exposición directa e indirecta".

Como habíamos definido, se tomaron como áreas de exposición directa los trabajadores que se encuentran en el área de Producción (planta), como son los departamentos: 1, 2, 5 y 11; para este grupo se obtuvo una concentración inicial media de  $\bar{x} = 31.32$  y  $s^{\pm} = 8.59$  microgramos % y  $n = 43$  (ver gráfica # 25) y una concentración final de  $\bar{x} = 52.54$ ,  $s^{\pm} = 9.97$  microgramos % y  $n = 48$  (ver gráfica # 26).

Como áreas de exposición indirecta se agruparon los departamentos que se encuentran independiente de la planta donde se producen los acumuladores y ahí se encuentran las oficinas administrativas con los departamentos: 10, 20, 21, 22, 23, 30, 32, 33, 40 y 55 (ver gráfica # 24) con una concentración inicial de plomo de  $\bar{x} = 21.49$ ,  $s^{\pm} = 3.79$  microgramos % y  $n = 14$  (ver gráfica # 26).

Utilizando las pruebas de distribución "t" para comparar medias encontramos una diferencia estadísticamente significativa entre la concentración media de los departamentos que se encuentran en el área de exposición indirecta al plomo, tanto en las medias al inicio como al final del estudio.

De estos resultados aceptamos la hipótesis de trabajo H 1.4 parcialmente a los grupos estudiados conservando cierta incertidumbre a la definición de exposición directa e indirecta. Así, se tendrán que contrastar todos y cada uno de los departamentos entre sí para aceptar en totalidad la hipótesis formulada.

Otro aspecto importante que deberá tomarse en cuenta, es la fecha de muestreo; ya que al contrastar el área de -- oficinas por ejemplo; las medias en su inicio y al final -- mostraban una diferencia estadísticamente significativa.

Para una mejor visualización de las concentraciones de plomo en sangre en las diferentes áreas se adjuntan croquis de la planta en estudio con sus correspondientes concentraciones tanto al inicio como al final (ver gráficas #s 24, 24bis, 25 y 26).

## RECOMENDACIONES

1. Revisar y/o corregir y aumentar las medidas de seguridad en la planta, poniendo especial atención en:
  - Revisión periódica del uso del equipo de protección individual de los trabajadores (mascarillas, guantes, etc.)
  - Revisión periódica de los sistemas de extracción de humos, vapores y polvos en el área de la planta.
  - Continuar con los exámenes periódicos de plomo en -- sangre, proponiendo ser de cada tres meses en aque-- llos trabajadores con la concentración media de plo-- mo en sangre superior a 60 microgramos %.
  - Identificación y tratamiento oportuno de los trabajadores que hayan sobrepasado los límites de toleran-- cia y/o riesgo, utilizando los criterios propuestos en este estudio.
  - Difusión continua de las normas higiénicas individuales y colectivas (no ingerir bebidas ni alimentos -- dentro de la fábrica, ducha obligatoria al terminar la jornada laboral, aseo de manos antes de comer, etc.)
  - Revisión del tiempo de laborar de los empleados para evitar alcanzar los límites de riesgo.



- Creación de una tarjeta de control conteniendo los datos de identificación del empleado, fecha de inicio de labores, así como los resultados de exámenes clínicos.

En la industria, el control del riesgo de intoxicación por plomo, deberá estar basado bajo el concepto de la absorción de plomo (prevención); más que el envenenamiento por plomo, ya que las variaciones de susceptibilidad en los trabajadores, algunos mostrarán signos de envenenamiento a niveles de absorción, en el cual otros no mostrarán ninguna anomalía; así el control deberá ser basado en un nivel de concentración sanguínea de plomo, aceptado para proteger aún a los individuos más susceptibles, los cuales serán detectados clínicamente en combinación con las diferentes pruebas de laboratorio en un estadio temprano, para ser retirados del riesgo.

Una correcta organización de seguridad, que requiere básicamente del apoyo de la empresa y trabajadores al cuerpo médico encargado, permitirá con el conocimiento de lo que ha ocurrido en la materia, aplicar medidas eficaces (19,21).

Fácilmente, con las estadísticas se pueden clasificar días perdidos, atención hospitalaria, enfermedades, causas generadoras; una vez hecha la clasificación, se obtienen los resultados y de ellos las medidas que deben tomarse para abatir los riesgos, aumentar la producción, disminuir el

monto de la prima del Seguro Social y en general, extremar las precauciones para proteger en mejor forma la vida, salud y bienestar a que tienen derecho los trabajadores (19).

## BIBLIOGRAFIA

1. AHSÁ VARMA. "Handbook of Atomic Absorption Analysis". Editorial: CRC. PRESS Inc., Nueva York, 1984.
2. C. P. SARPINGTON M.D.DR.P.H. "Essentials of Industrial Health". Editorial: Lippincot. Londres, 1943.
3. DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA, SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO, GOBIERNO DEL ESTADO DE NUEVO LEON. "Cifras de Nuevo León 1981". Editorial: G.E.N.L. México, 1981.
4. DOSS MANFRED. "Diagnosis and Therapy of Porphyrias and Lead Intoxication". Editorial: Springer Verlag. Berlin, 1978.
5. D. L. TSLEV, Z. K. ZAPRIANOV. "Atomic Absorption Spectrometry in Occupational and Environmental Health Practice". Editorial CRC. PRESS, Inc. Boca Ratón, 1983.
6. DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA Y PROCESAMIENTO DE DATOS, SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO MEXICO. "La Minería en México". México, 1981.
7. GOODMAN Y GILLMAN. "Bases Farmacológicas de la Terapéutica". Ed. 6a. Editorial: Panamericana. Londres, - - 1985.
8. GOTH. "Farmacología Médica". Texas, 1978.

9. HUNTER Y DONALD. "The Diseases of Occupations". Ed. 6a. Editorial: Hodder and Stoughton. Londres, 1978.
10. INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL, SUBDIRECCION GENERAL MEDICA/JEFATURA DE SERVICIOS DE MEDICION DEL TRABAJO. "Intoxicación Plúmbica en Adultos". México, 1985.
11. KENNETH, BRIDBORD. "Epidemiology of Lead Exposure Among Occupational Groups". Editorial: Environment Protection Agency, 1976.
12. LEE, H. K. DOUGLAS. "Metallic Contaminants and Human Health". Editorial: Academic Press, Nueva York, 1972.
13. LOTHAR SACHS, ANGEWANDTE STATISTIK. "Statistische Methoden und Ihre Anwendungen". Editorial: Springer Verlag. Berlín, 1978.
14. LOVERING, GRAY, TOM. "Lead in the Environment". Editorial: U.S. Government Printing Office. Washington, 1980.
15. MOLINA VELASCO. "Costo Beneficio del uso del Hematofluorómetro en etapa sub-clínica del Saturnismo". México, 1983.
16. NEEDLEMAN. "Low level lead exposure, the clinical implications of current researchs". Editorial: Rave, Press. Nueva York, 1982.

17. NIOSH. "Behavioral Effects of Occupational Exposure to Lead". Editorial: Niosh. Washington, 1978.
18. NIOSH. "Inorganic Lead Revised Criteria". Editorial: Niosh, Washington, 1978.
19. NRIAGU, J. O. "The Biogeochemistry of Lead in the Environment." Editorial: Elsevier/North. Amsterdam, 1978.
20. OEHME, W. FREDERICH. "Toxicity of Heavy Metals in the Environment". Parte I. Editorial: Marcel Dekker. Nueva York. 1978.
21. Saldaña. "Memorias del 2o. Curso Avanzado sobre Higiene y Seguridad y Medicina Ocupacional". U.A.N.L. México, 1967.
22. SCHILLING. "Occupational Health Practice". Editorial: Butterworths. Londres, 1981.
23. SINGHAL Y TOMAS. "Lead Toxicity". Editorial: Urban and Schwarzenberg. Baltimore, 1980.
24. SECRETARIA DE SALUBRIDAD Y ASISTENCIA. "Apuntes sobre Intoxicaciones". Editorial: S.S.A. México, 1972.
25. SUNDERMAN, F. WILLIAM. "Laboratory Diagnosis of Diseases caused by Toxic Agents". Editorial: Warren, H., Green, Inc., St. Louis, 1970.

26. VALENTIN, H. "Arbeitsmedizin, Grundlagen fur Praventio und Begtuachtung". Editorial: Thieme, . Verlag Stuttgart. Stuttgart, 1979.
27. VARIAN ASSOCIATES. "Lead Determination in Blood and Urine by Atomic Absorption". Editorial: Varian Techtron. Springrale, 1972.
28. WORLD HEALTH ORGANIZATION. "Determination of Lead in Plasma and Studies on its Relationship to Lead in Erythrocytes". Editorial: Who. Nueva York, 1972.
29. WHO. "Health Hazards of the Human Environment". Editorial: Who. Estocolmo, 1972.
30. ZENZ, CARL. "Occupational Medicine Principles and Practical Applications". Editorial: Yearbook Medical Publishers. Chicago, 1975.

V I I .     A N E X O S

CONCENTRACIONES DE PLOMO EN SANGRE (MICROGRAMOS %) MEDIAS DESVIACIONES ESTANDARD Y NUMERO DE MUESTRAS DE LOS DIFERENTES DEPARTAMENTOS (1,2,3,...) DURANTE LOS SEMESTRES COMPRENDIDOS DESDE 1979 A 1984 (1979<sub>1</sub>, 1979<sub>2</sub>, ..... ETC.). " TABLA I "

D		1979 <sub>1</sub>	1979 <sub>2</sub>	1980 <sub>1</sub>	1980 <sub>2</sub>	1981 <sub>1</sub>	1981 <sub>2</sub>	1982 <sub>1</sub>	1982 <sub>2</sub>	1983 <sub>1</sub>	1983 <sub>2</sub>	1984 <sub>1</sub>	1984 <sub>2</sub>
1	$\bar{x}$	18	31	36	44	45	46	47	47	47	50	54	53
	$s^+$	13	10	6	9	5	6	5	5	9	5	4	11
	$n$	4	29	35	29	47	47	52	53	46	38	38	33
2	$\bar{x}$		32	22	30	39	46	43	41	43	46	48	50
	$s^+$		4	19	20	2	4	5	3	5	5	5	4
	$n$		4	3	4	2	1	3	3	4	4	5	3
3	$\bar{x}$	21	30	32	39	40	41	42	42	45	46	50	48
	$s^+$		4	6	5	4	4	5	5	2	9	6	4
	$n$	1	8	12	11	14	17	14	12	5	6	12	7
5	$\bar{x}$		38	30	37	43	42	43	45	44	44		
	$s^+$			10	3	3		2	4				
	$n$		1	1	2	2	1	1	2	2	1		
6	$\bar{x}$		34	31	29	34	40	41	43	45	46	48	52
	$s^+$			8	4	3	6	4	4	5	7	0	6
	$n$		1	6	7	9	9	6	7	3	3	2	2
9	$\bar{x}$			21	23								
	$s^+$												
	$n$			1	1								
10	$\bar{x}$												
	$s^+$												
	$n$												

CONCENTRACIONES DE PLOMO EN SANGRE (MICROGRAMOS %) MEDIAS DESVIACIONES ESTANDARD Y NUMERO DE MUESTRAS DE LOS DIFERENTES DEPARTAMENTOS (1,2,3,...) DURANTE LOS SEMESTRES COMPRENDIDOS DESDE 1979 A 1984 (1979<sub>1</sub>, 1979<sub>2</sub>,..... ETC.)

D		1979 <sub>1</sub>	1979 <sub>2</sub>	1980 <sub>1</sub>	1980 <sub>2</sub>	1981 <sub>1</sub>	1981 <sub>2</sub>	1982 <sub>1</sub>	1982 <sub>2</sub>	1983 <sub>1</sub>	1983 <sub>2</sub>	1984 <sub>1</sub>	1984 <sub>2</sub>
11	$\bar{x}$				30	42	38	43	43	45	49	52	58
	$s^+$					5		3	3	3	2	4	5
	$n$				2	3	1	17	10	12	6	9	5
20	$\bar{x}$			19	23								30
	$s^+$				6								
	$n$			1	2	2							1
21	$\bar{x}$			25	11	27	32			27			
	$s^+$			1	16	5	2			4			
	$n$			2	2	2	2			2			
22	$\bar{x}$			23	21	24	26						
	$s^+$			7		12	6						
	$n$			3	1	2	2						
23	$\bar{x}$			20	28	24	34						30
	$s^+$			2		8	5						
	$n$			2	1	2	2						1
24	$\bar{x}$			26	31	28							29
	$s^+$			2	1	4							4
	$n$			2	2	2							2
30	$\bar{x}$		21	23	24	21		23	31				27
	$s^+$			2	6	5		1	11				
	$n$		1	5	2	3		2	2				1



CONCENTRACION DE PLOMO EN SANGRE (MICROGRAMOS %) MEDIAS DESVIACIONES ESTANDARD Y NUMERO DE MUESTRAS DE LOS DIFERENTES DEPARTAMENTOS (1,2,3,...) DURANTE LOS SEMESTRES COMPRENDIDOS DESDE 1979 A 1984 (1979<sub>1</sub>, 1979<sub>2</sub>,.....etc.)

D	1979 <sub>1</sub>	1979 <sub>2</sub>	1980 <sub>1</sub>	1980 <sub>2</sub>	1981 <sub>1</sub>	1981 <sub>2</sub>	1982 <sub>1</sub>	1982 <sub>2</sub>	1983 <sub>1</sub>	1983 <sub>2</sub>	1984 <sub>1</sub>	1984 <sub>2</sub>
31 $\bar{x}$			30	32	34	34	36	35				
$s^+$			4				1					
$n^-$			2	1	2	2	1	1				
32 $\bar{x}$												33
$s^+$												
$n^-$												1
33 $\bar{x}$		21	21	20	26	23	25					
$s^+$												
$n^-$		1	1	1	1	1	1					
40 $\bar{x}$				20	35		39					
$s^+$							4					
$n^-$				1	1		2					
43 $\bar{x}$			24	34								
$s^+$			4									
$n^-$			2	1								
50 $\bar{x}$	23				21	28	20	21		26		26
$s^+$												
$n^-$	1				1	1	1	1		1		1
51 $\bar{x}$					39	19	44	42	42		44	42
$s^+$					6	27						
$n^-$					2	2	1	1	1		1	1

CONCENTRACIONES DE PLOMO EN SANGRE (MICROGRAMOS %) MEDIAS DESVIACIONES ESTANDARD Y NUMERO DE MUESTRAS DE LOS DIFERENTES DEPARTAMENTOS (1,2,3,...) DURANTE LOS SEMESTRES COMPRENDIDOS DESDE 1979 A 1984 (1979<sub>1</sub>, 1979<sub>2</sub>,.....etc.)

D	1979 <sub>1</sub>	1979 <sub>2</sub>	1980 <sub>1</sub>	1980 <sub>2</sub>	1981 <sub>1</sub>	1981 <sub>2</sub>	1982 <sub>1</sub>	1982 <sub>2</sub>	1983 <sub>1</sub>	1983 <sub>2</sub>	1984 <sub>1</sub>	1984 <sub>2</sub>
52 $\bar{x}$	27			27	31	36	33	38		31		32
$s^+$	7			10	6	8	3	5		6		
$n^-$	3			3	5	2	3	3	2	3		
53 $\bar{x}$		45	45	43	43	46	46	45	48	52	46	52
$s^+$				1	1	4	1		4	11	2	6
$n^-$		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
54 $\bar{x}$	34	30	27	29	30	40	37	36	42	37	40	37
$s^+$			5			7			8		4	4
$n^-$	1	2	2	2	1	2	1	1	2	1	3	3
55 $\bar{x}$			20	18	27		23	20		36		
$s^+$			3		1		4					
$n^-$			2	1	2		2	1		1		
56 $\bar{x}$		26		30		30	33	41			34	
$s^+$												
$n^-$		1		1		1	1	1			1	
57 $\bar{x}$			24	26	28	27	34	36	40	38	40	39
$s^+$			3	3	5	6	2	4	6	5	7	7
$n^-$			3	6	7	4	5	7	3	4	4	4
58 $\bar{x}$			33	37	36	36	34				37	34
$s^+$			3			1						1
$n^-$			2	1	1	2	1					2



DIFERENCIAS ABSOLUTAS DE CONCENTRACION DE PLOMO (MICROGRAMOS l) CON RESPECTO A LA CONCENTRACION DEL SEMESTRE INMEDIATO ANTERIOR. MEDIAS ( $\bar{x}$ ), DESVIACIONES ESTANDARD ( $s^+$ ) Y NUMERO DE DETERMINACIONES (n) DE LOS DIFERENTES DEPARTAMENTOS (1,2,3,...) DURANTE LOS SEMESTRES DESDE 1979 A 1984 (1979<sub>1</sub>, 1979<sub>2</sub>,.... etc.)

D	1979 <sub>1</sub>	1979 <sub>2</sub>	1980 <sub>1</sub>	1980 <sub>2</sub>	1981 <sub>1</sub>	1981 <sub>2</sub>	1982 <sub>1</sub>	1982 <sub>2</sub>	1983 <sub>1</sub>	1983 <sub>2</sub>	1984 <sub>1</sub>	1984 <sub>2</sub>
20	$\bar{x}$			-1								3
	$s^+$											
	n			1								
21	$\bar{x}$						3					
	$s^+$						5					
	n						2		1			
22	$\bar{x}$		6	0	2							
	$s^+$			9	6							
	n		1	2	2							
23	$\bar{x}$			9	10							
	$s^+$				13							
	n			1	2							1
24	$\bar{x}$		5	-2								1
	$s^+$											
	n		1	1								1
30	$\bar{x}$		7				10					
	$s^+$											
	n		1				1					
31	$\bar{x}$				4		2					2
	$s^+$				3		1					
	n				2	1	2	1				1

DIFERENCIAS ABSOLUTAS DE CONCENTRACION DE PLOMO (MICROGRAMOS l) CON RESPECTO A LA CONCENTRACION DEL SEMESTRE INMEDIATO SUPERIOR. MEDIAS ( $\bar{x}$ ), DESVIACIONES ESTANDARD ( $s^+$ ) Y NUMERO DE DETERMINACIONES (n) DE LOS DIFERENTES DEPARTAMENTOS (1,2,3,...) DURANTE LOS SEMESTRES COMPRENDIDOS DESDE 1979 A 1984 (1979<sub>1</sub>, 1979<sub>2</sub>,.... etc.)

D	1979 <sub>1</sub>	1979 <sub>2</sub>	1980 <sub>1</sub>	1980 <sub>2</sub>	1981 <sub>1</sub>	1981 <sub>2</sub>	1982 <sub>1</sub>	1982 <sub>2</sub>	1983 <sub>1</sub>	1983 <sub>2</sub>	1984 <sub>1</sub>	1984 <sub>2</sub>
32	$\bar{x}$						7					
	$s^+$											
	n						1					
40	$\bar{x}$			6		4	1	-2			2	2
	$s^+$											
	n			1		1	1	1			1	1
43	$\bar{x}$			4		1	2	1		3		-2
	$s^+$						2	1		1		
	n			1	1	2	3	2		2		1
51	$\bar{x}$			-2		3	0	-1	2	4	-6	6
	$s^+$			0		4	5	1	3	7	13	8
	n		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
53	$\bar{x}$		3	2	-2	5	2	-1	1	1	-0	-3
	$s^+$											
	n		5	2	1	1	1	1	2	1	5	1
	$s^+$											
	n		2	2	1	1	1	1	2	1	2	3
54	$\bar{x}$		4				8	-7				
	$s^+$											
	n		1		1	1	1	1				
55	$\bar{x}$			5	3	-0	6	3	2	0	1	-0
	$s^+$			2	3	4	5	3	0	1	4	1
	n			2	5	4	5	7	3	4	3	4





DIFERENCIAS DE CONCENTRACION DE PLOMO (MICROGRAMOS %) CON RESPECTO A LA CONCENTRACION INICIAL

D	1979 <sub>1</sub>	1979 <sub>2</sub>	1980 <sub>1</sub>	1980 <sub>2</sub>	1981 <sub>1</sub>	1981 <sub>2</sub>	1982 <sub>1</sub>	1982 <sub>2</sub>	1983 <sub>1</sub>	1983 <sub>2</sub>	1984 <sub>1</sub>	1984 <sub>2</sub>
52	$\bar{x}$			11		3	6	2		9		-5
	$s^2$					5	6	3		5		
	n			1	1	1	3	2		2		1
53	$\bar{x}$			-5		7	1	-2	5	9	-10	13
	$s^2$			1		9	10	2	7	15	22	19
	n		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
54	$\bar{x}$	-11	-11	7	-6	16	5	-2	3	2		-9
	$s^2$		16	1					4		11	4
	n	1	2	2	1	1	1	1	2	1	2	3
55	$\bar{x}$									38		
	$s^2$											
	n									1		
56	$\bar{x}$			15			10	24			-17	
	$s^2$											
	n			1		1	1	1			1	
57	$\bar{x}$			24	13	0	27	12	5	0	2	-0
	$s^2$			12	12	28	21	11	0	3	10	13
	n			2	5	4	5	7	3	4	3	4
58	$\bar{x}$			19		1	-8				5	-4
	$s^2$					4						8
	n			1		2	1				1	2

TAELA IV. CORRELACION MULTIPLE SIMPLE. COMO VARIABLE A DETERMINAR (y) ES LA CONCENTRACION DE PLOMO SERICO EN MCCR %; COMO VARIABLE INDEPENDIENTE ( $x_1$ ) ES EL TIEMPO (t) EN SEMESTRES; COMO VARIABLE INDEPENDIENTE ( $x_2$ ), ES EL TIEMPO (t) DE LABORAR EN LA EMPRESA, COEFICIENTES ( $a, b_1, x_1$ ) DE LA CURVA SEGUN LA FORMULA  $y = a + b_1 x_1 + b_2 x_2$ , COEFICIENTES DE CORRELACION MULTIPLE (R), ASI COMO SU PRODUCTO AL CUADRADO DIVIDIDO ENTRE 100 (R<sup>2</sup>); MEDIAS DE LAS VARIABLES ( $\bar{x}_1, \bar{x}_2, \bar{y}$ ), DESVIACIONES ESTANDARD ( $s^2$ ), NUMERO DE DETERMINACIONES (n) Y SIGNIFICANCIA ESTADISTICA OBTENIDAS EN LOS DIFERENTES DEPARTAMENTOS, GRUPOS Y TODAS LAS DETERMINACIONES.

DEPTO.	R	R <sup>2</sup>	$b_1$	$b_2$	a	$\bar{y}$	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	
01	0.738	54	1.878	0.016	30.56	46.35	7.51	103.86	445
02	0.828	69	1.685	0.014	28.94	43.30	7.92	71.08	37
05	0.709	50	1.550	0.006	30.72	42.31	7.12	89.86	112
09	0.760	58	2.130	0.040	28.34	39.76	6.67	43.72	46
11	0.780	61	2.160	0.002	21.86	47.52	9.27	33.62	48
57	0.807	65	1.974	-0.042	20.18	33.64	7.98	54.71	45
59	0.682	47	1.442	0.011	24.85	36.94	7.60	99.25	81
TODOS	0.652	43	1.820	0.029	25.78	41.12	7.15	80.62	1086
I	0.752	57	1.880	0.021	28.95	44.46	7.31	86.32	778
II	0.645	42	1.362	0.006	25.01	35.71	7.46	79.19	185

TABLA V. CORRELACION MULTIPLE SIMPLE: COMO VARIABLE A DETERMINAR (y) ES LA CONCENTRACION DE PLOMO EN SANGRE EN MCCR%; COMO VARIABLE INDEPENDIENTE (x<sub>1</sub>) ES EL TIEMPO (t) EN SEMESTRES; COMO VARIABLE INDEPENDIENTE (x<sub>2</sub>) ES EL TIEMPO (t) DE LABORAR EN LA EMPRESA; COEFICIENTES (a), (b<sub>1</sub>), (b<sub>2</sub>); DE LA CURVA SEGUN LA FORMULA:  $y = a + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2$ , COEFICIENTES DE CORRELACION MULTIPLE (R), ASI COMO SU PRODUCTO AL CUADRADO DIVIDIDO ENTRE 100 (R<sup>2</sup>), MEDIAS DE LAS VARIABLES ( $\bar{x}_1, \bar{x}_2, \bar{y}$ ), DESVIACIONES ESTANDAR (s<sup>+</sup>), NUMERO DE DETERMINACIONES (n) Y SIGNIFICANCIA ESTADISTICA OBTENIDAS EN LOS DIFERENTES DEPARTAMENTOS, GRUPOS Y "TODAS" - LAS DETERMINACIONES.

DEPTO.	R	R <sup>2</sup>	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	a	$\bar{y}$	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	n
1	0.738	54.42	1.878	0.016	30.56	46.35	7.51	103.86	445
2	0.828	68.60	1.685	0.014	28.94	43.40	7.92	71.08	37
5	0.709	50.26	1.550	0.006	30.72	42.31	7.12	89.86	112
9	0.760	57.70	2.130	0.040	28.34	39.76	6.67	43.72	46
11	0.780	60.96	2.760	0.020	21.86	47.52	9.27	33.62	48
57	0.807	65.06	1.974	-0.042	20.18	33.64	7.98	54.71	45
59	0.682	46.47	1.442	0.011	24.85	36.94	7.60	99.25	81
Gpo. I	0.752	56.58	1.880	0.021	28.93	44.46	7.31	86.32	778
Gpo. II	0.645	41.55	1.362	0.006	25.01	35.71	7.46	79.19	185
Todos	0.652	42.53	1.820	0.029	25.78	41.12	7.15	80.62	1086

D = concentración de plomo      E = Semestre      t = Tiempo de laborar.

TABLA VI. CORRELACIONES LINEALES SIMPLES. COMO VARIABLE A DETERMINAR (y) ES LA CONCENTRACION DE PLOMO EN MCCR%; COMO VARIABLE INDEPENDIENTE (x) ES EL TIEMPO (t) EN SEMESTRES; COEFICIENTE (a), (b), DE LA CURVA SEGUN LA FORMULA  $y = a + bx$ , COEFICIENTE DE CORRELACION (R), ASI COMO SU PRODUCTO AL CUADRADO DIVIDIDO ENTRE 100 (R<sup>2</sup>); MEDIAS DE LAS VARIABLES ( $\bar{x}, \bar{y}$ ), DESVIACIONES ESTANDAR (s<sup>-</sup>), NUMERO DE DETERMINACIONES (n) Y SIGNIFICANCIA ESTADISTICA OBTENIDAS EN LOS DIFERENTES DEPARTAMENTOS, GRUPOS Y TODOS DE LAS DETERMINACIONES.

DEPTO.	R	R <sup>2</sup>	b	a	$\bar{y}$	$\bar{x}$	n
1	0.727	53	1.93	31.86	46.3	7.51	445
2	0.827	68	1.77	29.28	43.3	7.92	37
5	0.707	50	1.58	31.01	42.3	7.12	112
9	0.740	54	2.14	25.48	39.8	6.67	46
11	0.778	60	2.73	22.24	47.5	9.27	48
54	0.611	37	1.10	27.63	35.9	7.57	23
57	0.781	61	1.99	17.78	33.6	7.98	45
59	0.667	45	1.46	25.82	36.9	7.60	81
TODOS	0.620	38	1.96	27.11	41.1	7.15	1086
I	0.731	53	1.97	30.06	44.4	7.31	778
II	0.640	41	1.38	25.46	35.7	7.46	185

TABLA VII. TIEMPO NECESARIO PARA ALCANZAR LAS CIFRAS DE PLOMO EN SANGRE DE: 40 MCGR%, 60 MCGR% Y 100 MCGR%; EN LOS DIFERENTES DEPARTAMENTOS, CALCULADO A PARTIR DE LA FORMULA DE LA TABLA VI; EXPRESADOS EN SEMESTRES; QUE DEBERAN AGREGARSE A LA FECHA DE INICIO DEL ESTUDIO (1979); ASI COMO EL CALCULO DEL AÑO CORRESPONDIENTE.

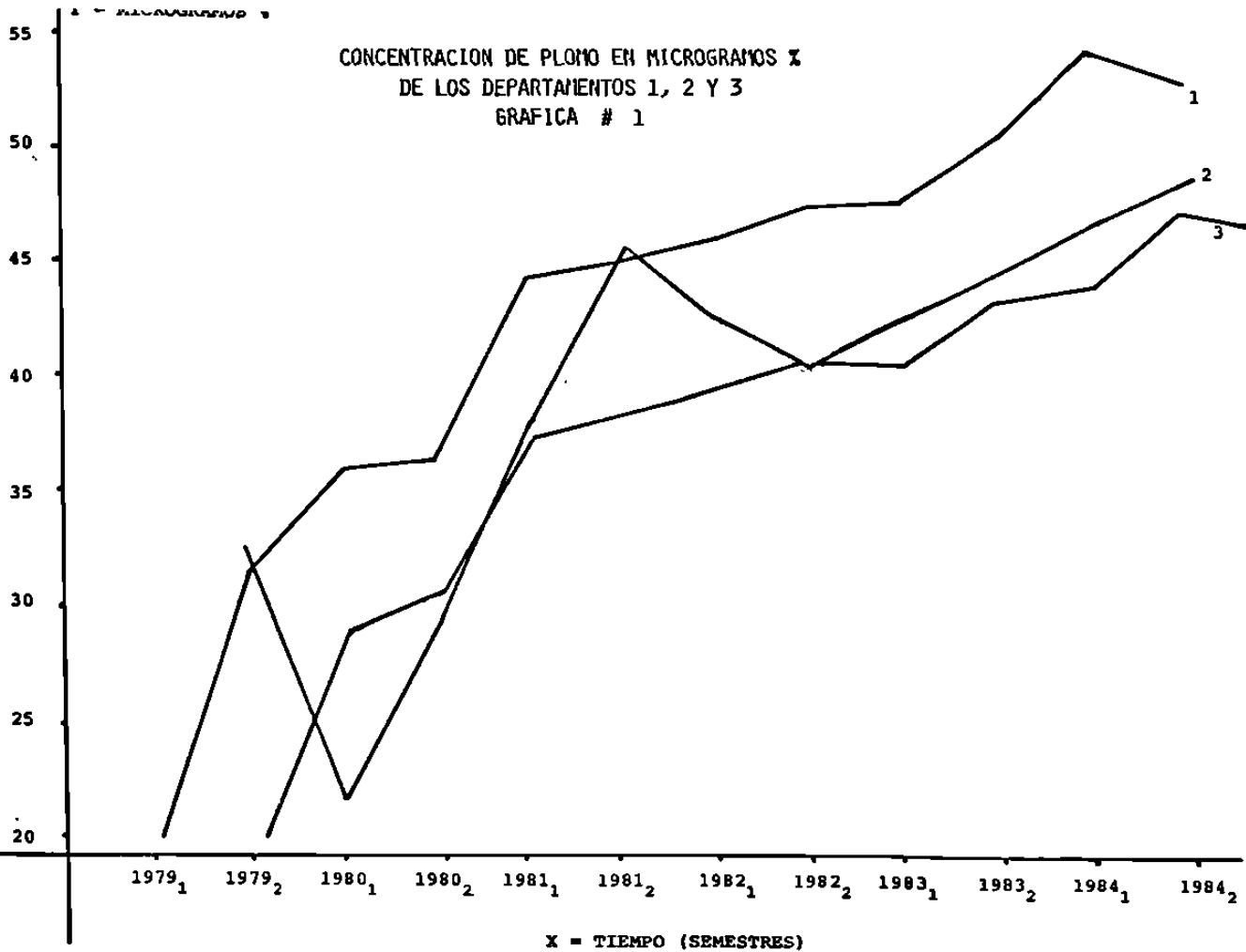
DEPTO.	TIEMPO EN SEMESTRES			AÑO		
	40 MCGR%	60MCGR%	100 MCGR%	40 MCGR%	60 MCGR%	100 MCGR%
1	4	15	35	1981	1986	1997
2	6	17	40	1982	1988	1997
5	6	18	44	1983	1988	2001
9	7	16	35	1982	1987	1996
11	7	14	28	1982	1986	1993
54	11	29	66	1985	1994	2012
57	11	21	41	1985	1990	2000
59	10	23	51	1984	1991	2004
Gpo. I	5	15	36	1982	1987	1997
Gpo. II	11	25	54	1984	1992	2006
Todos	7	17	37	1982	1987	1998

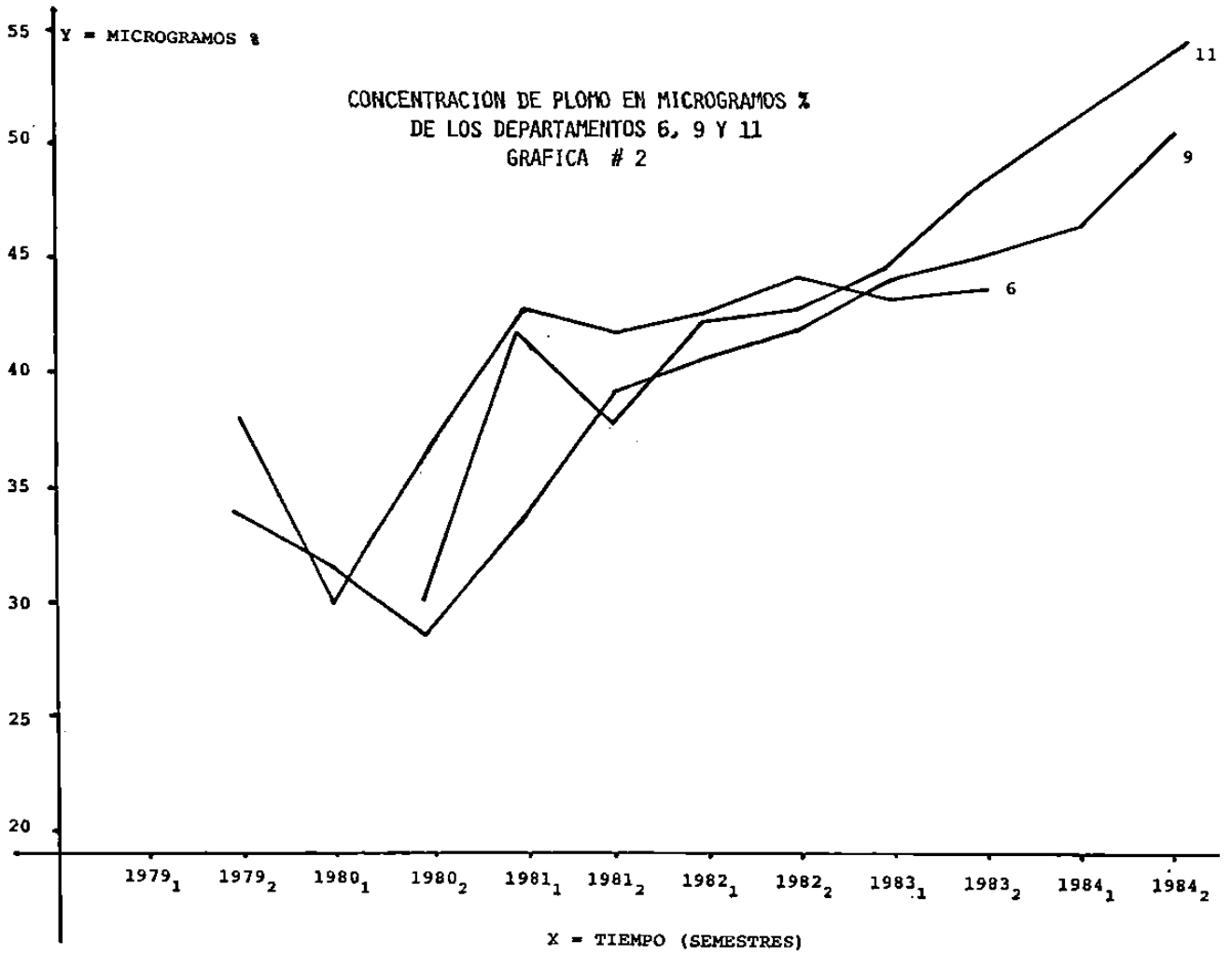
TABLA VIII. CORRELACION MULTIPLE.- COMO VARIABLE A DETERMINAR (y) ES LA ULTIMA CONCENTRACION DE PLOMO EN SANGRE EN MICROGRAMOS % DETERMINADA EN UNA VARIANTE; COMO VARIABLE INDEPENDIENTE ( $x_1$ ), (t) ES EL TIEMPO EN SEMESTRES; COMO VARIABLE INDEPENDIENTE ( $x_2$ ) Y LA PRIMERA CONCENTRACION DE PLOMO EN SANGRE EN MICROGRAMOS % DETERMINADA EN EL MISMO PACIENTE; COEFICIENTES ( $a$ ), ( $b_1$ ), ( $b_2$ ), DE LA CURVA SEGUN LA FORMULA;  $y = a + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2$ , COEFICIENTES DE CORRELACION MULTIPLE (R), ASI COMO SU PRODUCTO AL CUADRADO DIVIDIDO ENTRE 100 (R<sup>2</sup>); MEDIAS ( $\bar{x}_1, \bar{x}_2, \bar{y}$ ) DESVIACIONES ESTANDAR ( $s_+$ ), NUMERO DE DETERMINACIONES (n) Y SIGNIFICANCIA ESTADISTICA OBTENIDAS EN LOS DIVERSOS DEPARTAMENTOS, GRUPOS Y TODAS LAS DETERMINACIONES.

DEPTO.	R	R <sup>2</sup>	$b_1$	$b_2$	a	$\bar{y}$	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	n
1	0.540	29.13	1.538	0.321	27.38	51.00	7.77	36.38	65
11	0.831	69.01	2.762	0.160	33.43	50.43	3.64	42.93	14
51	0.795	63.17	1.891	0.483	17.14	46.00	7.00	32.33	21
52	0.991	98.19	1.541	-0.127	-11.67	32.17	4.67	28.83	6
Gpo. I	0.615	37.80	1.520	0.381	24.95	49.36	7.02	26.06	119
Gpo. II	0.591	34.96	1.482	0.289	20.26	38.11	5.83	33.86	36
Todos	0.721	52.00	1.849	0.703	8.43	43.87	6.43	33.49	188

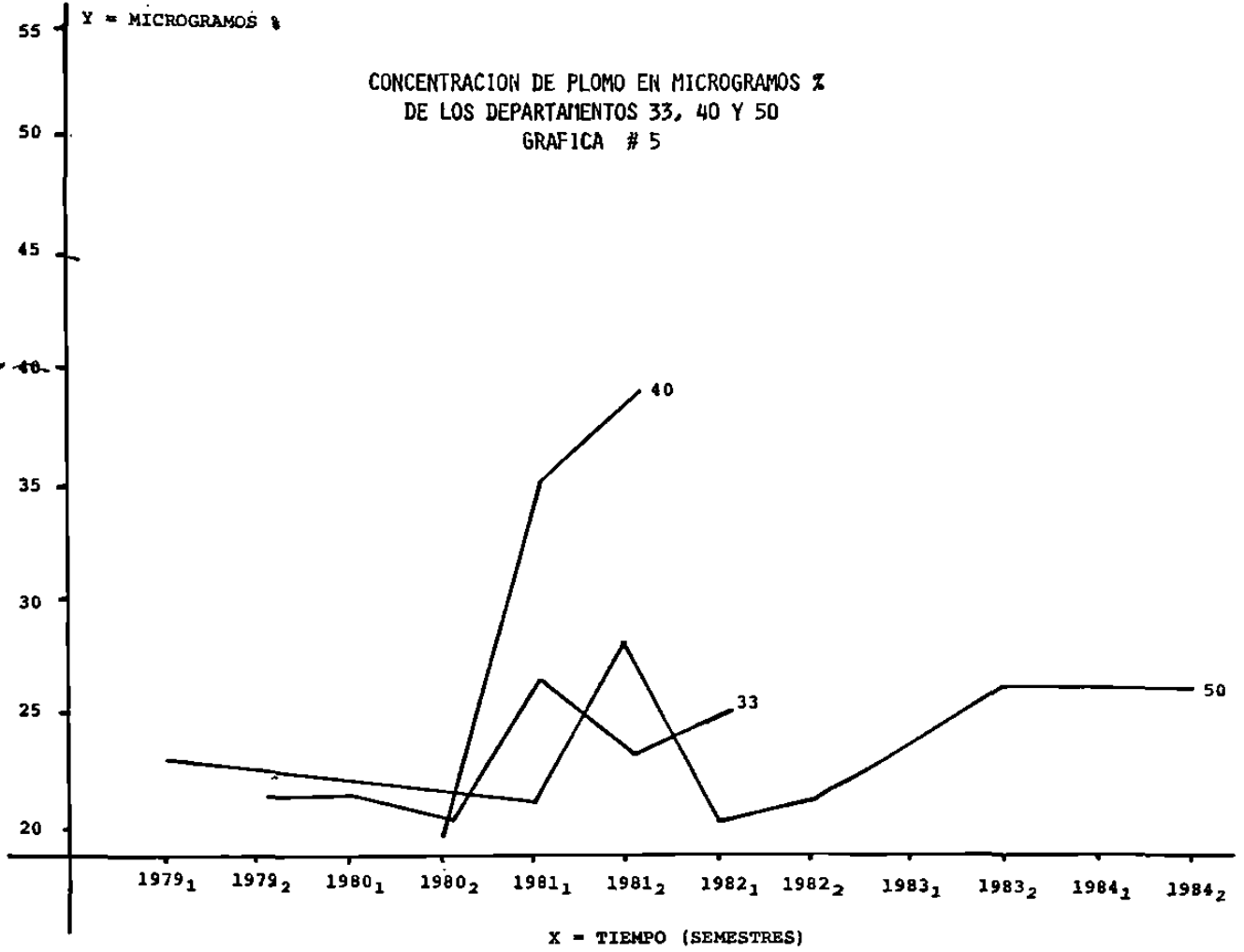


CONCENTRACION DE PLOMO EN MICROGRAMOS X  
DE LOS DEPARTAMENTOS 1, 2 Y 3  
GRAFICA # 1

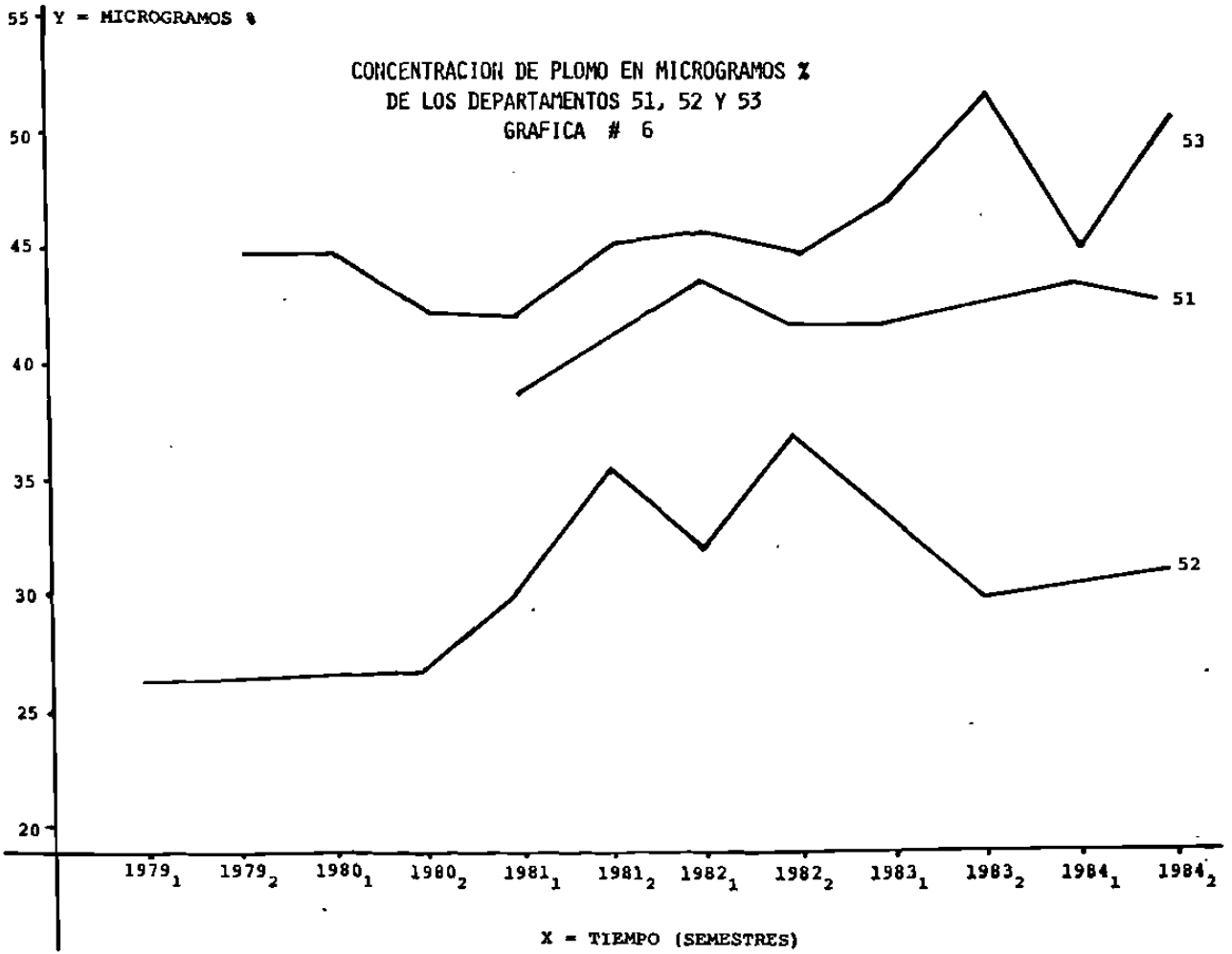


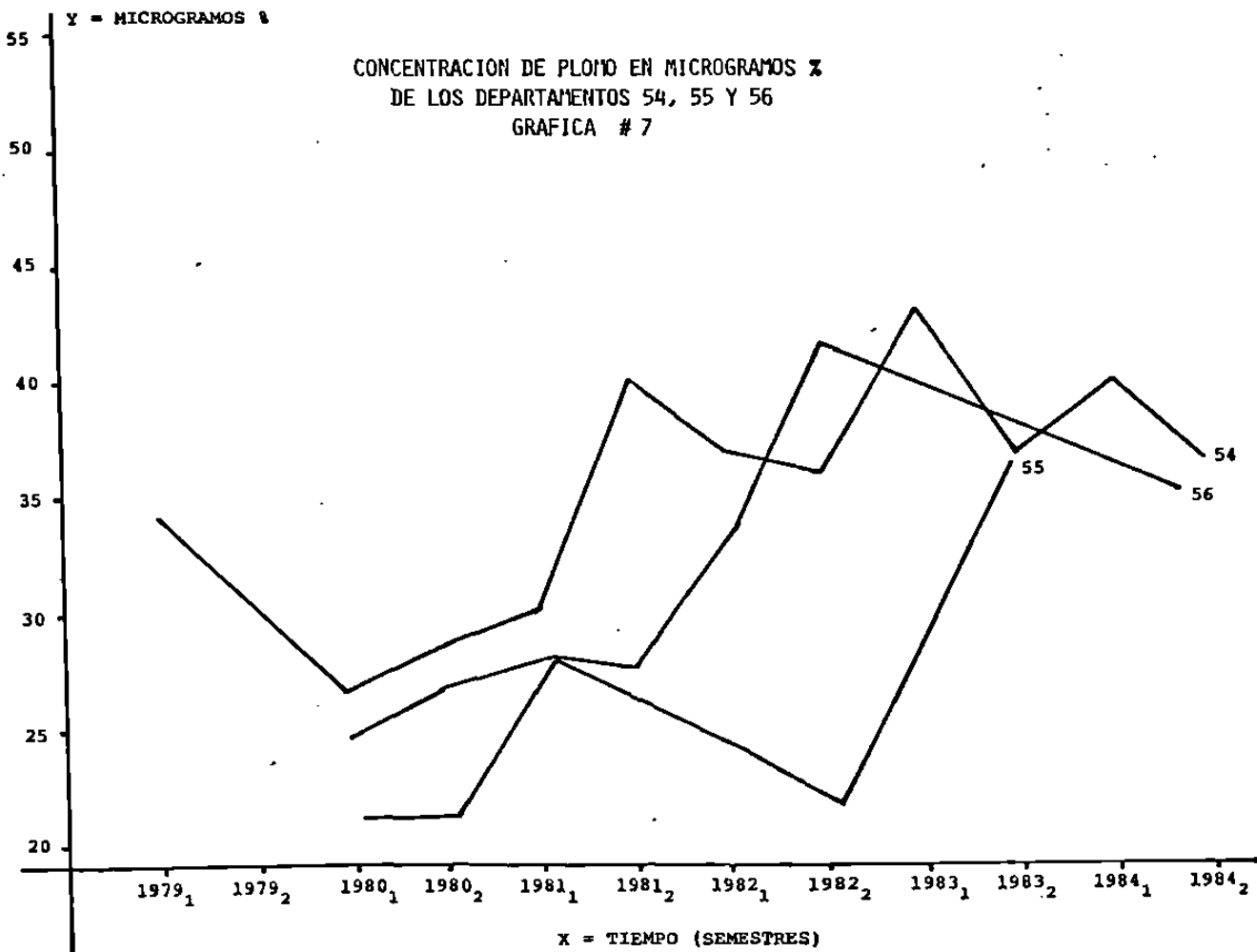


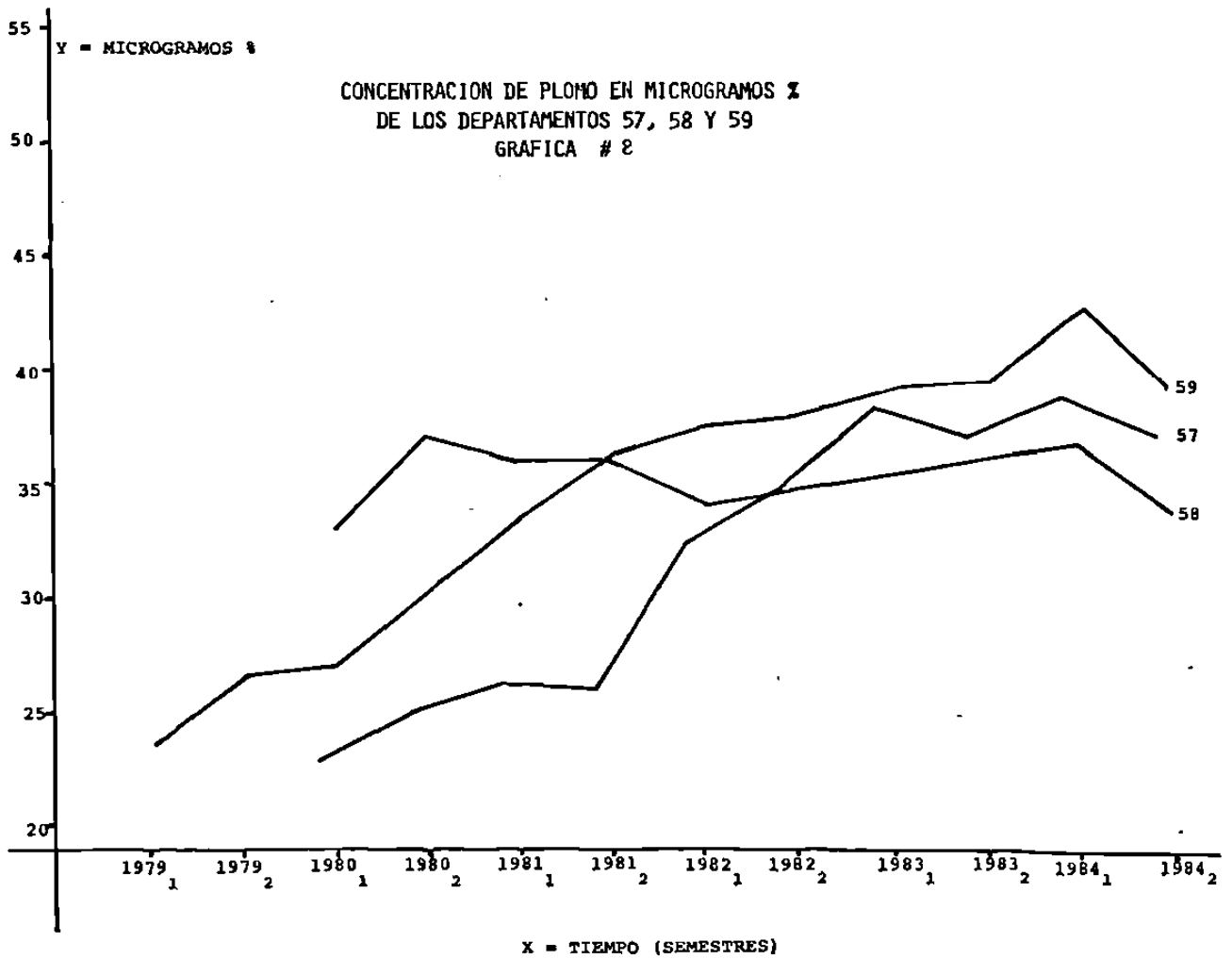
CONCENTRACION DE PLOMO EN MICROGRAMOS %  
DE LOS DEPARTAMENTOS 33, 40 Y 50  
GRAFICA # 5



CONCENTRACION DE PLOMO EN MICROGRAMOS %  
DE LOS DEPARTAMENTOS 51, 52 Y 53  
GRAFICA # 6



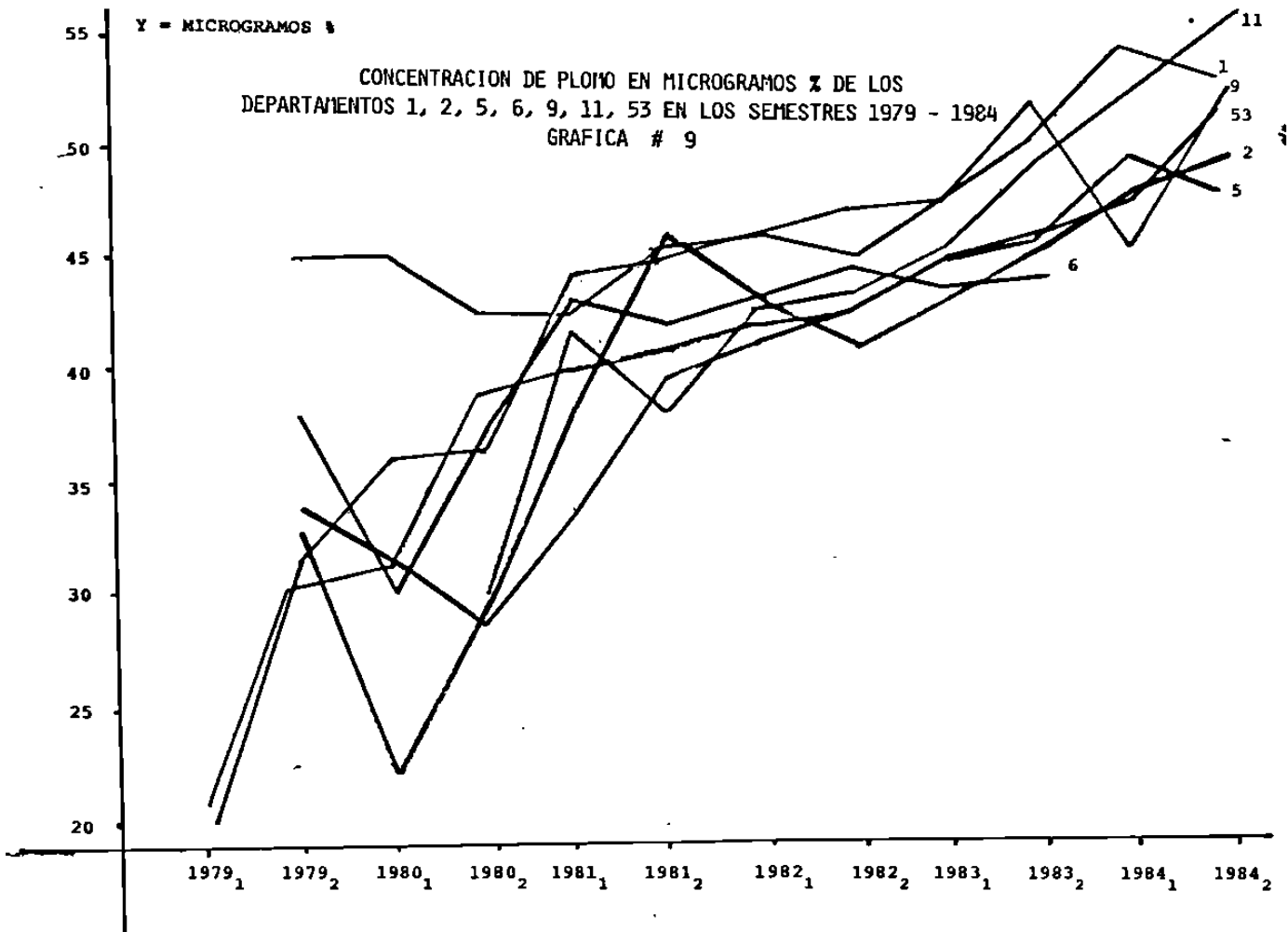




Y = MICROGRAMOS %

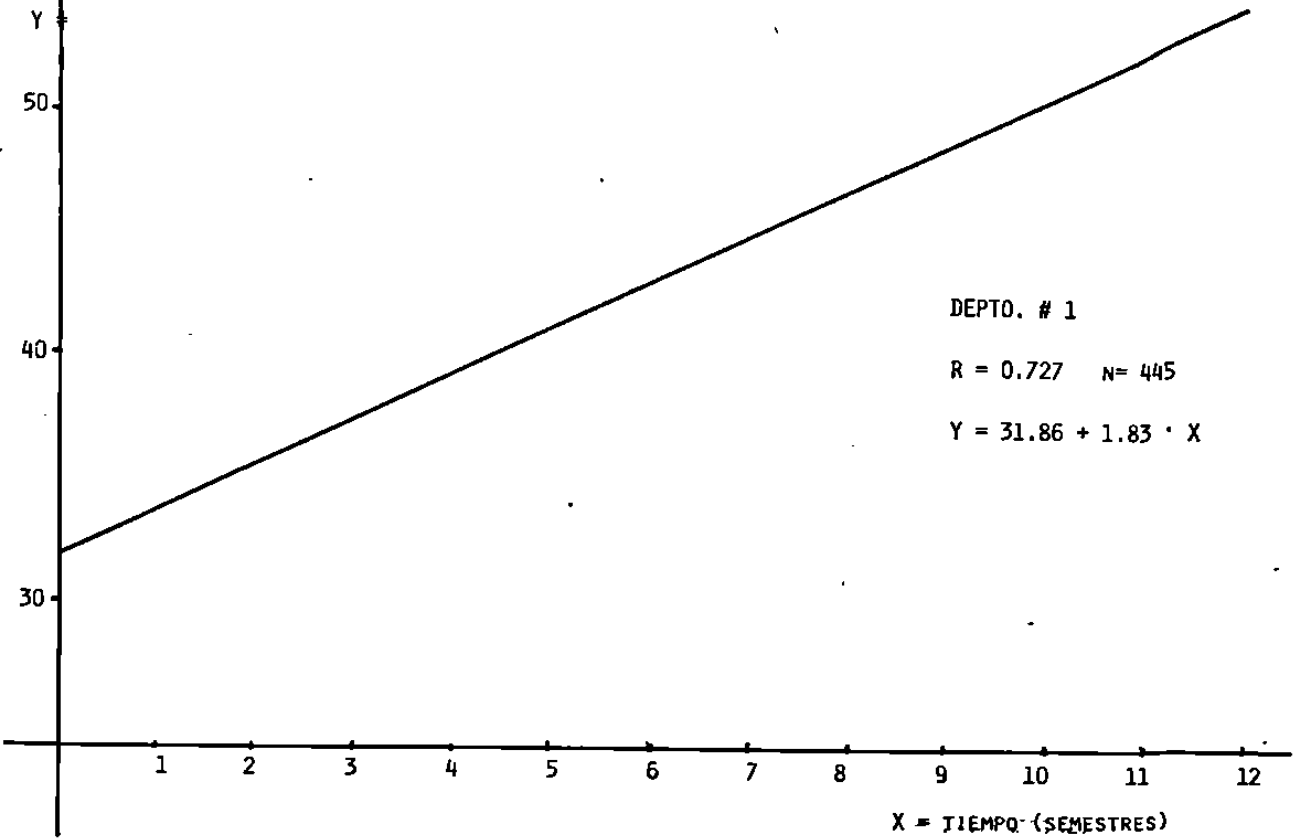
CONCENTRACION DE PLOMO EN MICROGRAMOS % DE LOS  
DEPARTAMENTOS 1, 2, 5, 6, 9, 11, 53 EN LOS SEMESTRES 1979 - 1984

GRAFICA # 9



CONCENTRACION  
PLOMO

GRAFICA # 10





Y =  
CONCENTRACION  
PLOMO

GRAFICA # 11

50

40

30

DEPTO. # 02

R = 0.827 N = 37

Y = 29.28 + 1.77 · X

1

2

3

4

5

6

7

8

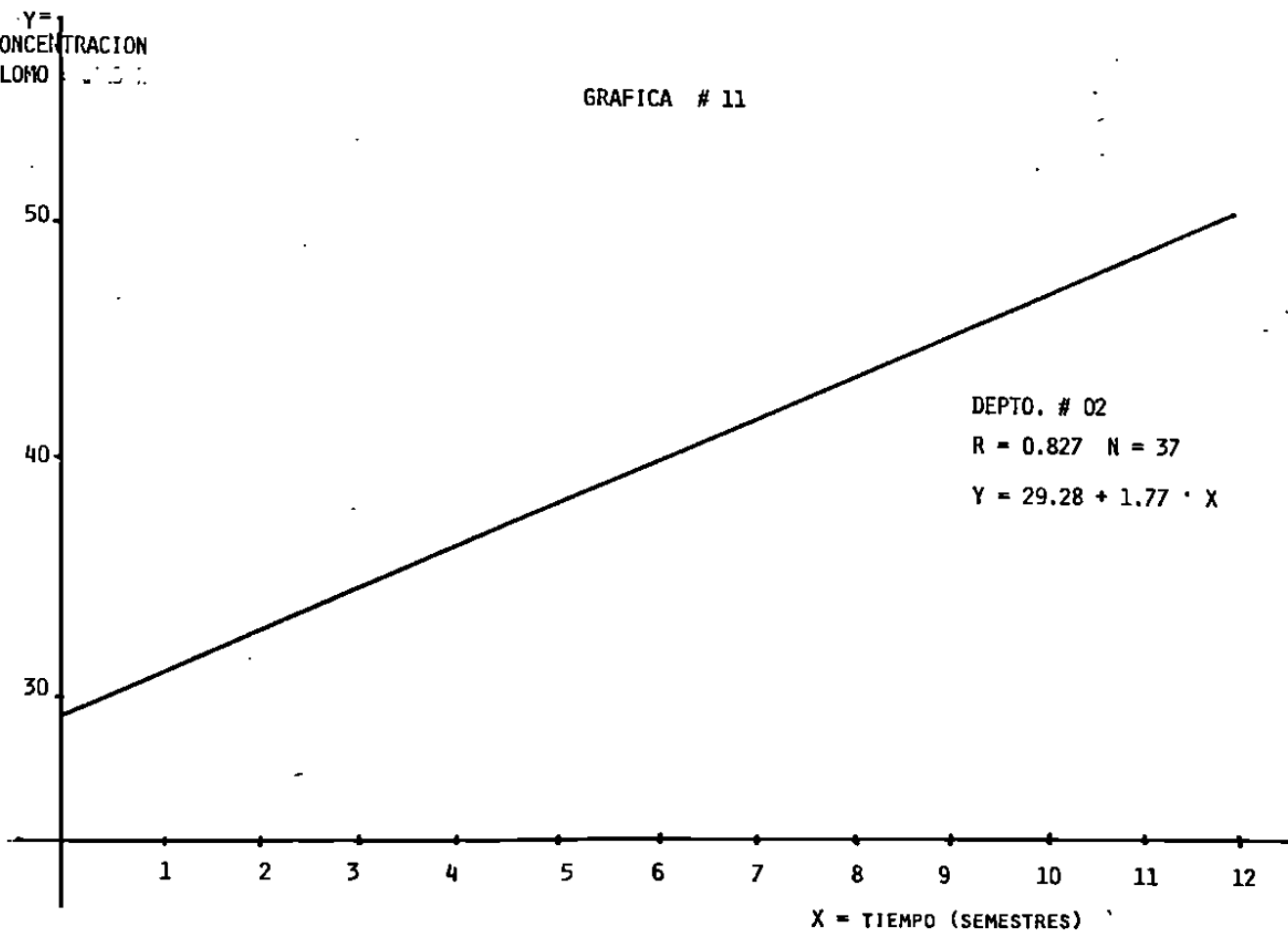
9

10

11

12

X = TIEMPO (SEMESTRES)



CONCENTRACION  
PLOMO  
Y =

GRAFICA # 12

50

40

30

DEPTO. # 09

R = 0.740

Y = 25.48 + 2.73 · X

1

2

3

4

5

6

7

8

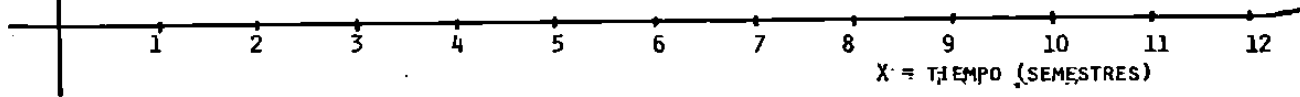
9

10

11

12

X = TIEMPO (SEMESTRES)



Y =  
CONCENTRACION  
PLOMO

GRAFICA # 13

50

40

30

DEPTO. # 11

R = 0.778

Y = 22.24 + 2.73 · X

1

2

3

4

5

6

7

8

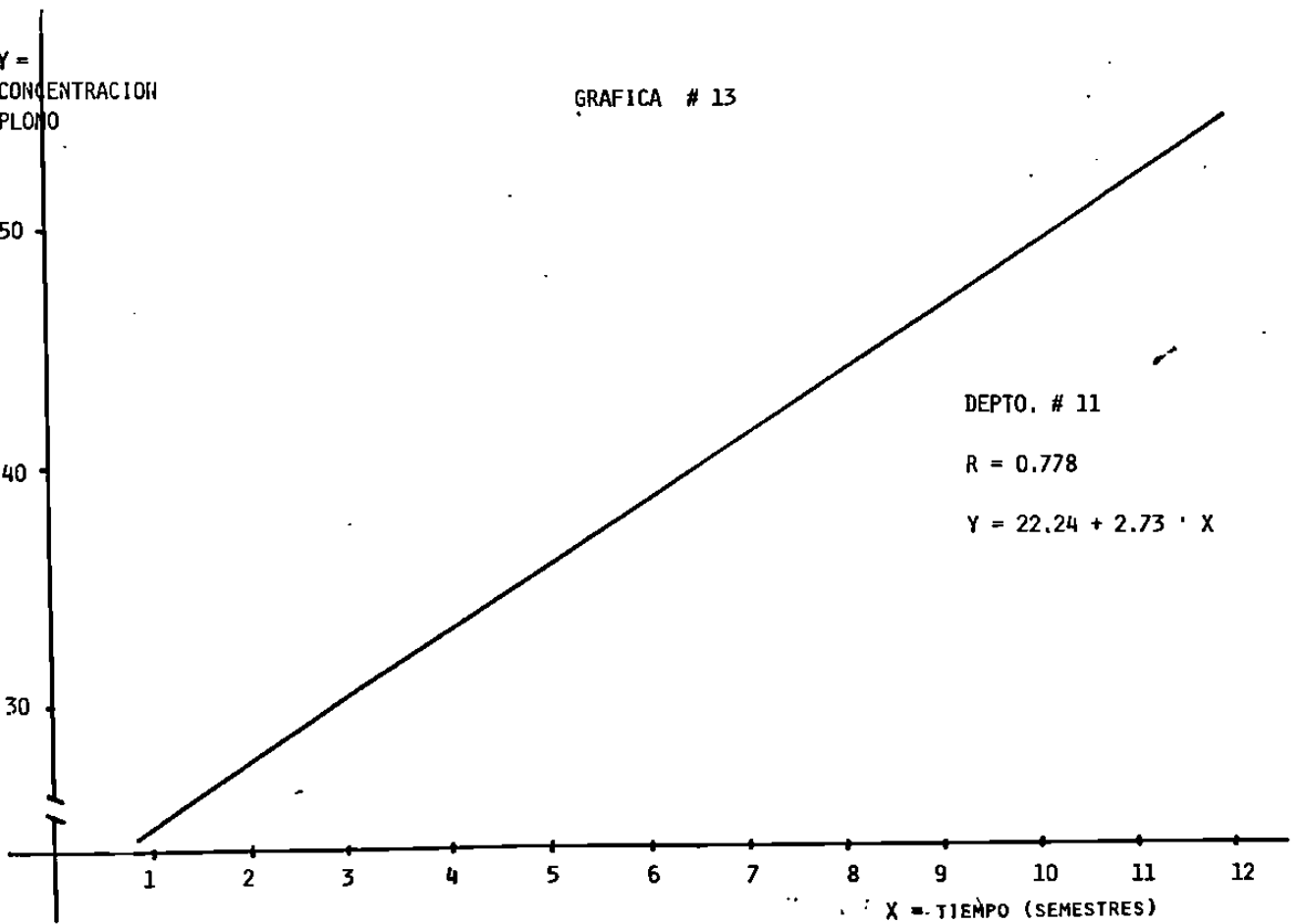
9

10

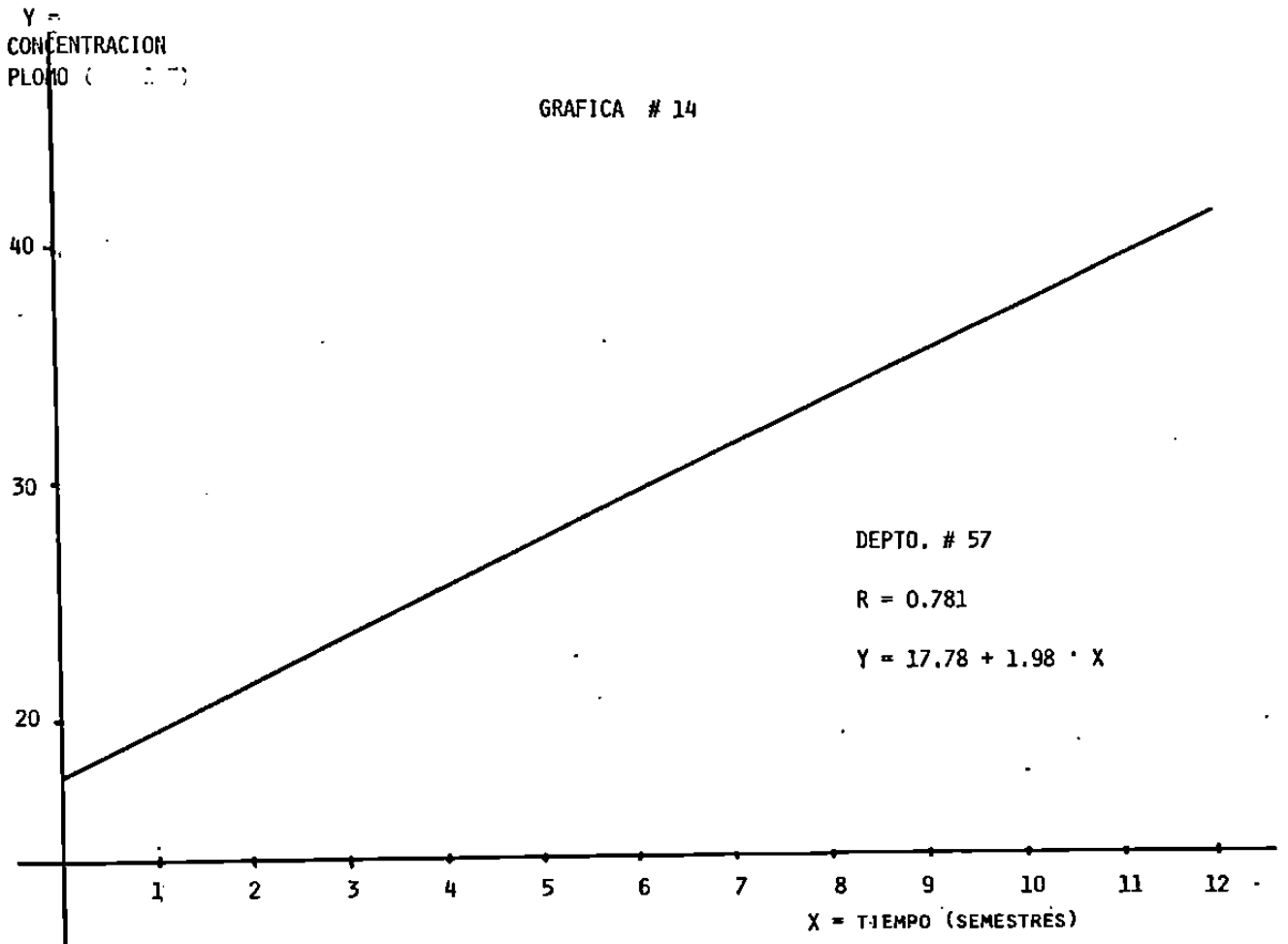
11

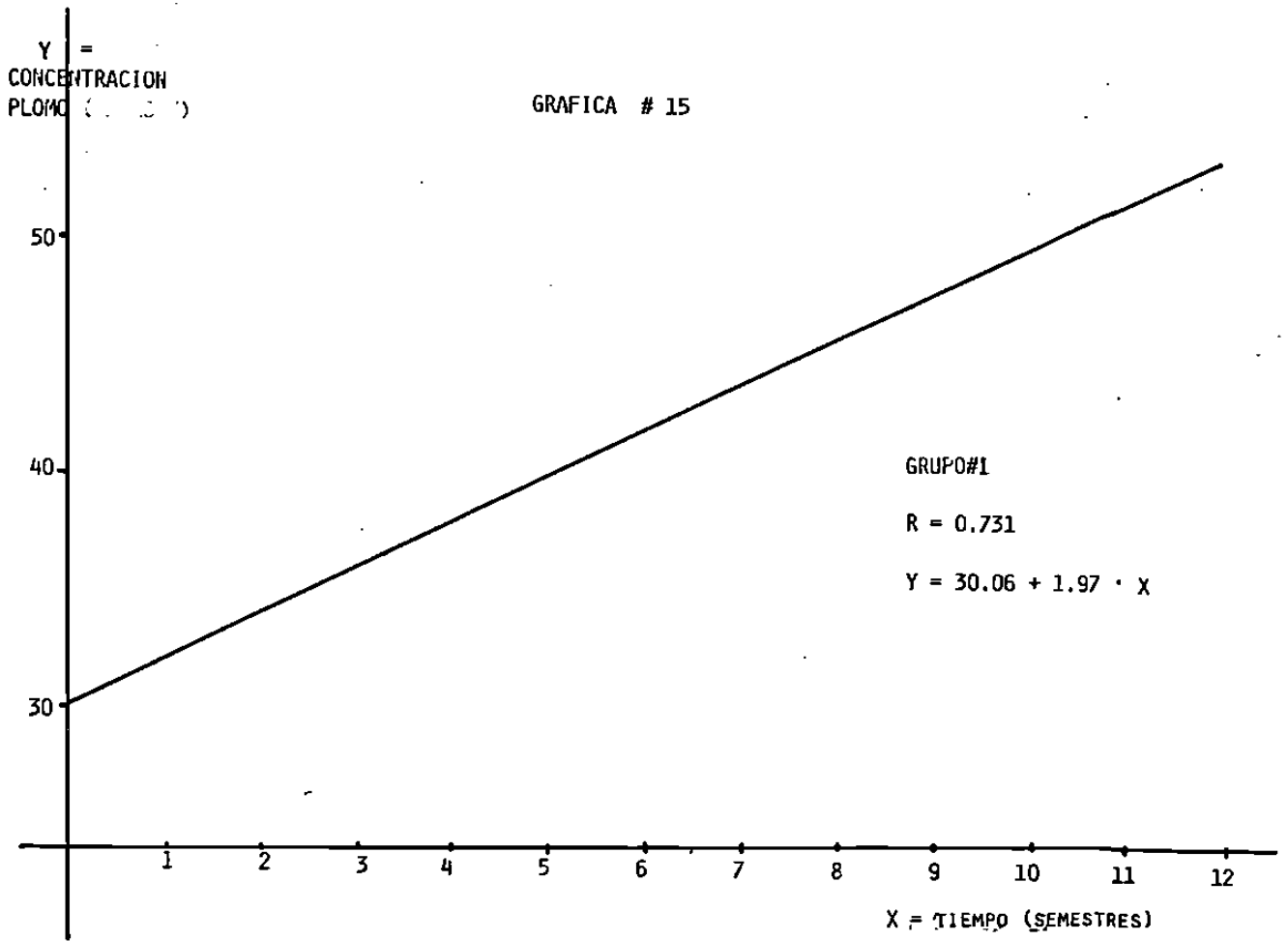
12

X = TIEMPO (SEMESTRES)

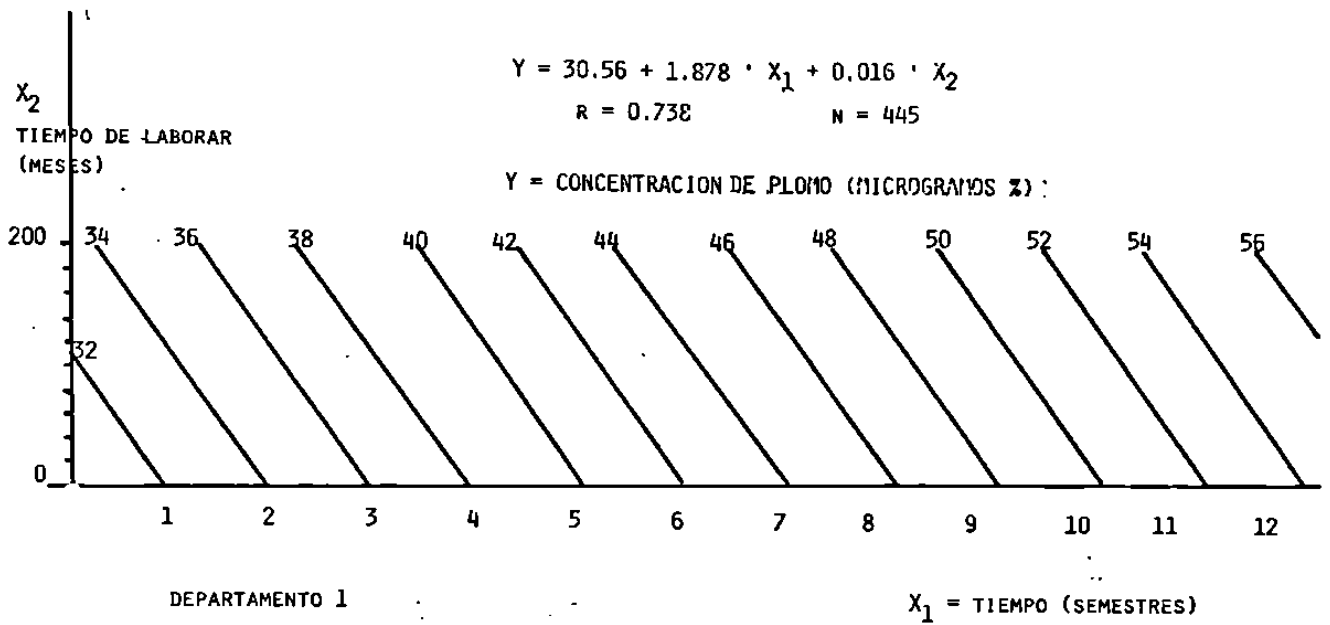


GRAFICA # 14

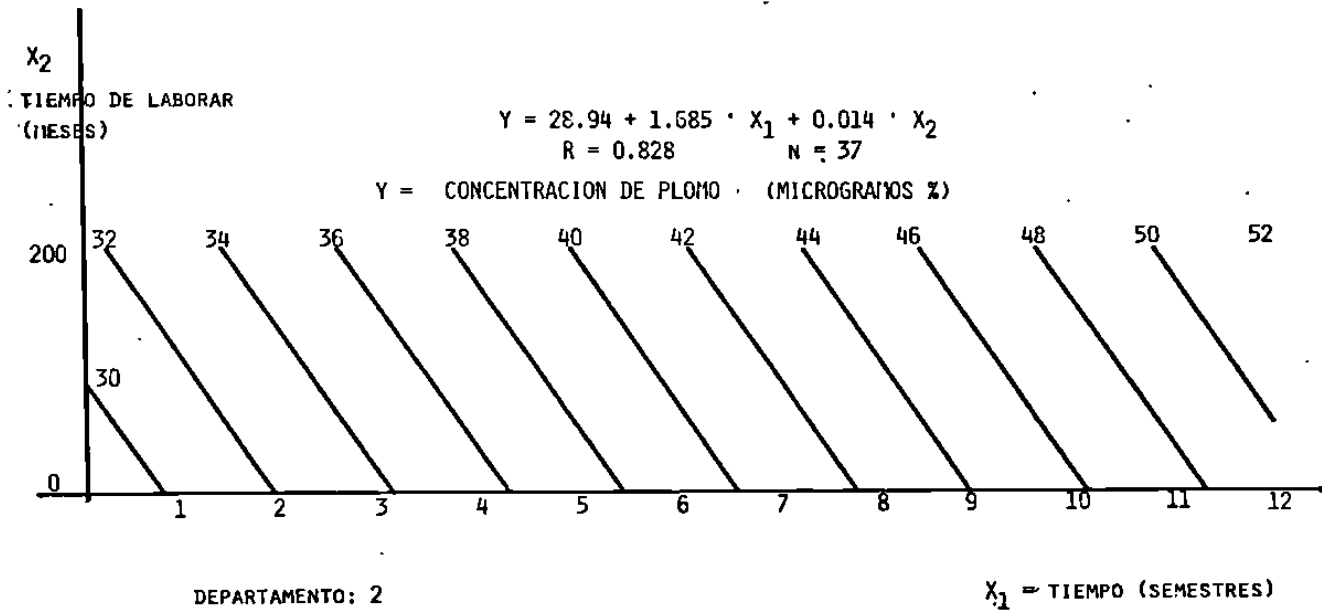




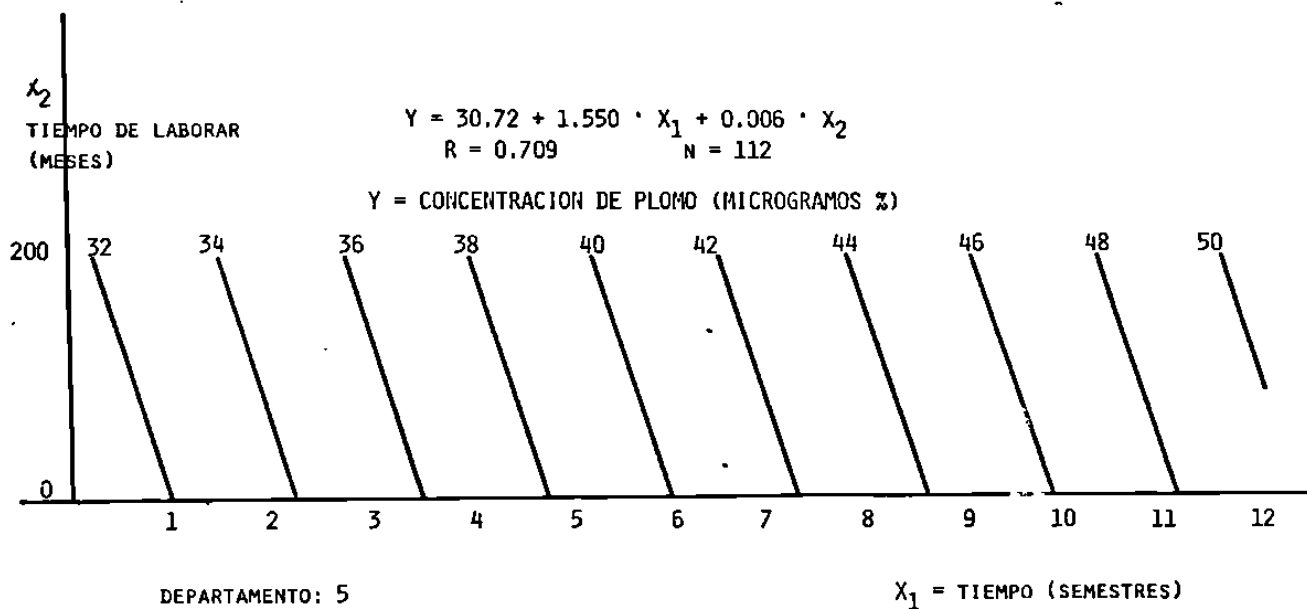
1



GRAFICA # 16

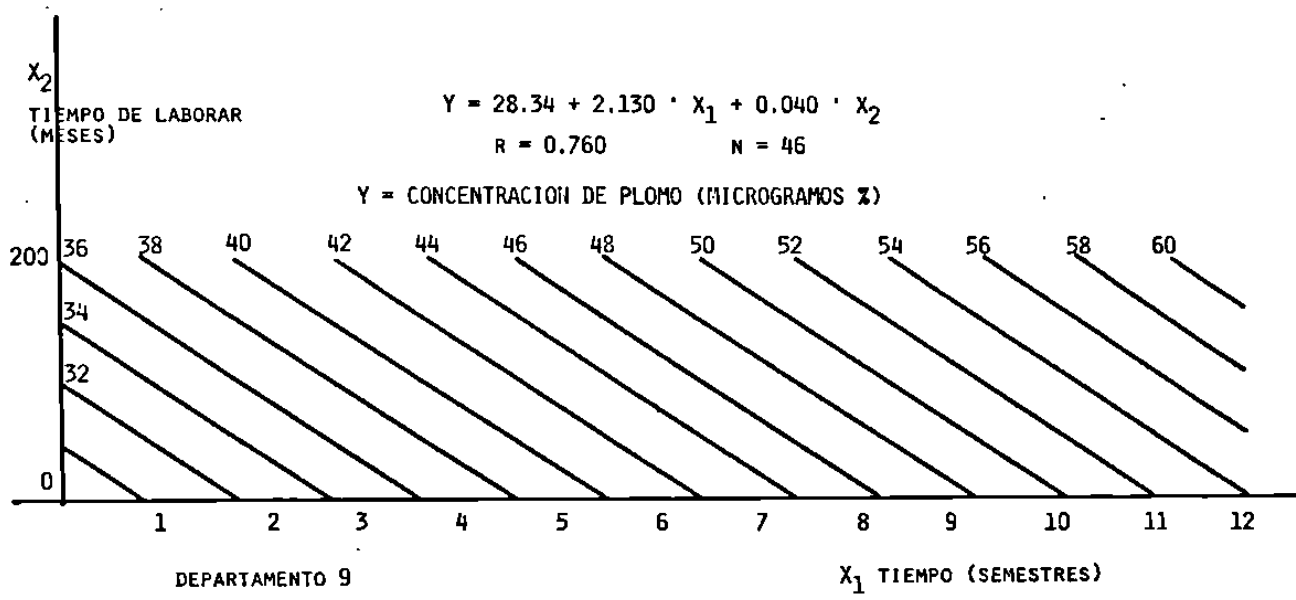


GRAFICA # 17

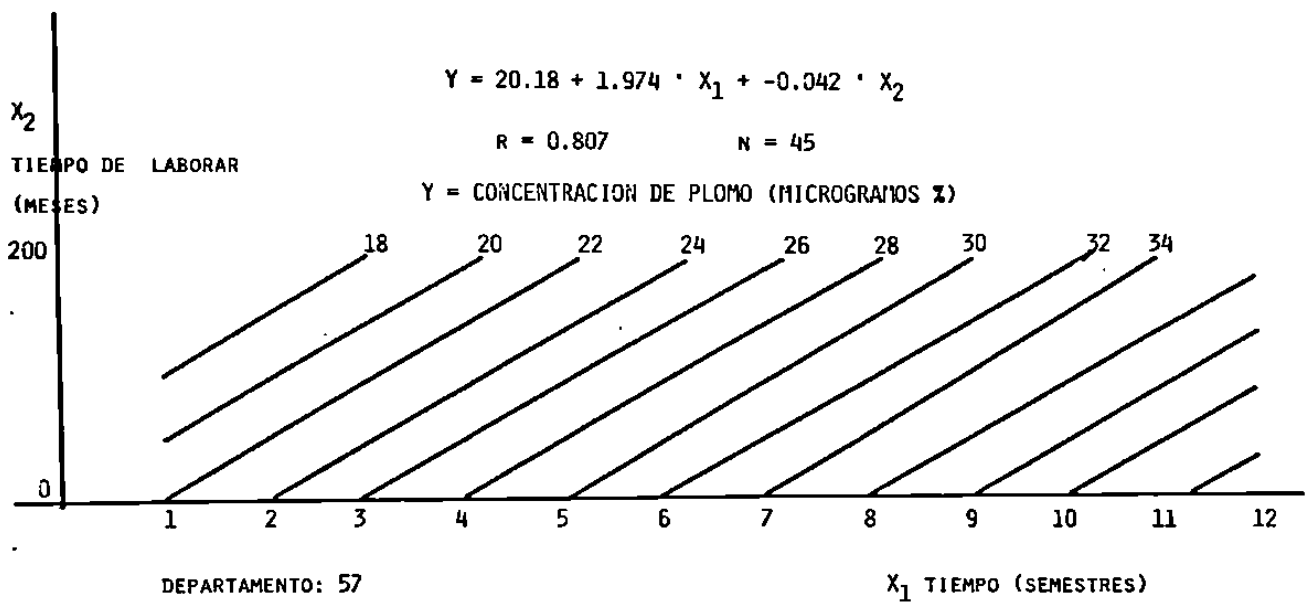


GRAFICA # 18

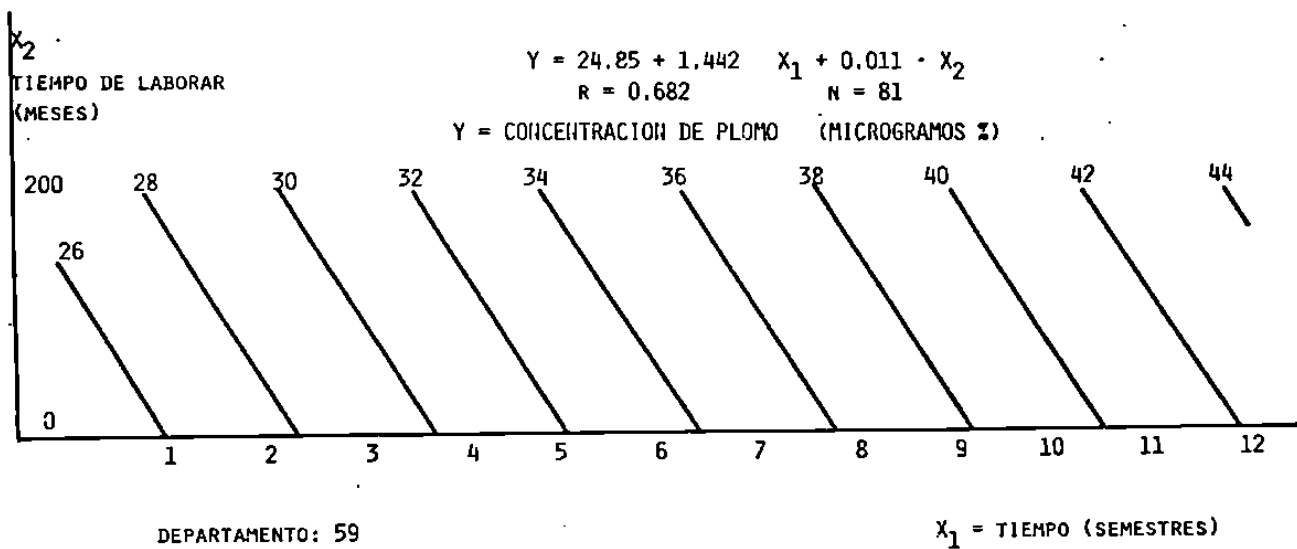




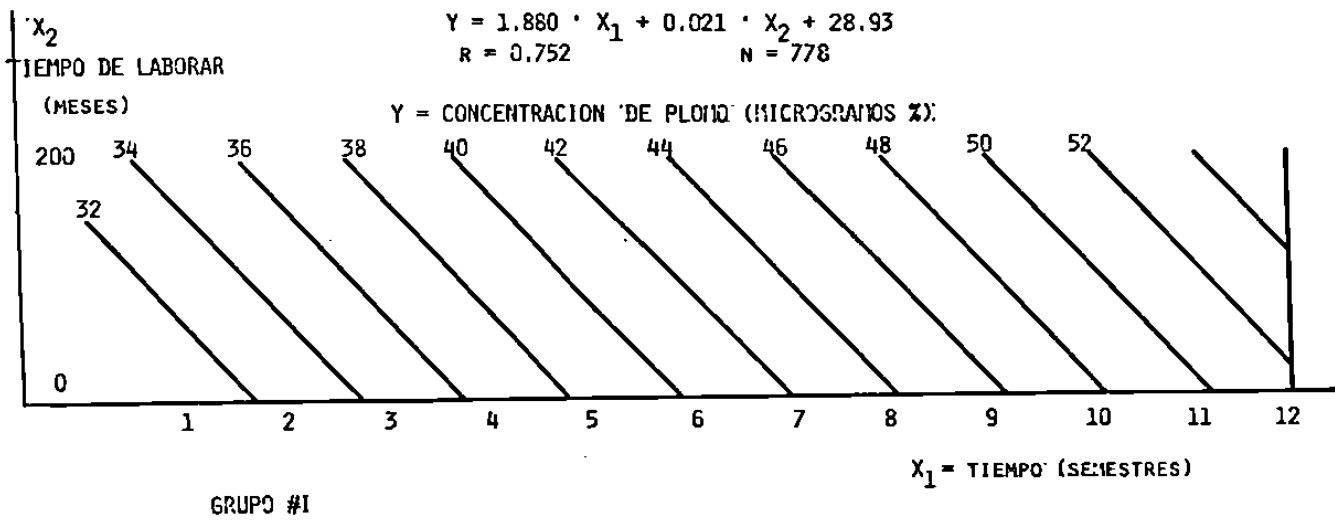
GRAFICA # 19



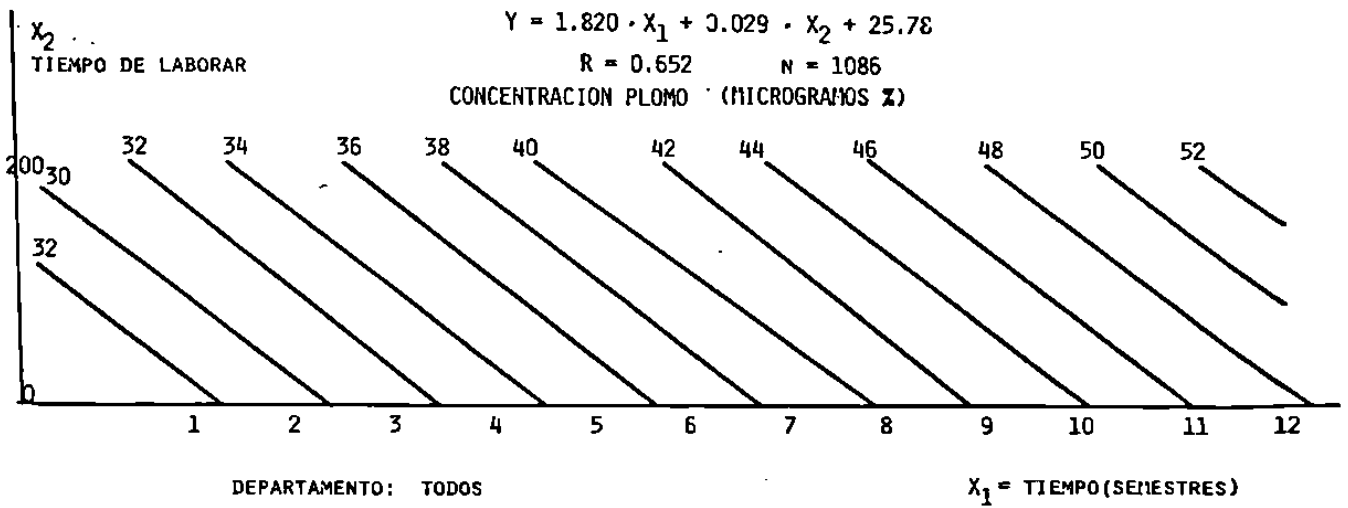
GRAFICA # 20



GRAFICA # 21



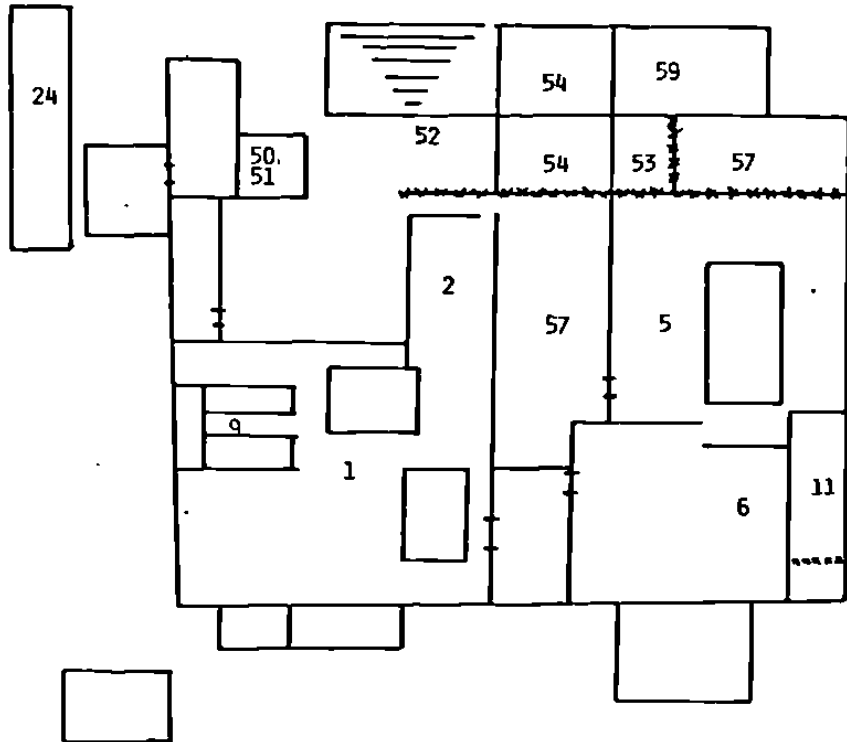
GRAFICA # 22



GRAFICA # 23

PLANO DE DISTRIBUCION DE LA PLANTA DE ACUMULADORES  
POR NUMERO DE DEPARTAMENTO

31

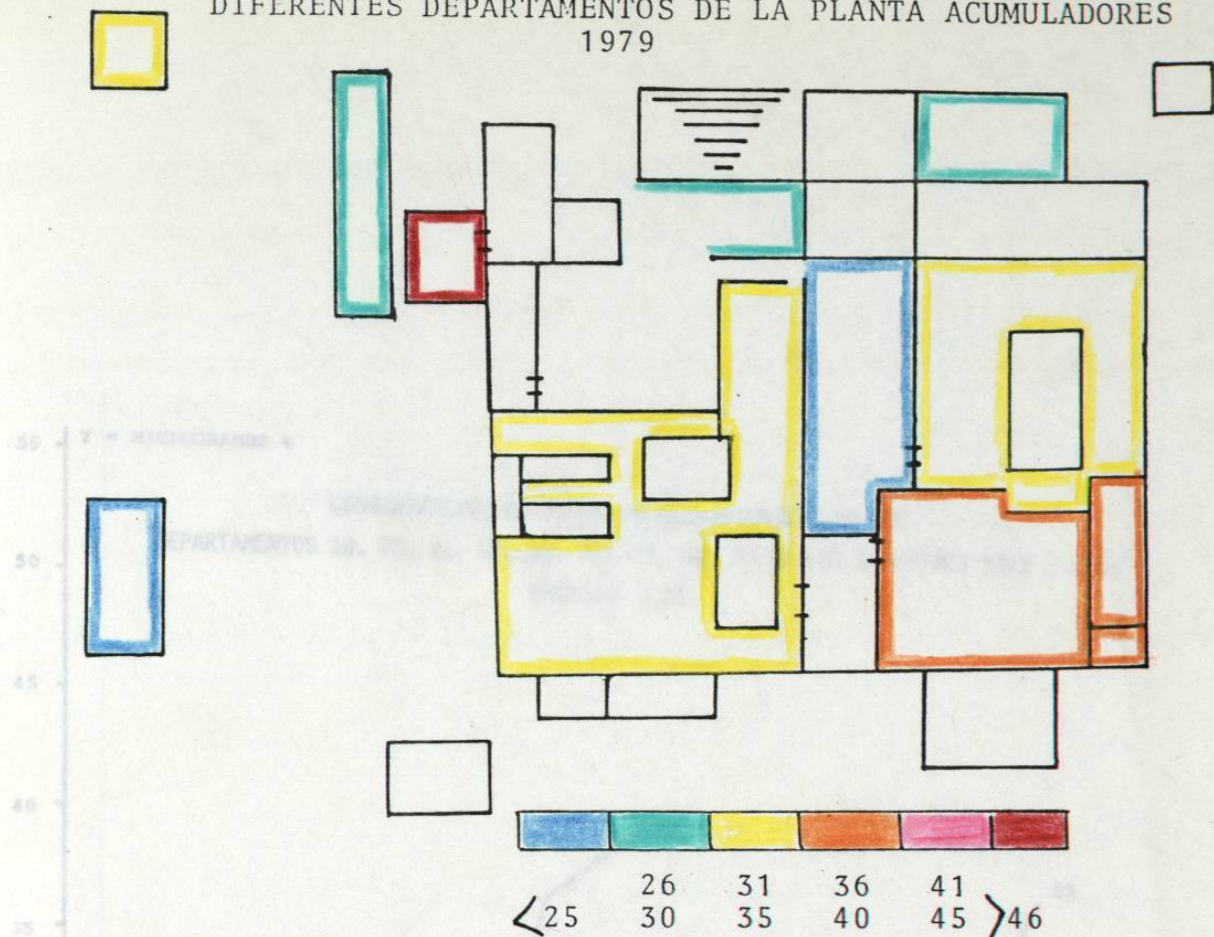


10 32  
20 33  
21 55  
22 40  
23  
30

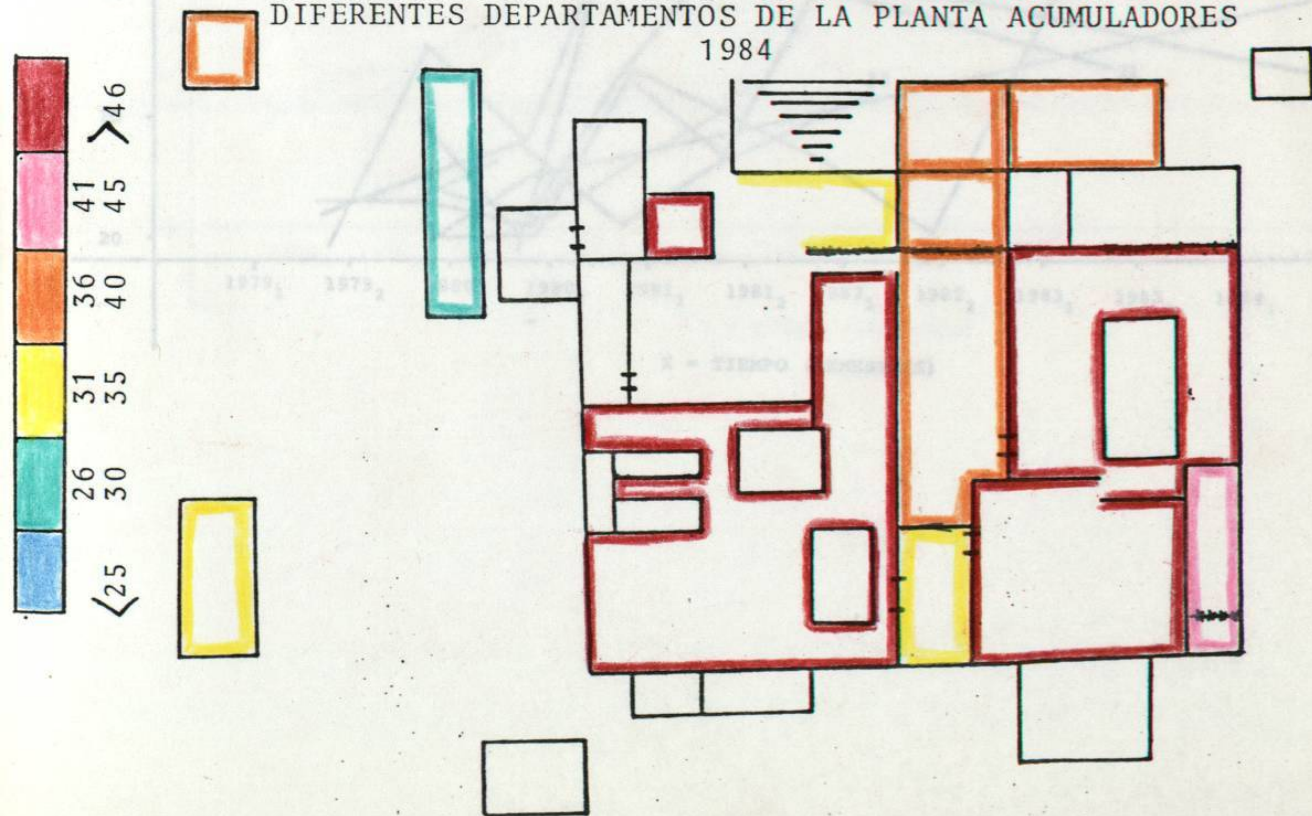
DEPARTAMENTOS QUE FORMAN PARTE DE LA PLANTA DE ACUMULADORES

DEPARTAMENTO # 1	BATERIAS
DEPARTAMENTO # 2	CLADEX
DEPARTAMENTO # 3	ROTOMOLDEO
DEPARTAMENTO # 5	RECTIFICADORES
DEPARTAMENTO # 6	REPARACION DE BATERIAS
DEPARTAMENTO # 9	WILLSON
DEPARTAMENTO #10	GERENCIA GENERAL
DEPARTAMENTO #20	CONTRALORIA
DEPARTAMENTO #21	CONTABILIDAD
DEPARTAMENTO #22	CREDITOS Y COBRANZAS
DEPARTAMENTO #23	COSTOS
DEPARTAMENTO #24	SISTEMAS COMPUTACIONALES
DEPARTAMENTO #30	RELACIONES INDUSTRIALES
DEPARTAMENTO #31	VIGILANCIA
DEPARTAMENTO #32	TRANSPORTE DE PERSONAL
DEPARTAMENTO #33	LIMPIEZA DE OFICINAS
DEPARTAMENTO #40	VENTAS
DEPARTAMENTO #50	GERENCIA DE PLANTA
DEPARTAMENTO #51	GERENCIA DE PRODUCCION
DEPARTAMENTO #52	EMBARQUES
DEPARTAMENTO #53	PINTURA
DEPARTAMENTO #54	CARPINTERIA
DEPARTAMENTO #55	COMPRAS
DEPARTAMENTO #56	LIMPIEZA
DEPARTAMENTO #57	ALMACEN

GRAFICA # 25  
 CONCENTRACIONES DE PLOMO EN MICROGRAMOS/100 ml EN LOS  
 DIFERENTES DEPARTAMENTOS DE LA PLANTA ACUMULADORES  
 1979

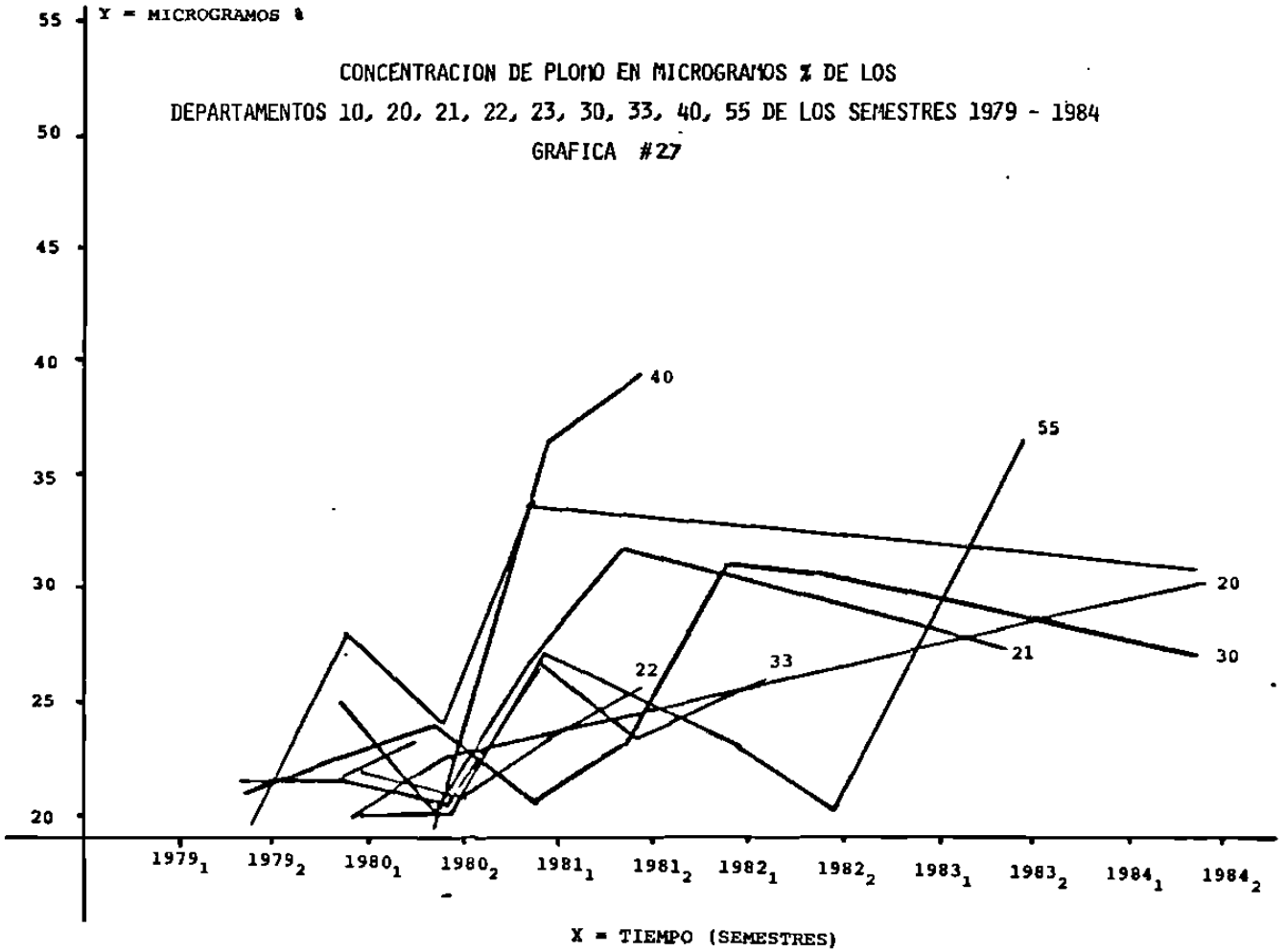


GRAFICA # 26  
 CONCENTRACIONES DE PLOMO EN MICROGRAMOS/100 ml EN LOS  
 DIFERENTES DEPARTAMENTOS DE LA PLANTA ACUMULADORES  
 1984



Y = MICROGRAMOS %

CONCENTRACION DE PLOMO EN MICROGRAMOS % DE LOS  
DEPARTAMENTOS 10, 20, 21, 22, 23, 30, 33, 40, 55 DE LOS SEMESTRES 1979 - 1984  
GRAFICA #27





CONCENTRACION DE PLOMO EN MICROGRAMOS % DE LOS  
DEPARTAMENTOS 54, 56, 57, 58, 59 EN LOS SEMESTRES 1979 - 1984  
GRAFICA #28

