

42
2022



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES

CUAUTITLAN



“DETERMINACION DE CADMIO, COBALTO,
COBRE, HIERRO, MANGANESO, NIQUEL,
PLOMO Y ZINC POR ESPECTROMETRIA DE
ABSORCION ATOMICA EN EL AGUA RESI-
DUAL DE LA FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLAN CAMPO 1”

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
QUIMICA FARMACEUTICA BIOLOGA
P R E S E N T A :

ROSARIO GUADALUPE NAVA CABRALES

ASESOR: Q.M. CECILIA GONZALEZ IBARRA
COASESOR: I.A. ROSA MARIBEL RODRIGUEZ M.

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

1994

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

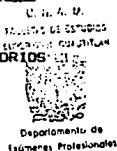
El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS



DR. JAIME KELLER TORRES
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLÁN
P R E S E N T E .

AT'Ns: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS TITULADA:
Determinación de Calcio, Cobalto, Cobren, Hierro, Manganeso, Níquel, Plomo y Zinc por Espectrometría de Absorción Atómica en el Agua - Residual de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán Campo I.

que presenta la pasante: Rosario Guadalupe Nava Cabrera,
con número de cuenta: 8557435-6 para obtener el TÍTULO de:
Química Farmacéutica Biológica.

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 6 de Mayo de 1994.

PRESIDENTE

Q. Rosa Margarita Gómez Molina

VOCAL

Q. M. Cecilia González Tharré

SECRETARIO

M. en C. Guadalupe Pérez Caballero

PRIMER SUPLENTE

I. Q. Margarita Alonso Espinoza

SEGUNDO SUPLENTE

Q. F. B. Adriana Ojeda Rondero

DEDICATORIA:

A MIS PADRES:

**ARTURO NAVA MIRELES
BERNARDA CABRALES DE NAVA**

CON ADMIRACION Y RESPETO POR TODOS SUS SACRIFICIOS

A MIS HERMANOS:

**ALFREDO NAVA CABRALES
CRISTOBAL NAVA CABRALES
VILMA NAVA CABRALES**

POR SU APOYO Y UNIDAD.

**CON AGRADECIMIENTO A TODAS AQUELLAS PESONAS QUE DE ALGUNA
MANERA COLABORARON CONMIGO PARA LA CULMINACION DE MI TESIS**

INDICE

I	Introducción	2
II	Objetivos	3
III	Generalidades	4
IV	Espectroscopia de Absorción	10
	IV.1 Espectroscopia Atómica	15
V	Revisión Bibliográfica de los Efectos causados por de Cd, Co, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb y Zn en plantas y en humanos	23
VI	Desarrollo Experimental	30
	VI.1 Equipo, Material y Reactivos	31
	VI.2 Muestreo, Conservación y Tratamiento de muestras.	34
	VI.3 Procedimiento	39
VII	Resultados	40
VIII	Análisis de Resultados	41
IX	Conclusiones	42
X	Apendice	43
XI	Bibliografía	

I INTRODUCCION

El presente trabajo forma parte de un Programa Universitario de optimización de recursos con el fin de no afectar la Ecología, tratando de recuperar materiales que en concentraciones considerables afectan el medio ambiente.

El agua que nosotros utilizamos en las instalaciones universitarias con fines didácticos son en la mayoría de los casos para soluciones de reactivos.

Los materiales empleados para preparar dichas soluciones son sales de metales. Estos metales que contienen las sales no son degradables y pueden ocasionar un desequilibrio del ecosistema, por lo cual nos enfocamos principalmente en esto, por lo tanto se procedió a realizar una revisión bibliográfica sobre los efectos que pueden ocasionar dichos metales, para posteriormente dedicarnos a realizar una investigación sobre las cantidades que son eliminadas de metales por el desague de la Facultad.

El objetivo principal de esta tesis es la determinación de 8 metales como son: Cd, Co, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb y Zn en las aguas residuales de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán Campo 1 por el método de Espectrometría de Absorción Atómica ya que es un método específico para la determinación de dichos metales, es muy rápido y sobre todo la Facultad cuenta con el equipo.

Este es un trabajo importante ya que desde su fundación no se tiene reportado un estudio de esta magnitud, para poder por un lado cumplir con las normas gubernamentales que impone SEDESOL para prevenir el deterioro del medio ambiente, y por otro lado tener un control interno para localizar algunas fuentes generadoras de Residuos peligrosos dentro de dicha Facultad y para dar las pautas de la implantación de una planta de tratamiento de aguas residuales.

OBJETIVOS:

Cuantificar en partes por millón el Cadmio, Cobalto, Cobre, Hierro, Manganeso, Niquel, Plomo y Zinc totales en el agua residual de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán Campo 1 utilizando el método de Espectrometría de Absorción Atómica durante en periodo 94-1

Realizar una revisión bibliográfica de la toxicidad que pueden producir dichos metales en las plantas, pensando que el agua tratada puede ser utilizada en riego de áreas verdes o en otros usos, por tal razón se realiza también la revisión bibliográfica de la toxicidad que se puede producir en humanos.

Apoyar la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales diseñada para remover de ésta las sustancias toxicas (metales) que sean nocivas a los cuerpos receptores (plantas) en donde se pretende disponerlas.

III GENERALIDADES

Los efectos nocivos de la contaminación del agua comprenden los riesgos por agentes biológicos, químicos y radiactivos que se incorporan al organismo por ingestión directa de los peces, mariscos, legumbres u otros alimentos, por el baño en aguas contaminadas, etc.

El concepto de contaminación difícilmente puede considerarse como científico. Abarca un conjunto de fenómenos muy diversos que no muestran rasgos comunes que permitan su identificación como pertenecientes a una misma clase. Hay quien define la contaminación como "una alteración desfavorable de nuestros medios, enteramente o en gran parte debida a acciones humanas, mediante efectos directos o indirectos de cambios en las vías de circulación, niveles de radiación, constitución física y química y abundancia de organismos...". El calificativo de desfavorable sólo tiene sentido en el contexto de una utilización. El concepto procede de una práctica ciertamente no ecológica, y siempre ha implicado el que existan mermas en las posibilidades de utilización de ciertos recursos por el hombre: por ejemplo, es frecuente hablar del agua contaminada para indicar sencillamente que no es potable. ⁽⁶⁾

En ecología hablar de contaminantes es por lo general, para referirse a la presencia de sustancias nuevas introducidas en un medio o sustancias cuya concentración normal en el medio se ha visto aumentada de modo importante, siempre que el resultado de tales alteraciones sea la ruptura de ciertos equilibrios, con la introducción de las consiguientes modificaciones en la estructura y función del ecosistema afectado.

Los agentes contaminantes se comportan de modo muy diverso. En algunos casos es su cantidad lo que importa básicamente. Los ecosistemas tienen propiedades homeostáticas (es decir, de autorregulación) que les permitirán asimilar el aumento de concentración de un componente normal del medio sin experimentar grandes alteraciones. Pero si dicho aumento de concentración es

suficientemente grande, desbordará la capacidad asimiladora del ecosistema y existirá un gran desequilibrio que puede tornarse en la modificación total de un ecosistema alterando cadenas tróficas, provocando una fuerte selección en favor de unas cuantas especies.

En otros casos la cantidad de contaminantes presentes en el medio no nos dice nada por sí sola sobre la importancia de la contaminación. Ello se debe a que algunos productos pueden ser acumulados por los organismos de lo largo de la cadena trófica, hasta alcanzar concentraciones muy superiores a las observadas en el medio. Este tipo de contaminación sutil es bastante frecuente y muy peligroso, a pesar de lo cual muy a menudo es ignorado oficialmente.

El hombre utiliza el agua con una doble finalidad: para satisfacer sus necesidades domésticas, agrícolas e industriales y como medio de transporte y destino de sus residuos.

El país no ha podido sustraerse a las consecuencias de un desarrollo acelerado, lo que ha propiciado, entre otras cosas, un aumento de la extracción y consumo de agua que se traduce consecuentemente en una mayor aportación de aguas de desecho, las cuales al incidir en los cuerpos receptores, perjudican sus usos legítimos y disminuyen su potencial como fuentes de abastecimiento.

La actividad pecuaria del país representa actualmente un aspecto crítico, en cuanto al deterioro ambiental y sanitario en las regiones en donde se practica, debido a la agresividad de los desechos que produce, al escaso o nulo tratamiento que reciben y a su inadecuada disposición final.

Una práctica generalizada de verter residuos, sin tratamiento, en ríos, riachuelos, lagos o mar por considerar que es el sistema de disposición más económico, crea cambios negativos en la ecología de las aguas que lo reciben.⁽⁶⁾

Los objetivos que hay que tomar en consideración para el tratamiento de las aguas residuales son principalmente que deben conservarse las fuentes de abastecimiento de agua para todos los usos, previniendo también enfermedades y molestias; además debemos considerar que si este recurso no se conserva pronto tendremos que pensar en opciones más costosas para aprovechar la poca y contaminada agua que exista.

El tratamiento de las aguas de desecho es necesario no sólo para la conservación del recurso con fines de usos humanos sino para la conservación de la estabilidad de los ecosistemas acuáticos, terrestres y atmosféricos que nos rodean y que se encuentran de por sí en un desequilibrio ocasionado por el abuso que el hombre ha hecho de los recursos naturales y la falta de reciclaje de productos generados.

El "reuso o reutilización", se define como el empleo del agua que ha sido utilizada previamente en otros propósitos mientras que la "recirculación" es el reuso de la misma agua, una o más veces, en el mismo propósito o proceso.

En la mayoría de los casos que se incluye el reuso del agua residual, será necesario emplear una forma de tratamiento. El grado de tratamiento dependerá de la concentración y tipo de los contaminantes que se desea remover y de los requisitos de calidad del agua por emplear, en los diversos procesos.

Los dos primeros pasos para resolver un problema sobre tratamiento de aguas residuales son: su identificación y el establecimiento de los requisitos necesarios respecto a un tratamiento. La importancia de ambos debe tenerse muy en cuenta, ya que a menos que el problema se defina y comprenda claramente, y se establezcan los requisitos que controlen su reuso carecerá de un objetivo concreto y con frecuencia no se encontrarán soluciones positivas.⁽⁴⁷⁾

Los más importantes agentes biológicos transmitidos por el agua son las bacterias patógenas, los parásitos y ciertos virus y microorganismos.

La contaminación puede ocurrir en la fuente de agua, en el transporte y distribución o en el almacenamiento de la misma.

Las bacterias patógenas transmitidas por el agua, directamente o a través de los alimentos, representan una de las principales causas de enfermedad y muerte en muchos países y regiones del mundo.

Comprenden los agentes de graves epidemias como el cólera, la disenteria bacilar o la fiebre tifoidea o paratifoidea, que desgraciadamente son noticia periódica y frecuente, ya que si bien en algunas zonas se ha disminuido notablemente, en otras zonas constituye un problema nacional.

Comprenden también otras enfermedades no tan espectaculares, pero tremendamente comunes en las regiones pobres del mundo y que causan estragos entre la población particularmente infantil, éstas son la diarrea infantil, la disenteria y otras infecciones intestinales.

Existen también riesgos por contaminación química.

Muchas sustancias químicas en pequeñas concentraciones son esenciales para la vida, pero se vuelven peligrosas y aún fatales en grandes concentraciones. Este es el caso particular de ciertos elementos como Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Pb, Cd y Mn.

Hay muchos compuestos químicos cuya presencia en el agua podría ser dañina o mortal para la vida humana. Cuando se evalúan los riesgos potenciales, es necesario considerar dos aspectos del problema. Uno de ellos es el efecto agudo que podría producirse

es, afortunadamente, rara y es seguro que el contaminante produciría efectos obvios en la fuente de agua tales como sabores fuertes y olores penetrantes, etc., lo que se convertiría en una advertencia, aun si el accidente no hubiera sido informado a las autoridades. El otro efecto que es un tipo más insidioso de contaminación química, ocurre cuando el contaminante se convierte en un riesgo a largo plazo debido a que la exposición es en pequeñas concentraciones, tal vez durante muchos años. En estas condiciones la determinación de los niveles permisibles para los contaminantes en cuestión es muy difícil, ya que la evidencia científica probablemente es muy limitada y difícil de interpretar.

Uno de los primeros problemas de contaminación química surgió cuando se empezaron a usar tuberías y tanques de plomo en las instalaciones domésticas. Las aguas blandas ácidas de las cuencas altas tienden a disolver este metal y cuando el agua permanece toda la noche en las conexiones de servicio, el plomo disuelto alcanza concentraciones muy altas. Este metal es un veneno que se acumula en el organismo y la preocupación que ha surgido en los últimos años acerca de su presencia en el ambiente ha tenido como resultado que sus niveles permisibles se mantengan tan bajos como sea posible.⁴⁷⁾

En México uno de los principales problemas ambientales es el manejo y la distribución del agua.

Falta regular, cómo informar a la población del riesgo en que se encuentra, y con que recursos cuenta para el futuro, sólo con una población informada será posible la aplicación de la regulación ambiental y por ende la solución de los problemas ambientales.

Mientras por una parte en el salón de clases al alumno se le trata de formar el sentido profesional y ético de la responsabilidad del Químico y del Farmacéutico frente a la contaminación ambiental, en los laboratorios de docencia e investigación de la Facultad, una vez terminado el experimento o la reacción, los productos de la misma van a dar al desagüe.

Así pues, toda la labor que los profesores desarrollan en el salón de clases se hecha a perder en unos cuantos minutos, haciendo notar a los estudiantes, que una cosa es lo que se dice que se hace y otra es lo que realmente estamos haciendo, todos.

Luego entonces, lo primero no es tanto enseñarles en el pizarrón y en el salón cómo combatir la contaminación, sino en el propio laboratorio, en donde son los causantes de parte de la contaminación que genera la propia Universidad, con objeto de emprender las acciones necesarias para enfrentar el problema de manera integral. ⁽⁴³⁾

La creciente diversidad de contaminantes que aparecen en el medio ambiente, hace necesaria una revisión constante de la metodología y la utilización de técnicas modernas de análisis y el desarrollo instrumental.

Los métodos utilizados para el control de calidad del agua, pueden ser químicos, fisicoquímicos y microbiológicos pero definitivamente deben ser métodos confiables, es decir exactos, repetibles y reproducibles.

Sin embargo, no sólo el uso de métodos analíticos confirmados y seguros garantiza la calidad de los datos obtenidos en el laboratorio, sino que es necesario establecer un conjunto de principios de funcionamiento, que si se cumplen estrictamente a lo largo de la toma, el transporte, la conservación y el análisis de muestras, generarán datos de calidad reconocida y justificable. En consecuencia, podrá declararse con un alto grado de confianza, la exactitud del resultado analítico. ⁽⁴⁴⁾

El agua al ser utilizada, incorpora diversas sustancias en forma suspendida, coloidal o disuelta que contaminan y degradan su calidad y pureza. Un agua contaminada necesariamente tendrá restricciones en cuanto a sus posibles usos, y podrá provocar cambios importantes en el equilibrio ecológico del cuerpo receptor. ⁽⁴⁵⁾

IV ESPECTROSCOPIA DE ABSORCION

Se investigaron métodos y técnicas de diversos autores, tratando de hacerlo lo más confiable de acuerdo a nuestros recursos; por lo que nos inclinamos por la Espectrometría de Absorción Atómica.

Los métodos espectroscópicos de análisis se basan en la medida de la radiación electromagnética emitida o absorbida por la materia. Los métodos de absorción, están basados en la disminución de la potencia (o atenuación) de la radiación electromagnética como consecuencia de la absorción que se produce en su interacción con el analito. Los métodos espectroscópicos se consideran como una de las mejores y más utilizadas técnicas instrumentales a disposición del científico, para la adquisición de información tanto cuantitativa como cualitativa.

PROPIEDADES DE LA RADIACION ELECTROMAGNETICA

La radiación electromagnética es una forma de energía que se transmite a través del espacio a grandes velocidades. Muchas de las propiedades de la radiación electromagnética se explican convenientemente mediante la teoría ondulatoria clásica, que emplea parámetros tales como longitud de onda, frecuencia, velocidad y amplitud. En contraste con otros fenómenos ondulatorios, como el sonido, la radiación electromagnética no requiere un medio soporte para su transmisión; por tanto, se transmite fácilmente en el vacío.

El modelo ondulatorio falla al explicar los fenómenos asociados con la absorción y la emisión de energía radiante; para estos procesos, es necesario considerar la radiación electromagnética como un flujo de partículas discretas o paquetes de energía llamados fotones o cuantos. La energía de un fotón es proporcional a la frecuencia de la radiación. Estas dos concepciones diferentes de la energía radiante, como partícula y

como onda, no son excluyentes entre sí, sino más bien complementarias. De hecho, esta dualidad se aplica tanto al comportamiento de un flujo de electrones como al de otras partículas elementales tales como protones, y se explica perfectamente por la mecánica ondulatoria. ⁴⁰

LONGITUD DE ONDA

La longitud de onda λ , es la distancia lineal entre dos máximos o dos mínimos sucesivos de una onda. Las unidades que se usan normalmente para expresar la longitud de onda varían según la región espectral considerada. La unidad angstrom \AA (10^{-10} m), es adecuada para los rayos X y la radiación ultravioleta corta. El nanómetro, nm (10^{-9} m), es más conveniente para las regiones ultravioletas y visible, mientras que el micrometro μm (10^{-6} m) es útil para describir la radiación infrarroja. ⁴⁰

ABSORCION DE RADIACION ELECTROMAGNETICA

Se denomina absorción al proceso por el cual una especie, en un medio transparente, capta selectivamente ciertas frecuencias de la radiación electromagnética. El fotón absorbido hace pasar la especie M a un estado excitado, M^M , como se muestra en la ecuación



Tras un corto periodo ($\sim 10^{-8}$ a 10^{-9}), se pierde la energía de excitación, generalmente en forma de calor, y la especie vuelve a su estado fundamental, es decir,



La relajación puede producirse también a través de la descomposición fotoquímica de M^M en otros productos o por la emisión de una radiación fluorescente o fosforescente. Sin embargo, independientemente de la forma de desactivación, es importante resaltar que la vida de M^M es tan corta que su concentración en cualquier instante es inapreciable. Además, la

energía térmica emitida durante la relajación es generalmente tan pequeña que no puede ser detectada. Por tanto, los métodos de absorción poseen la considerable ventaja de producir poca o ninguna alteración en el sistema estudiado. (4)

MEDIDAS CUANTITATIVAS DE LA ABSORCIÓN: LEY DE BEER

Los principios que rigen la absorción de la radiación se aplican a todas las regiones del espectro electromagnético, desde los rayos gamma a las radiofrecuencias. La absorción se mide determinando la disminución de potencia experimentada por un haz de radiación como resultado de las interacciones con las especies absorbentes situadas en la trayectoria de dicho haz.

Un término importante en esta recopilación la transmitancia, T , que se define como:

$$T = \frac{P}{P_0}$$

La transmitancia, que es la fracción de la radiación incidente transmitida por la solución, se expresa frecuentemente como un porcentaje. La transmitancia está relacionada con la absorbancia, por la siguiente expresión:

$$A = -\log T = \log \frac{1}{T}$$

LIMITACIONES A LA APLICACION DE LA LEY DE BEER

La ley de Beer es solamente aplicable a soluciones en las que las interacciones dependientes de la concentración de las moléculas o iones absorbentes sean mínimas. Estas interacciones, que generalmente comienzan a aparecer a concentraciones superiores a 0.01 M, alteran las absorptividades molares y, por tanto, conducen a una relación no lineal entre absorbancia y concentración.

También surgen desviaciones debido a que la absorptividad molar de una sustancia depende del índice de refracción de la solución, que a su vez es dependiente de la concentración del analito, cuando las concentraciones son superiores a 0.01 M. Estos cambios en el índice de refracción dan lugar a variaciones en la absorptividad molar del analito dependientes de la concentración, y, por tanto, a desviaciones de la ley de Beer.⁽¹⁰⁾

LIMITE DE DETECCION

Los límites de detección son objeto de controversia, principalmente por motivo de su inadecuada definición y por cierta confusión de términos. Con frecuencia, el límite de detección instrumental se emplea como límite de detección del método, y al contrario. Independientemente del término que se utilice, la mayoría de los analistas coinciden en que el límite de detección se define a partir de la más pequeña cantidad detectable por encima del ruido en un procedimiento y dentro de un límite declarado de aceptación.⁽¹¹⁾

CURVAS ESPECTRALES

Un espectro de absorción es una representación gráfica que relaciona las características de absorción de un analito con la longitud de onda o frecuencia de la radiación electromagnética utilizada en su análisis. En el eje de abscisas de un espectro de absorción pueden representarse unidades de longitud de onda, frecuencia, o número de onda, mientras que en el de ordenadas se representa generalmente absorbancia, log absorbancia, transmitancia o porcentaje de transmitancia.⁽¹²⁾

SELECCION DE LA LONGITUD DE ONDA

Los instrumentos para las medidas de absorción requieren generalmente un dispositivo que seleccione la longitud de onda que va a ser utilizada, a una banda estrecha que es absorbida por el analito. Una banda de radiación estrecha ofrece tres ventajas. Primero, la probabilidad de que el sistema absorbente siga la ley de Beer aumenta considerablemente. Además, se asegura una mayor

selectividad, ya que no es probable que interfieran sustancias con máximos de absorción en regiones de otras longitudes de onda. Finalmente, la utilización de un paso de banda estrecho origina una máxima variación en la absorbancia al variar la concentración; por tanto, se aumenta la sensibilidad.

Los espectrofotómetros son instrumentos equipados con monocromadores que permiten una variación continua de la longitud de onda. ⁴⁶

LAMPARA DE CATODO HUECO

La lámpara de cátodo hueco es una excelente y brillante fuente de energía discreta para la mayoría de los elementos determinables por absorción atómica.

El cátodo de la lámpara es un cilindro hueco, cuyo espectro debe producirse. El ánodo y el cátodo se encuentran en un cilindro de vidrio sellado y lleno ya sea de neón o argón. Al extremo del cilindro se ha fundido una ventana transparente a la radiación emitida. Cuando se aplica un potencial eléctrico entre el ánodo y el cátodo, algunos de los átomos del gas de relleno se ionizan. Los iones cargados positivamente se aceleran a través del campo eléctrico y colisionan con el cátodo cargado negativamente, desalojando átomos metálicos individuales del mismo en un proceso llamado desalojo. Los átomos de metal desalojados son entonces excitados para la emisión, por los impactos subsecuentes que tienen con más iones del gas de relleno.

Las lámparas de cátodo hueco tienen un tiempo de vida finito. Conforme la lámpara se usa, el proceso de desalojo remueve los átomos de metal de la vecindad del cátodo y puede depositarse en cualquier otra parte. Las lámparas para metales volátiles tales como el arsénico, selenio y cadmio se envejecen más rápidamente debido a la rápida vaporización del cátodo durante el uso.

IV.1 ESPECTROSCOPIA ATOMICA

La espectroscopia atómica se basa en la medida de la absorción, emisión o fluorescencia de la radiación electromagnética por parte de átomos o iones elementales en un medio gaseoso. Los métodos atómicos se clasifican según el método de atomización proceso por el cual, los constituyentes de una solución se convierten en átomos o en iones elementales al estado gaseoso. La tabla I enumera los métodos comunes de atomización y los nombres de los procesos que se asocian a cada uno de ellos. Los métodos esquematizados en la tabla I presentan las ventajas de amplia aplicabilidad, excelente sensibilidad, rapidez y comodidad. Se les considera entre los métodos analíticos más selectivos y permiten determinar unos 70 elementos de la tabla periódica. Los métodos atómicos son generalmente muy sensibles y pueden utilizarse para determinar concentraciones de analito en el intervalo de partes por millón a partes por billón.

En cada uno de los métodos de atomización mencionados en la tabla I, se evapora rápidamente una solución del analito a temperatura elevada, hasta la obtención de un sólido finamente dividido, que, tras nuevo calentamiento se descompone en átomos o iones elementales gaseosos. La eficacia y reproducibilidad de las fases de atomización, determina en gran medida la sensibilidad, precisión y exactitud del método; es decir, la atomización es el paso más crítico de la espectroscopia atómica. ⁽¹⁰⁾

MÉTODOS ATÓMICOS BASADOS EN LA ATOMIZACIÓN EN UNA LLAMA

Hay tres tipos de métodos atómicos basados en atomización en una llama: la espectroscopia de absorción atómica (EAA), la espectroscopia de emisión atómica (EEA) y la espectroscopia de fluorescencia atómica (EFA). ⁽¹⁰⁾

Tabla I Clasificación de los métodos de espectroscopia atómica

Método de atomización	Temp. típica de atomización °C	Fundamento del método	Denominación y abreviatura del método
Llama	1700-3150	Absorción	Espectroscopia de absorción atómica, EAA.
		Fluorescencia	Espectrometría de emisión atómica, EEA. Espectroscopia de fluorescencia atómica EFA.
Electrotérmica	1200-3000	Absorción	Espectroscopia de absorción electrotérmica.
		Fluorescencia	Espectroscopia de fluorescencia atómica electrotérmica.
Plasma de argón de acoplado por inducción.	6000-8000	Emisión	Espectroscopia de plasma acoplado por inducción, ICP.
		Fluorescencia	Espectroscopia de fluorescencia de plasma acoplado por inducción.
Plasma de argón de corriente continua.	6000-1000	Emisión	Espectroscopia de plasma de corriente continua, DCP.
Arco eléctrico	4000-5000	Emisión	Espectroscopia de emisión de arco

EL PROCESO DE ATOMIZACION EN LA LLAMA

En la atomización a la llama una solución acuosa de la muestra se dispersa (o nebuliza) en pequeñas gotitas, que se mezclan con los gases combustible y oxidante y son arrastrados hacia un mechero-quemador. La evaporación del disolvente se produce en la base de la llama, que se localiza justo encima del extremo del mechero o quemador. Las partículas sólidas finamente divididas resultantes, son arrastradas hacia la región situada en el centro de la llama, denominada como interior. En esta zona, que es la parte más caliente de la llama, se disocian en átomos e iones elementales. Finalmente estos son conducidos hasta la parte más exterior del mechero o cono exterior, donde puede tener lugar la oxidación antes que las partículas atomizadas se dispersen en la atmósfera. Debido a que la velocidad de la mezcla combustible-oxidante es elevada, sólo una fracción de la muestra experimenta todos estos procesos; por lo que la llama no es un atomizador muy eficaz. ⁽¹⁰⁾

EFFECTOS DE LA TEMPERATURA DE LA LLAMA

Los espectros de absorción y emisión atómica consisten en una serie de líneas discretas, cuyas longitudes de onda son únicas para cada elemento. La línea espectral procede de la excitación de los electrones externos del átomo (ya sea por la energía de una fuente de radiación o por la energía de una llama caliente). El número medio de átomos excitados en una llama es ordinariamente minúsculo con respecto a la población de átomos no excitados (típicamente, la proporción de átomos excitados con respecto a los no excitados, entre 2000 y 3000 °C, es de 10^{-8} a 10^{-5}).

En la tabla II se puede observar que los métodos de emisión de llama son más sensibles para 24 de los 62 elementos enumerados, mientras que los métodos de absorción proporcionan mejores sensibilidades para 21; para 17 elementos los dos métodos son similares en sensibilidad. ⁽¹⁰⁾

Tabla II Comparación entre la espectrofotometría de absorción atómica y la emisión de llama.

Emisión de llama más sensible			Sensibilidad aproximadamente igual		Absorción atómica más sensible		
Al	Li	Sr	Cr	Pd	Ag	Hg	Sn
Ba	Lu	Tb	Cu	Rh	As	Ir	Te
Ca	Na	Tl	Dy	Sc	Au	Mg	Zn
Eu	Nd	Tm	Er	Ta	B	Ni	
Ga	Pr	W	Gd	Ti	Be	Pb	
Ho	Rb	Yb	Ge	V	Bi	Pt	
In	Re		Mn	Y	Cd	Sb	
K	Ru		Mo	Zr	Co	Se	
La	Sm		Nb		Fe	Si	

DETERMINACION DE METALES POR ESPECTROMETRIA DE ABSORCION ATOMICA DE LLAMA

En la espectrometría de absorción atómica se dirige un rayo luminoso a través de una llama a un monocromador y sobre un detector que mide la cantidad de luz absorbida por el elemento atomizado. Como cada metal tiene su propia longitud de onda de absorción característica, se utiliza como fuente luminosa una lámpara compuesta de dicho elemento; esto proporciona un método relativamente libre de interferencias espectrales o de radiación. La cantidad de energía absorbida en la llama a una longitud de onda característica es proporcional a la concentración del elemento en la muestra, en un intervalo de concentraciones limitado. (10)

INTERFERENCIAS

Muchos metales se pueden determinar por aspiración directa de la muestra en una llama de aire-acetileno.

La interferencia más problemática es la llamada <<química>>, que está originada por la ausencia de absorción de átomos unidos en combinación molecular en la llama. Tal dificultad puede aparecer cuando la llama no es lo bastante caliente para disociar las moléculas o cuando el átomo disociado se oxida de inmediato, dando un compuesto que no se disocia a la temperatura de la llama. Estas interferencias pueden reducirse o eliminarse añadiendo elementos o compuestos específicos a la solución de la muestra. Por ejemplo, la interferencia de fosfato en la determinación de magnesio puede salvarse añadiendo lantano. Asimismo, la introducción de calcio elimina la interferencia de sílice en la determinación de manganeso.⁽¹⁸⁾

Las interferencias químicas se producen cuando la sal seca que se forma en la llama no se atomiza, y reduce la cantidad de átomos en el estado basal. Entre éstas se encuentran: sílice en la determinación de fierro y manganeso (por la formación de silicatos estables en la llama) y fosfatos en la determinación de zinc.⁽¹⁹⁾

Las interferencias por <<ionización>> se producen cuando la llama es demasiado caliente y el potencial de ionización de los átomos es bajo. La gráfica que se obtiene es una curva en vez de una línea recta. Esta interferencia se evita agregando un exceso de metal más fácilmente ionizable que el elemento en estudio.⁽²⁰⁾

Interferencias debidas al equipo: Pocas interferencias se han observado por el cobalto en la flama aire-acetileno, además para el cobalto han sido reportados que los niveles de níquel en exceso de 1.5 mg/l causan severa depresión de cerca del 50 %. Esta interferencia puede ser evitada por soluciones diluidas a menos de 1.5 mg/ml de Ni y usando la flama de oxido-nitroso acetileno.⁽⁷⁾

Ninguna interferencia ha sido reportada para el cobre en la llama de aire-acetileno.

En el caso de manganeso, en una disminución de llama de aire-acetileno la absorbancia es disminuida en la presencia de fosfatos, percloratos, hierro, níquel y cobalto.

En soluciones de ácido clorhídrico y perclórico, un escaso 5% de disminución de absorbancia ha sido observada en la presencia de hierro y cobalto. En una llama más oxidada el efecto es minimizado.⁽⁷⁾

Para el plomo ninguna interferencia catiónica ha sido reportada para la llama aire-acetileno, sin embargo un número de interferencias aniónicas han sido reportadas. Fosfatos, carbonatos, yoduros, fluoruros y acetatos suprimen la absorbancia del plomo significativamente en concentraciones 10 veces más grandes que el plomo. Estas interferencias pueden ser grandemente sobrellevadas por adición de EDTA.

Ninguna interferencia química ha sido encontrada en una llama de aire-acetileno para el zinc.

INTERVALOS OPTIMOS DE CONCENTRACIÓN

El intervalo de concentración óptimo se extiende normalmente entre la concentración de varias veces la sensibilidad hasta la concentración a la cual la curva de calibración empieza a ser plana. Para conseguir los mejores resultados conviene utilizar concentraciones de muestras y patrones dentro del intervalo óptimo de concentraciones del espectrómetro. Véase la tabla III, que indica los intervalos de concentraciones medibles con atomización convencional. En muchos casos, el intervalo de concentración mostrado en la tabla III puede ser prolongado hacia abajo extendiendo la escala o integrando la señal de absorción un largo tiempo. El intervalo puede prolongarse hacia arriba por dilución, utilizando una longitud de onda menos sensible, haciendo girar el cuerpo del mechero o utilizando un microprocesador para linealizar la curva de calibración a altas concentraciones.⁽⁸⁾

Tabla III Márgenes de concentración de absorción atómica con gases de llama Aire-Acetileno.

Elemento	Longitud de onda nm	Límite de detección mg/l	Sensibilidad mg/l	Margen óptimo de concentración mg/l
Cd	228.8	0.002	0.025	0.05-2
Co	240.7	0.03	0.2	0.5-10
Cu	324.7	0.01	0.1	0.2-10
Fe	248.3	0.02	0.12	0.3-10
Mg	285.2	0.0005	0.007	0.02-2
Mn	279.5	0.01	0.05	0.1-10
Ni	232.0	0.02	0.15	0.3-10
Pb	283.3	0.05	0.5	1-20
Zn	213.9	0.005	0.02	0.05-2

V REVISION BIBLIOGRAFICA DE LOS EFECTOS CAUSADOS POR EL Cd, Co, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb y Zn EN PLANTAS Y HUMANOS.

La revisión bibliográfica de los ocho metales de interés que se analizaron nos sirve para tener los fundamentos necesarios para evaluar el daño causado al ambiente o personas según se utilice, una medida de protección son las normas que ha implantado la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica para lo cual se requiere conocer cuantitativa y cualitativamente los metales que son eliminados por el agua de desecho de la Facultad.

V REVISION BIBLIOGRAFICA DE LOS EFECTOS CAUSADOS POR EL Cd, Co, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb y Zn EN PLANTA Y HUMANOS.

Vestigios de muchos metales, tales como el níquel (Ni), plomo (Pb), cadmio (Cd), cinc (Zn), cobre (Cu), hierro (Fe), manganeso (Mn) y cobalto (Co) son importantes constituyentes de muchas aguas. Algunos de estos metales son necesarios para el desarrollo de la vida biológica. La presencia de cualesquiera de los metales citados en cantidades excesivas interferirá con muchos usos provechosos del agua dada su toxicidad; por tanto, conviene casi siempre medir y controlar las concentraciones de estos metales.⁽⁹⁾

Las diferentes tolerancias observadas entre las plantas para el exceso de metales resultan, indudablemente, de muchos factores. Uno de ellos es la capacidad de algunas especies para localizar metales tóxicos en varias partes de las plantas. Andrew y Hegarty (1969) estudiaron los efectos del exceso de Mn en doce pastos tropicales templados y concluyeron que las diferencias en el crecimiento resultante no estaban relacionadas con la sensibilidad al Mn. Sus resultados muestran que la tolerancia puede depender parcialmente de la retención de Mn en la raíz.⁽¹⁰⁾

Otras plantas translocan metales potencialmente tóxicos y los localizan en otros sitios. Turner (1969) sugiere que la población colonial de cierto tipo de hierbas viviendo en zonas de desechos mineros inmoviliza el Cu y Zn en las paredes celulares de la hojas y, de esta manera, previene una acumulación de cantidades tóxicas de estos elementos en los sitios metabólicos de la célula. Peterson (1969) ha proporcionado datos que aparentemente relacionan la tolerancia del Zn a su distribución en especies de ciertas hierbas. Un complejo de Zn aniónico en un extracto era responsable de la mayoría del Zn en brotes de varias especies de pastos coloniales, pero era bajo en los brotes de plantas no tolerantes, rastreras, de los mismos tipos antes mencionados, y en los exudados de raíz de ambas especies.⁽¹¹⁾

CADMIO (Cd)

El cadmio puede llegar al agua a través de vertidos industriales o por deterioro de tuberías galvanizadas. Una concentración de cadmio de 200 µg/l es tóxica para ciertos peces.⁽³⁾

El cadmio es muy tóxico, y se le han atribuido algunos casos de intoxicación con alimentos. Se cree que muy pequeñas cantidades de cadmio podrían ser la causa de alteraciones adversas en las arterias renales. También produce cánceres generalizados en animales de laboratorio y ha sido relacionado epidemiológicamente con ciertos cánceres humanos.⁽⁸⁾

El Cadmio no es indispensable para el organismo humano, sin embargo, la carga total de cadmio en una persona adulta es aproximadamente de unos 30 mg, los cuales se encuentran alojados en los riñones alrededor del 33% y en el hígado el 15% aproximadamente.⁽¹⁸⁾

A concentraciones mayores de 0.1 µg/m³ el cadmio causa peligro a la salud del hombre, afecta a las vías respiratorias, edema pulmonar, intoxicación crónica afectando a los lobulillos próximos de los riñones y origina la formación de cálculos. Alteraciones renales: proteinuria (presencia de una proteína de bajo peso molecular en la orina) y cáncer. Daño óseo: descalcificación, deformidades, fracturas, etc. Síndrome cardiovascular: hipertensión y daño a la pared arterial.⁽¹²⁾

El cadmio es fácilmente absorbido a través de las raíces de plantas. Moderadamente tóxico.⁽⁴⁰⁾

COBALTO (Co)

El cobalto se encuentra en las aguas naturales normalmente en una proporción $< 10 \mu\text{g}/\text{l}$. En las aguas residuales puede haber proporciones más altas.⁽⁸⁾

La ingestión causa hipotensión, derrame perocárdico, policitemia, insuficiencia congestiva, dolor, vómito, sordera nerviosa, convulsiones, crecimiento del tiroides.⁽⁵⁾

Su efecto tóxico puede causar enfermedades pulmonares y neumoconiosis, cardiomiopatía, policitemia, bocio, cáncer.⁽¹²⁾

El cobalto es muy tóxico para las plantas. Numerosos estudios han sido hechos sobre las plantas que se encuentran en suelos que contienen cobalto, y estos han mostrado que el enriquecimiento del suelo con cobalto ha permitido incrementar los niveles de este metal en las plantas.⁽⁴⁾

COBRE (Cu)

La corrosión de las aleaciones que contienen cobre en accesorios de tuberías que pueden introducir cantidades medibles de cobre en el agua de un sistema de conducción.⁽⁹⁾

El cobre es un elemento esencial en el organismo humano, diariamente una persona adulta ingiere por varias vías de 2.5 a 5 mg, pero una cantidad de 2 mg es suficiente para mantener el balance metabólico.⁽¹⁰⁾

La cantidad de $0.1 \text{ mg}/\text{m}^3$ es el límite umbral para que se tenga efectos nocivos, sus consecuencias son: lesiones en el hígado, páncreas, irritaciones en la piel, irritaciones en los ojos, mareos, agotamiento, lesiones en el pulmón, irritaciones en las vías respiratorias, alteraciones del sistema nervioso, anemias e incluso puede ocasionarse la muerte.⁽¹⁸⁾

Las aplicaciones continuas de Cu superiores a las necesarias para la nutrición normal de las plantas puede llegar a producir problemas de toxicidad. Altos niveles de cobre en el suelo reducen marcadamente la concentración de Hierro en las hojas y raíces. ⁽¹⁰⁾

HIERRO (Fe)

Algunas aguas subterráneas y drenajes superficiales ácidos pueden contener una cantidad bastante mayor de 1 mg/l. ⁽⁸⁾

Los efectos tóxicos resultan de la presencia de hierro no ligado al suero. Las sales solubles de hierro férrico o ferroso causan también lesiones corrosivas en el estómago o intestino delgado. Los hallazgos patológicos incluyen edema pulmonar y hemorragias, dilatación del miocardio y gastroenteritis hemorrágica y necrótica. Pueden existir cambios degenerativos en hígado y riñones. ⁽⁹⁾

Una planta verde privada de Fe pronto se vuelve clorótica en las zonas de crecimiento nuevo, mientras que los tejidos más viejos permanecen verdes. La zona de crecimiento nuevo de las plantas, por lo tanto, no puede depender de la movilización de Fe de los tejidos viejos sino que tendrá que recibir aplicaciones externas. ⁽¹⁰⁾

En el suelo existe poca posibilidad de problemas de toxicidad de hierro. Algunos suelos contienen hierro con un exceso del 5 % sin que ocurran problemas de toxicidad aparente. ⁽¹⁰⁾

MANGANESO (Mn)

Aunque el manganeso se encuentra en las aguas subterráneas en la forma iónica divalente soluble, debido a la ausencia de oxígeno, parte o todo el manganeso de una instalación de tratamiento de agua pueden aparecer en un estado de valencia superior. La determinación del manganeso total no diferencia entre los diversos estados de valencia. ⁽⁸⁾

Para que el manganeso presente peligro en la salud del hombre deberá de alcanzar una concentración de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en su exposición se caracteriza por efectos neurológicos crónicos que conducen al síndrome de Parkinson, fiebres, efectos pulmonares como la neumonitis. ⁽⁹⁾

Los excesos de manganeso o toxicidad ocurren en general en suelos fuertemente ácidos o inundados. Un exceso de fertilización con manganeso, no existe. La concentración de manganeso en suelos muestra un rango extremo que va desde valores menores de 20 ppm hasta mayores de 8000 ppm. ⁽¹⁰⁾

NIQUEL (Ni)

Los efectos tóxicos causados por el níquel en el ser humano son: Insuficiencia respiratoria, neumonitis, hemorragia, edema cerebral, alteraciones en el hígado, riñón y bazo, induce cáncer en el aparato respiratorio o gástrico, así como en tejidos blandos y en el riñón. ⁽¹²⁾

Las plantas captan fácilmente el Ni y, aunque no es conocido como un nutriente esencial para el crecimiento, se han encontrado pequeñas cantidades de metal en la mayoría de las especies. ⁽¹⁰⁾

PLOMO (Pb)

Las aguas naturales rara vez contienen por encima de 5 ug/l aunque se ha informado sobre valores mucho más altos. El plomo de un suministro de agua puede ser de origen industrial o de cañerías viejas de plomo. (8)

La ingestión media por vía oral y respiratoria es de aproximadamente 300 µg/día y puede ocurrir intoxicación si la ingestión llega a 1000 µg/día. Aproximadamente el 10% de plomo ingerido es absorbido, su distribución inmediata en el organismo es amplia, pero si la cantidad ingerida excede de la tasa máxima de excreción, el plomo es depositado en los huesos, aunque no parece ser tóxico cuando se acumula en los huesos en ciertos casos puede ser liberado por una infección y producir signos de intoxicación. (19)

Los efectos tóxicos del plomo causan daño al sistema nervioso central, principalmente en niños, manifestándose como pérdida de memoria, retraso mental, problemas de conducta, fatiga, dolor de cabeza, insomnio, dolor muscular, parálisis de la extremidades superiores, el plomo es cocarcinógeno además de causar anemia. El plomo es un importante veneno que se acumula en el organismo. (8)

Es muy tóxico para la mayoría de las plantas. El plomo alcanza los suelos y la cubierta de las plantas como un depósito aéreo y durante la precipitación, irrigación, drenaje, etc. (10)

ZINC (Zn)

La forma más común de la introducción del zinc es por el deterioro del hierro galvanizado y deszincado del latón. El zinc en el agua también puede tener su origen en la contaminación por residuos industriales. (8)

El zinc es un elemento esencial y beneficioso para el crecimiento humano. Concentraciones por encima de 5 mg/l pueden ser causa de un gusto astringente amargo y de opalescencia en aguas alcalinas. (8)

El zinc en cantidades excesivas puede ser tóxico a las plantas. Pocas indicaciones de los efectos del zinc están disponibles en la literatura. Cantidades excesivas de zinc disponibles pueden influenciar la captación y metabolismo de otros elementos. (10)

VI DESARROLLO EXPERIMENTAL

Para analizar las aguas de desecho de la Facultad se tomaron muestras compuestas diarias durante 8 semanas en dos descargas finales denominadas Sector 1 y Sector 2 durante el Semestre 94-1.

Con el fin de conocer las condiciones del agua de desecho y hacer una evaluación para saber en que época del semestre escolar se encuentran más contaminadas y ver si puede esta agua ser reutilizada mediante un tratamiento para riego en áreas verdes o en otros usos.

Durante la toma de muestra diariamente en las dos descargas se recolectaban aproximadamente 350 ml de muestra cada 30 min. de 10 a.m. a 3 p.m.

Una vez obtenida la muestra de las 5 horas se homogenizaba y se tomaban aproximadamente 300 ml para la determinación de metales por Espectrometría de Absorción Atómica y el resto se utilizaba para realizar los análisis fisicoquímicos correspondientes a otro trabajo de tesis^M

En la Tabla IV se indica el calendario escolar correspondiente al Semestre 94-1, así como las fechas en las que se realizó el muestreo.

A continuación se muestra el plano de la Facultad que indica la ubicación de los dos descargas finales que son el Sector 1 y el Sector 2.

* Tesis titulada: "Caracterización Fisicoquímica del Agua Residual de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán Campo 1" elaborada por P. Q. F. B. Celia García Martínez, realizada durante el periodo 92-94.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

CAMPO 1

SECTOR 2

- 1- EDIF. BIOTECNO.
- 2- EDIF. DE IDIOMAS.
- 3- EDIF. DE INVESTIGACION.
- 4- EDIF. A-3.
- 5- EDIF. C-4.
- 6- EDIF. L-5.
- 7- EDIF. L-3.
- 8- EDIF. DE BIBLIOTECA.
- 9- EDIF. A-1.
- 10- EDIF. A-2.
- 11- EDIF. L-1.
- 12- EDIF. DE COMEDOR.
- 13- EDIF. DE SERVICIOS GENERALES.
- 14- EDIF. DE MANTENIMIENTO.

SECTOR 1

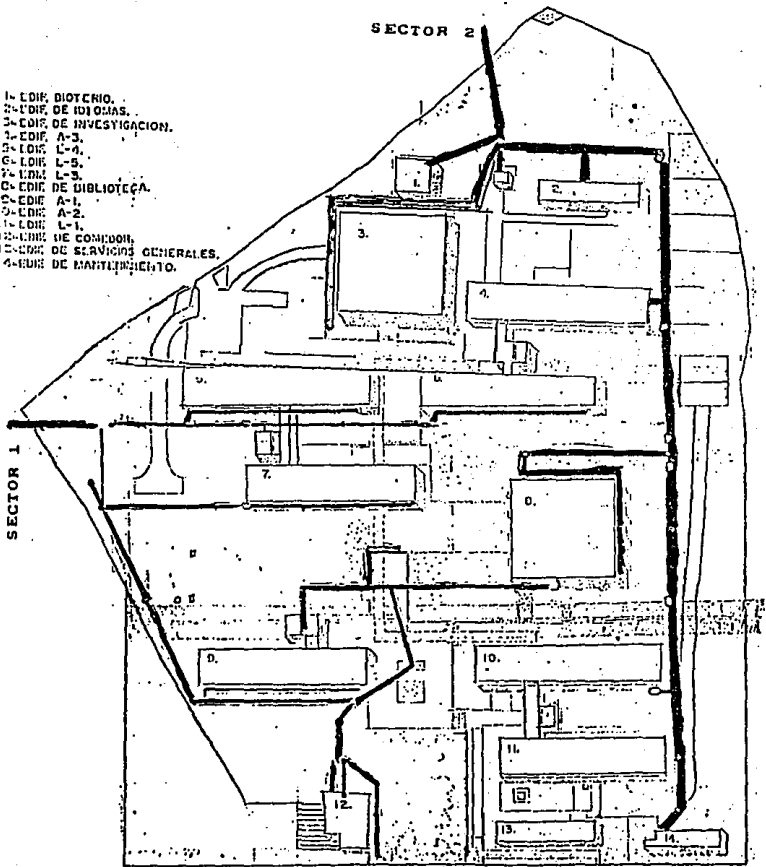


TABLA IV: SEMESTRE 94-I

CLASES	FECHAS	MUESTREO
1a. Semana	20 Sept. - 24 Sept.	
2a. Semana	27 Sept. - 1 Oct.	
3a. Semana	4 Oct. - 8 Oct.	
4a. Semana	11 Oct. - 15 Oct.	
5a. Semana	18 Oct. - 22 Oct.	
6a. Semana	25 Oct. - 29 Oct.	1a. Semana
7a. Semana	3 Nov. - 5 Nov.	2a. Semana
8a. Semana	8 Nov. - 12 Nov.	3a. Semana
9a. Semana	15 Nov. - 19 Nov.	4a. Semana
10a. Semana	22 Nov. - 26 Nov.	5a. Semana
11a. Semana	29 Nov. - 3 Dic.	6a. Semana
12a. Semana	6 Dic. - 10 Dic.	7a. Semana
13a. Semana	13 Dic. - 17 Dic.	8a. Semana
14a. Semana	20 Dic. - 22 Dic.	
15a. Semana	10 Ene. - 14 Ene.	
16a. Semana	17 Ene. - 21 Ene.	

VI.1 EQUIPO, MATERIAL Y REACTIVOS.

Equipo:

Espectrofotometro de Absorción Atómica
Varian Techtron Modelo AAS

Descripción del equipo:

- 1.- Lámparas de cátodo hueco de: Cadmio, Cobalto, Cobre, Fierro, Manganeso, Niquel, Plomo y Zinc.
- 2.- Torrete para las lámparas: Formada por cuatro cuadrantes y se utilizan para la alineación de la trayectoria luminosa de la lámpara de cátodo hueco utilizada. Las lámparas pueden ser colocadas en el torrete de cuatro en cuatro, cuatro lámparas pueden estar encendidas al mismo tiempo.
- 3.- Quemador: Existen dos, uno para flama de aire acetileno y otro para flamas de oxido nitroso acetileno, en este trabajo se utilizó el quemador para flama de aire acetileno.
Los quemadores se pueden mover en tres diferentes planos, vertical, horizontal y radial.

El equipo esta formado por tres módulos de control:

- 1.- Módulo de lámparas: Controla la corriente en mA que pasa a través de cada una de las lámparas que se colocan en el torrete, las corrientes de las lámparas pueden ser variadas.
- 2.- Módulo de lectura: Con este módulo se hacen los siguientes ajustes.
 - a) Calibración del cero en absorbancia.
 - b) Integración: Se obtiene una mayor exactitud y precisión mediante la integración de las señales analíticas. Tiene tres periodos de integración: tres segundos, diez segundos y treinta segundos.

c) En la parte superior del módulo de lectura, se encuentra el EXTRACTOR. Este se utiliza para eliminar todos los gases producidos durante la combustión de las disoluciones. Debe ser ajustado de tal manera que no extinga la llama o la haga inestable.

En la parte inferior del extractor, localizamos el sistema formado por el atomizador y quemador, con una trampa para que las gotas grandes (resultado del proceso de atomización) se puede drenar.

3. - Módulo de gases: Controla los flujos de gases oxidantes y combustibles que pasan hacia el quemador. Desde el momento en que se enciende el modulo, todos los procedimientos, desde la ignición hasta terminar el trabajo, son automaticos. Tiene un boton que controla la ignición inmediata, así como otros para controlar cantidades de oxidante y combustible. Los flujos de oxidante-combustible son medidos electrónicamente.

MATERIAL DE VIDRIO:

Agitadores de vidrio

Embudos Buchner

Matraces aforados de 100 ml, 50 ml.

Matraces kitazato

Papel filtro # 42

Parrillas

Perilla

Pipetas graduadas de 1, 5 ml.

Pipetas volumetricas de 1, 2, 3, 4, 5, 10 ml.

Piseta

Probetas de 10, 50, 100 ml.

Vasos de precipitado de 100, 250 ml.

Vidrios de reloj

REACTIVOS:

Acido clorhidrico	6 = 99%	(Merk)
Acido nitrico	6 = 99%	(Merk)
Agua desionizada		
Cloruro de Cadmio dihidratado	79.5 %	R. A. (Baker)
Cloruro de Manganeso tetrahidratado	98.4 %	R. A. (Baker)
Cloruro de Plomo	99.7 %	R. A. (Baker)
Hierro purificado		R. A. (Baker)
Nitrato de Cobalto hexahidratado	99 %	R. A. (Baker)
Nitrato de Cobre trihidratado	100.4 %	R. A. (Baker)
Nitrato de Niquel hexahidratado	99.4%	R. A. (Baker)
Zinc granular		R. A. (Baker)

VI.2 MUESTREO, CONSERVACION Y TRATAMIENTO DE LAS MUESTRAS

Durante la toma de muestras y conservación de las mismas pueden producirse graves errores debidos a la contaminación del dispositivo de toma de muestras, a la eliminación defectuosa de los residuos de muestras previas del recipiente de la muestra o a la pérdida de metales por adsorción y/o precipitación en el recipiente de la muestra, para evitar esto se acidula apropiadamente la muestra. ⁽⁸⁾

Los efectos de los metales en aguas potables y residuales pueden ser beneficiosos, tóxicos o simplemente molestos. Algunos metales resultan esenciales, mientras que otros pueden perjudicar a los consumidores del agua, a los sistemas de tratamiento de aguas residuales y a las aguas de depositos. En muchos casos el potencial beneficio o riesgo depende de la concentración. ⁽⁹⁾

Es posible determinar diferentes tipos de metales tales como:

a) Metales disueltos: Son los componentes (metálicos) de una muestra sin acidular que pasa a través de un filtro de membrana de 0.45 μm .

b) Metales suspendidos: Son los componentes (metálicos) de una muestra sin acidular que son retenidos por un filtro de membrana de 0.45 μm .

c) Metales totales: La concentración de metales determinada en una muestra sin filtrar tras digestión intensa, o la suma de las concentraciones de metales en las fracciones disuelta y suspendida.

d) Metales extraíbles con ácido: La concentración de metales en solución tras el tratamiento de una muestra sin filtrar con ácido mineral diluido caliente. ⁽⁸⁾

Las muestras que contienen partículas o materia orgánica requieren, en general, un tratamiento previo antes del análisis. Los <<metales totales>> incluyen todos los metales combinados orgánica o inorgánicamente, tanto disueltos como en partículas. (8)

Los mejores recipientes para las muestras son los fabricados en cuarzo. Estos recipientes son caros, por lo que se prefieren los de polipropileno o polietileno con tapón de polietileno. También se pueden utilizar recipientes de vidrio de borosilicatos. Solo se deben utilizar recipientes y filtros que hayan sido enjuagados con ácido. (9)

Algunos tapones de plástico o forros de tapones pueden contaminar con metales: por ejemplo, se ha encontrado zinc en tapones de rosca de baquelita negra así como en muchos productos de caucho y plástico, e igualmente se ha encontrado cadmio en la punta de pipetas de plástico. Por su parte, el plomo es un contaminante que se halla muy difundido en el aire y el polvo urbanos. (8)

Para la conservación de las muestras inmediatamente después de la toma de estas se acidulo con ácido nítrico concentrado (HNO_3) a $\text{PH} < 2$.

Después de acidular la muestra, se conservó a temperaturas bajas de aproximadamente 18°C para evitar un cambio de volumen ocasionado por la evaporación. En estas condiciones, las muestras con concentraciones de metal de varios miligramos por litro se mantienen estables a lo largo de un periodo de hasta seis meses.⁽⁸⁾

Se lavaron cuidadosamente los recipientes para muestras con una solución detergente se enjuago con agua, se sumergió en ácido y se enjuago después con agua desionizada. Para el material de vidrio se utilizó HNO_3 1:1, al igual que en el caso del material de plástico. Se utilizó siempre agua libre de iones en el análisis y en la preparación de reactivos.

Se utilizó agua libre de iones para preparar todos los reactivos y como agua de dilución. Se preparó agua libre de iones desionizando el agua destilada, puede no ser suficiente el agua destilada o bidestilada para análisis de trazas debido a que algunos metales destilan con el agua.

Se evitó la introducción de metales contaminantes que proceden de los recipientes, el agua desionizada o los filtros.

Cuidandose de no introducir metales en las muestras durante el tratamiento preliminar. Durante el pre-tratamiento se evito el contacto con caucho, pinturas a base de metales, humo de cigarrillos, servilletas de papel, así como todos los productos metálicos incluyendo los de acero inoxidable, metal galvanizado y latón.

La bibliografía marca utilizar ácidos ultrapuros para la conservación, extracción y digestión de las muestras, ya que podrían encontrarse concentraciones excesivas de metal, por esta razón se realizaron pruebas con blancos en todas las etapas de digestión, filtración y conservación aplicando las necesarias correcciones a los resultados.⁽⁸⁾

Conviene utilizar un volumen mínimo de ácido debido a que los ácidos empleados añadirán metales a las muestras y a los blancos, además que es perjudicial para el equipo.

El empleo de muestras más grandes hará necesario utilizar más ácido, lo que incrementaría también la concentración de impurezas.

Se prepararon siempre muestras de blancos de ácido para cada digestión realizada. La información bibliográfica demuestra que un blanco hecho con los mismos ácidos y sometido al mismo procedimiento de digestión que la muestra puede proporcionar la corrección de las impurezas presentes en los ácidos, en el agua para reactivos o en el material de vidrio.⁽⁹⁾

Se llevó a cabo el análisis de un blanco a lo largo de todo el procedimiento con cada serie de muestras realizando cada etapa con un blanco de agua para reactivos, incluyendo las etapas de digestión. En ácidos y material de vidrio hay muchos metales en cantidades significativas que pueden influir en los resultados. Si las medidas realizadas con el blanco dan concentraciones por encima del límite de detección del método, se repite la preparación de la muestra empleando reactivos o material de vidrio más limpio.

Como se utilizó una digestión para las muestras y los blancos, los patrones se sometieron al mismo proceso de digestión que las muestras.

Para cada determinación analítica, se dispuso de una curva de calibración para determinar cada elemento.

Se analizó un blanco de calibración al principio, al final y periódicamente (en general, después de cada serie de muestras desconocidas), para comprobar que la calibración del instrumento no se hubiese desviado.

En los análisis de las muestras se enjuagó el nebulizador aspirando agua con 1.5 ml de HNO₃ conc./l. Se atomizó un blanco y se ajustó a cero el instrumento. Se atomizó la muestra y se determinó su absorbancia.

VI.3 PROCEDIMIENTO

Cuando se tomó la muestra del desagüe se aciduló inmediatamente, y de esta forma se pudo conservar, para analizarla se mezcló la muestra y se tomaron 100 ml de esta, se pasó a un vaso de pp. Se añadió 5 ml de HNO₃ concentrado, colocando el vaso sobre una placa caliente y evaporando con precaución hasta aproximadamente 10 ml, asegurándose de que la muestra no se secase en ninguna área del fondo del recipiente.

Se enfrió y añadió 5 ml de HNO₃ concentrado. Se cubrió el recipiente con un vidrio de reloj y se volvió a colocar sobre la placa caliente. Se aumentó la temperatura de la placa caliente para dar lugar a un reflujo suave. Se continuó calentando, añadiendo más ácido tantas veces como fuera necesario, hasta completar la digestión (lo que queda indicado, por lo general, por un ligero color del digestato o ausencia de cambio en su apariencia al continuar el reflujo). Se evapora a menos de 10 ml y se enfrió.

Se añadió 10 ml de HCl 1:1 y 15 ml de agua. Se calentó 15 minutos más para disolver cualquier posible precipitado o residuo. Se enfrió, se lavó recogiendo con agua las paredes del vaso y el vidrio de reloj y se filtro para eliminar el material insoluble que podría obstruir el nebulizador, este filtrado se aforo a 100 ml con agua desionizada.

Se leyó en el Espectrofotómetro de Absorción Atómica para la determinación de cadmio, cobalto, cobre, hierro, magnesio, manganeso, níquel, plomo y zinc, bajo las condiciones marcadas en la Tabla V.

TABLA U: CONDICIONES DE TRABAJO

	Cd	Co	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
LONGITUD DE ONDA (nm)	228.8	248.7	324.7	248.3	279.5	232.0	217	213.9
PASO ESPECTRAL DE BANDA (nm)	0.5	0.1	0.5	0.2	0.2	0.2	1.0	0.5
CORRIENTE DE LA LAMPARA mA	3	5	3	5	5	5	5	5
LIAMA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA
SENSITIVIDAD (µg/ml)	0.011	0.053	0.04	0.045	0.021	0.05	0.11	0.009
RANGO OPTIMO TRABAJO (µg/ml)	0.01-0.1	3-12	2-8	2.5-20	1-4	3-12	5-20	0.4-1.6
LIMITE DE DETECCION (µg/ml)	0.0007	0.007	0.002	0.006	0.002	0.006	0.015	0.001

NOTA: Debido a que el Mn y el Cu se encuentran en una lampara triple la corriente de la lampara utilizada fue de 10 mA. Debido a que el Fe, el Ni y el Co se encuentran en una lampara triple la corriente de la lampara utilizada fue de 10 mA.

En el caso del Cd la bibliografia de las aguas residuales menciona que dicho metal se encuentra alrededor de 0.1 ppm por tal razon se trabajo con una curva de calibracion de 0.01 a 0.10 dando esta una buena respuesta.

RESULTADOS:

Los resultados obtenidos de las lecturas del Espectrofotometro de Absorcion Atomica fueron dadas en Absorbancia posteriormente a estos datos de Absorbancia y mediante las curvas de calibracion apropiadas (Apendice 1) se transformaron los resultados obtenidos a mg/l (partes por millon). (Apendice 2)

Una vez obtenidos los resultados deseados, se decidio graficar para poder visualizar mas facilmente que ocurria (Apendice 3).

REGLAMENTO DE LA DIRECCION GENERAL DE CONSTRUCCION Y OPERACION HIDRAULICA

LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES DE
METALES EN RIEGO DE AREAS VERDES (mg/l)

Cd	0.01
Co	--
Cu	0.50
Fe	5.00
Mn	0.20
Ni	0.20
Pb	5.00
Zn	2.00

ANALISIS DE RESULTADOS.

Una vez obtenidos los resultados de los análisis determinados por el Espectrofotómetro de Absorción Atómica y comparandolos con los límites Máximos Permisibles que marca de Dirección General de Construcción y Operación Hidraulica podemos observar en las gráficas (Apendice 3) que algunos elementos tales como Fe y Mn rebasan los límites impuestos por la Norma de Calidad de Agua para Reuso de Riego de Areas Verdes durante la 4a., 5a. y 6a. semana de muestreo y todos los demás elementos se encuentran por debajo de este límite permisible para agua de riego.

Donde se observa la presencia de un punto alto como en el caso del Cadmio se considera que no es representativo, pudo deberse al trabajo de laboratorio de una práctica en especial o simplemente haber arrojado cierta solución reactiva en desuso.

Antes de realizar este trabajo se pensaba encontrar las aguas más contaminadas de lo que realmente se detecto.

La determinación del contenido de algunos metales permite poder profundizar en las técnicas de análisis por Espectrometría de Absorción Atómica lo que condujo al establecimiento de las condiciones optimas para efectuar las determinaciones y poder llevar a cabo un control de emisiones.

Se realizó la revisión bibliográfica para conocer la toxicidad que producen dichos metales en los cuerpos receptores y para tomar conciencia de la protección de los ecosistemas.

Una de las causas por las cuales se llevó a cabo este trabajo fue dar las bases para apoyar la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales. El trabajo no es determinante, sin embargo se tienen bases, para hacer estudios más profundos y poder tener resultados más concretos para poner una planta de tratamiento de aguas residuales.

CONCLUSIONES:

Los resultados nos dan la información concreta de la cantidad de Cadmio, Cobalto, Cobre, Hierro, Manganeso, Niquel, Plomo y Zinc que son arrojados al desagüe para tener una visión más clara de la contaminación provocada por los laboratorios de la Facultad.

La revisión bibliográfica aportó los niveles permisibles que se requieren para el riego de áreas verdes, y los efectos que pueden causar los elementos estudiados en altos niveles en plantas y en humanos.

Este trabajo aporta algunas bases para apoyar la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales.

Con este trabajo de Tesis se pretende también que los profesores tomen conciencia de la contaminación, para de esta manera contaminar menos o llevar a cabo prácticas de laboratorio ecológicas.

APENDICE 1

RESULTADOS OBTENIDOS DE LAS CURVAS DE CALIBRACION

METAL	ECUACION	r	INTERVALO DE TRABAJO EN ($\mu\text{g}/\text{ml}$)
CADMIO	$Y = 0.71X + 0.0013$	0.9989	0.01 - 0.1
COBALTO	$Y = 0.0343X + 0.024$	0.9975	3 - 12
COBRE	$Y = 0.1064x + 0.0245$	0.9960	2 - 8
HIERRO	$Y = 0.0597X + 0.0042$	0.9983	2.5 - 20
MANGANESO	$Y = 0.1758X + 0.0025$	0.9975	1 - 4
NIQUEL	$Y = 0.0858X + 0.0027$	0.9989	3 - 12
PLOMO	$Y = 0.0343X + 0.0039$	0.9993	5 - 20
ZINC	$Y = 0.3562X + 0.0545$	0.9969	0.4 - 1.6

APENDICE 2

MUESTRAS DEL SECTOR 1

CADMIO (ppm)

	1a. SEMANA	2a. SEMANA	3a. SEMANA	4a. SEMANA	5a. SEMANA	6a. SEMANA	7a. SEMANA	8a. SEMANA
LUNES	0.00	---	0.00	---	0.00	0.00	0.00	0.00
MARTES	0.00	---	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MIERCOLES	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
JUEVES	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
VIERNES	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

COBALTO (ppm)

	1a. SEMANA	2a. SEMANA	3a. SEMANA	4a. SEMANA	5a. SEMANA	6a. SEMANA	7a. SEMANA	8a. SEMANA
LUNES	0.00	---	0.00	---	0.00	0.00	0.00	0.00
MARTES	0.00	---	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MIERCOLES	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
JUEVES	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
VIERNES	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

COBRE (ppm)

	1a. SEMANA	2a. SEMANA	3a. SEMANA	4a. SEMANA	5a. SEMANA	6a. SEMANA	7a. SEMANA	8a. SEMANA
LUNES	0.00	---	0.00	---	0.00	0.00	0.00	0.00
MARTES	0.00	---	0.00	0.00	0.00	0.19	0.00	0.00
MIERCOLES	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
JUEVES	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
VIERNES	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00

HIERRO (ppm)

	1a. SEMANA	2a. SEMANA	3a. SEMANA	4a. SEMANA	5a. SEMANA	6a. SEMANA	7a. SEMANA	8a. SEMANA
LUNES	1.37	---	2.77	---	0.28	1.35	1.14	1.54
MARTES	0.65	---	7.63	0.29	1.35	1.52	1.26	2.45
MIERCOLES	5.24	0.02	2.50	0.05	0.51	1.07	1.01	1.13
JUEVES	1.51	3.06	3.61	9.00	1.92	2.20	1.57	1.00
VIERNES	1.45	0.01	3.27	1.95	1.07	1.06	1.40	2.10

MUESTRAS DEL SECTOR 1

MANGANESO (ppm)

	1a. SEMANA	2a. SEMANA	3a. SEMANA	4a. SEMANA	5a. SEMANA	6a. SEMANA	7a. SEMANA	8. SEMANA
LUNES	0.03	---	0.11	---	0.04	0.06	0.08	0.03
MARTES	0.03	---	0.03	0.07	0.12	0.10	0.09	0.09
MIERCOLES	0.00	0.03	0.00	0.03	0.05	0.03	0.09	0.03
JUEVES	0.00	0.00	0.09	0.13	0.07	0.05	0.07	0.06
VIERNES	0.03	0.05	0.00	0.03	0.00	0.02	0.12	0.00

NIQUEL (ppm)

	1a. SEMANA	2a. SEMANA	3a. SEMANA	4a. SEMANA	5a. SEMANA	6a. SEMANA	7a. SEMANA	8. SEMANA
LUNES	0.00	---	0.00	---	0.00	0.00	0.00	0.00
MARTES	0.00	---	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00
MIERCOLES	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
JUEVES	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
VIERNES	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

PLOMBO (ppm)

	1a. SEMANA	2a. SEMANA	3a. SEMANA	4a. SEMANA	5a. SEMANA	6a. SEMANA	7a. SEMANA	8. SEMANA
LUNES	3.52	---	0.62	---	0.04	0.03	0.00	0.04
MARTES	3.26	---	0.19	0.00	0.54	1.07	0.32	0.15
MIERCOLES	12.16	0.13	0.67	0.00	0.30	2.03	0.29	0.15
JUEVES	4.00	0.62	1.44	0.11	0.02	0.35	0.35	0.20
VIERNES	3.04	0.00	0.71	0.00	0.04	0.00	0.70	0.07

ZINC (ppm)

	1a. SEMANA	2a. SEMANA	3a. SEMANA	4a. SEMANA	5a. SEMANA	6a. SEMANA	7a. SEMANA	8. SEMANA
LUNES	1.35	---	0.65	---	0.00	0.05	0.34	0.12
MARTES	0.21	---	0.93	0.03	0.14	0.70	0.25	0.19
MIERCOLES	1.22	0.00	1.10	0.16	0.00	0.00	0.37	1.21
JUEVES	0.16	0.00	1.00	1.55	0.33	0.21	0.26	0.17
VIERNES	0.92	0.20	1.14	0.73	0.11	0.11	0.62	0.41

MUESTRAS DEL SECTOR 2

CADMIO (ppm)

	1ª. SEMANA	2ª. SEMANA	3ª. SEMANA	4ª. SEMANA	5ª. SEMANA	6ª. SEMANA	7ª. SEMANA	8ª. SEMANA
LUNES	0.00	---	0.00	---	0.00	0.00	0.00	0.00
MARTES	0.00	---	0.00	0.0115	0.00	0.00	0.00	0.00
MIÉRCOLES	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
JUEVES	0.00	0.00	0.00	0.0553	0.00	0.00	0.00	0.00
VIERNES	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

COBALTO (ppm)

	1ª. SEMANA	2ª. SEMANA	3ª. SEMANA	4ª. SEMANA	5ª. SEMANA	6ª. SEMANA	7ª. SEMANA	8ª. SEMANA
LUNES	0.00	---	0.00	---	0.00	0.00	0.00	0.00
MARTES	0.00	---	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MIÉRCOLES	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
JUEVES	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
VIERNES	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

COBRE (ppm)

	1ª. SEMANA	2ª. SEMANA	3ª. SEMANA	4ª. SEMANA	5ª. SEMANA	6ª. SEMANA	7ª. SEMANA	8ª. SEMANA
LUNES	0.00	---	0.00	---	0.00	0.00	0.00	0.00
MARTES	0.00	---	0.00	0.00	0.00	0.1549	0.00	0.00
MIÉRCOLES	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
JUEVES	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0704	0.00
VIERNES	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

HIERRO (ppm)

	1ª. SEMANA	2ª. SEMANA	3ª. SEMANA	4ª. SEMANA	5ª. SEMANA	6ª. SEMANA	7ª. SEMANA	8ª. SEMANA
LUNES	0.22	---	3.90	---	1.72	1.21	0.14	0.31
MARTES	0.56	---	5.50	3.66	15.21	20.04	1.74	2.37
MIÉRCOLES	0.71	3.44	1.21	2.77	2.17	2.17	2.17	1.30
JUEVES	0.49	0.66	3.19	3.17	2.96	1.96	3.43	1.76
VIERNES	0.52	0.17	4.56	1.05	2.93	1.2703	1.11	0.92

MUESTRAS DEL SECTOR 2

MANGANESO (ppm)

	19. SEPT	20. SEPT	21. SEPT	22. SEPT	23. SEPT	24. SEPT	25. SEPT	26. SEPT
LUNES	0.01	---	0.00	---	0.00	0.01	0.02	0.00
MARTES	0.00	---	0.10	0.13	0.27	0.45	0.00	0.09
MIERCOLES	0.01	0.13	0.20	0.11	0.14	0.11	0.09	0.07
JUEVES	0.02	0.13	0.03	0.21	0.23	0.00	0.02	0.05
VIERNES	0.01	0.09	0.02	0.01	0.21	0.21	0.05	0.07

NIQUEL (ppm)

	19. SEPT	20. SEPT	21. SEPT	22. SEPT	23. SEPT	24. SEPT	25. SEPT	26. SEPT
LUNES	0.00	---	0.00	---	0.01	0.00	0.00	0.00
MARTES	0.00	---	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.00
MIERCOLES	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
JUEVES	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
VIERNES	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

PLOMO (ppm)

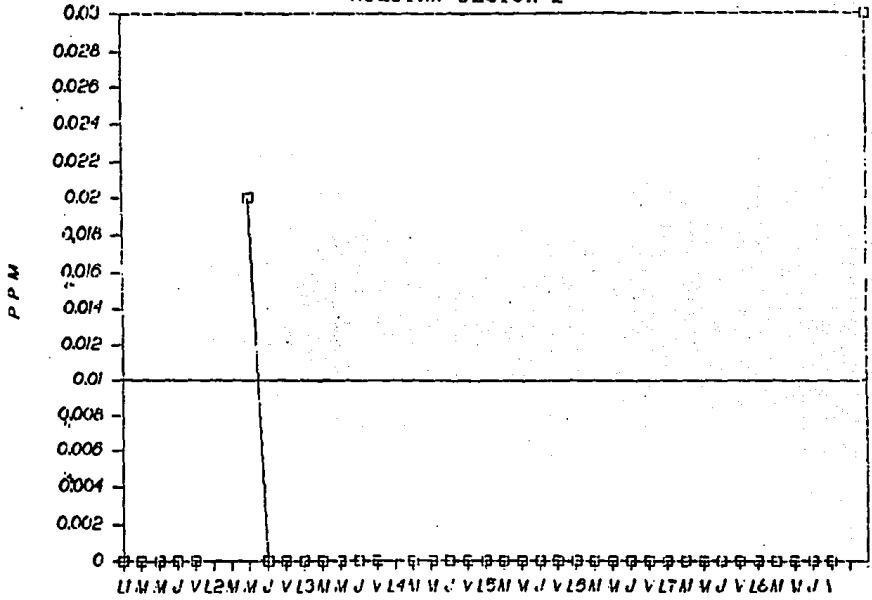
	19. SEPT	20. SEPT	21. SEPT	22. SEPT	23. SEPT	24. SEPT	25. SEPT	26. SEPT
LUNES	1.53	---	0.21	---	0.45	0.70	0.44	0.46
MARTES	1.00	---	0.70	0.45	0.11	0.06	0.00	0.10
MIERCOLES	1.04	0.19	0.01	0.25	0.13	0.02	0.01	0.17
JUEVES	1.00	0.03	0.03	0.26	0.10	0.10	0.16	0.53
VIERNES	1.45	0.07	0.56	0.06	0.20	0.00	0.00	0.15

ZINC (ppm)

	19. SEPT	20. SEPT	21. SEPT	22. SEPT	23. SEPT	24. SEPT	25. SEPT	26. SEPT
LUNES	0.76	---	0.23	---	0.16	0.07	0.57	0.33
MARTES	0.71	---	0.93	0.30	1.05	1.13	0.16	0.20
MIERCOLES	0.32	0.19	0.20	0.19	0.25	0.22	0.56	0.22
JUEVES	0.41	0.40	0.10	0.37	0.27	0.54	0.70	0.49
VIERNES	0.21	0.01	0.09	0.51	0.00	0.01	0.39	0.26

DETERMINACION DE CADMIO

MUESTRA SECTOR 1



L.M.P.

CICLO SEMANAS DE MUESTREO

DETERMINACION DE COBALTO

MUESTRA SECTOR 1

0J

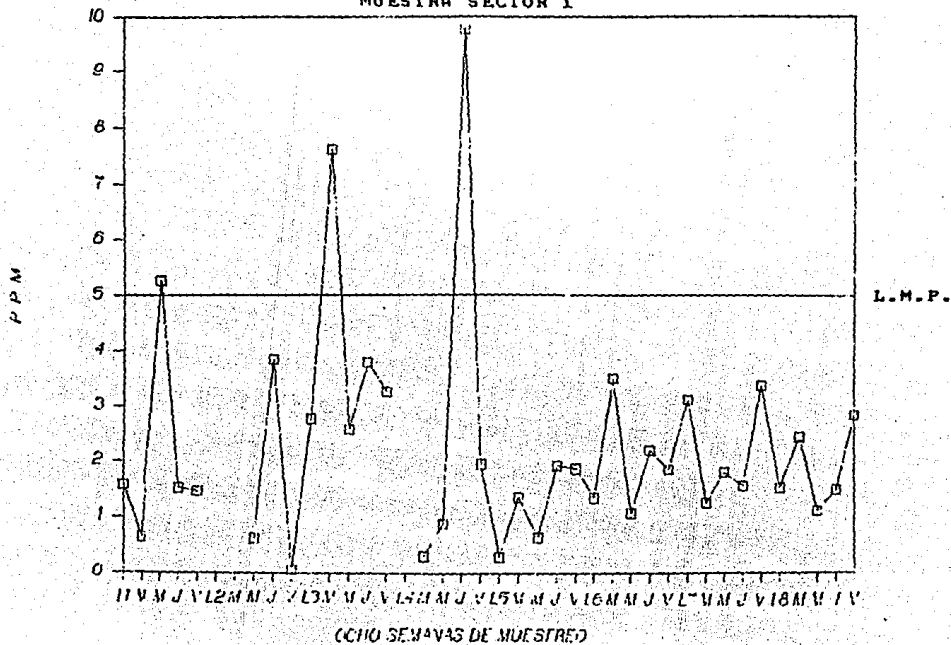
PPM

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100

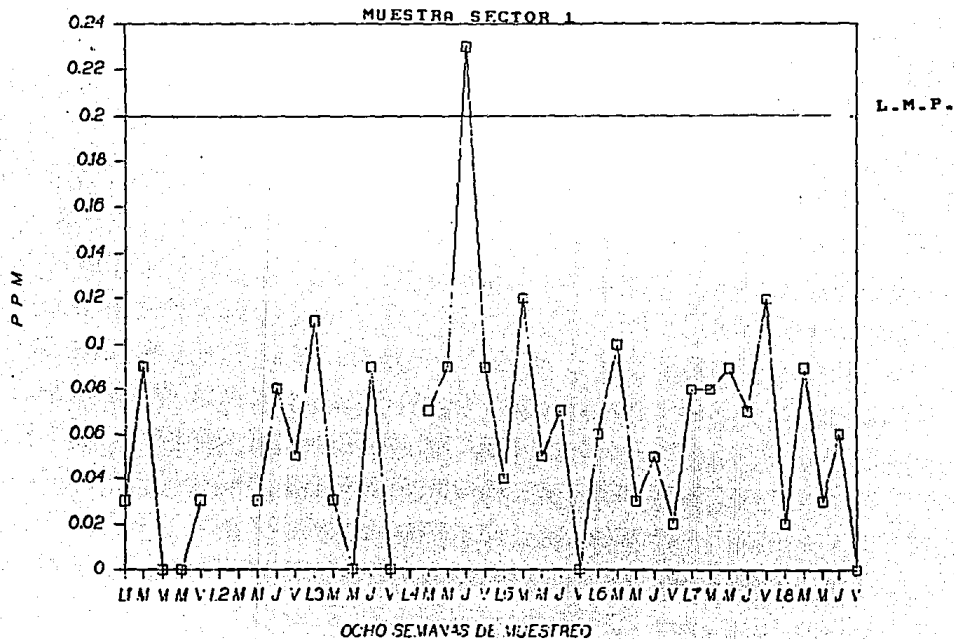
60.0 SEMAVAS DE MUESTREO

DETERMINACION DE HIERRO

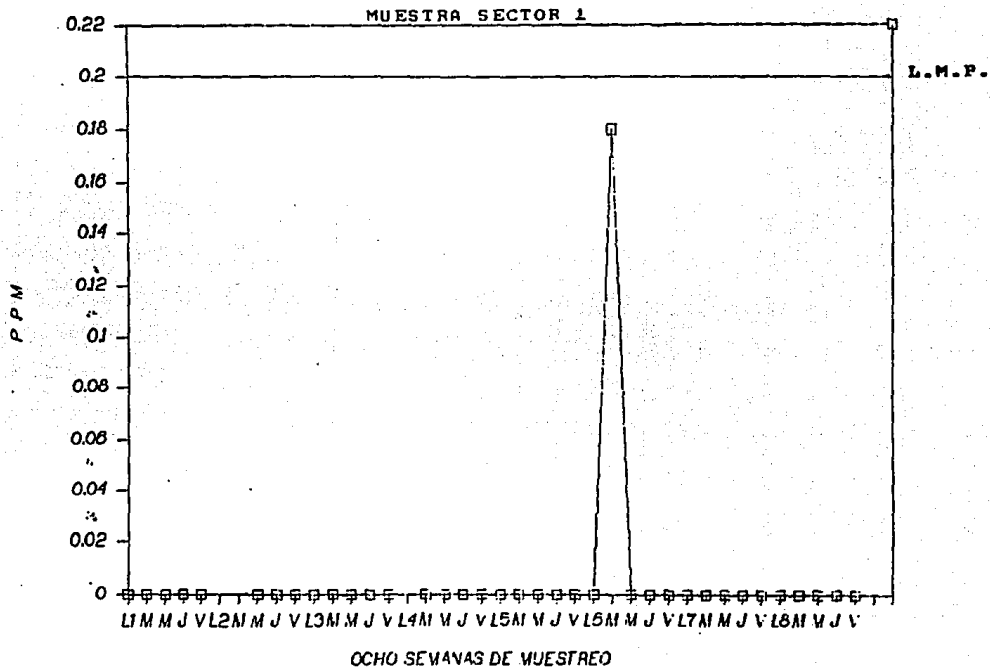
MUESTRA SECTOR 1



DETERMINACION DE MANGANESO

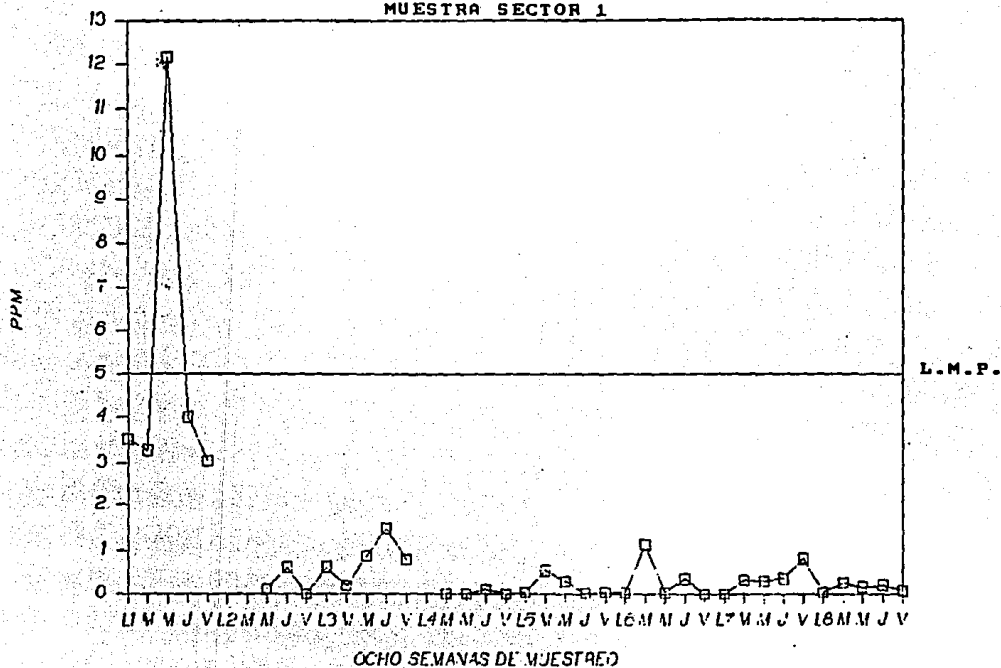


DETERMINACION DE NIQUEL



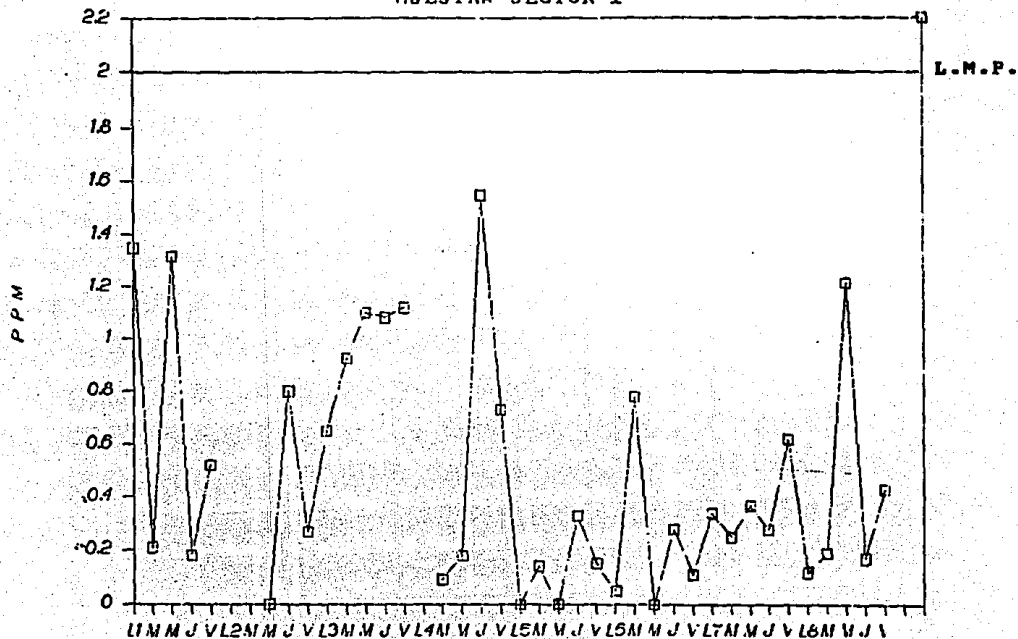
DETERMINACION DE PLOMO

MUESTRA SECTOR 1



DETERMINACION DE ZINC

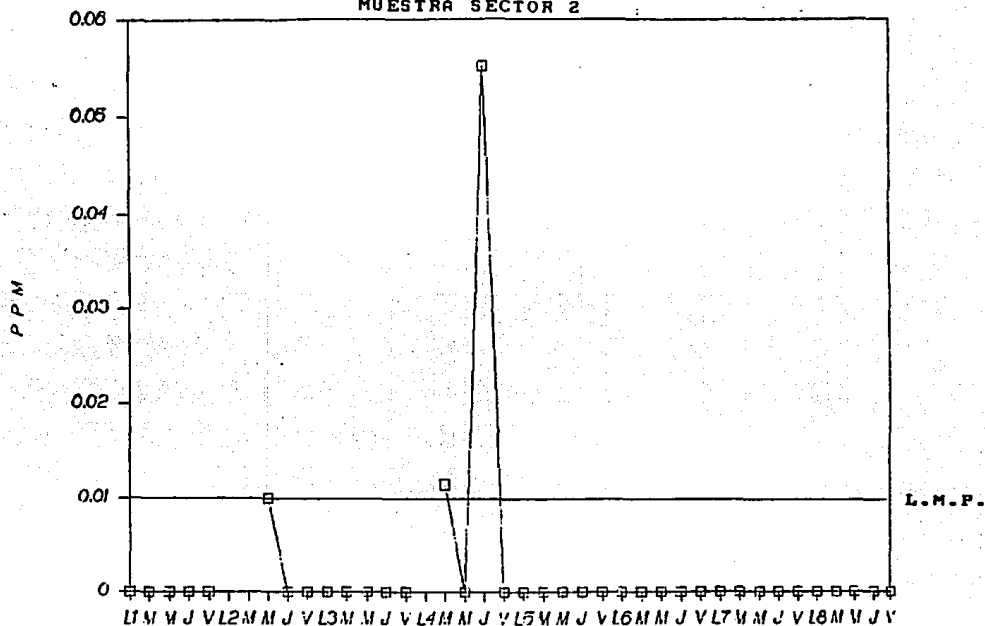
MUESTRA SECTOR 1



OCHO SEMAYAS DE MUESTREO

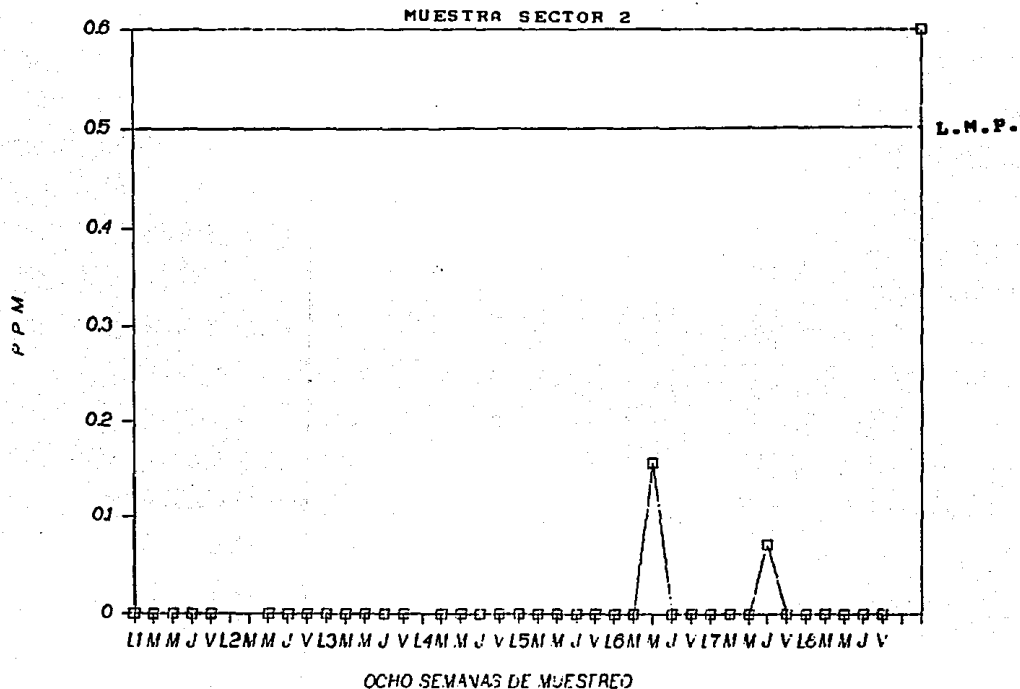
DETERMINACION DE CADMIO

MUESTRA SECTOR 2



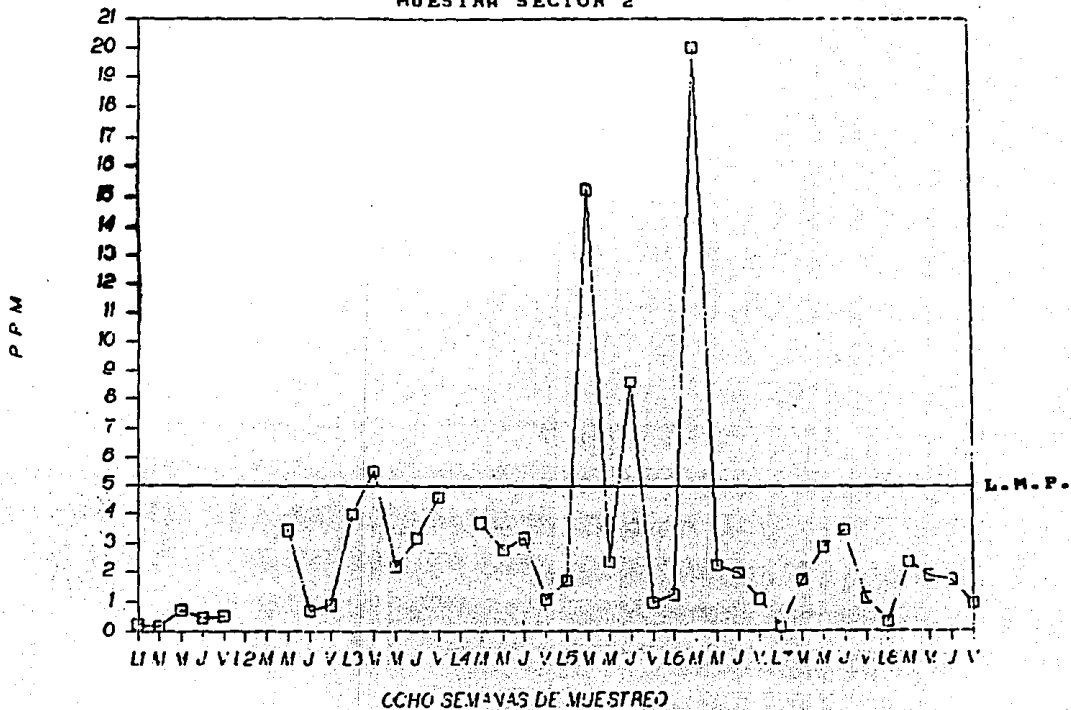
OCHO SEMANAS DE MUESTREO

DETERMINACION DE COBRE



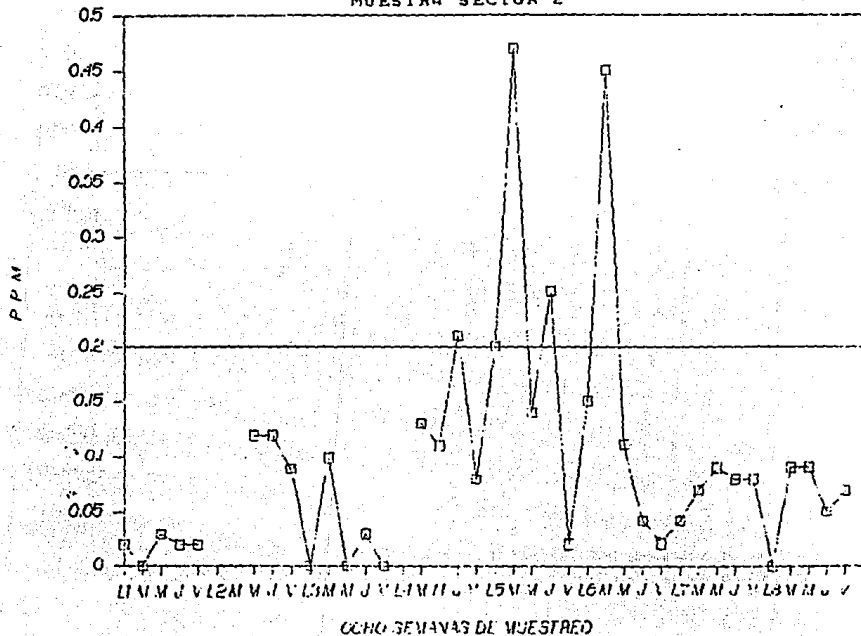
DETERMINACION DE HIERRO

MUESTRA SECTOR 2



DETERMINACION DE MANGANESO

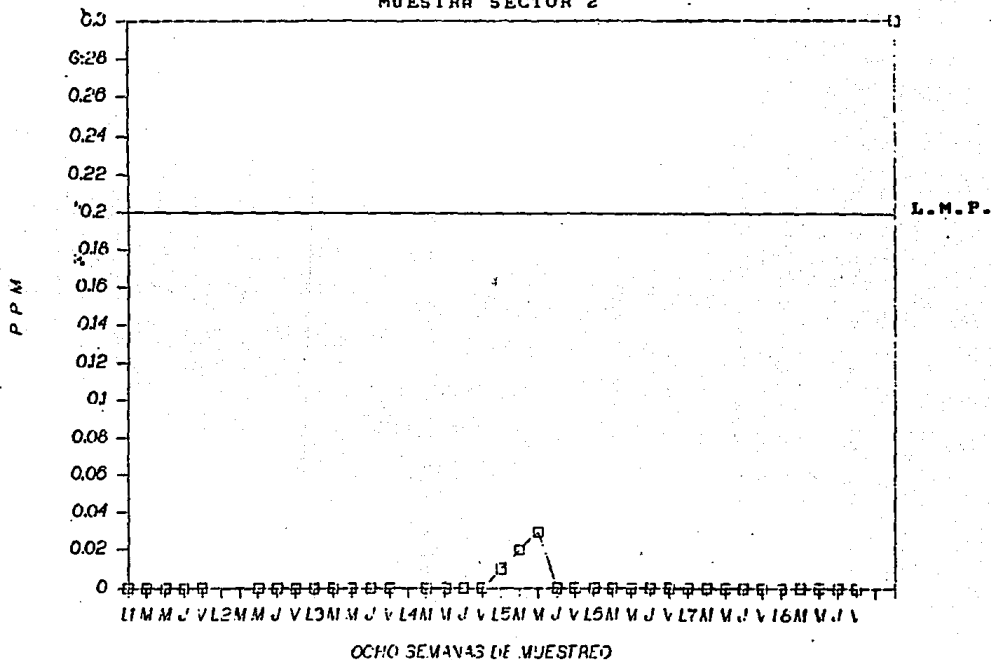
MUESTRA SECTOR 2



ESTE TEXTO NO DEBE
 SALIR DE LA BIBLIOTECA

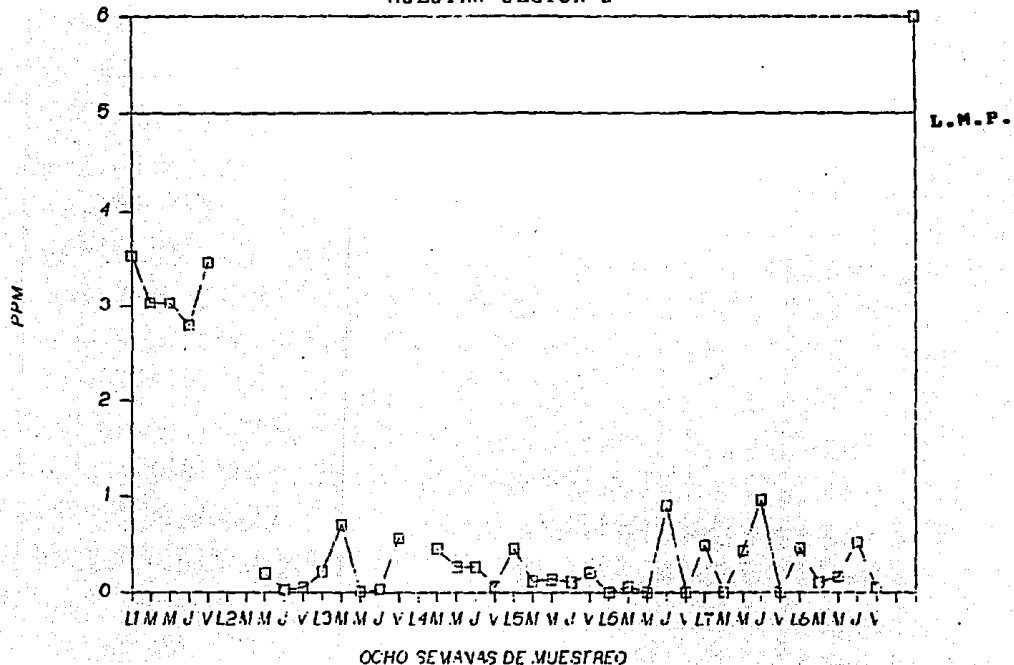
DETERMINACION DE NIQUEL

MUESTRA SECTOR 2



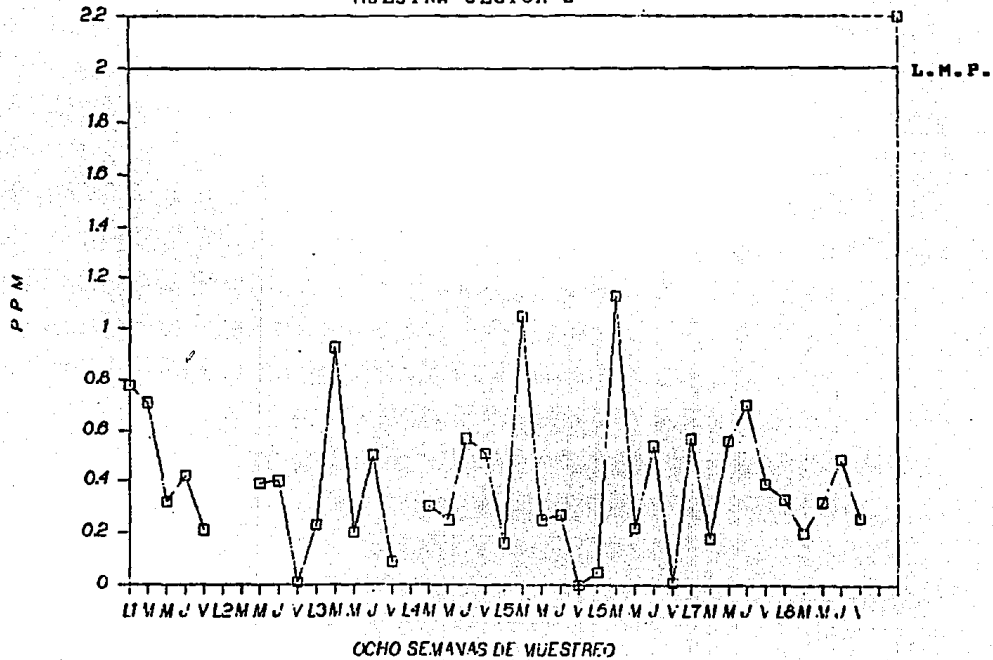
DETERMINACION DE PLOMO

MUESTRA SECTOR 2



DETERMINACION DE ZINC

MUESTRA SECTOR 2



BIBLIOGRAFIA

- 1.- Alina Kabata-Pendias. 1992. Trace Elements in Soils and Plants. Ed. CRC Press. 2a. Ed. U.S.A. pp. 95, 99-103, 120-127, 187-192, 258-262, 271-286.
- 2.- A.O.A.C. (Association of official Analytical Chemists). 1984. Official Methods of Analysis Centennial Edition. 40 Ed. U.S.A. 25 : 464, 465 33 : 628-630.
- 3.- Clesceri L.S., Greenberg A.E. 1992. Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. Ediciones Dias de Santos España. 1: 1-83, 3: 1-187.
- 4.- DiPalma J.P. 1976. Farmacología Básica y Terapéutica Médica. Ed. La Prensa Médica Mexicana. pp. 553 a 558.
- 5.- Dreisbach H.R. 1987. Manual de Toxicología Clínica. Prevención, Diagnóstico y Tratamiento. Ed. El Manual Moderno. México. pp. 216 y 405.
- 6.- Eckenfelder W., Musterman J. 1992. Curso: Control de la Contaminación en aguas residuales industriales. I.P.N. Mex. 9-13.
- 7.- Espinosa P.S. 1977. Utilización de las interferencias por Cobalto y Hierro en sus determinación por Espectroscopia de Absorción Atómica. Tesis. Facultad de Química. Química, UNAM. 79-108 pp.
- 8.- Goodman L.S., Gilman A. 1978. Bases Farmacológicas de la Terapéutica. Editorial Interamericana. 5a. Edición. México. pp. 661 a 663, 784 a 788, 1110.
- 9.- Metcalf-Eddy 1981. Tratamiento y Depuración de las aguas residuales. 2a. Ed. Editorial Labor. España. 272 p.
- 10.- Mortvedt J.J., Giordano P.M., 1983. Micronutrientes en Agricultura. AGT Editor. Mex. 221, 222, 229, 230, 237, 238 p.

- 11.-Reunión Anual del Programa Universitario de Medio Ambiente U.N.A.M. 1992. Conferencias, Simposia y Mesas Redondas. Vol I. 8: 7-21, 14: 1-6, 10: 2-9.
- 12.-Salazar V.D. 1991. Estudio comparativo de Trazas de Cd, Co, Cu, Ni, Pb. Determinación en parenquima pulmonar por Espectroscopia de Absorción Atómica. Tesis, Facultad de Química, Ingeniería Química, UNAM. 2-6 pp.
- 13.-Sabater T. J., Vilumare A.(1988) Buenas Prácticas de Laboratorio (GLP). Ed. Díaz de Santos, España. 5: 127-153.
- 14.-Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial. 1981. Norma Oficial Mexicana NOM AA-51. Análisis de Agua - Determinación de Metales - Método Espectrofotométrico de Absorción Atómica. 1-13 p.
- 15.-Skoog A.D., West M.D. 1975. Análisis Instrumental. Ed. Interamericana. Mex. 5: 117-133.
- 16.-Skoog A.D., West M.D. 1981. Química Analítica. 4a.Ed. Mc Graw-Hill 15: 440-482 16: 489-514.
- 17.-Tebbutt T.H.Y. 1990. Fundamentos de Control de la Calidad del Agua. Ed. Limusa. Mex. 61 p.
- 18.-Villaruel S.R., Morales P.I. 1980. Determinación de los elementos pesados más importantes como agentes de contaminación atmosférica por el método de Espectroscopia de Absorción Atómica y sus efectos en la salud del hombre. Tesis, Facultad de Química, Ingeniería Química, UNAM. 40-54 pp.
- 19.-Watty B.M. 1982. Química Analítica Ed. Alhambra Mexicana. Mex. 25: 481-477.

20.-Zdeněk Sulcek, Ph.D. 1992. Methods of Decomposition in Inorganic Analysis. Ed. CRC Press, Inc. Florida U.S.A. pp. 1-8, 19-32, 44-54, 149-152.