



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

**DISEÑO PARA LA INSTALACION DE UN LABORATORIO
PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACION DEL AGUA**

IGNACIO CASTILLO ESCALANTE

INGENIERO QUIMICO

1975



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

CLAS. Tesis
ADQ. 1975
FECHA
PROC. M. 68



JURADO ASIGNADO

PRESIDENTE	PROF.	CARLOS KOBEH HEDERE
VOCAL	PROF.	RAMON VILCHIS ZIMBRON
SECRETARIO	PROF.	JORGE MENCARINI PENICHE
1er. SUPLENTE	PROF.	CUTBERTO RAMIREZ CASTILLO
2do. SUPLENTE	PROF.	MARIO RAMIREZ Y OTERO

EL TEMA SE DESARROLLO EN: FACULTAD DE QUIMICA (U.N.A.M.)

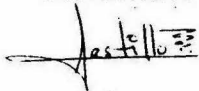
SUSTENTANTE

IGNACIO CASTILLO ESCALANTE

ASESOR

ING. JORGE MENCARINI PENICHE

SUSTENTANTE



IGNACIO CASTILLO ESCALANTE

ASESOR



ING. JORGE MENCARINI PENICHE

Con cariño a mis padres Moisés y
María de la Luz que con sus des-
velos, orientación y gran amor,
supieron encausarme.

A Irma
con todo mi amor

A mis hermanos

Arsenia

Moisés

José de Jesús

Rosalía

Miguel

Rafael

Jorge

Jaime y

Carlos

*Con sincero agradecimiento al
Ing. Jorge Mencarini Peniche
por su desinteresada colaboración
para la realización de este trabajo*

DISEÑO PARA LA INSTALACION DE UN LABORATORIO
PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACION DEL AGUA.

CAPITULO I.- INTRODUCCION

- A.- ANTECEDENTES
- B.- OBJETIVOS
- C.- ALCANCES

CAPITULO II.- METODOS DE ANALISIS QUIMICO

- A.- MANEJO DE MUESTRAS
- B.- METODOS DE ANALISIS QUIMICO
PARA AGUAS NATURALES
- C.- METODOS DE ANALISIS QUIMICO PARA
AGUAS CONTAMINADAS
- D.- METODOS DE ANALISIS QUIMICO PARA
AGUAS TRATADAS

CAPITULO III.- REQUERIMIENTOS DE UN LABORATORIO

- A.- MESAS DE TRABAJO
- B.- REQUERIMIENTOS ELECTRICOS
- C.- REQUERIMIENTOS HIDRAULICOS
- D.- CAMPANA DE EXTRACCION
- E.- IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD
- F.- OTROS SERVICIOS

CAPITULO IV .- DISEÑO ELECTRICO E HIDRAULICO

**A.- SELECCION DE ALIMENTACION DE
CORRIENTE ELECTRICA**

B.- DIAGRAMA DE LA RED ELECTRICA

**C.- DIAGRAMA DE LA RED HIDRAULICA Y DE
GAS**

CAPITULO V .- EQUIPO DE LABORATORIO

A.- INSTRUMENTAL

B.- MATERIAL DE VIDRIO

C.- REACTIVOS

D.- OTROS

CAPITULO VI .- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A.- CONCLUSIONES

B.- RECOMENDACIONES

CAPITULO VII.- BIBLIOGRAFIA

CAPITULO . . I .

INTRODUCCION

A. - ANTECEDENTES :

B. - OBJETIVOS

C. - ALCANCES

CAPITULO I

INTRODUCCION

A. - ANTECEDENTES

En virtud de que en la actualidad el panorama de la contaminación ambiental en el país es de consideración, aunque no llega a ser crítico, existe una movilización de recursos, tanto humanos como científicos y tecnológicos, a nivel nacional tratando de establecer las bases teóricas y prácticas necesarias con el fin de uniformar los criterios de evaluación de análisis, informes, investigaciones y desarrollos que puedan colaborar al control de las sustancias contaminantes presentes en el agua, aire y suelo, ya que esto, en conjunto, constituye nuestro medio ambiente.

En México no sabemos con precisión desde cuando el hombre ha tenido un impacto considerable sobre el cuadro ambiental, pero lo que sí se puede asegurar es que hasta muy recientemente se ha tomado conciencia de ello, lo anterior se debe fundamentalmente a dos causas: al avance internacional de las investigaciones científicas en el campo de la ecología y al efecto negativo que el medio ambiente, modificado y utilizado, tiene ya sobre los habitantes de nuestro país. Estando éste en vías de desarrollo, en donde la industrialización es una meta a la que parece subordinarse cualquier otro interés, las condiciones de desequilibrio ecológico se están creando a un ritmo que supera inclusive, en algunos casos, al de los países altamente industrializados.

Lo anterior se verifica en ciertas regiones del país donde existen grandes complejos industriales, cuyos desechos son arrojados a los ríos o lagunas cercanas, y se han presentado casos de mortandad masiva de algunos organismos de importancia económica que constituyen el sostenimiento de ciertas congregaciones y pequeños poblados, que permanecen al margen de la influencia industrial.

La creciente necesidad de laboratorios especializados para evaluar los contaminantes presentes en el medio ambiente, ha motivado la realización de este trabajo.

B. - OBJETIVOS

Los objetivos están centrados a establecer las bases de diseño necesarias para el establecimiento de un laboratorio especializado para el análisis de sustancias contaminantes presentes en el agua principalmente; ya que estas concentran la mayor parte de los desechos humanos, industriales

y de retorno agrícola.

Para obtener un diseño adecuado de un laboratorio, es necesario considerar las instalaciones eléctricas, hidráulicas y de seguridad, así como una selección del material, reactivos y aparatos que cumplan con los requerimientos que sean solicitados.

Debido a que existen numerosos métodos empleados en el muestreo de aguas y aguas residuales, el presente trabajo no los incluye limitándose únicamente a la descripción del manejo de la muestra una vez que ha sido tomada, es decir, los métodos de preservación empleados de acuerdo a los parámetros sujetos a análisis en el laboratorio, así como los métodos de análisis químico requeridos.

C. - ALCANCES

Es de esperarse que el acceso a las fuentes de información de esta naturaleza, simplifique el trabajo de instalación de un laboratorio especializado, para el control de la contaminación del agua, debido a que debe proporcionar los requerimientos mínimos de electricidad, agua, gas y otros servicios necesarios en un laboratorio.

Debido a que los contaminantes presentes en el agua requieren una estimación exacta, es necesario conocer los métodos de análisis químico empleados para tal fin; los más comunes se presentan en el presente trabajo.

Las consideraciones económicas que se presentan están en función del costo aproximado de los reactivos, el material y el equipo de laboratorio que se emplea.

CAPITULO II

METODOS DE ANALISIS QUIMICO

A. - MANEJO DE MUESTRAS

B. - METODOS DE ANALISIS QUIMICO PARA AGUAS NATURALES

C. - METODOS DE ANALISIS QUIMICO PARA AGUAS CONTAMINADAS

D. - METODOS DE ANALISIS QUIMICO PARA AGUAS TRATADAS

CAPITULO II

METODOS DE ANALISIS QUIMICO

A.- MANEJO DE LAS MUESTRAS .

Toda muestra de agua, ya sea natural, contaminada o tratada proviene de un punto de muestreo seleccionado de acuerdo al estudio que se esté realizando. Una vez tomada la muestra, se procede al transporte de ésta al laboratorio, para su análisis. Es difícil establecer que intervalo debe permitirse entre el muestreo y el análisis; Esto depende de las características de la muestra, condiciones de almacenamiento, preservación y de los análisis requeridos. Se sugieren los siguientes límites máximos para análisis físico químicos.

Aguas naturales	72 hs.
Aguas ligeramente contaminadas	48 hs.
Aguas contaminadas	12 hs.
Aguas tratadas	12 hs.

En el informe de laboratorio se debe indicar el tiempo transcurrido entre el muestreo y el análisis y el tipo de preservación empleada.

Debido a que algunas sustancias contaminantes se descomponen fácilmente por la acción de las bacterias u otros factores, es importante preservar las muestras de acuerdo a los parámetros que vayan a ser analizados. Se recomienda emplear las siguientes condiciones estabilizadoras.

TABLA No. 1

<u>Parámetros</u>	<u>Condición Estabilizadora</u>
Alcalinidad	4°C
Acidez	4°C
Ácidos volátiles	4°C
Arsénico	5 ml de ácido nítrico por litro de muestra en recipiente plástico
Calcio	Recipiente lleno
Cianuros	Refrigeración a 4°C y alcalinizar con hidróxido de sodio a pH = 10.0
Cloruros	No necesitan
Conductividad	4°C
Cromo hexavalente	Recipiente nuevo, determinar el mismo día.
D. B. O.	4°C
D. Q. O.	4°C
Dureza Total	Recipiente lleno
Fenoles	4°C, añadir 1.5g de sulfato cáprico por litro de muestra y acidular con ácido fosfórico a pH mayor de 4
Hierro	4°C
Fluoruros	No necesitan
Fosfatos	Filtrar en un crisol de vidrio de fondo poroso, en caso de ser necesario, y añadir 5 ml de - - cloroformo por litro
Grasas y aceites	Acidular con ácido sulfúrico a pH=1.0, mantener a 24°C
Materia orgánica en medio ácido	4°C
Nitrógeno (todas sus formas)	Añadir 0.8 ml de ácido sulfúrico conc. por litro de muestra y refrigerar a 4°C
Oxígeno disuelto	Determinar en el lugar de muestreo
Plomo	Añadir 5.5 ml ácido nítrico por litro
Potencial hidrógeno	Determinar en el lugar de muestreo
Silíce	Recipiente de plástico
Sólidos (todas sus formas)	4°C y recipiente en movimiento
Substancias activas al azul de metileno (detergentes)	4°C
Sulfatos	4°C y añadir 2 ml de formaldehído por litro
Temperatura	Determinar en el lugar de muestreo
Turbiedad	Añadir 1g de cloruro mercúrico por litro de muestra

B. - METODOS DE ANALISIS QUIMICO PARA AGUAS NATURALES

Los parámetros fisicoquímicos que determinan la calidad original del agua que no está contaminada, así como los métodos analíticos para su determinación, se describen a continuación.

TABLA No. 2

ANALISIS FISICOQUIMICOS PARA AGUAS NATURALES

- a) TEMPERATURA
- b) POTENCIAL HIDROGENO
- c) CONDUCTANCIA ESPECIFICA
- d) TURBIEDAD
- e) COLOR
- f) SOLIDOS
- g) ALCALINIDAD
- h) ACIDEZ
- i) DUREZA
- j) SULFATOS
- k) CLORUROS
- l) SILICE
- m) MATERIA ORGANICA
- n) OXIGENO DISUELTO

a) TEMPERATURA.

Generalidades.

El concepto físico de temperatura se refiere a la propiedad termodinámica que determina la existencia o no de equilibrio entre dos o mas sistemas; en sí, la temperatura tiene fuerte influencia sobre varios parámetros físicos y químicos como la presión, volumen, pH, conductividad y otros.

Influye en los tratamientos biológicos de las aguas residuales debido a que la actividad microbiológica se puede alterar y hacer eficiente en mayor o menor grado dicho tratamiento.

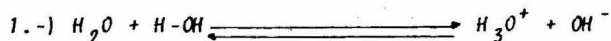
Debido a que el oxígeno disuelto en el agua varia inversamente proporcional con el incremento de temperatura, es importante controlar ésta para tener condiciones favorables de operación industrial.

Para la determinación de la temperatura se usan termómetros de mercurio los cuales estan practicamente libres de interferencias físicas y químicas. Es útil emplear un termómetro con un ámbito aproximado de -20°C a 120°C , el cual es recomendable para fines prácticos. La determinación se hace en la corriente en función sumergiendo el termómetro en ésta y esperando un intervalo corto hasta lograr estabilización en la temperatura y efectuar la lectura directamente en el termómetro, aproximándola a grados enteros.

b) POTENCIAL HIDROGENO.

Generalidades.

El término pH es universalmente usado para expresar la intensidad ácida o alcalina de una solución; es una forma de expresar la concentración del ion hidrógeno, o más precisamente su actividad. El agua pura esta constituida no solo por moléculas de agua sino en las partes de disociación de esta molécula, es decir iones hidronio e hidroxilo.



La concentración de iones hidrógeno se expresa por el logaritmo común del recíproco de la concentración de dichos iones, expresión que a su vez recibe la forma simplificada de pH.

$$2.-) \text{pH} = \log. \frac{1}{[\text{H}^+]}$$

El pH es importante en el abastecimiento de aguas domésticas e industriales debido a que se necesitan diseñar tratamientos de neutralización; también debe ser considerado en los procesos de coagulación química, desinfección, ablandamiento de aguas, control de corrosión y tratamiento biológico de de sechos domésticos e industriales.

La determinación de pH debe hacerse con un potenciómetro previamente calibrado con soluciones amortiguadoras de pH conocido y ajustando la temperatura. Se colocan los electrodos (enjuagados con agua destilada) en la muestra, previo ajuste de temperatura y se opera el potenciómetro, registrando la lectura una vez que se haya estabilizado. Posteriormente se repite el enjuague de los electrodos y se depositan en agua destilada hasta que éstos vuelven a ser usados.

c). - CONDUCTANCIA ESPECÍFICA.

La conductancia específica de una solución es la medida de su habilidad para conducir la corriente eléctrica y ambas varían con el tipo y número de iones que la solución contiene.

Existen sales, principalmente inorgánicas, que al disolverse producen un alto grado de disociación, como lo son el NaCl, KCl, etc. y en consecuencia, se presentan valores elevados de conductividad. La tabla No. 3 muestra los resultados obtenidos con diferentes concentraciones de estas sales:

TABLA No. 3

Sal	Concentración (mg/l)	Conductividad (μ mhos/cm.)
NaCl	25	52.0
NaCl	100	208.7
KCl	25	51.5
KCl	100	203.0
CaCO ₃	25	36.0
CaCO ₃	100	139.0
MgSO ₄	25	33.0
MgSO ₄	100	98.4

Sin embargo hay otras sales que a pesar de estar disueltas son malos electrolitos y mostrarán bajas conductividades.

La determinación de conductancia se hace por medio de un conductímetro; se ajusta la temperatura de la muestra en el aparato, empleando el compensador para tal efecto, se conectan las terminales de la celda de conductividad en el polos respectivos y se sumerge ésta en la muestra, se agita la celda dentro de la muestra, hasta eliminar las burbujas de aire y se procede a la lectura directamente, la cual se informa en $\mu\text{mhos/cm}$.

d) TURBIEDAD.

Generalidades.

Este término es aplicado para aguas que contienen materia suspendida que ocasiona que los rayos luminosos se dispersen y absorban en vez de que se transmitan en línea recta a través de ella.

La turbiedad se debe a una amplia variedad de materiales suspendidos, con un ámbito de tamaño desde el coloidal hasta partículas macroscópicas, como arcilla, limo etc., dependiendo del grado de turbulencia.

La unidad patrón de turbiedad es:

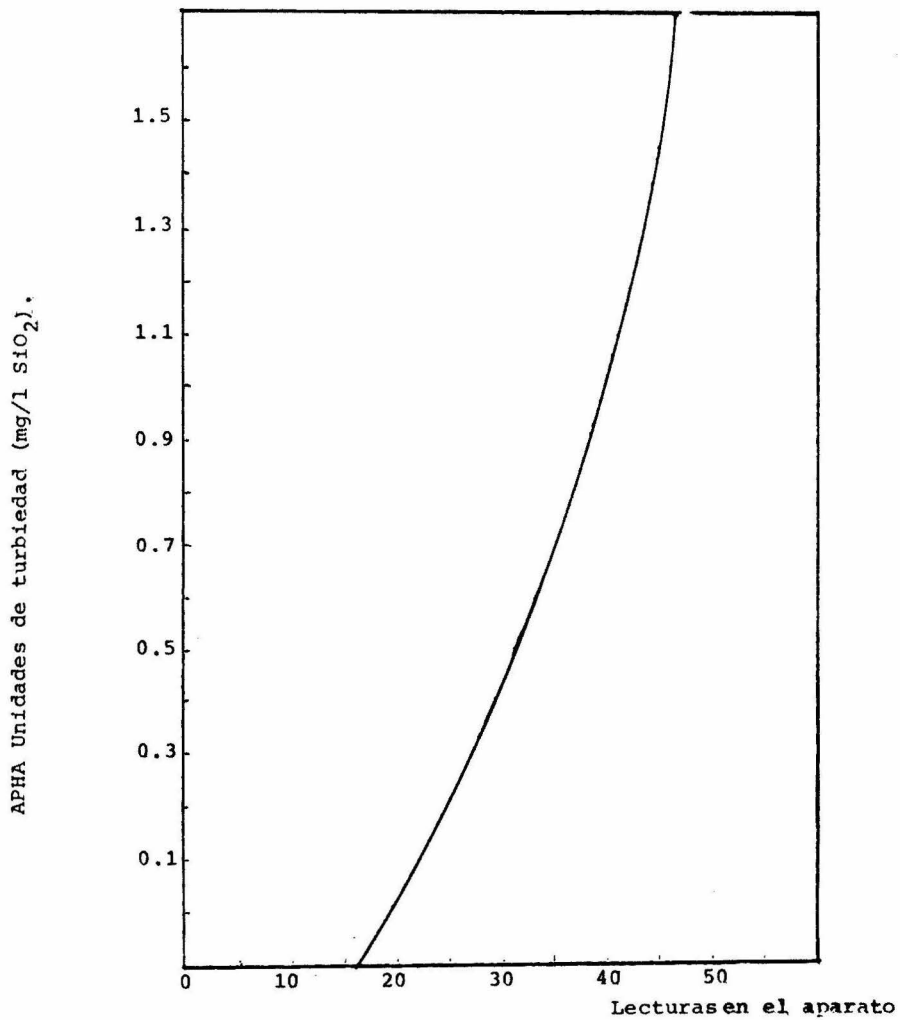
$$1 \text{ mg SiO}_2/\text{l} = 1 \text{ unidad de turbiedad}$$

Para la determinación de turbiedad se hace uso de 2 métodos, - el nefelométrico (para turbiedades inferiores a 25 unidades) y el turbidímetro de bujía de Jackson (para mayores a 25 unidades).

En el nefelométrico, se enciende el aparato y se introduce el tubo de cristal de fondo óptico llenado con la muestra homogénea y se procede a la lectura en la escala exterior del nefelómetro, cuando la igualación de campos visuales sea clara. La lectura se lleva a la abscisa de la gráfica No. 1, obteniendo en la ordenada las unidades de turbiedad correspondientes a la muestra.

Cuando se usa el turbidímetro de bujía de Jackson, se enciende la bujía y se coloca el tubo graduado, se vierte la muestra -- bien agitada en el tubo hasta que desaparezca de la vista la imagen de la flama; en ese instante debe observarse un campo uniformemente iluminado sin manchas brillantes, hacia el final, la muestra se debe agregar lentamente y después de la desaparición de la flama, con solo retirar el 1% de la muestra, la flama debe ser visible nuevamente.

La lectura se hace directamente en el tubo graduado en la escala correspondiente a unidades de turbiedad.



GRAFICA No. 1

DETERMINACION DE TURBIEDAD EMPLEANDO EL TURBIDIMETRO
DE HELLIGE MOD. 8000-T

FILTRO OSCURO
ESPEJO RECTANGULAR ABIERTO

e) COLOR

El color en el agua es el resultado de la presencia de iones metálicos naturales (hierro, manganeso) y partículas coloidales cargadas negativamente y materia orgánica en descomposición. Para la determinación del color se ha adoptado una unidad arbitraria que es:

Unidad de color = 1 mg/l de platino en forma de ion cloroplatinato

Es importante que el agua abastecida industrialmente se incolora, ya que de lo contrario, se debe efectuar un tratamiento especial de decoloración, que es de costo elevado.

El color es determinado por comparación visual de la muestra clarificada con soluciones coloridas de concentraciones conocidas, las cuales son preparadas a partir de la solución patrón.

- 1.- Solución patrón de $K_2(PtCl_6)$. - Se disuelven - 1.246g de $K_2(PtCl_6)$ (equivalente a 500 mg de platino metálico) y 1.00g de cloruro de cobalto cristalizado, en agua destilada con 100 ml de HCl conc. y se diluye a un litro con agua destilada. Esta solución contiene un color - de 500 unidades.
- 2.- Se preparan tipos que contengan 5, 10, hasta 70 unidades de color tomando 0.5, 1, hasta 7 ml de la solución patrón, diluyéndolos con -- agua destilada, en tubos de nessler de forma alargada de 50 ml, hasta el aforo.

La determinación de color se realiza de la siguiente manera; la muestra centrifugada se coloca en un tubo de nessler de - 50 ml y se compara con los tipos hasta que se tengan colores similares. En caso de ser necesaria una dilución, puede hacerse tomándose en cuenta el factor de dilución.

f) SÓLIDOS.

Generalidades.

Desde el punto de vista físico, sólido es toda aquella materia que requiere de un disolvente para formar una solución. Sin embargo, el concepto químico de sólido se refiere a la materia que permanece como residuo después de evaporar y secar a 103-105°C una muestra líquida. Lo anterior se verifica debido a que la presión de vapor de los materiales que -- permanecen como residuos, a esas temperaturas, es prácticamente despreciable.

Los sólidos en las aguas naturales o de desecho, pueden clasificarse de acuerdo a su composición (orgánicos e inorgánicos)

o tamaño físico (suspensos o disueltos). Estos a su vez se subdividen entre sí, resumiéndose los diferentes tipos de sólidos así:

Sólidos totales	{	fijos volátiles sedimentables no sedimentables	Sólidos Disueltos	{	totales fijos volátiles	Sólidos suspensos	{	totales fijos volátiles
--------------------	---	---	----------------------	---	-------------------------------	----------------------	---	-------------------------------

- 1a. - Sólidos totales (S.T.). - Término aplicable al material - remanente en un recipiente, previamente tarado, después de la evaporación de una muestra de agua a 103-105° y el secado subsecuente a temperatura ambiente.
- 1b. - Sólidos totales fijos (S.T.F.). - Material que queda en el recipiente después de ser calcinado el residuo a 500-600°C y en frío también a temperatura ambiente.
- 1c. - Sólidos totales volátiles (S.T.V.). - Es la materia (generalmente orgánica) que se descompone como CO₂ y H₂O en el proceso de combustión a 550-600°C.
- 1d. - Sólidos sedimentables (S.Se.). - Aquellos que tienden a sedimentar en un cono Imhoff, después de una hora de haber vaciado.
- 1e. - Sólidos no sedimentables. - Incluyen partículas o materia flotante que se sedimenta muy lentamente y que no son -- eliminados en el intervalo anterior; pero que debido a -- sus características pueden ser separados por filtración.
- 1f. - Sólidos disueltos totales (S.D.T.). - Son los sólidos que permanecen en solución por acción de un disolvente dado; principalmente son procedentes de sales inorgánicas.
- 1g. - Sólidos disueltos fijos (S.D.F.). - Son aquellos debidos a sales inorgánicas y se deducen de los sólidos totales fijos y de los suspensos fijos.
- 1h. - Sólidos disueltos volátiles (S.D.V.). - Debidos principalmente a materia orgánica y al igual que los anteriores, -- también son deducibles de los totales y suspensos volátiles.
- 1i. - Sólidos suspensos totales (S.S.T.). - Incluyen las substancias disueltas y que son retenidos en filtros de malla de 5 micras y llevados a 103-105°C y en frío a temperatura ambiente.
- 1j. - Sólidos suspensos fijos (S.S.F.). - Material que queda en el crisol o recipiente, cuando después de haber sido llevados a 103-105°C se calcinan a 550-600°C.

1k.- Sólidos suspendidos volátiles (S.S.V.):.- Representan la materia orgánica suspendida que ha sido calcinada y descompuesta en CO_2 y H_2O .

Es importante que el contenido de sólidos en el agua industrial sea inferior a 500 mg/l para que el tratamiento del agua se económico.

Debido a la amplia variedad de materiales sujetos a la detección de sólidos, las técnicas aplicadas son de carácter empírico y relativamente fáciles de efectuarse. El método de evaluación de sólidos es gravimétrico incluyendo la evaporación, calcinación y secado de la muestra. El procedimiento es como sigue:

- 1.1.- Para sólidos totales; se calcinan las cápsulas de porcelana, se enfrían en desecador y se pesan hasta que tengan un peso constante (A). Se miden 100 ml de la muestra agitada en una probeta graduada y se pasan a la cápsula de porcelana. Se evapora la muestra a sequedad en una placa caliente o baño maría (evitando proyecciones) y se pasa la cápsula a la estufa a $103-105^\circ\text{C}$ durante una hora. Posteriormente se enfría en desecador y se pesa (B). Si se requieren sólidos fijos y/o volátiles, la misma cápsula con el residuo se introduce en la mufla a una temperatura de $550-600^\circ\text{C}$ durante 20 minutos, se enfría en desecador y se pesa (C).
- 1.2.- Para sólidos suspendidos; se coloca un disco de fibra de vidrio, para filtrar, en un crisol Gooch con la superficie arrugada hacia arriba. Se coloca el crisol con el filtro en un aparato de filtración y se aplica vacío, lavando con agua destilada; se desconecta el vacío y se pasa el crisol con el filtro a la mufla a 500°C por un intervalo de una hora, se enfría en desecador y se pesa (U). Se coloca el crisol con el disco en el aparato de filtración y se aplica vacío, lavando con agua destilada, se miden 100 ml de la muestra agitada en una probeta graduada y se filtran a través del disco de fibra de vidrio; se interrumpe el vacío, se quita el crisol y se pasa a una estufa a $103-105^\circ\text{C}$ durante una hora. Se enfría y pesa (V). Se calcina el crisol a $550-600^\circ\text{C}$ durante 20 minutos, se enfría en desecador y se pesa (W).
- 1.3.- Para sólidos sedimentables; la muestra bien agitada se pasa a un cono Imhoff. Cada 15 minutos se agita para sedimentar los sólidos que se hayan adherido a las paredes, la lectura se hace directamente en el cono al cabo de una hora en ml/l.

2.1.- Cálculos de sólidos totales:

$$\text{mg/l S.T.} = \frac{(B - A) \text{ mg} \times 1000}{\text{ml muestra}} = E$$

$$\text{mg/l S.T.V.} = \frac{(B - C) \text{ mg} \times 1000}{\text{ml muestra}} = F$$

$$\text{mg/l S.T.F.} = E - F$$

2.2.- Sólidos suspendidos:

$$\text{mg/l S.S.T.} = \frac{(V - U) \text{ mg} \times 1000}{\text{ml muestra}} = Y$$

$$\text{mg/l S.S.V.} = \frac{(V - W) \text{ mg} \times 1000}{\text{ml muestra}} = Z$$

$$\text{mg/l S.S.F.} = Y - Z$$

2.3.- Sólidos disueltos:

$$\text{mg/l S.D.T.} = \text{S.T.} - \text{S.S.T.}$$

$$\text{mg/l S.D.V.} = \text{S.T.V.} - \text{S.S.V.}$$

$$\text{mg/l S.D.F.} = \text{S.T.F.} - \text{S.S.F.}$$

g) .- ALCALINIDAD

1.- Generalidades

Se entiende por alcalinidad a la habilidad de un agua natural o de desecho, de aceptar protones, es decir, de su capacidad para neutralizar ácidos. Es impartida generalmente por bases fuertes y sales de ácidos débiles en forma de hidróxidos, carbonatos y bicarbonatos, que son componentes naturales de un agua tratada.

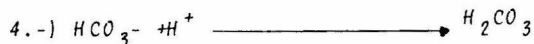
Cuando la alcalinidad es provocada por bases fuertes como - - NaOH, KOH, existe el peligro de corrosión en tuberías de concreto [corrosión cáustica], la cual puede ser evitada por un tratamiento de neutralización.

La alcalinidad se determina por titulación con una solución valorada de un ácido mineral fuerte, a los puntos de equivalencia del bicarbonato y del ácido carbónico, por medio de indicadores que cambian de color, cuando el pH de la solución lo hace durante la titulación (método de Warder).

Los puntos de equivalencia determinan las concentraciones de los componentes de la alcalinidad (OH^- , CO_3^{2-} , HCO_3^-). La selección del valor del pH de 8.3 corresponde al punto de equivalencia para la conversión del ion carbonato al ion bicarbonato.



Por último el pH = 4.8 corresponde al punto de equivalencia de la conversión del ion bicarbonato al ácido carbónico.



2.- Reactivos.

2.1.- Ácido clorhídrico 0.02 N.- Se prepara la solución madre aproximadamente 0.1N diluyendo a un litro con agua destilada 9.5 ml de HCl conc. Se diluyen 200 ml de la solución patrón a un litro con agua destilada y se valora con una solución 0.02N de Na_2CO_3 que se ha preparado por disolución de 1.06g de Na_2CO_3 anhidro en un litro de agua destilada.

2.2.- Indicador de fenolftaleína.- Se disuelven 5g. de fenolftaleína en 500 ml de etanol al 95% y se diluye a un litro con agua destilada; - se agregan unas gotas de NaOH 0.02 hasta color rosa.

2.3.- Indicador de anaranjado de metilo.- Se disuelven 0.5g de anaranjado de metilo en un litro de agua destilada.

3.- Procedimiento.

Se toman 50 ml de la muestra clarificada, se agregan 2 o 3 gotas de fenolftaleína y si da color, se valora con la solución de HCl 0.02N hasta la desaparición del color rosa. Se agrega a la misma muestra, 2 gotas del indicador anaranjado de metilo y se valora con el mismo ácido hasta la aparición del color canela del indicador.

De acuerdo con los volúmenes gastados de la solución de HCl 0.02N con la fenolftaleína (F) y el anaranjado de metilo- (M), se calculan la cantidad de iones presentes (4).

$$M = 0 \text{ mg/l OH}^- = F \times \text{pe. OH}^- \times \text{HCl N} \times 1000 / \text{ml muestra}$$

$$F > M \left\{ \begin{array}{l} \text{mg/l OH}^- = (F - M) \times \text{pe. OH}^- \times \text{HCl N} \times 1000 / \text{ml muestra} \\ \text{mg/l CO}_3^{=} = 2M \times \text{pe. CO}_3^{=} \times \text{HCl N} \times 1000 / \text{ml muestra} \end{array} \right.$$

$$F < M \left\{ \begin{array}{l} \text{mg/l CO}_3^{=} = 2F \times \text{pe. CO}_3^{=} \times \text{HCl N} \times 1000 / \text{ml muestra} \\ \text{mg/l HCO}_3^- = (F - M) \times \text{pe. HCO}_3^- \times \text{HCl N} \times 1000 / \text{ml muestra} \end{array} \right.$$

$$F = 0 \quad \text{mg/l HCO}_3^- = M \times \text{pe. HCO}_3^- \times \text{HCl N} \times 1000 / \text{ml muestra}$$

h) .- ACIDEZ

1.- Generalidades.

La acidez se define como la capacidad de una solución para neutralizar álcalis, se debe a la presencia de ácidos minerales, sales de ácidos fuertes y CO_2 disuelto en el agua. - Cuando se encuentran en el agua altas concentraciones de acidez, presenta propiedades corrosivas, haciendo necesario un tratamiento previo a su uso.

La acidez presente en el agua se determina por la titulación de la muestra con una base fuerte, a los puntos de equivalencia del ácido carbónico (acidez mineral) y del ion bicarbonato (acidez total); es decir, a valores de pH de 4.5 y 8.3 -

respectivamente. Para la determinación de esos puntos de equivalencia se usan indicadores como la fenolftaleína y anaranjado de metilo.

2.- Reactivos.

- 2.1.- Solución de hidróxido de sodio 0.02N.- Se prepara la solución patrón, 0.1N disolviendo 4.0g de NaOH en agua destilada. Se toman 200 ml de la solución patrón y se pasan a un matraz aforado de un litro y se diluye a la marca con agua destilada hervida y fría. Se valora con una solución biftalato de potasio 0.02N que se ha preparado por disolución de 4.0846g de $\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4$ en un litro de agua destilada.
- 2.2.- Indicador de fenolftaleína.- Se prepara como se indica en alcalinidad sección 2.2.
- 2.3.- Indicador de anaranjado de metilo.- Se prepara como se indica en alcalinidad sección 2.3.

3.- Procedimiento.

Se toman 50 ml de la muestra clarificada, se agregan 2 gotas de anaranjado de metilo y se valora con la solución de NaOH 0.02N hasta el vire a color canela, característico a pH 4.5. A otra alícuota se le agregan 2 gotas de fenolftaleína y se valora con la misma solución hasta la aparición de un color rosa tenue - característico de pH 8.3.

Para evaluar la acidez mineral se sustituye en la fórmula volumen gastado de NaOH para el primer vire y para calcular la acidez total se le suma a este volumen, el gastado para la obtención del segundo vire (fenolftaleína).

$$\text{mg/l acidez como CaCO}_3 = \frac{\text{ml NaOH} \times \text{N} \times 50000}{\text{ml muestra}}$$

i). - DUREZA

1.- Generalidades.

Se consideran aguas duras, aquellas que requieren de cantidades considerables de jabón para producir espuma y que provocan incrustaciones y depósitos en las tuberías de agua caliente, calderas y otros equipos de transferencia de calor en donde la temperatura del agua es incrementada. Es importante debido a los aspectos económicos que involucra y a las dificultades encontradas para obtener condiciones óptimas de ablandamiento.

El problema de las incrustaciones y depósitos es aún de consideración pese a los avances teóricos de la química del agua y del desarrollo de dispositivos que evitan éstas a base de intercambio iónico como son las zeolitas, o como los polifosfatos que tienen poder secuestrante y forman complejos con el calcio y el magnesio.

Las aguas son clasificadas en términos de su dureza, que es una característica que representa la concentración total de iones calcio y magnesio, expresado como CaCO_3 de acuerdo a la tabla número 4

TABLA No. 4

mg/l como CaCO_3

0 - 75 - - - Suave

75 - 150 - - - Poco dura

150 - 300 - - - Dura

más de - 300 - - - Muy dura

La dureza es causada por cationes metálicos divalentes y aniones mono y divalentes, los cuales se resumen en la tabla No.5

TABLA No. 5

Cationes	Aniones
Ca^{++} mg^{++} Mn^{++}	HCO_3^- $\text{SO}_4^{=}$ Cl^-
Fe^{++} Fe^{+++} Al^{+++}	NO_3^- H_2SiO_3

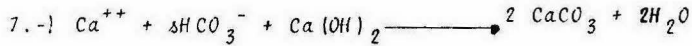
Existen diferentes tipos de dureza, total, temporal y permanente. La dureza total es la suma de los iones de calcio y magnesio, que representan la mayor parte de la dureza presente en el agua, es importante conocer cuantitativamente su análisis para calcular los requerimientos de cal en el tratamiento de ablandación por el método de cal-carbonato.

Cuando se desea obtener la dureza de calcio por separado se hace el análisis específico y se obtiene por diferencia la dureza de magnesio de acuerdo a la ec. 5:

$$5.-) \text{Dureza total} - \text{dureza de calcio} = \text{dureza de magnesio.}$$

La dureza temporal es la parte de la total que es químicamente equivalente a las alcalinidades de carbonato y bicarbonato

presentes en el agua. Es importante debido a que los iones CO_3^{2-} y HCO_3^- tienden a precipitarse a temperaturas elevadas, tal como ocurre en calderas o durante el proceso de ablandamiento, efectuándose las siguientes reacciones.



La dureza permanente es aquella que esta en exceso de la dureza temporal y puede ser calculada de acuerdo a la ec. 8

$$8.-) \text{Dureza permanente} + \text{dureza total} - \text{dureza temporal.}$$

Industrialmente, las aguas duras presentan problemas por las incrustaciones que ocasionan en los equipos de transferencia de calor y se necesitan diseñar tratamientos especiales para eliminar la dureza.

Para la determinación de la dureza se usa el método complejo métrico con EDTA (ácido etilendiamino tetracético) en su sal disódica, el cual forma complejos estables con los iones de calcio y magnesio, cuando el pH es alcalino (9-11); utilizando en la determinación indicadores como el eriocromo negro T o la murexida para observar claramente el punto de viré.

2.- Reactivos.

- 2.1.- Solución amortiguadora.- Se disuelven 67.7g de NH_4Cl en 572 ml de NH_4OH conc., se agregan 5.0g de sal de magnesio de EDTA y se diluye a un litro con agua destilada.
- 2.2.- Indicador eriocromo negro T.- se mezcla 0.5g del ENT con 4.5g de clorhidrato de hidroxilamina. Se disuelven esta mezcla con 100 ml de alcohol etílico al 95%.
- 2.3.- Hidróxido de sodio IN.- Se disuelven 40g de NaOH en agua destilada y se diluye a un litro.
- 2.4.- Indicador de murexida.- Se mezclan 0.5g del colorante con 100g de NaCl sólido.
- 2.5.- Solución de EDTA 0.01 M.- Se disuelven 4.0g de EDTA en 800 ml de agua destilada y se valora con la solución de calcio.
- 2.6.- Solución valorada de calcio.- Se pesa 1.000g de CaCO_3 (patrón primario, secado a 105°C) - y se pasa a un matraz erlenmeyer de 50 ml, - se agrega HCl 1+1 con cuidado hasta que el

CaCO_3 se haya disuelto completamente. Se agregan 200 ml de agua destilada y se hierve unos minutos para expulsar el CO_2 . Se enfría y se agregan unas gotas de rojo de metilo, ajustándose a un color anaranjado agregando HCl diluido 1 a 1 ó NH_4OH 3N. Se pasa a un matraz aforado de un litro y se diluye con agua destilada. En esta solución 1 ml = 1 mg CaCO_3 .

3.- Procedimiento.

- 3.1.- Para dureza total, a una muestra de 50 ml o una alícuota diluida, se le agregan de 1-2 ml de la solución amortiguadora, 2 gotas de ENT y se valora con la solución de EDTA hasta vire del indicador del color vino a azul.
- 3.2.- Para dureza de calcio, a una muestra de 50 ml o una alícuota diluida, se le añaden 25 mg -- aprox. de murexida, de 1-2 ml de la solución de NaOH 1N y se titula con la solución de EDTA hasta vire de rosa a violeta.
- 3.3.- Para dureza permanente, se calienta a ebullición lenta durante 30 minutos una muestra de 100 ml de agua, se deja enfriar y se lleva -- con agua destilada al volumen original. Se le agregan de 1 - 2 ml de la solución amortiguadora, unas gotas de ENT y se valora con -- EDTA hasta vire de color vino a azul.

Los valores de dureza se calculan así:

$$\text{mg/l Dureza total como CaCO}_3 = \frac{\text{ml EDTA} \times 1000 \times f}{\text{ml muestra}}$$

$$\text{mg/l Dureza de calcio como CaCO}_3 = \frac{\text{ml EDTA} \times 1000 \times f}{\text{ml muestra}}$$

$$\text{donde } f = \frac{\text{mg de CaCO}_3}{\text{ml EDTA}}$$

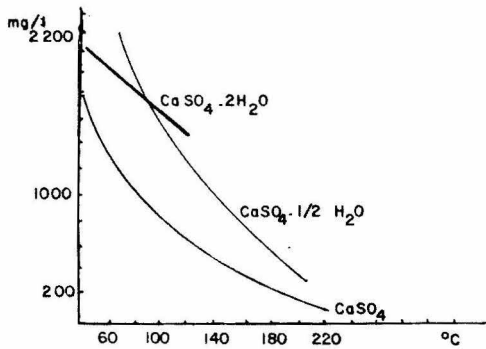
. . .

j). - SULFATOS.

1.- Generalidades.

Los sulfatos son uno de los aniones más abundantes en las aguas; se encuentran en las aguas duras, y se ha observado la tendencia a formar incrustaciones y depósitos en los equipos de transferencia de calor.

Los sulfatos pueden precipitar el calcio disuelto en el agua - como CaSO_4 que tiene su curva de solubilidad invertida, para este caso (contrario a lo que sucede normalmente) con el aumento de la temperatura, disminuye la solubilidad, depositándose fácilmente en las calderas. Se ha visto que en los tubos de la caldera, donde se forma una burbuja, se satura el agua (sobre todo al salir la burbuja) y se forma una película de agua muy fina que se va concentrando hasta depositar sales (las primeras en depositarse son las que tienen su curva de solubilidad invertida). Generalmente estas sales se depositan como incrustaciones en las partes más calientes de la caldera y en las partes más frías precipitan como lodos. En la gráfica 2 se presentan los diferentes estados de hidratación del CaSO_4 , así como las solubilidades a las temperaturas correspondientes.



Gráfica No. 2

Solubilidad del CaSO_4 .

Los sulfatos son determinados por métodos gravimétricos, volumétricos y turbidimétricos, siendo éstos últimos los más rápidos. El $\text{SO}_4^{=}$ se precipita con BaCl_2 en medio ácido, favoreciendo la formación de cristales de BaSO_4 de tamaño uniforme, midiéndose la concentración de los sulfatos en un espectrofotómetro y comparándola en la curva de calibración correspondiente.

2.- Reactivos.

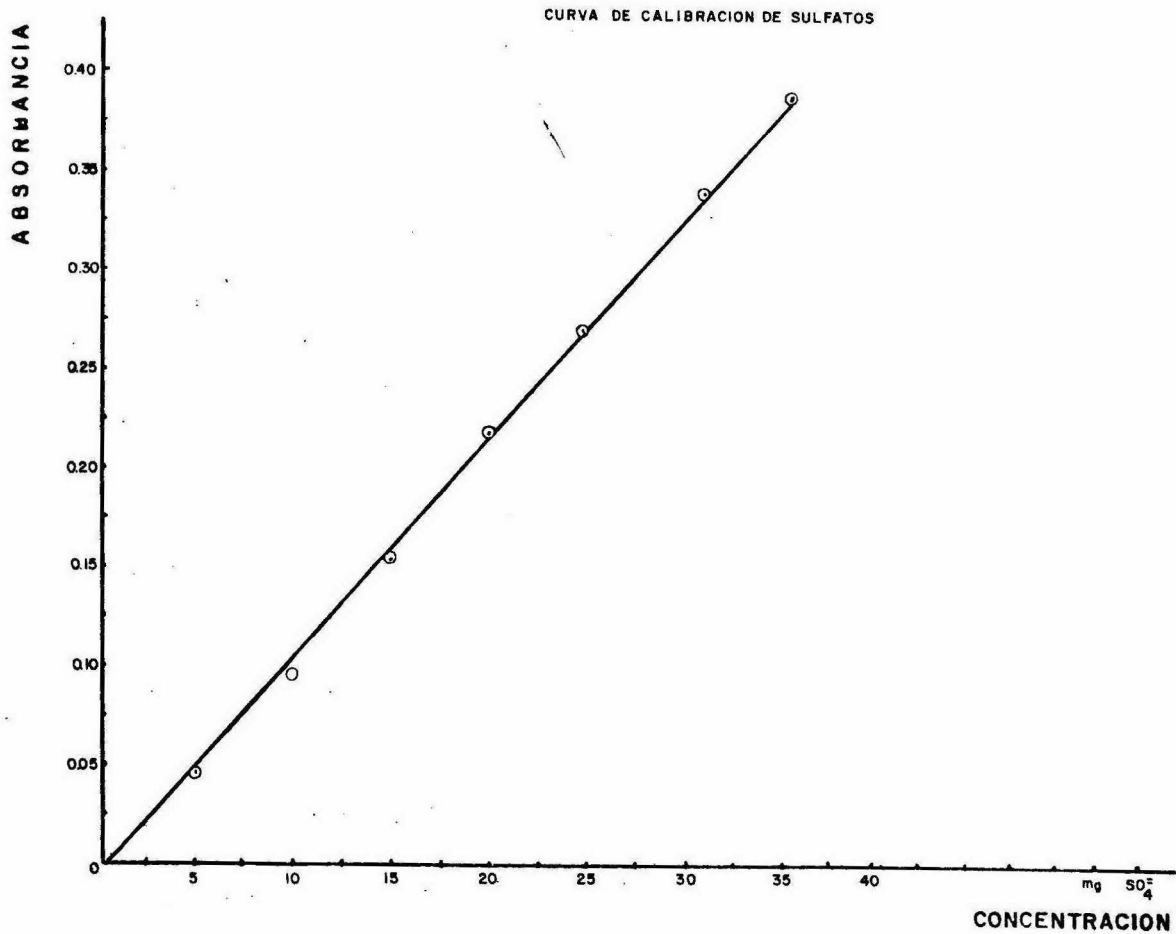
- 2.1.- Solución acondicionadora.- Se mezclan 50 ml - de glicerina con una solución que contenga 30 ml de HCl conc., 300 ml de agua destilada, -- 100 ml de alcohol etílico y 75g de NaCl.
- 2.2.- Cloruro de bario.- En cristales de 20 - 30 - mallas.
- 2.3.- Solución tipo de sulfato.- Se diluyen 10.41 - de una solución valorada de H_2SO_4 0.02 N - - (20 ml de solución de H_2SO_4 1N a un litro con agua destilada). La solución tiene la equivalencia de 1 ml = 0.10 mg de $\text{SO}_4^{=}$.

3.- Procedimiento.

- 3.1.- Preparación de la curva de calibración.- Un - ámbito de tipos es de 0 - 4.0 mg de $\text{SO}_4^{=}$, en incrementos de 0.5 mg. Arriba de 4.0 mg dis-minuye la exactitud del método y las suspen-siones de BaSO_4 pierden su estabilidad. Las--concentraciones producen un ámbito de opera--ción de 0 - 40 mg/l pudiéndose ampliar este - por dilución de la muestra. La tabla 6 propor--ciona los datos necesarios para el trazo de - la curva. Los tipos se tratan como se indica en el procedimiento.

TABLA No. 6

Tipos	ml soln. tipo	ml agua dest.	conc. (mg $\text{SO}_4^{=}$)	Lectura en absorbancia a 420 m μ
1	0	100	0	0.000
2	5	95	0.5	0.046
3	10	90	1.0	0.097
4	15	85	1.5	0.155
5	20	80	2.0	0.222
6	25	75	2.5	0.268
7	30	70	3.0	0.337
8	40	60	4.0	0.387



GRAFICA N° 3

3.2. - En un matraz erlenmeyer de 250 ml, se miden 100 ml de la muestra, o una alícuota diluida a 100 ml. Se agregan exactamente 5.0 ml de la solución acondicionadora y se mezcla en el aparato de agitación magnética, durante la agitación se agrega 0.5g de $BaCl_2$ y a partir de este momento se cuenta un minuto de agitación, inmediatamente después del término del intervalo, se vierte parte de la solución en una celda de fotómetro y se mide en absorbancia cada 30 segundos durante 4 minutos, registrándose la máxima lectura. Se estima la concentración de sulfatos en la muestra comparando la lectura con la curva de calibración. Se corre un testigo, con agua destilada, para calibrar el aparato a cero de absorbancia.

$$mg/l SO_4 = \frac{mg SO_4 \text{ leídos en gráfica} \times 1000}{ml \text{ muestra}}$$

K. - CLORUROS

1. - Generalidades

Los cloruros son aniones que se encuentran presentes en las aguas crudas y de desecho en variedad de concentraciones y generalmente tienen un aumento con el contenido mineral en el agua. En la industria elevadas concentraciones de cloruros aceleran la corrosión en reactores, calentadores, etc., además interfieren en procesos industriales como la refinación del azúcar, envasado de alimentos congelados, embotellado de refrescos y otros.

Los cloruros son importantes porque conociendo las concentraciones en los que se encuentran, es más fácil calcular la cantidad necesaria de reactivos para el tratamiento de ablandación del agua.

Se determinan rápidamente por el método de Mohr el cual se basa en que en soluciones neutras o ligeramente alcalinas, el K_2CrO_4 puede indicar el punto final de la titulación con $AgNO_3$. El $AgCl$ es precipitado antes de que se forme el Ag_2CrO_4 de color rojizo, en la valoración el Cl^- es precipitado como $AgCl$ blanco.



En el punto final de la titulación se observa que la concentración de Cl^- tiende a agotarse, el exceso de Ag^+ se incrementa a un nivel en que el producto de solubilidad del Ag_2CrO_4 es excedido y empieza a formar un precipitado rojizo.



2.- Reactivos.

2.1.- Indicador de cromato de potasio.- Se disuelven 50 g de K_2CrO_4 en agua destilada y diluye a un litro.

2.2.- Solución valorada de $AgNO_3$ 0.0141N.- Se disuelven 2.395g de $AgNO_3$ en agua destilada y se añora a un litro. Guardar en botella ámbar; la solución es equivalente a 500 mg de Cl^- por ml. Esta solución se valora con otra de $NaCl$ 0.0141 N. [se disuelven 0.8241g de $NaCl$ seco en agua destilada y se añora a un litro].

3.- Procedimiento.

A una muestra de 50 ml o una alícuota diluida se le agregan 6 gotas de la solución de K_2CrO_4 y se titula con la solución de $AgNO_3$ 0.0141 N hasta vire del indicador de amarillo a anaranjado-rojizo.

La concentración de cloruros se calcula así:

$$mg/l Cl^- = \frac{ml \text{ de solución } AgNO_3 \times N \times 35450}{ml \text{ muestra}}$$

4.- SILICE.

1.- Generalidades

Todas las aguas naturales contienen sílice, que casi siempre se debe a su contacto con las rocas; su proporción varía de un lugar a otro, pero generalmente es mas alta en las aguas de pozo profundo. La sílice se encuentra en el agua en forma coloidal o soluble (como ácido orto-silícico H_4SiO_4) en cantidades alrededor de 30 a 50 mg/l (aguas de pozo).

Las diferentes formas de existencia de la sílice en el agua, - han originado muchos métodos para eliminarla. En investigaciones de tratamiento por coagulación química, se ha insistido en el importante papel de la absorción para su eliminación, así - los mejores reactivos encontrados experimentalmente para eliminar la sílice del agua, en orden de importancia son: las sales de aluminio, ferricas y ferrosas y usando óxido de manganeso - activado.

En el agua de uso industrial es importante su eliminación porque forma incrustaciones en las calderas y equipos de transferencia de calor. Las incrustaciones producidas por silicatos -

tienen conductividad térmica baja y actúan como aislantes, traen consigo una pérdida en la generación de vapor, mayor consumo de combustible y un mayor calentamiento lo que origina torceduras o quemaduras en los tubos, dependiendo del espesor de la incrustación.

Las incrustaciones debidas a sílice son acmita, cancrinita, noselita, pectolita, sílice, serpentina y otras.

Los métodos colorimétricos son los mas usados en la determinación de la sílice, se basa en que a un pH aproximado de 1.2 el molibdato de amonio reacciona con la sílice y con los fosfatos formando heteropolidácidos, se agrega ácido oxálico para destruir el ácido fosfomolibdico siendo la intensidad del color amarillo proporcional a la concentración de la sílice.

2.- Reactivos.

- 2.1.- Solución de molibdato de amonio.- Se disuelven 4g de $(\text{NH}_4)_6 \text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ en 300 ml de agua destilada, se añaden 12 ml de HCl conc. y se lleva a 500 ml con agua destilada.
- 2.2.- La solución de ácido oxálico.- Se disuelven 50g de $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ en 500 ml de agua destilada.
- 2.3.- Solución reguladora.- Se disuelven 10g de $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ en agua destilada y se diluye a un litro.
- 2.4.- Solución patrón de sílice.- Se disuelven 0.63g de K_2CrO_4 en agua destilada y se afora a un litro. Cada ml equivale a 2 mg/l de sílice después de diluirse con la solución reguladora y llevarse a 54.5 ml; o también 1 ml = 0.1 mg de SiO_2 .

3.- Procedimiento.

- 3.1.- Preparación de soluciones tipo.- Debido a que la determinación se hace por comparación visual, los tipos se preparan así.

. . .

TABLA No. 7

K_2CrO_4	Sol. reguladora	Agua destilada	SiO_2
ml	ml	ml	mg
0	25	29.5	0.00
1	25	28.5	0.10
2	25	27.5	0.20
4	25	25.5	0.40
5	25	24.5	0.50
7.5	25	22.4	0.75
10	25	19.5	1.00

3.2.- Se toman 25 ml de muestra o una alícuota, se añaden 10 ml de la solución de molibdato de amonio y se deja en reposo 10 minutos; se agregan 1.5 ml de ácido oxálico y se completa el volumen con agua destilada a 54.5 ml, se agita y se compara visualmente con las soluciones tipo.

La concentración de sílice se calcula de la siguiente forma:

$$\text{mg/l } SiO_2 = \frac{\text{mg de } SiO_2 \times 1000}{\text{ml muestra}}$$

m.- MATERIA ORGANICA.

1.- Generalidades.

La presencia de materia orgánica en el agua es consecuencia de un tratamiento deficiente en las plantas municipales debido a que éstas se interesan en suministrar un agua desprovista de bacterias que puedan ocasionar enfermedades y no

satis fican los requisitos demandados por la industria. La ma-
teria orgánica se encuentra en casi todas las cisternas o tan-
ques de almacenamiento por deficiencias en su mantenimiento. -
Es necesaria su eliminación porque provoca olores y sabores -
desagradables, así como color y turbiedad en el agua.

La cantidad de materia orgánica puede ser cuantificada rápida-
mente mediante el oxígeno consumido en medio ácido ya que la -
materia orgánica al ser oxidada por un ácido mineral fuerte -
en presencia de un agente reductor, se transforma a CO_2 y agua
demandando oxígeno para esa reacción.

2.- Reactivos.

2.1.- H_2SO_4 conc.

2.2.- Solución de $KMnO_4$ 0.1N.- Se disuelven 0.3g -
de $KMnO_4$ en agua destilada y se diluye a - -
100 ml.

2.3.- Solución de ácido oxálico 0.1N.- Se disuel-
ven 9.4g de $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$ en agua destilada y
se diluye a un litro.

3.- Procedimiento.

Se mide en 2 matraces erlenmeyer de 250 ml una muestra de 100
ml o una alícuota diluida y en otro 100 ml de agua destilada.
Se agregan a cada uno 5.0 ml de H_2SO_4 conc. y 10 ml de la so-
lución de $KMnO_4$. Se ponen en baño maría a ebullición la mues-
tra y el testigo durante 30 minutos procurando que la super-
ficie del agua del baño sea siempre superior a la del conteni-
do de los matraces.

Se titula en caliente el exceso del $KMnO_4$ con la solución de
ácido oxálico hasta decolorar y se añade un ligero exceso; se
valora por retroceso con la solución de $KMnO_4$ hasta la apari-
ción de un color rosa persistente por 5 minutos.

Para evaluar la cantidad de materia orgánica en forma de oxi-
geno consumido se recurre a la sig. ecuación.

$$\text{mg/l O.C.} = \frac{(A-B) 1000 \times 8}{\text{ml muestra}}$$

donde:

A = (ml totales de $KMnO_4$ x N) (ml totales de $H_2C_2O_4$ x N) muestra

B = (ml totales de $KMnO_4$ x N) - (ml totales de $H_2C_2O_4$ x N) testigo

n. - OXIGENO DISUELTO.

1. - Generalidades.

Debido a que todos los organismos vivos dependen del oxígeno en una forma u otra para mantener los procesos metabólicos que producen energía para su crecimiento y reproducción, es importante que las corrientes de agua tengan la cantidad suficiente para el mantenimiento de la vida acuática. La solubilidad del oxígeno en el agua va de 14.6 mg/l a 0°C hasta 6 mg/l a 35°C en condiciones normales.

Las concentraciones de oxígeno disuelto (O.D.) en el agua de abastecimiento industrial puede relacionarse con la corrosividad de las aguas en los equipos de transferencia de calor, necesitando se de un agente que se oxide fácilmente (Na_2SO_3) para evitar problemas en el tratamiento del agua.

Para la determinación del O.D. se hace uso del método de Winkler modificado al nitrato de sodio para eliminar las interferencias como sulfatos e ion ferrico.

2. - Reactivos.

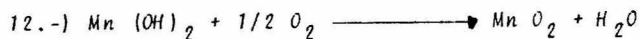
- 2.1. - Solución de sulfato manganoso. - Se disuelven 480g de $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ en agua destilada, se filtra y diluye a un litro.
- 2.2. - Solución de alcali-yoduro-nitrato. - Se disuelven 500g de NaOH y 135g de NaI en agua destilada y se diluye a un litro. A esta solución se le agregan 10g de NaN_3 disuelto en 40 ml de agua destilada.
- 2.3. - H_2SO_4 conc.
- 2.4. - Indicador de almidón. - Se disuelven 5-6g de almidón de papa en 50 ml de agua destilada. Se vierte esta emulsión en un litro de agua destilada en ebullición, se continúa hirviendo durante unos minutos y se enfría. Guardar en refrigeración.
- 2.5. - Solución de tiosulfato de sodio 0.025. - Se disuelven 6.205g de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ en agua destilada y se diluye a un litro; se preserva con la adición de 5 ml de CHCl_3 .

3. - Procedimiento.

Se llena completamente con la muestra de agua, un frasco de tapón esmerilado de 250 - 300 ml de capacidad (previamente calibrado),

evitando en lo posible el contacto con el aire (el frasco tapado debe estar lleno de agua y sin burbujas de aire).

Se agregan sumergiendo la punta de una pipeta y pegada a la pared del frasco 2 ml de la solución de $MnSO_4$ y 2 ml de la solución de álcali-yoduro-nitruro; se tapa el frasco evitando burbujas y se mezcla por inversión. Se deja en reposo y en la obscuridad de 5 a 10 minutos. Sin agitar, se añaden con pipeta 2 ml de H_2SO_4 conc. resbalando por la pared, se tapa y se agita por inversión hasta disolución completa del precipitado. Las reacciones que se efectúan son:



Óxido mangánico básico

Precipitado café



Se pasa todo el contenido del frasco a un matraz erlenmeyer de 500 ml y se valora el yodo formado con la solución valorada de $Na_2S_2O_3$, usando almidón como indicador. Los mg/l de oxígeno disuelto se calculan así.

$$mg/l O.D. = \frac{ml Na_2S_2O_3 \times N \times 8000}{ml muestra}$$

(Al volumen del frasco calibrado se le restan 2 ml de la solución de $MnSO_4$ y 2 ml de la solución de álcali-yoduro-nitruro).

c. - METODOS DE ANALISIS QUIMICO PARA AGUAS CONTAMINADAS .

Los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos que se realizan en las aguas contaminadas, tienen como objetivo, determinar la concentración de impurezas o contaminantes, para poder establecer el diseño del tratamiento que se le da a esas aguas y restaurar su calidad original.

Los métodos de análisis químico, específicos para evaluar las sustancias contaminantes, se presentan a continuación.

TABLA No. 8

ANALISIS FISICO QUIMICOS PARA AGUAS CONTAMINADAS

- a) POTENCIAL HIDROGENO
- b) ALCALINIDAD
- c) OXIGENO DISUELTO
- d) DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO
- e) DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO
- f) NITROGENO TOTAL
- g) FOSFATOS TOTALES
- h) GRASAS Y ACEITES
- i) DETERGENTES
- j) CROMO
- k) PLOMO
- l) FIERRO
- m) COLIFORMES TOTALES
- n) COLIFORMES FECALES

a) POTENCIAL HIDROGENO.

El pH indica rápidamente la intensidad alcalina o ácida de una agua contaminada; puede señalar la incorporación de descargas de agua residual en un punto de muestreo determinado. También es un parámetro de control característico de las aguas de desecho y tratadas, ya que puede indicar la eficiencia del tratamiento de éstas.

b) ALCALINIDAD.

La determinación de la alcalinidad en las aguas contaminadas es de importancia debido a que proporciona facilidad en los diseños de procesos de neutralización, que son necesarios en los tratamientos biológicos.

c) OXIGENO DISUELTO.

La determinación del oxígeno disuelto (OD) es una prueba muy importante en el análisis de aguas contaminadas ya que cuando la solubilidad es baja, y por consecuencia se encuentra en bajas concentraciones, la capacidad de autopurificación de las aguas residuales, se ve disminuida, de ahí que exista la necesidad de dar tratamiento a los desechos líquidos.

d) DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO.

1.- Generalidades

La demanda química de oxígeno (DQO) es una determinación rápida e importante que indica el nivel de contaminación de una muestra de agua, por medio de la cantidad de oxígeno que se requiere para oxidar la materia orgánica presente.

Los métodos para la determinación de la demanda química de oxígeno empleado, es decir permanganato de potasio o dicromato de potasio. El primero de ellos no tiene la sensibilidad que se requiere para determinaciones exactas y además la solución oxidante es inestable. El método del dicromato de potasio permite obtener exactitud en la determinación, es una solución estable y además facilita el control de las interferencias.

El método del dicromato de potasio se basa en el hecho de que la mayoría de los compuestos orgánicos pueden ser oxidados por este compuesto en medio ácido. El exceso de dicromato de potasio es titulado con una solución de sulfato ferroso amoniacal. La cantidad de materia orgánica oxidable es proporcional al dicromato de potasio consumido.

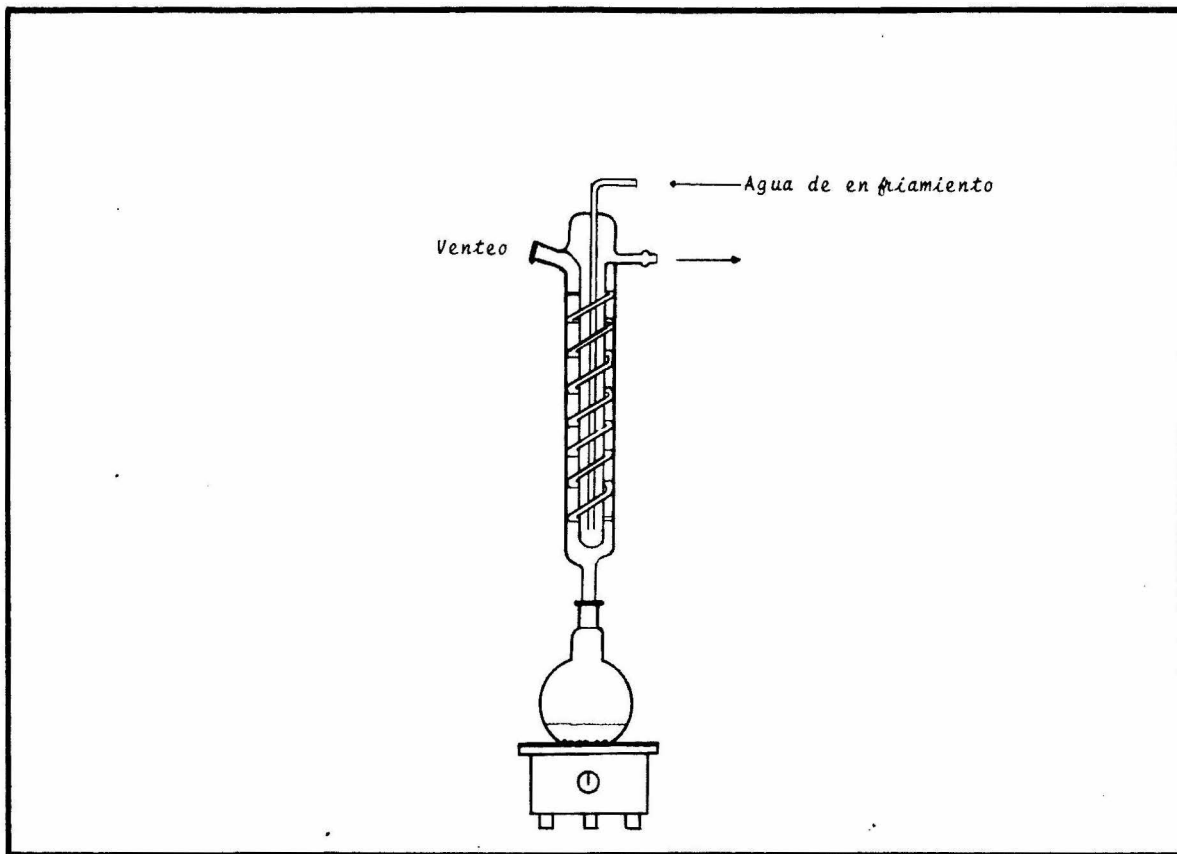


FIGURA No. 1
EQUIPO EMPLEADO EN LA DETERMINACION DE LA DEMANDA
QUIMICA DE OXIGENO

2.- Reactivos.

- 2.1.- Solución de dicromato de potasio 0.25N.- Se disuelven 12.25g de $K_2Cr_2O_7$ estándar primario (previamente secado a $103^\circ C$ durante 2 horas) en agua destilada y se afora a un litro.
- 2.2.- Solución de ácido sulfúrico con sulfato de plata.- Se disuelven 9.9g de Ag_2SO_4 en un litro de ácido sulfúrico concentrado.
- 2.3.- Solución valorada de sulfato ferroso amoniacal 0.1N.- Se disuelven 39g de $Fe(NH_4)_2(SO_4) \cdot 6H_2O$ en agua destilada, se agregan 20 ml. de ácido sulfúrico concentrado y se diluye a un litro. La solución debe valorarse el día que se va a usar. (valoración: se diluyen 10 ml. de la solución de $K_2Cr_2O_7$ 0.25N a 100 ml con agua destilada, se agregan 30 ml de H_2SO_4 concentrado y se deja en reposo. Se agregan 2 gotas del indicador de ferroína y se titula con la solución de $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$.
- 14) .- Normalidad $\frac{ml. K_2Cr_2O_7 \times 0.25}{Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \times ml Fe(NH_4)_2(SO_4)_2}$
- 2.4.- Indicador de ferroína.- Se disuelven 1.485g de 1,10 fenantrolina monohidratada y 0.695g de $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ en agua destilada y se diluye a 100 ml.
- 2.5.- Sulfato mercúrico, grado analítico.

3.- Procedimiento.

Se colocan 0.4 g de $HgSO_4$ en un matraz de reflujo se agregan 20 ml de muestra o una alícuota diluida y se mezcla (el uso de 0.4g de $HgSO_4$) es suficiente para formar un complejo hasta con 2000 mg/l de ión cloruro; si hay más cloruros en la muestra, se debe agregar $HgSO_4$ en cantidad suficiente para mantener una relación 10:1). Se agregan 10.0 ml de la solución de dicromato de potasio 0.25N y con cuidado 30 ml de la solución de ácido sulfúrico con sulfato de plata, se agita suavemente, se agregan unas perlas de vidrio y se conecta el matraz al condensador; lleve a reflujo durante dos horas, se enfría y se enjuaga el condensador con agua destilada, se diluye la mezcla a 150 ml. aproximadamente con agua destilada, se agregan 2 gotas de ferroína y se titula el exceso de $K_2Cr_2O_7$ con la solución de sulfato ferroso amoniacal. Desarrollar un testigo con 20 ml de agua destilada en igual forma a la muestra. En la figura No. 1 se presenta el equipo utilizado.

Los mg/l de DQO en la muestra se calculan así:

$$\text{mg/l DQO} = \frac{(a - b)N \times 8000}{\text{ml. de muestra}}$$

donde:

a = ml $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2$ gastados para el testigo.

b = ml $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2$ gastados para la muestra.

N = normalidad del $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2$

e) DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO.

1.- Generalidades.

La prueba analítica de la Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO) - es una estimación de la cantidad de oxígeno que se requiere para oxidar la materia orgánica de una muestra de aguas residuales.

La D.B.O. es un procedimiento de bioensayos que comprende la medida del oxígeno consumido por los organismos vivos (principalmente bacterias) al utilizar como alimento la materia orgánica presente en un desecho en condiciones similares a las naturales. La degradación de la materia orgánica efectuada por los microorganismos en condiciones aerobias, es llevada hasta una oxidación completa (CO_2 y H_2O).

La cantidad de oxígeno necesaria para la oxidación se determina por la diferencia entre el oxígeno disuelto inicial y el O.D. - al cabo de 5 días de incubación a 20°C . en ese tiempo se realiza aproximadamente un 80% de la D.B.O. total de aguas residuales.

El procedimiento empleado para determinar la DBO depende de la naturaleza de la muestra pero fundamentalmente son 2 métodos usados:

- 1.1.- Método directo.- Se usa para muestras cuya DBO_5 no sea mayor de 7 mg/l; la DBO se determina -- por la medida del contenido de oxígeno disuelto en el agua (después de aerearla para llevar el nivel de O.D. cercano a la saturación en el inicio de la prueba) antes y después del período de incubación de 5 días a 20°C .

- 1.2.- Método de dilución.- Cuando las muestras de agua tengan valores de DBO superiores a -- 7 mg/l, se toman alícuotas apropiadas de -- muestra y se diluyen con agua saturada de -- oxígeno (agua de dilución) y el contenido -- de O.D. es determinado después de la dilu-- ción y del período de incubación. La dife-- rencia (en mg/l) de la concentración de O.D. dividido entre el % de dilución de la mues-- tra, proporcionará la D.B.O. de ésta.

Las diluciones recomendadas de las muestras son las siguien-- tes:

TABLA No. 9

Tipo de agua	DBO ₅ estimada (mg/l)	% de dilución
Agua de desecho industrial	500 - 5000	0.1 - 1.0
Aguas residuales domésticas	100 - 500	1.0 - 5.0
Aguas tratadas sin desinfección	20 - 100	5.0 - 25
Aguas superficiales	2 - 20	25 - 100

2.- Reactivos.

- 2.1.- Solución amortiguadora de fosfatos.- Se disuelven 8.5g de KH_2PO_4 ; 21.75g de K_2HPO_4 ; 33.4g de $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ y 1.7g de NH_4Cl en -- agua destilada y se diluye a un litro.
- 2.2.- Solución de sulfato de magnesio.- Se disuelven 22.5g de $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ en agua destilada y se diluye a un litro.
- 2.3.- Solución de cloruro de calcio.- Se disuelven 27.5g de CaCl_2 en agua destilada y se diluye a un litro.
- 2.4.- Solución de cloruro férrico.- Se disuelven 0.25g de $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ en agua destilada y se

diluye a un litro.

- 2.5.- Agua de dilución.- Se mide el volúmen requerido de agua destilada (2 litros por muestra) en un recipiente adecuado y se agregan 1 ml - de cada una de las soluciones amortiguadoras de fosfatos, de sulfato de magnesio, de cloruro férrico por litro de agua. El agua de dilución debe aerearse ya sea por agitación o por medio de una corriente de aire comprimido durante 20 minutos (es suficiente este tiempo para saturar de oxígeno el agua destilada). - Debe usarse el día que se prepare.

3.- Procedimiento.

- 3.1.- Método directo.- Se llenan 2 frascos de tapón esmerilado de volumen conocido con la muestra, asegurándose que no haya formación de burbujas de aire cuando sean tapados. Se determina el O.D. de una de las botellas siguiendo el método descrito en el capítulo III y se informa en forma como O.D. inicial. La otra botella se incubaba a 20°C durante 5 días y pasado ese intervalo se determina el O.D. informándolo como O.D. final. Los cálculos para obtener la D.B.O son:

$$15) .- DBO \text{ mg/l} = (OD \text{ inicial} - OD \text{ final}) \text{ mg/l}$$

- 3.2.- Método de dilución.- A las muestras de agua de desecho se les ajusta el pH a 6.8 - 7.2 -- (si es necesario) usando soluciones ácidas o alcalinas.

Como la DBO estimada cae en un amplio ámbito es deseable hacer de 2 a 3 diluciones de la muestra y la dilución que consuma del 40% al 80% del contenido del oxígeno disuelto inicial será la más representativa..

En una probeta de un litro se mide la cantidad de muestra correspondiente al porcentaje de dilución escogido y se diluye a un litro con el agua de dilución usando un sifón para transferir ésta del garrafón a la probeta. Se mezcla bien con un agitador de tipo émbolo evitando el arrastre de aire y la formación de burbujas. Se llenan 2 botellas de tapón esmerilado de volumen conocido con la muestra diluida empleando un sifón para transferir la muestra a

las botellas; a una de estas se le determina el O.D. inicial y la otra se incuba 5 días a 20°C. Después de ese tiempo, se le determina a la segunda botella el O.D. final. Los cálculos para obtener la DBO son:

$$DBO \text{ mg/l} = \frac{(OD \text{ inicial} - OD \text{ final}) \text{ mg/l}}{\% \text{ de dilución (expresado en decimales)}}$$

6.- NITROGENO TOTAL.

1.- Generalidades

En las aguas crudas el contenido de nitrógeno total indica la calidad sanitaria del agua. En las aguas de desecho los análisis de nitrógeno indican que la mayor parte se encuentra en forma orgánica y amoniacal, las cuales son determinadas por medio del nitrógeno total (Kjeldahl).

Este método incluye la determinación del nitrógeno presente en los aminoácidos, aminos, amidas, imidas y nitroderivados, así como todo el nitrógeno existente como ion amonio, que son convertidos a bisulfato de amonio bajo las condiciones de una digestión alcalina.

2.- Reactivos.

- 2.1.- Solución de sulfato mercúrico.- Se disuelven 8g de HgO rojo en 50 ml de una solución de ácido sulfúrico 1+5 y se diluyen a 100 ml -- con agua destilada.
- 2.2.- Solución de digestión.- Se disuelven 267g de K_2SO_4 en 300 ml de agua destilada y se agregan 400 ml de H_2SO_4 conc. se agregan 50 ml de la solución de sulfato mercúrico y se diluye a 2 litros con agua destilada. Este -- reactivo se cristaliza a temperaturas superiores a 14°C.
- 2.3.- Solución de hidróxido tiosulfato de sodio. - Se disuelven 500g de NaOH y 25g de $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ en agua destilada y se diluye a un litro.
- 2.4.- Indicador de fenolftaleína.

- 2.5.- Indicador mixto.- Se disuelven 0.2g de rojo de metilo en 100 ml de alcohol etílico al 95%, se disuelven 0.1g de azul de metileno en 50 ml de alcohol etílico al 95%. Se mezclan las 2 soluciones.
- 2.6.- Solución de ácido bórico con indicador mixto.- Se disuelven 20g de H_3BO_3 en agua destilada y se diluye a un litro. Se agregan 10 ml de la solución de indicador mixto y se mezcla bien.
- 2.7.- Solución de ácido sulfúrico 0.02N.
- 2.8.- Acido sulfúrico conc.

Procedimiento.

Se coloca la muestra en un matraz Kjeldahl. La cantidad de muestra puede ser determinada de acuerdo a la tabla 10 diluyendo a 500 ml si es necesario.

TABLA No. 10

Nitrógeno total estimado (mg/l)	Volumen de muestra (ml)
0 - 5	500
5 - 10	250
10 - 20	100
20 - 50	50
50 - 100	25

Se agregan 50 ml de la solución de digestión y se evapora la mezcla en el aparato Kjeldahl hasta que se formen vapores blancos de SO_3 y CO_2 , y la solución sea incolora, se continua la ebullición por 20 minutos mas. Se enfría el residuo y se agregan 300 ml de agua destilada.

Se añaden al matraz unas gotas de fenolftaleína y con cuidado la solución de $NaOH - Na_2S_2O_3$ hasta vire del indicador a color violeta. Se conecta el matraz al equipo de destilación y se coloca la punta del refrigerador por debajo del nivel de la solución de ácido bórico con indicador mixto en el matraz de recepción. Se reciben en 50 ml de la solución de H_3BO_3 con indicador mixto aproximadamente 200 ml del destilado. Se titula este con

la solución de H_2SO_4 0.02N hasta que el indicador vire de morado a verde claro. Se corre un testigo usando agua destilada en vez de muestra y se procede de igual forma. La cantidad de nitrógeno total se obtiene así:

$$\text{mg/l } N_T = \frac{(\text{ml } H_2SO_4 \text{ muestra} - \text{ml } H_2SO_4 \text{ test.}) N_1 \times 14000}{\text{ml muestra}}$$

donde N_1 = normalidad de la solución de H_2SO_4

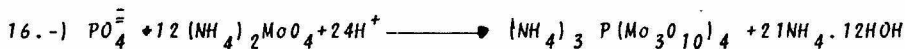
g.- FOS FATOS TOTALES.

1.- Generalidades.

En las aguas de desecho un contenido elevado de fos fatos, provocan el abatimiento del oxígeno disuelto en el agua. Los fos fatos en las aguas de desecho se presentan en diversas formas, siendo los más comunes los orto, meta y poli fos fatos.

Los métodos de determinación son específicos para orto fos fatos - pero los meta y poli fos fatos son convertidos a orto fos fatos solubles por medio de una hidrólisis ácida. De los métodos de determinación el más recomendable es de cloruro estanoso ya que sirve para identificar los orto, poli y fos fatos totales.

El método se fundamenta en que en condiciones ácidas los iones - orto fos fato se combinan con el molibdato de amonio para formar - un complejo conocido como fos fomolibdato de amonio.



Este complejo es reducido a otra sal colorida de molibdeno por - la acción del agente reductor cloruro estanoso.

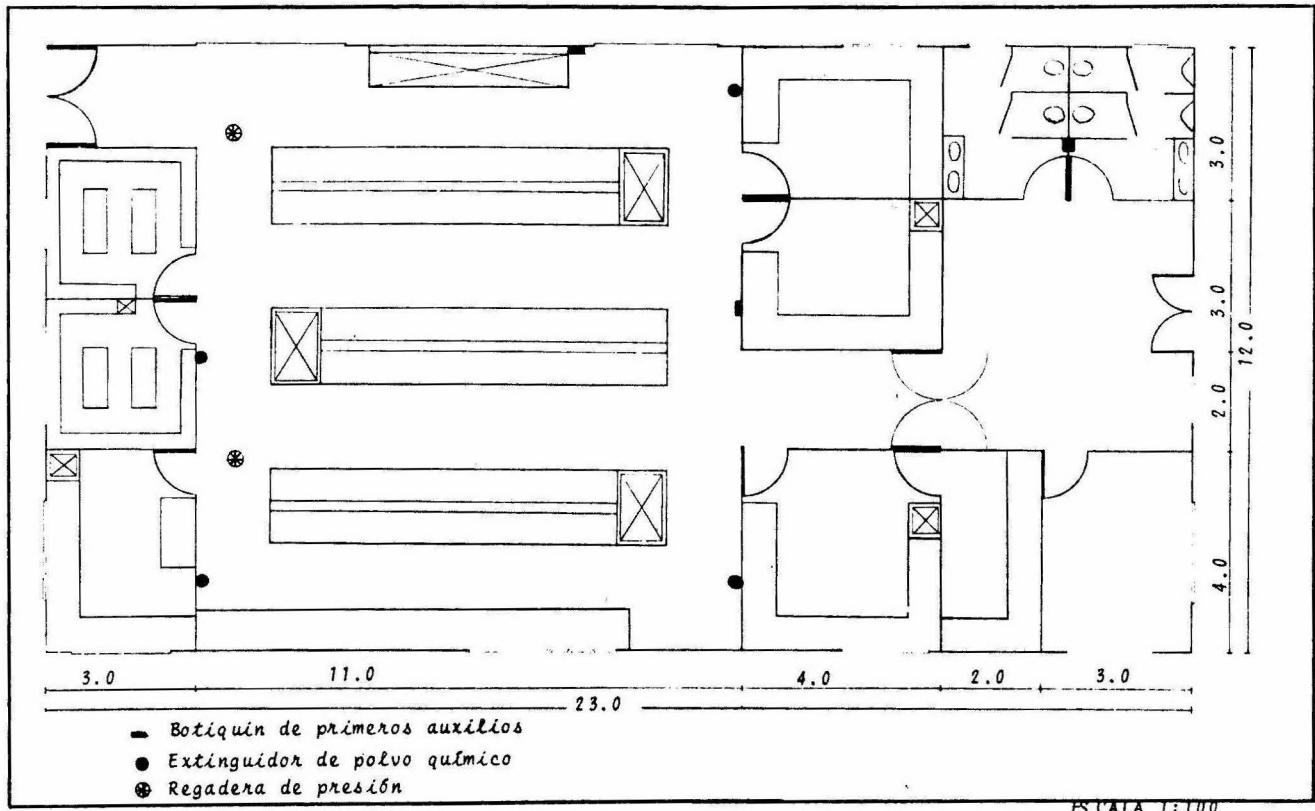


La cantidad del complejo colorido azul es proporcional a la cantidad de fos fatos presentes y el exceso de molibdato de amonio - no es reducido y por lo tanto no interfiere en la determinación.

2.- Reactivos.

2.1.- Indicador de fenolftaleína.

2.2.- Solución ácido-concentrada.- Se vierten lentamente 300 ml de H_2SO_4 conc. en 600 ml de - agua destilada. Se enfría la solución y se ---



ESCALA 1:100
 ACOTACIONES EN METROS

FIGURA No. 6

LOCALIZACION DE LOS IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD EN EL LABORATORIO

diluye a un litro.

- 2.3.- Solución de molibdato de amonio.- Se disuelven 25g de $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$ en 175 ml de agua destilada. Se agregan, con cuidado, -- 280 ml de H_2SO_4 conc. a 400 ml de agua destilada y se enfla. Se mezclan las 2 soluciones y se afora a un litro con agua destilada.
- 2.4.- Solución de cloruro estanoso.- Se disuelven 2.5g de $\text{SnCl}_2\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ en 10 ml de HCl conc. y se diluye a 100 ml con agua destilada. Se conserva bien tapado y en refrigeración.
- 2.5.- Solución patrón de fosfatos.- Se disuelven - 0.7165g de KH_2PO_4 , previamente secado a 105°C , en agua destilada y se afora a un litro;

$$1 \text{ ml} = 0.5 \text{ mg de } \text{PO}_4^{\equiv}$$

- 2.6.- Solución tipo de fosfatos.- Se diluyen 100 ml de la solución patrón a un litro con agua destilada; $1 \text{ ml} = 0.05 \text{ mg de } \text{PO}_4^{\equiv}$.

3.- Procedimiento.

- 3.1.- Preparación de la curva de calibración.- Un ámbito de 0 - 5 mg/l de fosfatos totales es suficiente para fines prácticos; este ámbito de detección de la curva de calibración se puede ampliar por dilución de la muestra. - Se prepara una serie de tipos de acuerdo a la tabla No. 11 y se sigue a cada uno el procedimiento descrito a continuación. La curva de calibración de fosfatos totales se presenta en la gráfica No. 4

TABLA No. 11

Datos para la preparación de la curva de calibración de fosfatos totales.

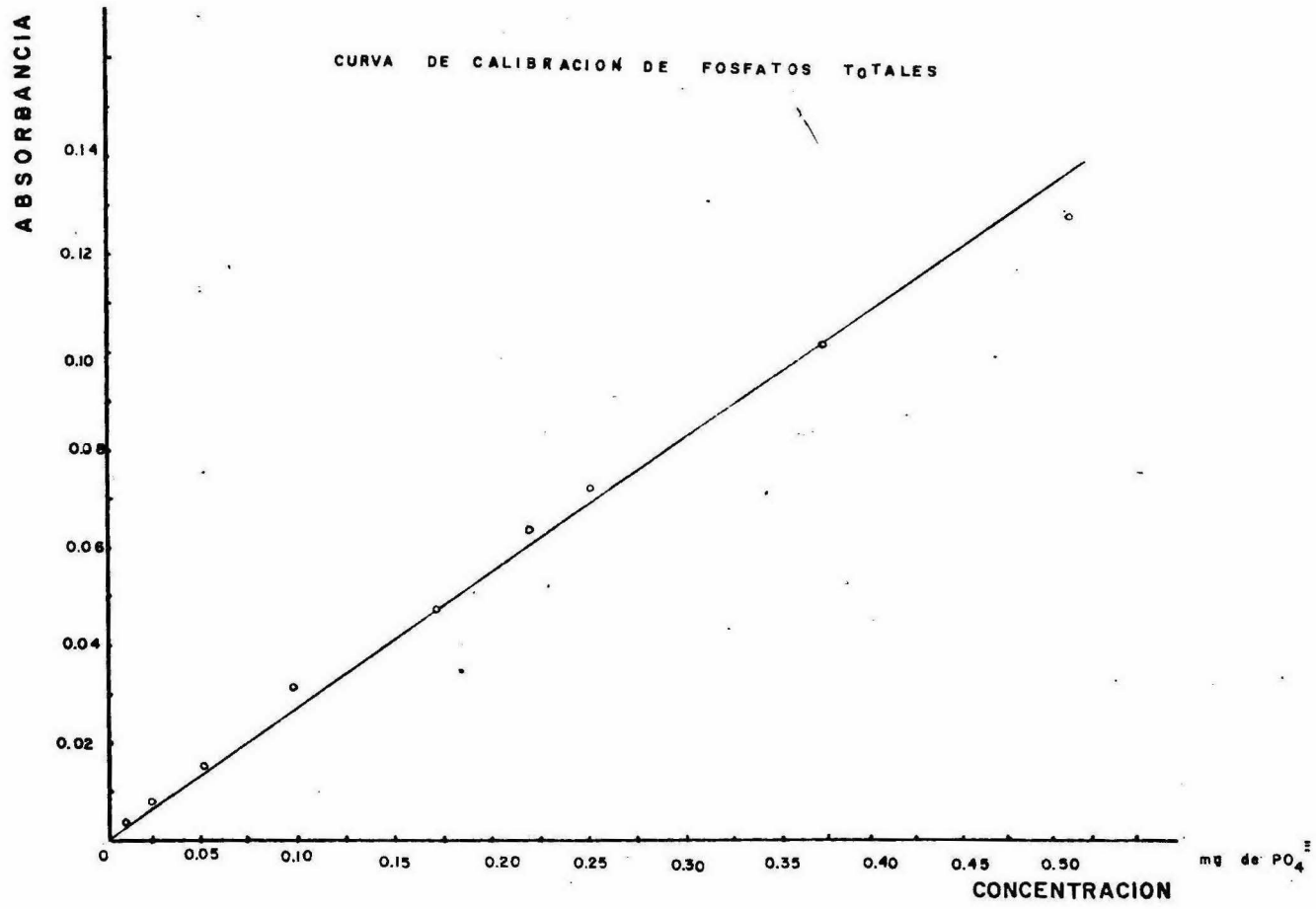
Tipos	ml soln. tipo	mg $PO_4^{=}$	Aforo (ml)	Tiempo (Min)	Absorbancia
1	0.00	0.000	100	10	0.000
2	0.25	0.012	"	"	0.039
3	0.50	0.025	"	"	0.063
4	1.00	0.050	"	"	0.139
5	2.00	0.100	"	"	0.258
6	3.00	0.150	"	"	0.377
7	4.00	0.200	"	"	0.523
8	5.00	0.250	"	"	0.616
9	7.50	0.375	"	"	0.903
10	10.00	0.500	"	"	1.301

3.2.- Se toman 100 ml de muestra filtrada en un matraz erlenmeyer de 250 ml y se añaden unas gotas de fenolftaleína, si hay vire a rojo, se agregan unas gotas de solución ácido-concentrada hasta desaparición del color y se agrega un ml en exceso. La muestra acidificada se hierve por 90 minutos, conservando el volumen entre 25 y 50 ml con agua destilada, o se introduce en una autoclave a 121°C y -- 20 lb/pulg² de presión durante 30 minutos para su digestión.

Se enfría y neutraliza con NaOH 0.1N hasta obtener un vire a rosa pálido y se lleva a 100 ml (volumen original). Se agregan mezclando perfectamente después de cada adición, 4.0 ml de la solución de molibdato de amonio y 0.5 ml de la solución de cloruro estano. Después de 10 minutos pero antes de 12, empleando el mismo intervalo específico para todas la determinaciones, se mide fotométricamente el color a 690 mμ y se compara con la curva de calibración. Se corre un testigo con agua destilada para calibrar el fotómetro a 0 de absorbancia.

Los mg/l de fosfatos totales se calculan de acuerdo con la ecuación

$$\text{mg/l de } PO_4^{=} = \frac{\text{mg de } PO_4^{=} \text{ gráfica} \times 1000}{\text{ml muestra}}$$



GRAFICA Nº 4

h. - GRASAS Y ACEITES.

1. - Generalidades.

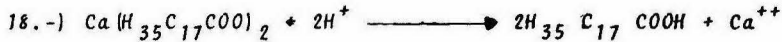
Se entiende por grasas y aceites a aquellos compuestos como ceras, ácidos grasos, hidrocarburos de bajo o elevado peso molecular de origen mineral y todos los aceites y grasas vegetales y animales que se encuentran en el agua de desecho ya sea en forma de capa o emulsionada.

Generalmente las grasas y aceites provienen del proceso industrial normal o del mantenimiento del equipo. Un elevado contenido de grasas y aceites en el agua residual puede causar problemas en el tratamiento del agua de desecho.

Para la determinación de grasas y aceites, no se mide cuantitativamente una substancia específica, sino grupos de substancias con características físicas similares, principalmente su solubilidad en el disolvente usado.

El método de extracción Soxhlet es el más usado, se basa en que la grasa una vez que han sido separadas (por filtración) de la muestra de agua residual, se extrae aprovechando su solubilidad en el hexano.

En ocasiones las muestras contienen ácidos grasos que se presentan en forma de jabones de calcio y magnesio los cuales son insolubles en hexano. Para liberarlos se acidifica la muestra -- con HCl conc. hasta un pH de 1.0 efectuándose la reacción.



2. - Reactivos.

2.1. - HCl conc.

2.2. - Hexano

2.3. - Suspensión de tierra diatomea. - Se disuelven 10g de tierra diatomea en un litro de agua destilada.

3. - Procedimiento.

Se colecta un litro de muestra de aguas residuales en un frasco de vidrio de boca ancha; se acidifica la muestra a un pH de 1.0, generalmente 10 ml de HCl conc. son suficientes.

Se prepara sobre un embudo Buchner de 11 cm de diámetro un filtro que consiste en un disco de muselina cubierto con papel filtro, se humedece el papel y la muselina con agua destilada presionando las orillas del papel hacia las paredes del embudo aplicando vacío, se vierten 100 ml de la suspensión de tierra diatomácea a través del filtro y se suspende el vacío.

Se vierte la muestra acidulada a través del papel filtro aplicando vacío hasta que la muestra haya pasado completamente; se pasa el papel filtro doblado con unas pinzas a un vidrio de reloj; se elimina la grasa adherida a las paredes del embudo por medio de papel filtro humedecido en hexano y se agregan éstos al vidrio de reloj.

Se enrollan los papeles filtro y se acomodan en el dedal de extracción; se seca éste en una estufa de aire caliente a 103°C por 30 minutos, después se llena con perlas de vidrio. Se pesa el matraz de extracción (A) y se extrae la grasa en el aparato Soxhlet usando hexano como disolvente a una rapidez de 20 ciclos por hora durante 4 horas, el tiempo se toma desde el primer ciclo.

Después de la extracción, se destila el hexano del matraz de extracción calentando a 80°C en baño maría. Se seca el matraz en la estufa a 103°C durante 15 minutos, se pasa a un desecador y se enfría, posteriormente se pesa (B).

Los mg/l de las grasas y aceites se calculan así:

$$\text{mg/l de grasas y aceites} = \frac{(B-A) \text{ mg} \times 1000}{\text{ml muestra}}$$

i. - DETERGENTES

1. - Generalidades.

Actualmente los productos limpiadores mas usados son los detergentes, los componentes básicos de éstos son compuestos orgánicos con propiedades tensoactivas en solución acuosa. Los detergentes se clasifican de acuerdo a su disociación electrolítica la cual depende de la naturaleza del grupo polar, y son aniónicos, catiónicos y no iónicos.

Los primeros son sales de sodio que ionizados producen ion sodio y el ion surfactante activo. Los más comunes son el sulfonato de alquilo lineal benceno (LAS) y el sulfonato de alquilramificado benceno (ABS) Los detergentes catiónicos son comunes cuaternarios de amonio que presentan propiedades desinfectantes; por último los detergentes no iónicos presentan poca tendencia a formar espuma abundante cuando se mezclan con otros materiales. La toxicidad de los detergentes, es debida a su resistencia a los tratamientos de aguas residuales.

Como el detergente mas común es el ABS, es el que con mayor probabilidad se puede encontrar en las aguas residuales y la determinación analítica se hace con el método del azul de metileno, el cual se basa en que el ABS reacciona con el azul de metileno formando una sal colorida azul que es soluble en cloroformo, la intensidad de la coloración es proporcional a la concentración.

2.- Reactivos.

- 2.1.- Solución patrón de ABS.- Se disuelve 1.0g de ABS en agua destilada y se diluye a un litro.

$$1 \text{ ml} = 1 \text{ mg ABS}$$

Se prepara cada semana

- 2.2.- Solución tipo de ABS.- Se diluyen 10 ml de la solución patrón a un litro con agua destilada.

$$1 \text{ ml} = 0.01 \text{ mg ABS}$$

- 2.3.- Indicador de fenolftaleína.

- 2.4.- Solución de NaOH 1N.

- 2.5.- Solución de H_2SO_4 1N.

- 2.6.- Cloroformo grado analítico.

- 2.7.- Solución de azul de metileno.- Se disuelven 100 mg de azul de metileno en 100 ml de agua destilada. De esta solución se pasan 30 ml a un matraz aforado de 1000 ml, se agregan 500 ml de agua destilada, 6.8 ml de H_2SO_4 conc. y 50g de $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$. se agita y diluye a un litro con agua destilada.

- 2.8.- Solución de lavado.- Se agregan, a 500 ml de agua destilada. 6.8 ml de H_2SO_4 conc y 50g de $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, se agita y diluye a un litro con agua destilada.

3.- Procedimiento.

3.1.- Preparación de la curva de calibración.- Se prepara una serie de tipos de acuerdo a la tabla No. 12 y se sigue a cada uno el procedimiento descrito a continuación. La curva de calibración de detergentes se presenta en la gráfica No. 5

TABLA No. 12

Datos para la preparación de la curva de detergentes

Tipos	ml soln.tipo	mg ABS	Aforo ml	Absorbancia
1	0.0	0.00	100	0.000
2	1.0	0.01	"	0.057
3	3.0	0.03	"	0.109
4	5.0	0.05	"	0.143
5	7.0	0.07	"	0.305
6	9.0	0.09	"	0.414
7	11.0	0.11	"	0.503
8	13.0	0.13	"	0.598
9	16.0	0.16	"	0.744
10	20.0	0.20	"	0.996

3.2.- Se toman 100 ml de muestra o una alícuota - diluida en un embudo de separación. Se alcaliniza con solución de NaOH usando fenolftaleína como indicador y a continuación se acidula con la solución de H_2SO_4 hasta la desaparición del color rosa.

Se agregan 10 ml de $CHCl_3$ y 25 ml de la solución de azul de metileno y se agita vigorosamente durante 30 segundos y se permite que se separen las fases.

Se extrae la capa de cloroformo en un segundo embudo de separación y se repite la extracción por 3 veces usando 10 ml de $CHCl_3$ en cada ocasión. Se combinan todos los extractos en el segundo embudo de separación,

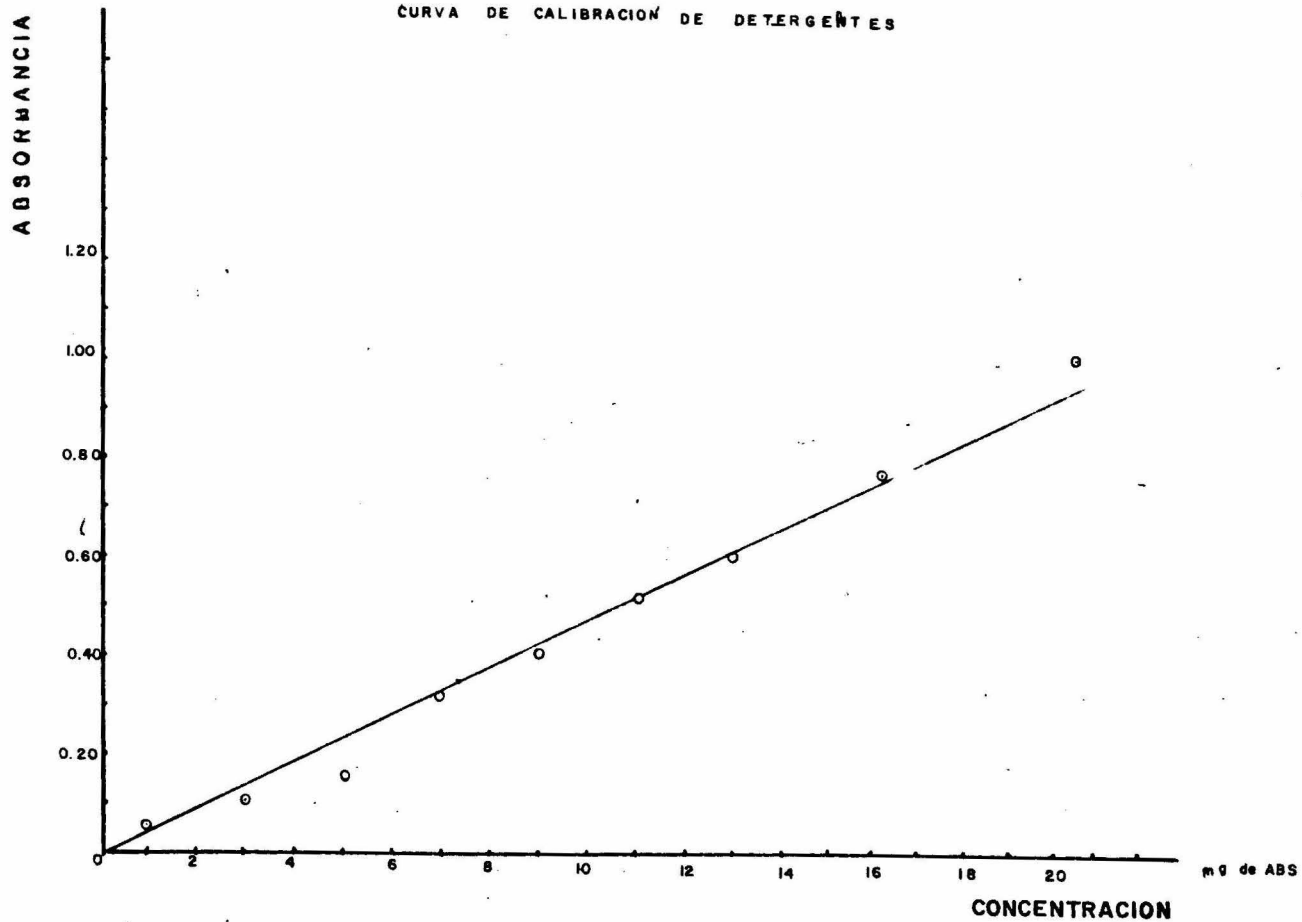
se agregan 50 ml de la solución de lavado y se agita durante 30 segundos, se deja reposar y se extrae la capa de cloroformo, a través de lana de vidrio, a un matraz aforado de 100 ml y se repite el lavado por 2 veces usando 10 ml de CHCl_3 en cada ocasión, se lava la lana de vidrio y el embudo con cloroformo, se recogen los lavados en el matraz aforado, se diluye hasta el aforo y se mezcla bien.

Se determina la absorbancia de la muestra - 652 m μ calibrando el aparato a cero con un testigo.

Los mg/l de ABS se calculan así

$$\text{mg/l ABS} = \frac{\text{mg ABS gráfica} \times 1000}{\text{ml muestra}}$$

CURVA DE CALIBRACION DE DETERGENTES



GRAFICA Nº 5

j.- CROMO

El cromo en forma hexavalente se presenta en las aguas de desecho industrial debido a que se usa en los procesos como inhibidor de la corrosión de los equipos de transferencia de calor. Es importante conocer la concentración en que se presenta en las aguas residuales ya que es tóxico para la vida animal en concentraciones bajas (0.1 mg/l).

El cromo hexavalente se determina colorimétricamente aprovechando que reacciona con la di fenil carbazida en medio ácido para producir un complejo de color rojo violeta cuya coloración es proporcional a la concentración.

1.- Reactivos.

1.1.- Solución patrón de cromo.- Se disuelven 0.1414g de $K_2Cr_2O_7$ en agua destilada y se diluye a un litro; 1 ml = 50 μ g de cromo.

1.2.- Solución tipo de cromo.- Se diluyen 10 ml de la solución patrón a 100 ml con agua destilada; 1 ml = 5.0 μ g de cromo.

1.3.- Solución de di fenilcarbazida.- Se disuelven 0.2g de 1,5- di fenil carbohidrazida en 100 ml de alcohol etílico al 95%; se agrega con agitación, una solución ácida que se prepara con 40 ml de H_2SO_4 conc y 360 ml de agua destilada. Se conserva en refrigeración y es estable durante un mes.

2.- Procedimiento.

2.1.- Preparación de la curva de calibración.- Un ámbito adecuado es de 0.0 - 2.0 mg/l. Se preparan patrones de acuerdo a la tabla No. 13 y se procede como se indica a continuación. La curva de calibración se presenta en la gráfica No. 6.

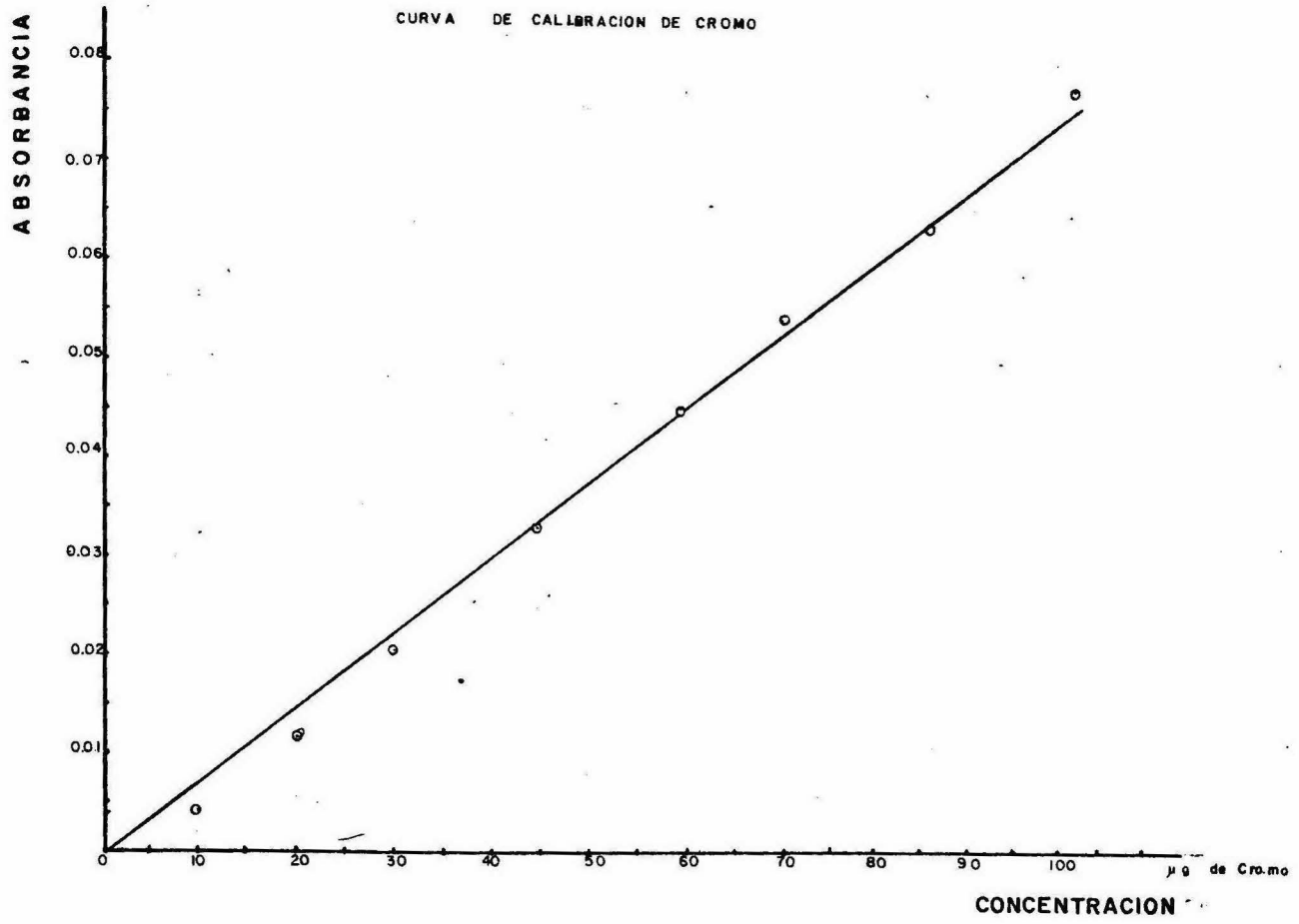
TABLA No. 13

Datos para la preparación de la curva de calibración de cromo hexavalente.

Típos	ml soln. tipo	μg de cromo	tiempo min.	absorbancia
1	0	0	10	0.00
2	2	10	"	0.04
3	4	20	"	0.11
4	6	30	"	0.20
5	9	45	"	0.32
6	12	60	"	0.45
7	14	70	"	0.53
8	17	85	"	0.63
9	20	100	"	0.76

2.2.- Se toman 50 ml de muestra o una alícuota diluida y se le agregan 2.5 ml de la solución de difenilcarbazida y se mezcla bien. Se deja reposar 10 minutos para el desarrollo del color y se mide la absorbancia a 540 $\text{m}\mu$, calibrando el aparato con un testigo a cero. La concentración de cromo hexavalente se -- calcula así:

$$\text{mg/l Cr} = \frac{\mu\text{g Cr gráfica}}{\text{ml muestra}}$$



GRAFICA Nº 5

k.- PLOMO

El plomo se encuentra en las aguas de desecho debido a que en algunas tuberías hay corrosión y el consecuente arrastre. Las concentraciones en las que se presenta suelen ser bajas, pero concentraciones del orden de 0.5 mg/l ya es dañina a los organismos acuáticos.

El método de determinación es el de la ditizona que reacciona con el plomo en medio alcalino formando el ditizonato de plomo de color rosa, la intensidad del color es proporcional a la concentración.

1.- Reactivos.

- 1.1.- Solución patrón de plomo.- Se disuelven 100.0 mg/l de plomo metálico en 5 ml de HNO_3 conc y 10 ml de agua destilada, calentando si es necesario. Se diluye y afora a un litro con agua destilada y se guarda en una botella de plástico.

$$1 \text{ ml} = 0.1 \text{ mg de pb}$$

- 1.2.- Solución tipo de plomo.- Se diluyen 10 ml de la solución patrón a 100 ml con agua destilada, se prepara el día que se use.

$$1 \text{ ml} = 0.01 \text{ mg de pb.}$$

- 1.3.- Indicador de fenolftaleína.

- 1.4.- Hidróxido de amonio conc.

- 1.5.- Solución de acetato de hidrazina.- Se mezclan 15 ml de hidrazina con 50 ml de ácido acético glacial y se diluye a 100 ml con agua destilada.

- 1.6.- Solución de tartrato de sodio.- Se disuelven 10g de $\text{Na}_2\text{C}_4\text{O}_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ en 100 ml de agua destilada.

- 1.7.- Solución de ácido tartárico.- Se disuelven 50g de ácido tartárico en 100 ml de agua destilada.

- 1.8.- Indicador azul de timol.- Se disuelven 0.4g de azul de timol en 100 ml de agua destilada.
- 1.9.- Solución alcalina de cianuro de potasio.- A 175 ml de NH_4OH conc, se le agregan 1.5g de KCN, 0.75g de Na_2SO_3 y se diluye a 500 ml - con agua destilada.
- 1.10.- Tetracloruro de carbono.
- 1.11.- Acido clorhídrico conc.
- 1.12.- Solución de ditizona.- Se disuelven 125 mg de ditizona en 50 ml de CHCl_3 , se filtra a través de un papel y se lava este con porciones de 10 ml de CHCl_3 y se combinan el lavado y el filtrado. Se extraen los filtrados con NH_4OH diluido 1 a 99 hasta la desaparición del color verde de la capa de CHCl_3 . Se lava la capa acuosa con CCl_4 para eliminar las trazas de CHCl_3 y se desechan los extractos de CCl_4 . Se agregan 2 ml de HCl conc y se extrae la ditizona precipitada con CCl_4 diluyéndose los extractos a 500 ml con CCl_4 .- Consérvese en refrigeración.

2.- Procedimiento.

- 2.1.- Preparación de la curva de calibración.- Un ámbito de 0.00 a 0.1 mg de Pb es suficiente para fines prácticos. Se toman de 0, 1, 2, hasta 10 ml de solución patrón y se diluyen a 100 ml con agua destilada y se les trata como se indica a continuación, la tabla No. 14 resume los datos necesarios y en la gráfica No.7 se presenta la curva de calibración de plomo.

TABLA No. 14

Datos para la preparación de la curva de calibración de plomo

Típos	ml soln. tipo	µg de plomo	Absorban- cia
1	0	0	0.00
2	1	10	0.04
3	2	20	0.09
4	3	30	0.14
5	4	40	0.27
6	6	60	0.38
7	8	80	0.53
8	10	100	0.81

2.2.- Se toman 50 ml de muestra o una alícuota diluida en un embudo de separación y se le agregan unas gotas de fenolftaleína y se agregan NH_4OH diluido 1 + 1 hasta la aparición de un color rosa tenue. Se agregan 20 ml de la solución de acetato de hidrazina y se calienta a ebullición en baño maría durante 15 minutos. Se enfla, se agregan 10 ml de la solución de tartrato de sodio y unas gotas del indicador azul de timol, si es necesario, se agrega NH_4OH hasta que el indicador vire a azul. Se adicionan 10 ml de la solución de KCN, se ajusta el pH a 8.5 con NH_4OH o con la solución de ácido tartárico hasta que el indicador vire a verde.

Se extrae el plomo con una porción de 5 ml de la solución de ditizona, se agita bien. La coloración verde de la ditizona cambia a rosa (ditizonato de plomo) y la solución de KCN se torna amarillenta (formación de sal de ditizona).

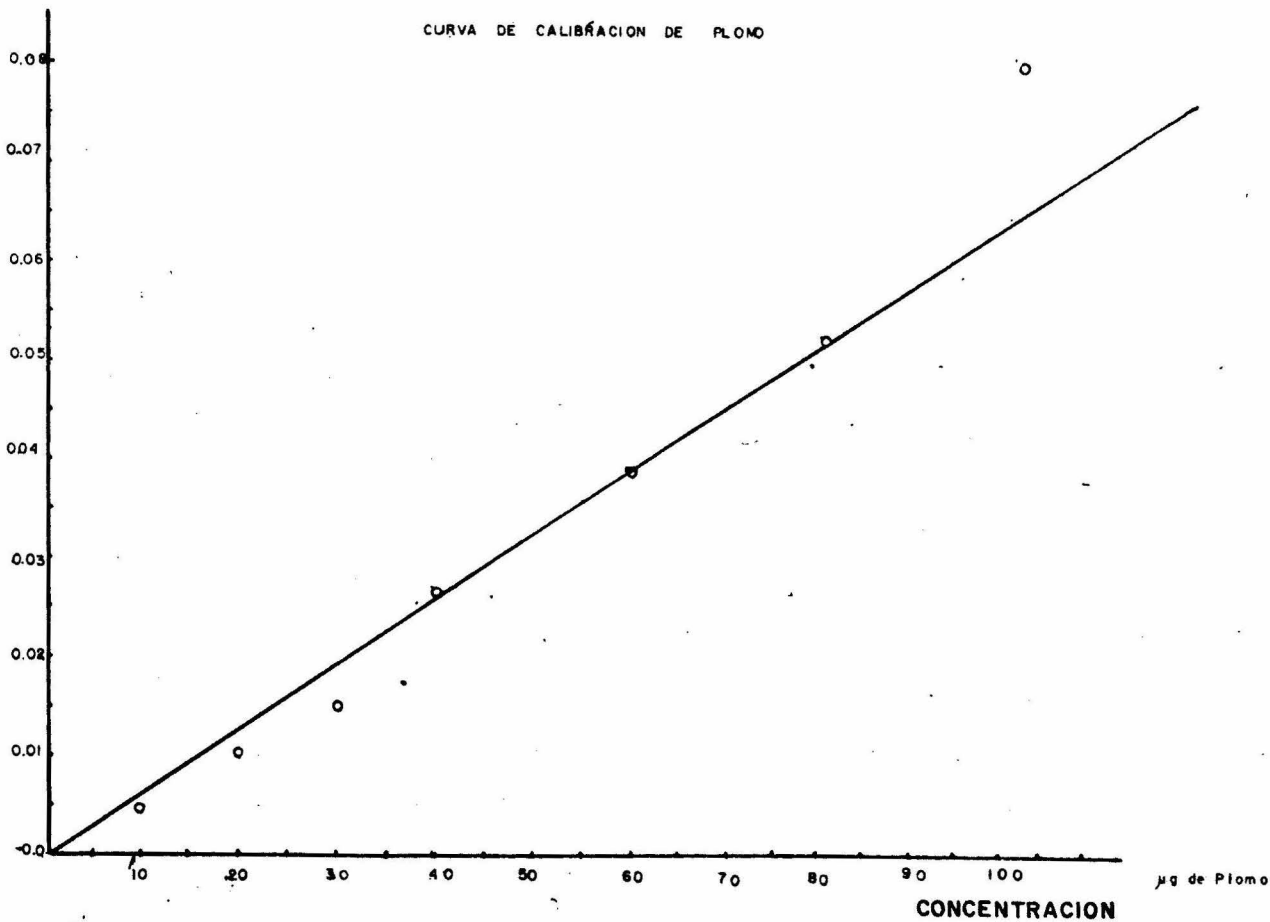
Se pasa la capa orgánica a un matraz aforado de 50 ml y se hacen 2 extracciones con 2 ml de CCl_4 en la fase acuosa y se combinan los extractos, se afora a la marca con CCl_4 y se agita bien se lee la absorbancia de esta solución, usando CCl_4 puro como testigo, a 520 mµ.

Los mg/l de plomo se calculan así:

$$\text{mg/l Pb} = \frac{\mu\text{g de Pb gráfica}}{\text{ml muestra}}$$

ABSORBANCIA

CURVA DE CALIBRACION DE PLOMO



GRAFICA Nº 7

1.- FIERRO.

El hierro se encuentra en ocasiones en cantidades apreciables en las aguas residuales cuando existe corrosión en las tuberías; es importante su control porque puede indicar la deficiencia del tratamiento del agua.

El método de determinación es el de la 1-10 fenantrolina, que se combina con el Fe^{++} para formar un complejo anaranjado rojizo que presenta la absorción máxima de luz a una longitud de onda de 508 μ , la absorbancia de la solución colorida es proporcional a la concentración de hierro.

Como el reactivo de 1-10 fenantrolina es específico para el Fe^{++} , es necesario reducir el Fe^{+++} a Fe^{++} , esto se logra con hidroxilamina como agente reductor y se forma el complejo en una solución de acetato de sodio.

1.- Reactivos.

1.1.- Solución patrón de hierro.- Se toman 0.200 g de hierro electrolítico en un matraz aforado de 100 ml y se agregan 20 ml de H_2SO_4 diluido 1 + 5 hasta la disolución completa del hierro y se diluye a un litro con agua destilada.

$$1 \text{ ml} = 0.2 \text{ mg de Fe}$$

1.2.- Solución tipo de hierro. Se toman 25 ml de la solución patrón y se diluyen a 500 ml con agua destilada.

$$1 \text{ ml} = 0.01 \text{ mg de Fe.}$$

1.3.- Solución de hidroxilamina. Se disuelven 5.0 g de $NH_2OH.HCl$ en agua destilada y se diluye a 50 ml.

1.4.- Solución de acetato de sodio.- Se disuelven 100 g de acetato de sodio en 400 ml de agua destilada.

1.5.- Solución de fenantrolina.- Se disuelven 0.5 g de 1 - 10 fenantrolina en 500 ml de agua destilada, se agregan unas gotas de HCl conc.

2.- Procedimiento.

2.1.- Preparación de la curva de calibración. Se preparan tipos como se indica en la tabla - No. 15, y se les trata como se indica a continuación. La curva de calibración se presenta en la gráfica No. 8

TABLA No. 15

Datos para la preparación de la curva de calibración de fierro

Tipos	ml soln.tipo	mg de Fe	Tiempo	Absorbancia
1	0	0.00	10 min	0.00
2	2	0.02	"	0.03
3	4	0.04	"	0.07
4	6	0.06	"	0.11
5	8	0.08	"	0.16
6	10	0.10	"	0.25

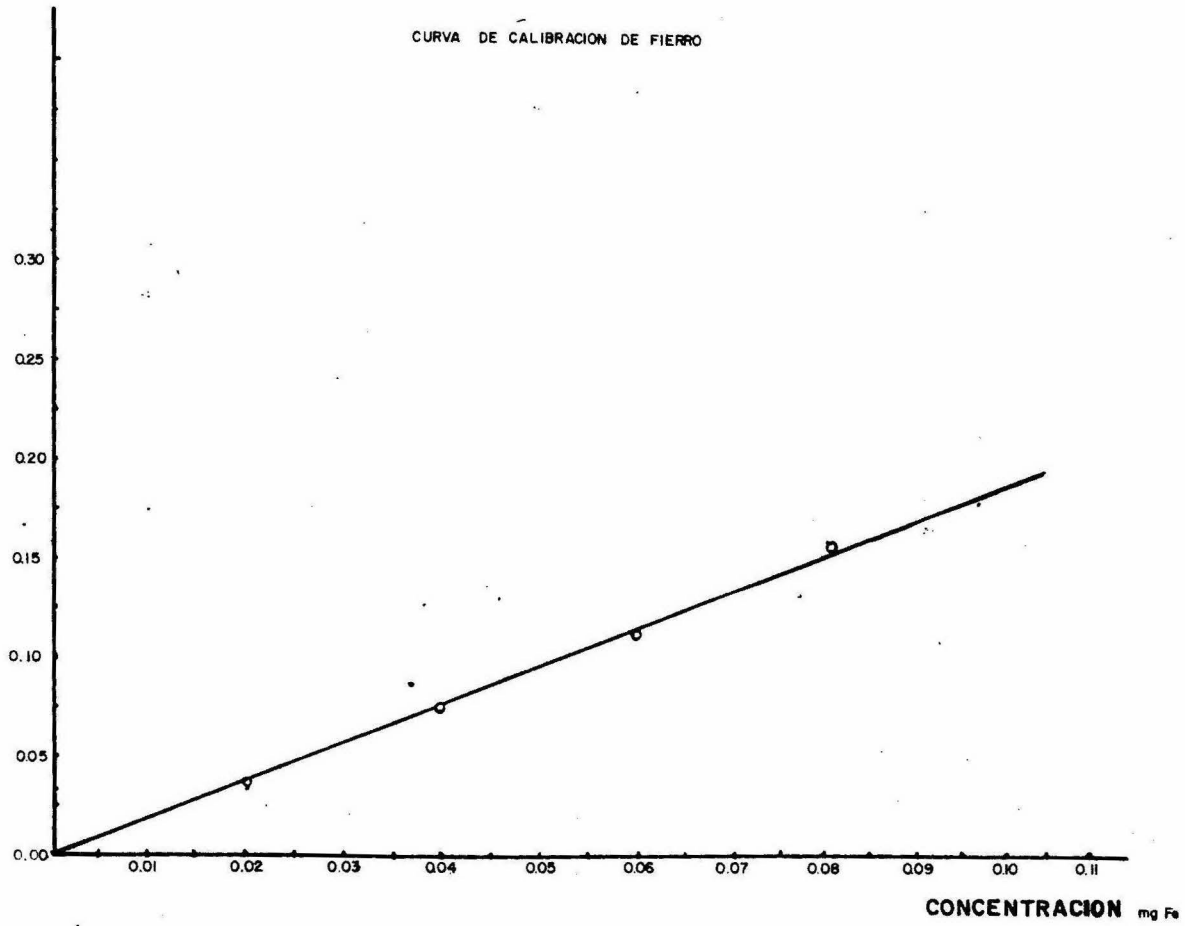
2.2.- Se toman 50 ml de muestra o una alícuota diluida y se agrega 1 ml de la solución de hidroxilamina, 1 ml de la solución de acetato de sodio y 10 ml de la solución de fenantrolina se mezcla bien, se diluye hasta el aforo con agua destilada, se deja reposar - 10 minutos y se determina su absorbancia a 510 m μ calibrando el fotómetro con un testigo preparado con agua destilada.

Los mg/l de fierro se calculan así:

$$\text{mg/l Fe} = \frac{\text{mg de Fe gráfica} \times 1000}{\text{ml muestra}}$$

ABSORBANCIA

CURVA DE CALIBRACION DE FIERRO



GRAFICA Nº 8

m. - COLIFORMES TOTALES.

1. - Generalidades.

Los análisis bacteriológicos en el agua están encaminados a determinar la calidad sanitaria de ésta, así como su adaptación a usos determinados, las aguas residuales evacuadas -- sin tratamiento adecuado pueden ocasionar una serie de daños como la difusión de microorganismos patógenos y la contaminación de formas diversas de vida acuática.

La determinación de coli formas totales, proporciona el índice de contaminación y presencia de microorganismos que se propagan en el agua, causando en enfermedades contagiosas y -- gastrointestinales.

El método más empleado es de tubos múltiples de fermentación que incluye una prueba presuntiva y otra confirmativa; este método permite obtener el número más probable NMP de coli formas presentes por cada 100 ml de muestra. La prueba en forma esquematizada es como sigue:

Prueba presuntiva

Inoculación de muestra en caldo
lactosado

Producción de gas a las 24
o 48 horas a 35°C, indicio
de coli formas

No producción de gas en 48
horas a 35°C, no hay coli-
formas, análisis conclusivo.

Prueba confirmativa

Resembra en los tubos de caldo lactosado con gas en caldo lactosado bilis verde brillante (L B V B). Observaciones a 24 y 48 horas a 35°C. En este medio se inhiben los microorganismos no coli formas, fermentadores de la lactosa. La formación de gas en este medio es la prueba confirmativa de la presencia de coli formas.

2. - Reactivos.

- 2.1. - Caldo lactosado. - Se disuelven 13g de caldo lactosado deshidratado en agua destilada y se afora a un litro.

- 2.2.- Caldo lactosa bilis: verde brillante.- Se disuelven 40g de caldo LBvB en agua destilada y se -- afora a un litro.
- 2.3.- Agua de dilución, amortiguadora de fos fto. - Se disuelven 4.25g de fos fto monobásico en un litro de agua destilada y se le ajusta el pH a -- 7.2 con NaOH 0.1 N.

3.- Procedimiento.

Todo el material y reactivos empleados en las determinaciones bacteriológicas debe estar cuidadosamente esterilizado como se indica posteriormente.

- 3.1.- Prueba presuntiva.- Se preparan los tubos de -- cultivo introduciendo boca abajo un tubo Durham en un tubo de ensaye; se inyectan 10 ml de caldo lactosado a cada tubo y se tapan con tapones de acero inoxidable o de aluminio. Se procede a la esterilización del medio y del agua de dilución (se miden 9.9 ml de agua de dilución en cada tubo de ensaye) en un autoclave a 121°C, - 15 lb/in² de presión, durante 15 minutos. Al -- terminar, los tubos Durham deben estar llenos y cubiertos por el medio contenido en los tubos de ensaye; los que presenten burbujas se dese-- chan.

Siembra directa e incubación.- La siembra direc-- ta se efectúa cuando la muestra sujeta a análi-- sis es de agua natural o ligeramente contaminada y consiste en agregar, en condiciones de esteril-- dad (cerca de la flama de un mechero), 10, 1 -- y 0.1 ml de muestra a 3 tubos de cultivo por ca-- da dilución (9 en total). Los tubos sembrados -- se introducen en una incubadora a 35°C durante 24 o 48 + 3 horas; pasado ese tiempo, se proce-- de a la lectura. La producción de gas (produc-- to de la fermentación) desalojará un volumen del medio contenido en el tubo Durham; ésta es una-- característica positiva de la prueba; agitando levemente se observará la liberación de gas en-- forma de pequeñas burbujas; la ausencia de gas es lectura negativa.- Los resultados se expre-- san en forma de quebrado en donde el numerador es el número total de tubos positivos y el de-- nominador el total de tubos empleados en cada di-- lución, por ejemplo: 3/3, 2/3 y 0/3 significan 3 tubos positivos de la primera dilución (10 ml), 2 tubos positivos de la segunda (1 ml) y ningún

tubo positivo de la 3a. (0.1 ml). Los tubos positivos se someten a la prueba confirmativa.

Siembra indirecta. - Se efectúa cuando la muestra de agua está altamente contaminada y consiste en preparar diluciones adecuadas a la muestra. Estas se preparan en condiciones de esterilidad pasando 1 ml de la muestra a un tubo con agua de dilución, obteniéndose una dilución de 10^{-1} ml., se agita éste con la misma pipeta y se mide un ml pasándose a un segundo tubo con agua de dilución y se procede igual (dilución 10^{-2}) y así sucesivamente hasta obtener la dilución adecuada. Se toman las 3 últimas diluciones seleccionadas y se siembra 1 ml de cada una en 3 tubos de ensaye (9 en total). Los tubos sembrados se introducen en una incubadora a 35°C , durante 24 o 48 ± 3 horas y posteriormente se procede a la lectura; en los tubos positivos, se efectúa la prueba confirmativa.

- 3.2. - Prueba confirmativa. - Al finalizar la prueba, se resiembra con el material obtenido de tubos positivos en caldo lactosa bilis verde brillante (L B v B). Se procede a esterilizar el medio (L B v B) y en condiciones de esterilidad se efectúa la siembra del material procedente de los tubos positivos del caldo lactosado empleando una asa con alambre de platino.

Una vez efectuada la resiembra, se tapan los tubos y se incuban durante 24 o 48 ± 3 horas, dependiendo del tiempo tomado para la prueba presuntiva. Pasado este tiempo se procede a la lectura final, la cual se realiza como en la prueba presuntiva la tabla No. 16 para determinar el número más probable (NMP) de coliformes totales por cada 100 ml de muestra. - En el caso de haber empleado siembra indirecta, el valor final se corrige por el factor de dilución.

n.- COLIFORMES FECALES

1.- Generalidades.

A las coliformes fecales se les denomina también bacilos entéricos, su origen es principalmente de las heces fecales -- animales o humanas siendo característica de este grupo de coliformes la *Escherichia*. Es importante su determinación por que ayuda a la estimación de la calidad sanitaria del agua.

Al igual que en la determinación de coliformes totales, se hace uso del método de tubos múltiples, el cual proporciona una

precisión adecuada.

2.- Reactivos.

2.1.- Caldo lactosado

2.2.- Caldo lactosa bilis verde brillante.

2.3.- Caldo ácido bórico.- Se disuelven 34.6g de caldo ácido bórico deshidratado en agua destilada y se afora a un litro.

2.4.- Agua de dilución, amortiguadora de fosfatos.

3.- Procedimiento.

El procedimiento que se sigue es similar al de la determinación de coliformes totales, en la siembra directa e indirecta y esterilización, variando únicamente la temperatura de incubación.

Prueba presuntiva.- en condiciones de esterilidad se siembran cantidades convenientes de la muestra, según su origen y tipo de siembra directa o indirecta) en tubos de cultivo con caldo lactosado previamente esterilizado y se incubaba a 35°C durante 24 o 48 ± 3 horas, pasado este tiempo se procede a la lectura.

Prueba confirmativa.- En condiciones de esterilidad se procede a la resiembra de los tubos positivos en caldo de ácido bórico, previamente esterilizado y se incubaba a un baño maría a $44.5 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ durante 24 o 48 ± 3 horas; pasado este tiempo se procede a la lectura.

Prueba complementaria.- Bajo condiciones de esterilidad, se efectúa la resiembra de los tubos positivos encontrados en el caldo de ácido bórico en caldo LBVB, previamente esterilizado y se incubaba en baño maría a $44.5 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ durante 24 o 48 ± 3 horas; transcurrido este tiempo se procede a la lectura final, la cual se lleva a la tabla No. 16 y se obtiene el NMP/100 - ml de coliformes fecales, corrigiendo por el factor de dilución, en caso de haberse realizado la siembra indirecta.

GRUPO COLIFORME-TECNICA DE TUBOS MULTIPLES

NMP Y LIMITES DE CONFIANZA DEL 95% PARA DIVERSAS COMBINACIONES DE RESULTADOS POSITIVOS, CUANDO SE USAN TRES TUBOS DE CADA DILUCION CON VOLUMEN

Número de tubos positivos de:			NMP por 100 ml	Límites del NMP		Número de tubos positivos de:			NMP por 100ml	Límites del NMP	
Tres tubos de 10ml	Tres tubos d/1ml	Tres tubos 0.1 ml		Inferior	Superior	Tres tubos de 10ml	Tres tubos 1 ml	Tres tubos 0.1ml		Inferior	Superior
0	0	0		0		2	0	3	26		
0	0	1	3		9	2	1	0	15	2.8	44
0	0	2	6			2	1	1	20		
0	0	3	9			2	1	2	27		
0	1	0	3	0.085	13	2	1	3	34		
0	1	1	6.1			2	2	0	21	3.5	47
0	1	2	9.2			2	2	1	28		
0	1	3	12			2	2	2	35		
0	2	0	6.2			2	2	3	42		
0	2	1	9.3			2	3	0	29		
0	2	2	12			2	3	1	36		
0	2	3	16			2	3	2	44		
0	3	0	9.4			2	3	3	53		
0	3	1	13			3	0	0	23	3.5	120
0	3	2	16			3	0	1	39	6.9	130
0	3	3	19			3	0	2	64		
1	0	0	3.6	0.085	20	3	0	3	95		
1	0	1	7.2	0.87	21	3	1	0	43	7.1	210
1	0	2	11			3	1	1	75	14	230
1	0	3	15			3	1	2	120	30	380
1	1	0	7.3	0.88	23	3	1	3	160		
1	1	1	11			3	2	0	93	15	380
1	1	2	15			3	2	1	150	30	440
1	1	3	19			3	2	2	210	35	470
1	2	0	11			3	2	3	290		
1	2	1	15	2.7	36	3	3	0	240	36	1,300
1	2	2	20			3	3	1	460	71	2,400
1	2	3	24			3	3	2	1100	150	4,800
1	3	0	16			3	3	3		460	
1	3	1	20								
1	3	2	24								
1	3	3	29								
2	0	0	9.1	1.0	36						
2	0	1	14	2.7	37						
2	0	2	20								

Para valores no especificados, los límites aproximados inferior y superior se pueden estimar como del 31 por 100 del NMP para el inferior y del 395. - por 100 del NMP para el superior. Los límites de confianza que se presentan son las cifras de cálculos más exactos para los resultados que son más probables; los resultados para los que no se precisan los límites de confianza es probable que no ocurran en más del 1 por 100 de los resultados que se observen comúnmente.

D. - METODOS DE ANALISIS QUIMICO PARA AGUAS TRATADAS.

Los diseños de tratamiento para aguas contaminantes, dependen del uso a que se van a destinar esas aguas tratadas. En la actualidad, el tratamiento primario, que consiste en la eliminación de materia flotante, sólidos sedimentables, y abatimiento de la demanda bioquímica de oxígeno, es el más recomendable ya que permite, opcionalmente, dar un tratamiento más avanzado al agua, o reusarla para fines agrícolas principalmente.

Tomando como base el tratamiento primario, las determinaciones que se deben realizar, para eficiencia en el control de la operación del tratamiento son:

TABLA No. 17
ANALISIS FISICO QUIMICOS PARA AGUAS TRATADAS

- a) MATERIA FLOTANTE
- b) SOLIDOS EN TODAS SUS FORMAS
- c) TEMPERATURA
- d) POTENCIAL HIDROGENO
- e) CONDUCTANCIA ESPECIFICA
- f) OXIGENO DISUELTO
- g) GRASAS Y ACEITES
- h) DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO
- i) DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO
- j) NITROGENO TOTAL
- k) FOSFATOS TOTALES

Los métodos analíticos empleados, son los mismos que en aguas naturales y contaminadas, descritos anteriormente.

a) MATERIA FLOTANTE

1.- Generalidades

La primera etapa del tratamiento primario es el cribado, consiste en la eliminación de la materia flotante y todos aquellos

materiales gruesos que pueden ser retenidos por una serie de rejillas con espaciamientos de 2.0 a 4.0 cm. aproximadamente.

La necesidad de elaborar un correcto diseño de la cámara de rejillas se ve fundamentada en la determinación de la materia flotante; el método es gravimétrico al igual que el de sólidos.

2.- Equipo

2.1.- Malla de alambre de acero inoxidable de claro libre cuadrado de 3 mm.

2.2.- Balanza granataria.

3.- Procedimiento.

La muestra colectada se agita y se deja sedimentar durante 15 minutos, se vierten aproximadamente las dos terceras partes superiores de la muestra a través de la malla, teniéndose cuidado de que la materia flotante que sobrenada, quede retenida en dicha malla. Se permite el empleo de una cucharilla para arrastrar hacia la malla toda aquella materia flotante que aún quedara en la superficie de la muestra que se está vertiendo.

Inmediatamente después de vaciada la muestra se procede al examen de la malla; la ausencia de materia retenida a simple vista se considera como "ninguna" materia flotante retenida en la malla. El material retenido se seca a 103°C y se pesa informando el resultado en g/l.

b.- SÓLIDOS EN TODAS SUS FORMAS.

En el tratamiento primario, el objeto principal es reducir al mínimo las concentraciones de sólidos presentes, por lo tanto el diseño adecuado de cámara de desarenación y tanques de sedimentación, proporcionará elevada eficiencia en el tratamiento. La base de estos diseños se encuentra en las determinaciones de sólidos en todas sus formas.

Cuando las determinaciones de sólidos suspendidos se elabora el diseño del tanque de sedimentación primario que es el equipo más importante de la planta de tratamiento. La capacidad de dicho tanque está en función del volumen de líquido que maneja y del tiempo que éste permanece en el tanque (tiempo de retención); es te se calcula a partir de los datos de sólidos sedimentables.

Como es de apreciarse, las determinaciones de sólidos son fundamentales, tanto para el diseño como para el control del tratamiento primario.

c. - TEMPERATURA.

La determinación de la temperatura es importante ya que suele incluir tratamientos térmicos cuando son necesarios, además tienen una influencia en otras determinaciones como pH, conductividad, oxígeno disuelto y otro, variando los valores reales de éstos parámetros. Uno de los tratamientos más rápidos para abatir la temperatura, así como elevar los niveles de O.D. es la aereación del agua.

d. - POTENCIAL HIDROGENO.

El pH proporciona una medida rápida de la intensidad ácida o alcalina de corriente sujeta al tratamiento y permite complementar el tratamiento con una neutralización de las aguas tratadas. Si se previene un tratamiento secundario (biológico) el pH debe ser controlado estrictamente a fin de mejorar la eficiencia del tratamiento, además los tratamientos de neutralización ayudan a diseñar los de coagulación química y ablandamiento.

e. - CONDUCTANCIA ESPECIFICA.

Con esta determinación se evalúa rápidamente la concentración de sólidos disueltos totales mediante la siguiente ecuación:

$$19.-) \quad S D T = C.E. \times f$$

donde f = factor empírico que asume valores mayores a 0.56 -- pero menores de 0.9 de esta manera se puede establecer una relación apropiada entre los sólidos totales y suspendidos totales con la conductividad y a través de los datos de ésta, evaluar tentativamente la eficiencia del tratamiento.

f. - GRASAS Y ACEITES.

El complemento de las bases de diseño, junto con los sólidos, materia flotante y DBO, es la determinación de las grasas y aceites; permite facilitar el diseño de desnatadores de grasas, eliminando elevados porcentajes de éstos elementos; su presencia desfavorece la disolución del oxígeno en el agua, con el consecuente agotamiento en el O.D. haciendo necesario un tratamiento adicional de aereación.

g.- OXIGENO DISUELTO.

La evaluación del O.D. en el influente de la planta de tratamiento es indispensable para observar como va variando su concentración durante todo el proceso. Los niveles de O.D. crean la necesidad de que se proporcione o no el tratamiento de aereación, para favorecer un abatimiento en la D.B.O. de la corriente.

h.- DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO.

Una de las bases de diseño para plantas de tratamiento que proporciona los datos más significativos es la DBO, ya que señala el abatimiento de la contaminación de la corriente al finalizar el tratamiento; de esta forma se puede proponer un tratamiento secundario, si es que el efluente lo requiere, o dentro del primario la inclusión de aereación, desinfección u otros.

Un estricto control sobre la DBO asegura una buena eficiencia en el tratamiento, el único inconveniente que presenta es el tiempo que requiere la determinación (5 días) debido a esto no se pueden realizar cambios en el proceso en forma rápida.

i.- DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO.

La DQO proporciona la estimación de las necesidades de oxígeno para una oxidación total de la materia; es conveniente establecer las relaciones apropiadas entre la DBO y la DQO a fin de contar con datos suficientes en un momento dado que permitan corregir algunos aspectos del tratamiento, sin tener que esperar a obtener la DBO. En la mayoría de los casos de tratamiento de aguas negras, la relación es establecida entre la DQO y la DBO es 1.6 a 1.

j.- NITROGENO TOTAL.

Cuando las aguas tratadas van a ser reusadas en la agricultura, es importante conocer su contenido de nutrientes para la tierra y así lograr su máximo aprovechamiento; por esta razón es necesario determinar el nitrógeno total (Kjeldahl). Otro aspecto importante es la determinación de este parámetro en los lodos residuales, productos del tratamiento, para que, dependiendo de su concentración de nutrientes, puedan ser empleados como abonos.

k.- FOSFATOS TOTALES.

En las aguas residuales los contenidos de nitrógeno y fósforo ayudan a evaluar y decidir los usos a que se destinardn esas aguas ya tratadas. En ocasiones se puede provocar hiperfertilización en los lagos o en la tierra, acarreado problemas como el del lirio acuático. Los fósforos totales y otros parámetros, como los sulfatos y los nitratos, son importantes cuando se pretende dar a las aguas un tratamiento aerobio en virtud de su elevado contenido de oxígeno que puede ser aprovechado por las bacterias.

CAPITULO III

REQUERIMIENTOS DE UN LABORATORIO

- A.- MESAS DE TRABAJO
- B.- REQUERIMIENTOS ELECTRICOS
- C.- REQUERIMIENTOS HIDRAULICOS
- D.- CAMPANA DE EXTRACCION
- E.- IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD
- F.- OTROS SERVICIOS

CAPITULO III

REQUERIMIENTOS DE UN LABORATORIO

La planificación de un nuevo laboratorio debe considerar la colaboración entre el arquitecto, el constructor, el ingeniero y el jefe del laboratorio a fin de que se establezca una interrelación acorde en la selección de los materiales que vayan a emplearse.

Consideraciones adicionales deben realizarse con el tipo de trabajo que se vaya a realizar, número de personas que usarán el laboratorio al mismo tiempo para proveer servicios en las mesas de trabajo, iluminación, ventilación, calefacción, drenaje y otros servicios necesarios.

A. - MESAS DE TRABAJO.

Las mesas de trabajo en el laboratorio se clasifican de acuerdo a su instalación en tres tipos: en forma aislada (isleta), perpendiculares a la pared o adosadas a ella (poyatas).

La altura de las mesas de trabajo se encuentra supeditada a la altura media de las personas que las utilicen, según el trabajo que se realice de pie o sentado y de la naturaleza de este; por lo común se proporciona una altura de 0.90-0.92 m para trabajar de pie y 0.67 m para trabajar sentado.

La anchura de las mesas generalmente se ve reducida por las diversas salidas de los servicios requeridos (agua, gas, vacío, aire comprimido y electricidad) y está supeditada a la necesidad de tener estanterías sobre la mesa de trabajo; por lo general se considera que una anchura entre 0.74 y 0.80 m es suficiente para un trabajo cómodo.

Los materiales de construcción de las mesas de laboratorio se seleccionan en base a utilidad, tiempo de vida, resistencia a la corrosión, mantenimiento y costo, incluyendo instalación; la superficie de la mesa debe resistir humedad, calor, ataque de reactivos químicos e incluso contaminación, siendo importantes también la facilidad de limpieza y buen aspecto en general. La selección del material se debe basar en los siguientes criterios, dependiendo del uso que se le vaya a dar a las mesas de laboratorio:

Ventajas del acero:

No hay peligro de incendio.

Las cubiertas pintadas con resinas epoxi y -

pasadas por horno son resistentes a la mayoría de ácidos, bases y disolventes.

Mayor facilidad de limpieza.

Mayor flexibilidad (se adaptan bien al diseño modular).

Ventajas de la madera:

Material más suave.

Más silencioso.

Más fácil de dañar, pero también más fácil de reparar.

Más fácil de rehacer las cubiertas (el metal necesita de horno, la madera no).

Los fabricantes de mesas de madera son más comunes que los de acero.

El costo es menor.

Absorben los golpes con materiales frágiles como es el vidrio.

Cuando se seleccionan mesas de madera, es conveniente tratar las cubiertas para evitar la corrosión o maltrato de las mismas en poco tiempo; así existen maderas que pueden ser usadas sin tratamiento, como la teca sólida que es estable con la mayoría de los ácidos y álcalis, pero es inestable con el calor elevado. Las maderas que se usan con tratamiento superficial son el pino y el roble sólidos y son estables a la mayoría de los ácidos, álcalis y elevadas temperaturas. El tratamiento se puede dar por 2 métodos:

El primero consiste en preparar una solución de clorhidrato de anilina en agua y tratar la madera con ésta hasta que penetre bien, posteriormente se prepara una solución consistente en una parte de clorato de potasio y una de sulfato de cobre disueltas en 120 partes de agua; se aplica esta hasta que la madera se vuelve negra. El tratamiento se termina aplicando aceite de linaza en la superficie.

Para el segundo método se prepara una solución con 600g de clorhidrato de anilina en 4 litros de agua y una segunda solución con 86g de cloruro cáprico, 33g de cloruro de amonio y 67g de clorato de potasio disueltos en un litro de agua. Inmediatamente antes de la aplicación, se mezclan 4 partes de la primera solución con la segunda y se aplica 4 veces o más, con intervalos de un día entre las aplicaciones; después se puede aplicar aceite de linaza.

Existen otros materiales que son empleados para cubrir las mesas de laboratorio como:

- Formica:** resistente al calor hasta de 150°C, ácidos, álcalis y disolventes.
- Loza:** resistente a ácidos, álcalis, disolventes, elevadas temperaturas; alto costo.
- Resinas epóxicas:** es quizá el mejor de todos los materiales citados, es resistente a ácidos, álcalis, disolventes y elevadas temperaturas.
- Pinturas epoxi:** Resistentes a casi todo excepto H_2SO_4 conc., HNO_3 conc. y formaldehído).
- Piedras naturales:** Silicatos generalmente, resisten ácidos, bases y disolventes; no resisten el calor.

El aspecto complementario de las mesas de trabajo de laboratorio es la infraestructura. El material a seleccionar, debe ser sometido a las consideraciones antes citadas, debido a -- que normalmente alberga los servicios generales de la mesa. -- La construcción e instalación es importante ya que debe proporcionar facilidades de reparación de los servicios generales.

El diseño de la infraestructura debe fundamentarse en la clase de equipo que vaya a ser almacenado dentro de las gavetas y cajones y debe incluir espacios libres para meter las piernas al sentarse.

Es indispensable en una mesa de laboratorio, la instalación de una pileta o tarja para el lavado del material de vidrio -- que debe estar estratégicamente colocada para facilitar el desplazamiento del personal. El material de construcción debe ser resistente a ácidos, álcalis y otros productos químicos corrosivos; los materiales más usuales son:

Acero inoxidable. -- El más usado, de fácil limpieza, pero sino esta bien nivelado, pueden quedar residuos de reactivos que lo atacan; son de costo elevado.

Plomo. -- Son tal vez las menos populares por ser antiestético, no obstante son útiles ya que el plomo puro es particularmente inerte y resistente el ataque de los ácidos, sin embargo se pueden atacar por el mercurio; tienen la ventaja de disminuir las roturas de material de vidrio.

Polietileno. -- Actualmente están adquiriendo más demanda en el mercado y pueden desplazar a otros materiales, se pueden conseguir en cualquier modelo y tamaño, son resistentes a casi todos los reactivos --

químicos, disminuyen las roturas del material de vidrio, son silenciosas y estéticas.

Existen otros tipos de piletas como las de metal esmaltado a fuego, madera y monel principalmente que pueden ser usadas dependiendo de la aplicación que se les vaya a dar. Es conveniente instalar un tablero adecuado para escurrido integrado a la piletta.

Los servicios en la mesa de trabajo son indispensables para un correcto funcionamiento, su colocación varía dependiendo de -- las circunstancias, pueden estar alojados en cajas bajo el suelo y únicamente sobresalir en la superficie, pueden estar suspendidos del techo o cuando se trata de poyatas, en las paredes detrás de los elementos constitutivos de las mismas.

Los servicios que se deben instalar en las mesas de laboratorio dependen del trabajo a realizar, los mas comunes son: agua fría, agua caliente, vapor, gas, aire comprimido, vacío y electricidad. El agua fría, gas, vacío y electricidad son indispensables en un laboratorio para el control de la contaminación del agua, la distribución de los servicios en distintos puntos de la mesa se puede hacer mediante un tunel central que puede ser instalado en el estante para reactivos, situado en la parte central de la mesa. Se pueden instalar los servicios en -- forma oculta, pero tienen muchas desventajas desde el punto de vista de mantenimiento. Es importante que todas las válvulas de control sean colocadas en posiciones accesibles en todas -- las mesas de laboratorio.

La identificación de los servicios que son conducidos por tuberías, internacionalmente son:

Aire comprimido	Blanco
Electricidad	Naranja luminoso
Gas	Amarillo Canario
Vapor	Aluminio
Agua fría	Azul marino
Agua caliente	Verde claro
Vacío	Negro

El suministro de agua fría en las mesas de laboratorio debe ser diseñado de acuerdo a las necesidades de trabajo, es decir, el número de grifos por mesa incluyendo el de la piletta, materiales de construcción de las tuberías (cobre, plomo, hierro) y la sección de la tubería, ésta se calcula a partir del número de grifos y de la presión media del agua abastecida. La instalación-

deberá de ser uniforme, sin fugas, resistente a los productos corrosivos y bien acabada.

El suministro eléctrico de las mesas de trabajo requiere de la mejor protección, se recomiendan tubos metálicos sellados, las cajas de registro se colocan, lo mas alejado posible de los -- grifos de agua, salidas de vapor y otras fuentes de humedad, -- loe que evidentemente es difícil de lograr en las mesas que -- tienen todos los servicios en el centro.

Para calcular la carga que soportará cada contacto, es conveniente realizar un acomodo teórico de los aparatos que van a -- ser conectados en las mesas, considerando aproximadamente un -- 20% de margen de seguridad.

El suministro de gas (butano) se realiza a través de tubería -- de cobre y es importante que esta esté lo mas separada de la -- tubería de suministro eléctrico, las válvulas de salida deben ser especiales para gas, con la finalidad de evitar fugas.

Finalmente en el suministro de aire comprimido y/o vacío, debe emplearse tubo de acero o cobre y debe poseer a la entrada de la mesa una trampa para agua, con el fin de evitar que se sumi -- nistre aire húmedo o que la succión de agua en la bomba de va -- cío cause problemas.

El espaciamiento mínimo que debe existir entre una mesa de tra -- bajo y otra es de 1.50 m. En la figura No. 2 se observa la -- distribución de mesas de laboratorio con sus servicios en for -- ma adecuada.

B.- REQUERIMIENTOS ELECTRICOS.

Los requerimientos eléctricos de un laboratorio, se determinan a partir del equipo que se emplea comunmente. En un laborato -- rio para el control de la contaminación del agua, las determi -- naciones analíticas que mas se realizan, y que requieren de apa -- ratos eléctricos son :

Potencial hidrógeno	Potenciómetro
Conductancia específica	Conductímetro
Turbiedad	Turbidímetro
Calor	Comparador de calor
Sólidos	Baño maría, placa caliente, estufa, mufla y balanza -- analítica.
Sulfatos	Agitador magnético, espectro -- fotómetro
Silíce	Espectrofotómetro



QUÍMICA

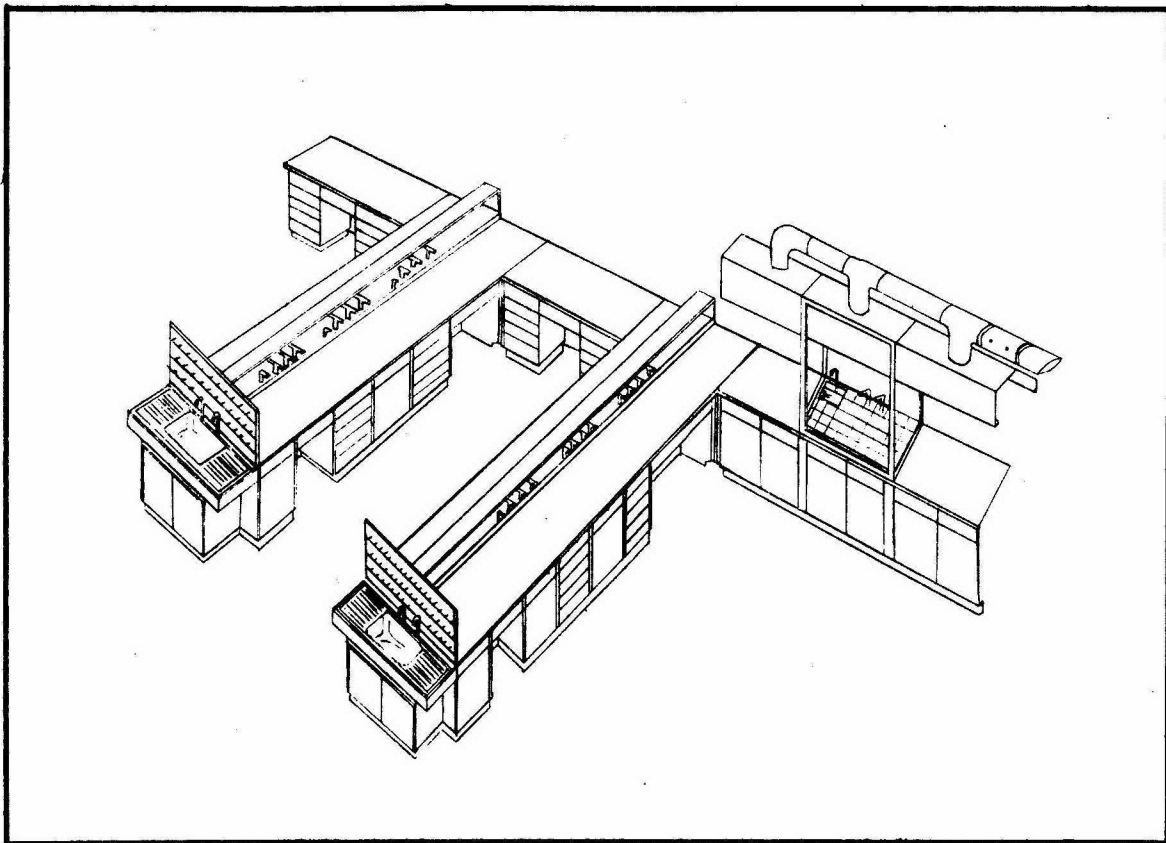


FIGURA No. 2

MESA DE TRABAJO ADOSADA A LA PARED, CON DOS MESAS PERPENDICULARES A ELLA Y CON CAMPANA DE HUMOS INTEGRADA

Oxígeno disuelto	Analizador de oxígeno disuelto
Demanda bioquímica de oxígeno	Incubadora
Demanda química de oxígeno	Placa caliente
Nitrógeno total	Aparato destilador y digestor para nitrógeno
Fosfatos totales	Autoclave, espectrofotómetro
Detergentes	Espectrofotómetro
Metales pesados	Espectrofotómetro de absorción atómica, horno de grafito y autoclave.
Bacteriología	Autoclave, incubadora, baños de agua
Grasas y aceites	Estufa, estufa de vacío y placa caliente

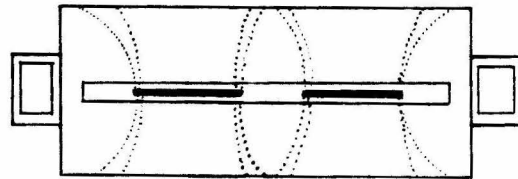
Además existen servicios del laboratorio como son la iluminación suministro de aire comprimido y vacío, centrífuga, destilador de agua, refrigerador, motores para campanas de extracción y ventilación, y otros equipos eléctricos adicionales. Hay que asegurar en la instalación, carga adicional para equipos que puedan ser instalados en el futuro como un analizador de carbono orgánico total, analizador elemental (C.H.O.N.) cromatógrafo de gases, microscopios etc.

Así el sistema eléctrico deberá dividirse en una instalación de 110 volts y otra de 220 volts para satisfacer las necesidades de los diferentes equipos con que contará el laboratorio. En virtud de que la carga eléctrica necesaria; sobrepasa la que puede surtir las líneas de la red de alta tensión locales, se requiere la instalación de una subestación eléctrica adecuada para proteger los aparatos e instrumentos de precisión contra los cambios de voltaje.

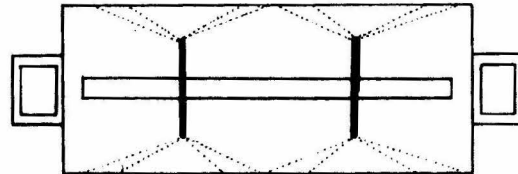
La iluminación artificial en el laboratorio debe tener en cuenta que la superficie de trabajo esté suficientemente iluminada para facilitar a los ocupantes la visión sin esfuerzo y dar un ambiente confortable y agradable. La luz debe ayudar al personal a cumplir su cometido, por tanto, este será el fin primordial de la iluminación, además de aumentar la estética del laboratorio. Los cambios de luz afectan en la misma proporción a la visión y se puede decir en general, que cuanto más preciso sea el trabajo, más iluminación requiere.

Una iluminación eléctrica conveniente se obtiene a partir de tubos luminiscentes (fluorescentes) ya que dan una luz más difusa, económica y muy parecida a la luz diurna (factor importante para trabajos colorimétricos).

La ubicación de los tubos fluorescentes, encima de las mesas debe tener la disposición que se muestra en la figura No. 3 - para favorecer la difusión de la luz, sobre las áreas de trabajo.



Posición incorrecta



Posición correcta

Figura No. 3

*Posiciones más comunes de los tubos fluorescentes
sobre las mesas de trabajo*

C.- REQUERIMIENTOS HIDRAULICOS.

Los requerimientos hidraulicos en el laboratorio se pueden dividir en dos partes, una comprende el suministro de agua y la otra el desagüe.

El suministro del agua debe hacerse previendo la presión necesaria para que puedan trabajar a una presión constante todas las válvulas de agua que sean utilizadas en el laboratorio. Por ejemplo, para un laboratorio que tiene 3 mesas de trabajo con 6 válvulas de salida de agua cada una, pileta adecuada para cada mesa y servicios de agua para autoclave, destilador de agua y otros aparatos que requieren del agua para su funcionamiento, es suficiente una carga de 10 m dada por un tanque elevado.

El desagüe se debe realizar a través de una red de tuberías en donde el desgaste no sea intenso ya que de otra forma corroería la tubería rápidamente con los consecuentes problemas. Los materiales más empleados son: cerámica antiácida, hierro colado, fundición de hierro con elevada proporción de silicio, fundición de hierro con un revestimiento vitreo, plomo y polietileno. La selección de el material, lo determina la naturaleza del líquido que se va a transportar.

Actualmente el polietileno y otros materiales análogos tienen más empleo, ya que se pueden obtener tubos y aditamentos (codos, uniones, etc,) de todas las secciones. Es flexible, fácil de manejar; se puede soldar mediante un manguito que se calienta según un procedimiento parecido al que se emplea para soldar metales, consistiendo en colocar en contacto las 2 partes a soldar, se abrazan con el instrumento, que se calienta eléctricamente, y se mantiene hasta que se hayan unido bien las 2 superficies y se retira para evitar deformaciones, obteniéndose una soldadura muy fuerte.

Esta tubería resiste bien a los ácidos, álcalis y disolventes, agua caliente, mercurio, etc, siendo la más útil.

La naturaleza de los líquidos que se eliminan en los laboratorios de esta clase, hacen que se tengan que diluir algunos de ellos antes de descargarse al alcantarillado. Para ello, se instalan cisternas que, además de diluir líquidos, sirven para decantar los residuos sólidos, estas cisternas varían en capacidad de acuerdo al flujo de descarga.

D.- CAMAPA DE EXTRACCION.

Existen dos tipos de campanas de extracción, abiertas o cerradas; las campanas de extracción abiertas suelen ser de mayor tamaño, menor eficiencia y emplean sistemas de evacuación directo o indirecto.

En el sistema directo de extracción, los humos pasan a través de las aspas del ventilador, así como de la carcasa. Si la naturaleza de los humos es corrosiva, las aspas se protegen con una pintura anticorrosiva. Actualmente los motores de ---

extracción tipo centrífugo, se construyen de forma tal que la helice esté lo más separado del motor, para no estar en contacto con los humos. Para disminuir el ruido, los extractores se colocan exteriormente, protegidos de la intemperie, lo mejor posible.

El sistema directo de extracción es el más aconsejable cuando los humos son corrosivos, el ventilador y el motor se sitúan a nivel del suelo y no están en contacto con los humos; el aire, que se descarga a alta velocidad a través de un sistema Venturi, aspira el de la vitrina; este sistema es menos eficaz que el directo, más costoso, ruidoso y se pierde espacio en el laboratorio para encajar la carcasa y poder protegerlo.

La campana cerrada se emplea cuando el volumen de trabajo para extracción es pequeño, no resultando económicamente conveniente la instalación de una campana grande. Generalmente -- las dimensiones de la campana de humos son; altura 90 a 100 cm, anchura de la parte abierta, de 81 a 132 cm y altura de 90 cm, profundidad de 75 a 81 cm. Los materiales de construcción son de madera de teca, o de lámina de acero tratada con pintura anticorrosiva y reforzada con estructura de solera. La base de la campana puede ser de plomo puro, plástico, acero inoxidable, resinas epoxi u otros con características similares.

Para observar el trabajo que se está realizando, las campanas de humos se cierran con paneles de vidrio resistente al calor y a los humos, el espesor aconsejable es de 4.5 mm el marco -- que cierra la campana se puede abrir vertical o lateralmente deslizándose con suavidad si es vertical, debe estar bien -- equilibrado para que se pueda dejar abierto en cualquier posición. La suspensión que se les instala es la del sistema de contrapeso con cuerda de nylon o la cremallera. Los servicios en la campana deben ser electricidad, agua, vacío, gas y una escudilla pequeña. El sistema de extracción debe estar integrado en la parte superior; un modelo sencillo de campana de humos, así como los diferentes tipos de extracción, se puede -- ver en la figura No. 4

En la figura No. 5, se observa la localización de las áreas -- necesarias en un laboratorio para el control de la contaminación del agua.

E.- IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD:

La seguridad es tan importante en el laboratorio, como el resto de las labores que en él se desempeñan, afortunadamente la clase de trabajos a desarrollar en un laboratorio para el control de la contaminación no se presentan riesgos como en los casos de trabajo industrial en donde se está más expuesto a -- serios accidentes. Sin embargo el personal debe estar familiarizado con los materiales que se manejan, así como la condiciones de operación de los mismos, con el fin de prevenir -- --

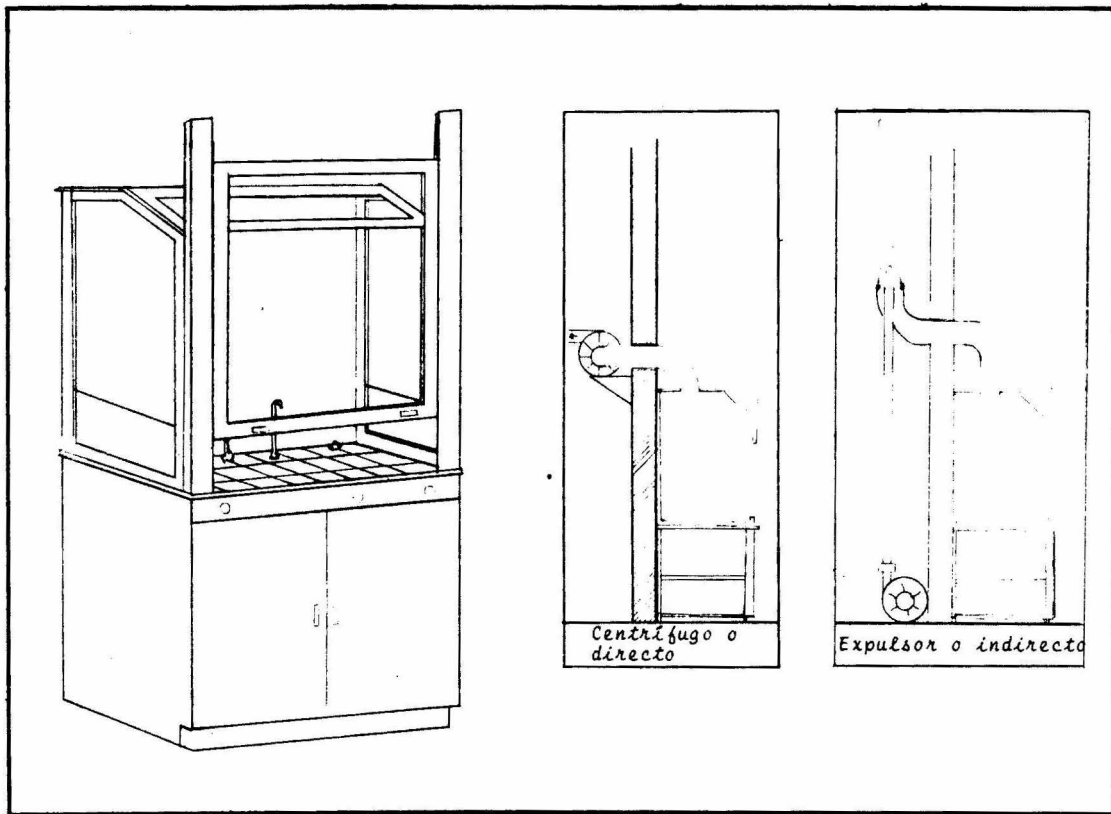


FIGURA No. 4

MODELO S ENCILLO DE CAMPANA DE HUMOS CON SERVICIOS INTEGRADOS Y LOS
DIFERENTES TIPOS DE EXTRACCION

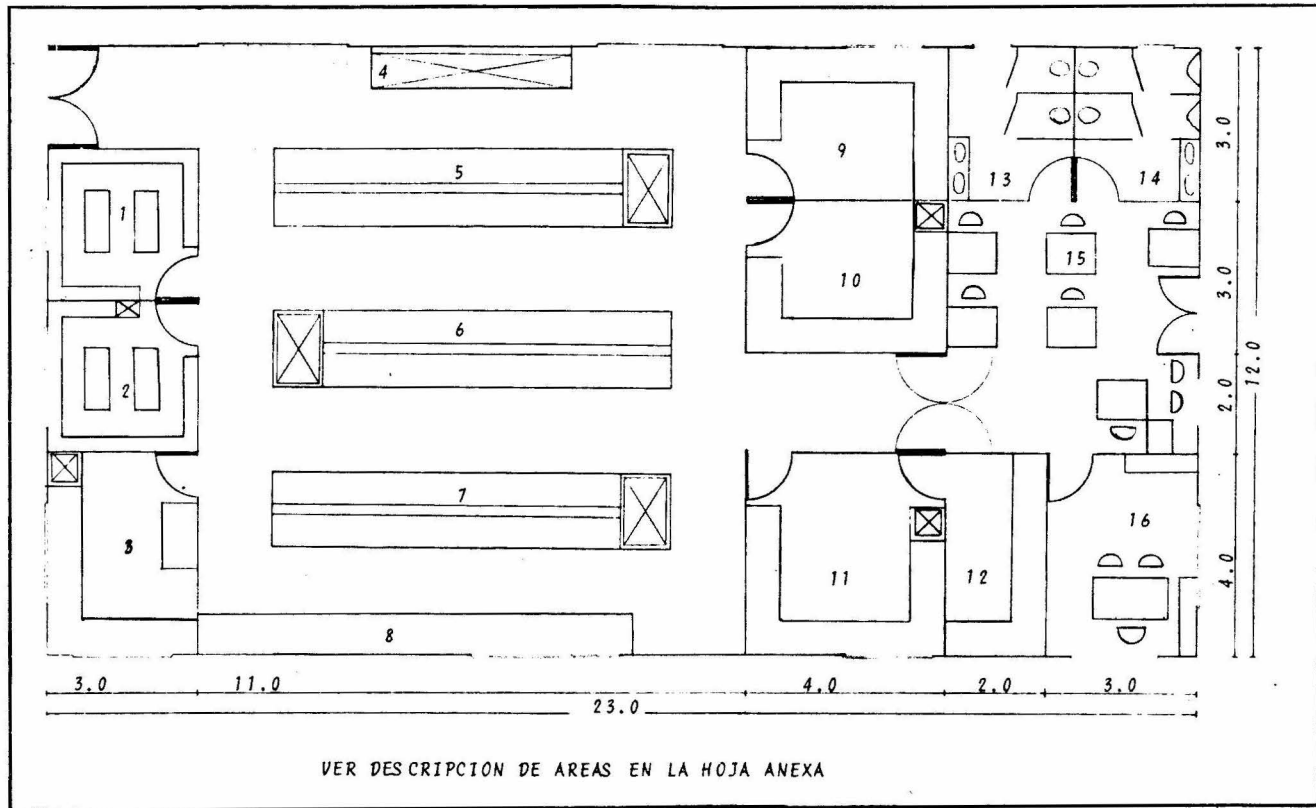


FIGURA No. 5

ESCALA 1:100
ACOTACIONES EN METROS

DESCRIPCION DE LAS AREAS EMPLEADAS EN EL LABORATORIO

ANEXO DE LA FIGURA No.5

DESCRIPCION DE LAS AREAS EMPLEADAS EN EL LABORATORIO

- 1.- Almacen de material
- 2.- Almacen de reactivos
- 3.- Sección de espectrofotometría de absorción atómica
- 4.- Mesa de lavado de material
- 5.- Mesa de trabajo de vía húmeda
- 6.- Mesa de trabajo de vía húmeda
- 7.- Mesa de trabajo de vía húmeda
- 8.- Mesa de aparatos
- 9.- Sección de balanzas e incubación de bacteriología
- 10.- Sección de instrumentos
- 11.- Sección de cromatografía preparativa
- 12.- Sección de cromatografía
- 13.- Sanitarios mujeres
- 14.- Sanitarios hombres
- 15.- Area de oficinas
- 16.- Privado Jefe de Laboratorio

accidentes y enfermedades; así los artículos o materiales más peligrosos que se manejan en un laboratorio de esta clase son.

a) MATERIALES INFECCIOSOS.

Las aguas de desecho, contienen millones de bacterias, algunas de las cuales son infecciosas y peligrosas y pueden causar enfermedades como disentería, tifoidea, hepatitis etc., así el personal técnico que maneja estos materiales debe lavarse las manos cuidadosamente, principalmente antes de ingerir alimentos. Se recomienda no aspirar con las pipetas los desechos - o muestras de agua contaminada con la boca, deben usarse peras de succión.

b) REACTIVOS QUÍMICOS CORROSIVOS.

Los reactivos químicos corrosivos como los ácidos, bases, soluciones de cloro y sales ferricas, deben de manejarse con cuidado ya que cada uno representa riesgos diferentes.

Los ácidos (sulfúrico, clorhídrico, nítrico, acético, glacial, crómico, etc.) son extremadamente corrosivos para la piel humana, metales, ropa, madera, cemento, piedra y concreto, se recomienda usar recipiente de vidrio o polietileno para su almacenamiento. En el caso de derrames accidentales de ácidos, se procede a diluir inmediatamente con grandes volúmenes de agua y a neutralizar el ácido con carbonato o bicarbonato de sodio hasta que no haya efervescencia, posteriormente se limpia la zona afectada.

Si el derrame se efectúa sobre una persona, se debe lavar inmediatamente con agua abundante y neutralizar con carbonato o bicarbonato de sodio. Se recomienda vertir y tomar con la pipeta, los ácidos cuidadosamente para evitar los derrames y goteos sobre las mesas de trabajo, superficies metálicas, equipo, etc., así como manejar el ácido clorhídrico en campana de extracción.

Los álcalis (hidróxido de sodio, potasio, amonio etc.) deben manipularse con cuidado ya que tienden a corroer fácilmente la piel, ropa, cuero, etc, se recomienda emplear recipiente de vidrio o polietileno para su almacenamiento. El hidróxido de amonio es irritante a los ojos y sistema respiratorio por tanto, debe manejarse de preferencia en campanas de extracción. En caso de derrames de álcalis, debe procederse al lavado con grandes porciones de agua y posteriormente a la neutralización con soluciones saturadas de ácido bórico.

Las soluciones de cloro gaseoso, deben manejarse en campana de extracción, evitar su inhalación ya que es tóxica; los recipientes que las contengan deben estar bien tapados, para evitar el

escape de vapores.

Las sales ferricas, así como el cloruro ferrico, son muy corrosivas para los metales, debe evitarse el contacto corporal y en caso de que éste suceda, debe lavarse inmediatamente con agua abundante.

c) MATERIALES TOXICOS.

Los materiales tóxicos pueden ser sólidos, líquidos o gaseosos, debe evitarse su ingestión o inhalación.

Los materiales tóxicos sólidos son principalmente los cianuros, compuestos de cromo, cadmio y otros de metales pesados.

Los materiales tóxicos líquidos como el tetracloruro de carbono, hidróxido de amonio, ácidos nítrico y clorhídrico, formaldehído, cloroformo, bromo etc. deben manejarse en campana de extracción.

Los materiales tóxicos gaseosos como el ácido sulfhídrico, cloro, amoníaco, etc., deben manejarse también en campana.

Como puede apreciarse la mayoría de los reactivos químicos son tóxicos, pero en la etiqueta original, se indica el antídoto adecuado cuando se produce ingestión o inhalación.

d) MATERIALES EXPLOSIVOS E INFLAMABLES.

Los materiales explosivos que más se emplean en el laboratorio son gases (acetileno, hidrogeno) y líquidos (benceno, eteretílico, acetona, eter de petróleo, etc.), los cuales deben almacenarse de acuerdo a los métodos para prevenir los incendios. - Estos materiales no deben usarse cerca de mecheros o parrillas encendidas, si se está destilando algún reactivo, no debe desatenderse el proceso, no se debe fumar en ningún caso en el laboratorio o almacén de reactivos, ya que puede ser peligroso.

e) MATERIAL DE VIDRIO ROTO.

El material de vidrio que se haya roto debe desecharse cuando sea económico como vasos de precipitado o matraces, para evitar algún accidente cuando se este manipulando. En el caso de material especial, debe separarse y procurar repararlo. No debe emplearse el material de vidrio roto para el trabajo de rutina.

f) IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD.

Es indispensable considerar dentro del equipo de laboratorio -

elementos de seguridad como lo son extinguidores de fuego de polvo químico que sean eficientes y de suficiente capacidad, deben estar colocados en lugares estratégicos dentro del laboratorio y en corredores libres de obstrucciones. Estos -- equipos deben estar dispuestos para uso inmediato, se recomienda usar extinguidores manuales para sofocar rápidamente los incendios pequeños que suelen producirse en las mesas de laboratorio.

El laboratorio contará con regaderas de emergencia en lugares de fácil acceso, de acuerdo a las áreas de mayor trabajo y riesgo de accidentes por derrame de reactivos químicos sobre alguna persona.

Así mismo se deben instalar botiquines de primeros auxilios en lugares estratégicos dentro del laboratorio, que contengan lavavojos, carbonato o bicarbonato de sodio, pomadas para quemaduras, agua oxigenada, alcohol, vendas, tela adhesiva, gotas para los ojos, etc.

Todo el personal del laboratorio debe trabajar con bata de algodón para proteger su ropa, o su piel de posibles quemaduras por ácidos, bases u otros reactivos corrosivos, así mismo se debe contar con el quipo necesario para el manejo de recipientes calientes, como guantes de asbesto, tenazas para crisoles etc.

En la figura No. 6 se presenta la localización de los implementos de seguridad más importantes en el laboratorio como son extinguidores de polvo químico, regaderas de presión y botiquines de primeros auxilios.

F.- OTROS SERVICIOS.

Dentro del diseño de instalación, deben considerarse las ventanas o aparatos que proporcionen una ventilación adecuada, los techos bajos son inapropiados; la presencia de gases tóxicos, humos y polvos, constituyen un serio peligro para la salud, y se deben eliminar por completo, por medio de un sistema de extracción eficiente, entre los que cabe citar las ventilaciones locales, campanas y extractores de aire.

El material que se emplea en el piso del laboratorio es importante para la seguridad de las personas que trabajan en él; los materiales más recomendables son cemento pulido, mastique alféltico, terrazo y madera de teca o roble, éstos materiales no deben de ser encerados.

Se deben de reservar espacios específicos para almacenes de material de consumo en el laboratorio y reactivos; estos son los más importantes, los almacenes deben ser llenados cuidadosamente, para conocer rápidamente la posición exacta de los reactivos y deben tener una ventilación adecuada.

CAPITULO IV

DISEÑO ELECTRICO E HIDRAULICO

A.- SELECCION DE ALIMENTACION DE CORRIENTE ELECTRICA

B.- DIAGRAMA DE LA RED ELECTRICA

C.- DIAGRAMA DE LA RED HIDRAULICA Y DE GAS

CAPITULO IVDISENO ELECTRICO E HIDRAULICO

A. - SELECCION DE LA ALIMENTACION DE CORRIENTE ELECTRICA.

La alimentación de corriente eléctrica en un laboratorio para el control de la contaminación del agua, debe incluir suministro de energía para instrumentos o aparatos que funcionan a 110-120 volts, así como para aquellos que trabajan con 220-240 volts.

La selección de la cantidad de contactos de 110-120 volts y de 220-240 volts, la determina las especificaciones del equipo que sea necesario.

El equipo eléctrico mínimo requerido para un laboratorio de este tipo, con alimentación de corriente monofásica de 110-120 volts es el que se muestra en la tabla No. 19.

TABLA No. 19

EQUIPO	CANTIDAD	DEMANDA DE ENERGIA		INTENSIDAD	
		WATTS		AMPERES	
		UNITARIO	TOTAL	UNITARIO	TOTAL
Aparato de digestión de nitrógeno de 6 unidades	1	4,000	4,000	33.3	33.3
Aparato para destilación de nitrógeno de 6 unidades	1	3,600	3,600	32.7	32.7
Analizador de oxígeno disuelto	2	40	80	0.3	0.6
Agitador magnético con reóstato y control de temperatura	2	615	1,230	5.6	11.2
Analizador de carbono orgánico total (COT) con registrador	1	1,700	1,700	15.4	15.4

EQUIPO	CAN- TI- DAD	DEMANDA DE ENERGIA WATTS		INTENSIDAD AMPERES	
		UNITARIO	TOTAL	UNITARIO	TOTAL
Analizador elemental de Carbono, Hidrógeno, Oxígeno y Nitrógeno (C.H.O.N) con registrador	1	4,450	4,450	40.4	40.4
Bomba de presión y vacío de 1/3 de HP	1	187	187	1.7	1.7
Baño maría con control de temperatura	1	2,400	2,400	21.8	21.8
Balanza analítica	2	15	30	0.1	0.2
Centrífuga	1	107	107	2.5	2.5
Conductímetro	1	40	40	0.2	0.2
Comparador de color	1	25	25	0.2	0.2
Cromatografía de gases con registrador	1	2,750	2,750	25.0	25.0
Estufa de vacación	1	1,450	1,450	13.2	13.2
Estufa de convección	1	1,400	1,400	11.7	11.7
Espectrofotómetro ámbito ultravioleta, visible e infrarrojo	2	100	100	0.9	1.8
Espectrofotómetro de absorción atómica con registrador	1	1,000	1,000	9.1 m	9.1
Incubadora para demanda bioquímica de oxígeno	1	960	960	8.0	8.0
Incubadora para bacteriología	2	150	300	1.2	2.4
Potenciómetro	2	7	14	0.1	0.1
Placa caliente grande	1	3,200	3,200	26.6	26.6
Equipo de extracción con 6 reóstatos individuales y control de temperatura	2	1,800	3,600	16.4	32.8
Refrigerador	1	550	550	5.0	5.0
Turbidímetro	1	100	100	0.9	0.9
Iluminación fluorescente con lámparas de 74 watts (una por cada 3 mts de área de trabajo (suponiendo área de 225 m ²)	75	74	5,550	0.7	52.5

El equipo necesario con alimentación de corriente trifásica de 220-240 volts, se muestra en la tabla No. 20.

TABLA No. 20

EQUIPO	CANTIDAD	DEMANDA DE ENERGIA WATTS		INTENSIDAD AMPERES	
		UNITARIO	TOTAL	UNITARIO	TOTAL
Autoclave	1	9,000	9,000	40.9	40.9
Destilador agua para 5 galones por hora	1	6,500	6,500	33.0	33.0
Horno de grafito para espectro fotométrico de absorción atómica	1	6,600	6,600	30.0	30.0
Magla para control de temperatura	1	7,200	7,200	36.0	36.0
Compresora de 2 HP		880	880	4.0	4.0
Bomba de vacio	1	960	960	4.3	4.3
Motor de 1 HP para campana de extracción	1	500	500	2.2	2.2

De acuerdo con la descripción del equipo eléctrico requerido con su carga eléctrica especificada, las necesidades eléctricas mínimas son:

Alimentación de corriente monofásica:

110-120 volts 38923 Watts 349.3 Amperes

Alimentación de corriente trifásica:

220-240 volts 32340 Watts 150.4 Amperes

En vista de que las cargas eléctricas a controlar, y de que los equipos que las requieren son en su mayoría de precisión, es necesario considerar en la instalación del laboratorio una subestación eléctrica de la capacidad necesaria para asegurar el suministro de corriente eléctrica tanto a 110-120 volts, como 220-240 volts sin variaciones sensibles que afecten a los instrumentos.

La subestación eléctrica será de la siguiente capacidad:

20).- KVA monofásico = Amperes x volts/1000

21).- KVA trifásico = Amperes x volts x 1.73/1000

$$\text{KVA monofásico} = 349.3 \times 110/1000 = 38.4$$

$$\text{KVA trifásico} = 150.4 \times 220 \times 1.73/1000 = 57.2$$

$$\text{KVA total} = 95.6$$

Las condiciones de seguridad que suelen darse en estos casos es de un 10%, así la subestación será de

$$95.6 + 9.6 = 105.2 \text{ KVA}$$

Como no se encuentran en el mercado subestaciones de esta capacidad, se seleccionará una de 112.5 KVA con cuatro derivaciones (tres fases al neutro)

B.- DIAGRAMA DE LA RED ELECTRICA

La red eléctrica, será tendida en el laboratorio, tomando en cuenta el acomodo del equipo, es decir, si es posible, reunir la mayor parte del equipo de 220-240 volts en una sola sección y distribuir equitativamente en el área de trabajo el equipo de 110-120 volts para evitar sobrecarga de corriente en una línea.

Anteriormente, se ha mencionado como ejemplo un laboratorio con tres meses de trabajo y un área de aproximadamente 225 m² sobre los que se hicieron suposiciones de suministro de agua e iluminación, en la figura No. 7 se aprecia un diseño de distribución de aparatos e instrumentos para un laboratorio con esas características.

La red eléctrica se ve representada en la figura No. 8 por líneas delgadas que representan el suministro de corriente monofásica y por líneas gruesas representando la corriente trifásica, así mismo se especifican el tipo de contactos que deben ser colocados, en las posiciones sugeridas, de acuerdo a la distribución de aparatos e instrumentos.

C.- DIAGRAMA DE LA RED HIDRAULICA Y DE GAS.

La red hidráulica que será instalada en el laboratorio se divide en suministro de agua y drenaje. En la figura No. 9 se presenta la distribución de tomas de agua, gas vacío y aire comprimido, así como los diferentes sistemas de suministro a las mesas de trabajo.

El sistema de drenaje del laboratorio se presenta en la fig. No. 10; se incluyen desagües de aparatos como autoclave, destilador de agua, etc. y también localización de los registros de acceso al drenaje.

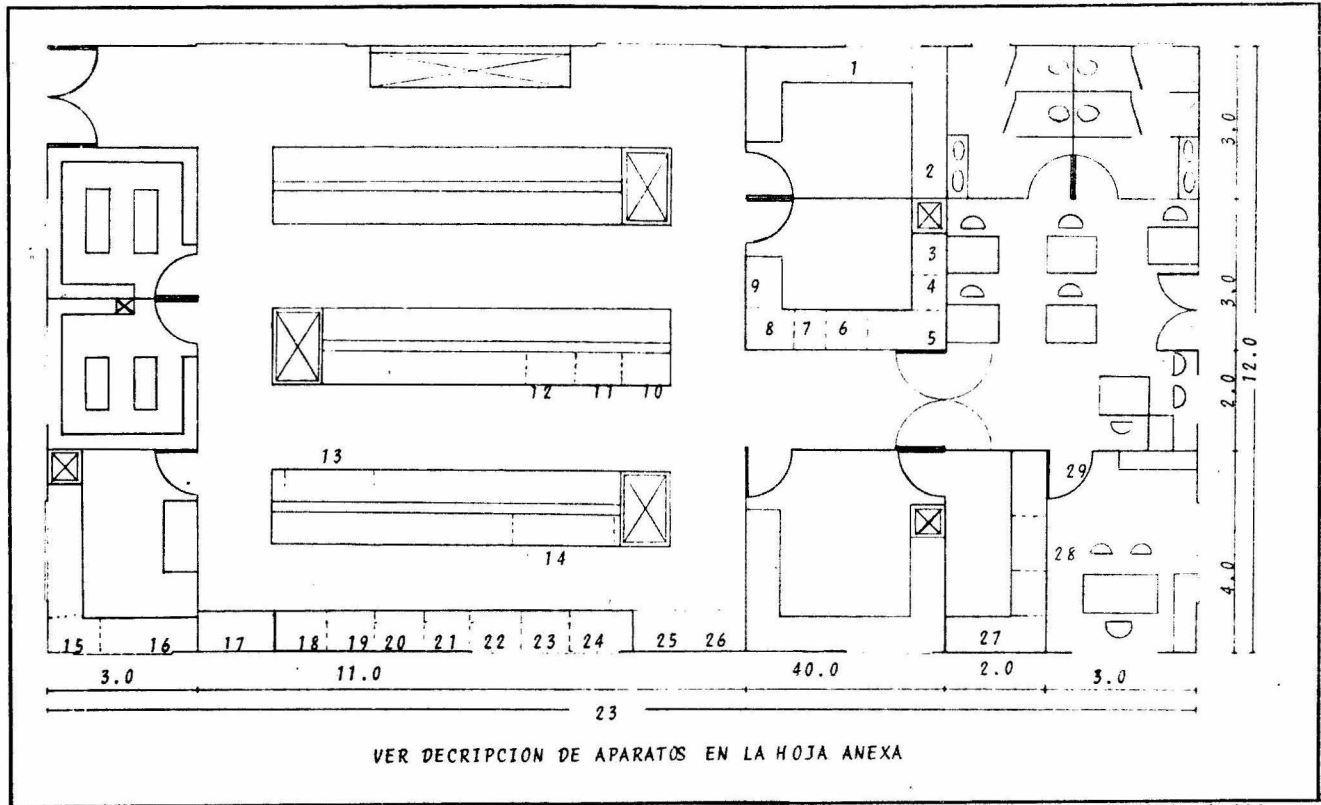


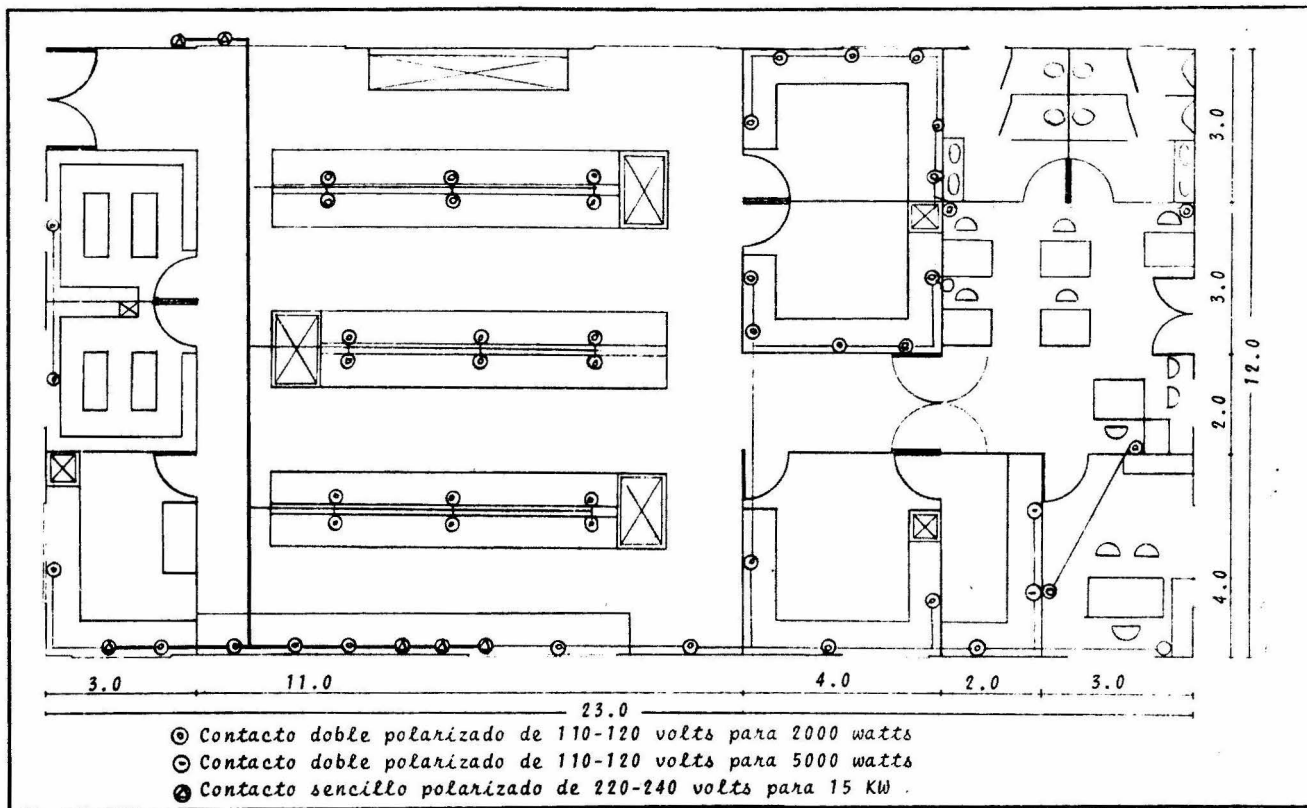
FIGURA No. 7

DISTRIBUCION DE APARATOS E INSTRUMENTOS EN LAS MESAS DE TRABAJO

ANEXO DE LA FIGURA No. 7

DISTRIBUCION DE APARATOS E INSTRUMENTOS EN LAS MESAS DE TRABAJO

- 1.- Balanzas analíticas
- 2.- Incubadoras para bacteriología
- 3.- Espectro fotómetros de ultravioleta e infrarrojo
- 4.- Potenciómetros
- 5.- Agitadores magnéticos
- 6.- Turbidímetro de Jackson
- 7.- Comparador de color
- 8.- Conductímetro
- 9.- Analizador de oxígeno disuelto
- 10.- Bomba de presión y vacío
- 11.- Estufa de vacío
- 12.- Centrífuga
- 13.- Parrillas calientes
- 14.- Equipos de extracción
- 15.- Horno de grafito
- 16.- Espectro fotómetro de absorción atómica con registrador
- 17.- Campana de extracción
- 18.- Destilador de nitrógenos
- 19.- Digestor de nitrógenos
- 20.- Autoclave
- 21.- Destilador de agua
- 22.- Mufla
- 23.- Estufa de convección
- 24.- Baños de agua
- 25.- Incubadora para D. B. O.
- 26.- Refrigerador para muestras
- 27.- Cromatógrafo de gases con registrador
- 28.- Analizador elemental C.H.O.N. con registrador
- 29.- Analizador de C.O.T. con registrador



ES CALA 1:100
 ACOTACIONES EN METROS

FIGURA No. 8

LOCALIZACION DE CONTACTOS ELECTRICOS EN EL LABORATORIO

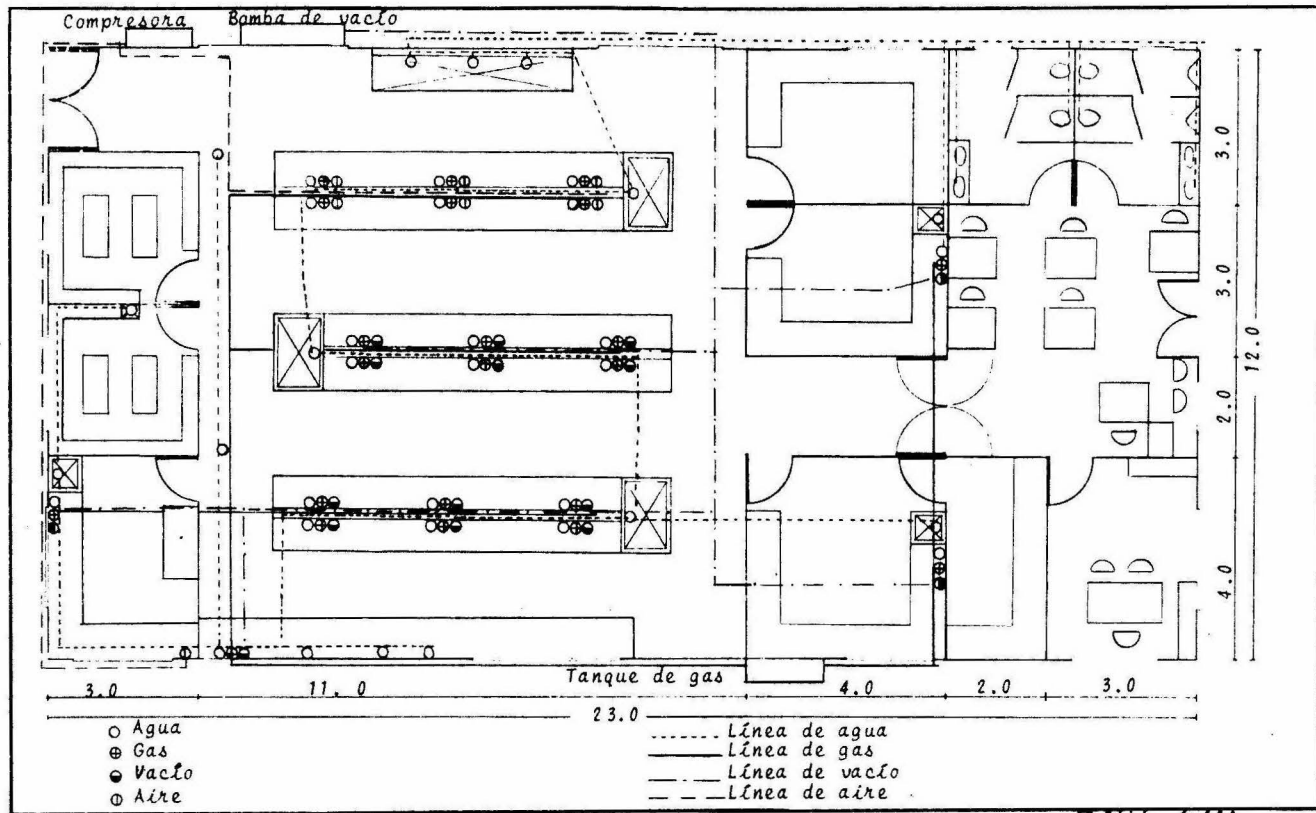
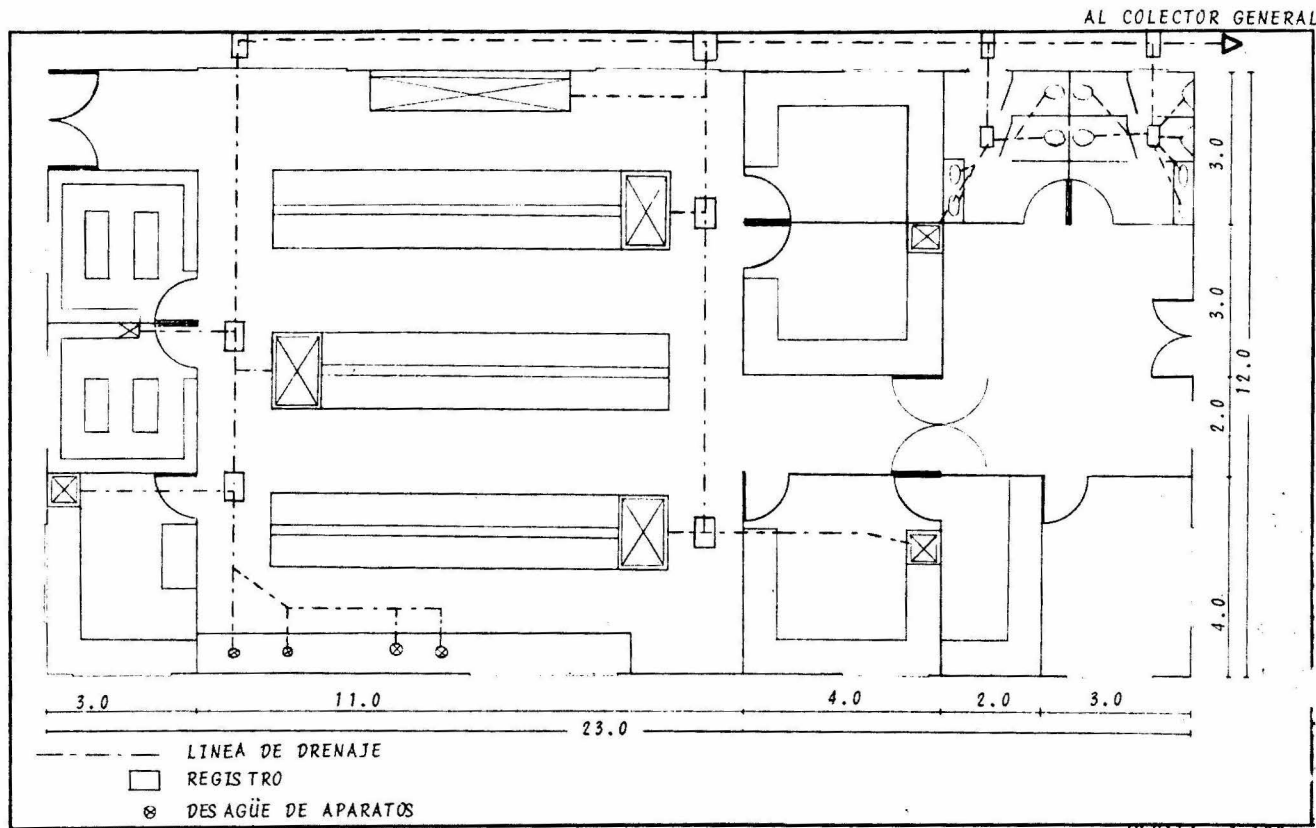


FIGURA No. 9

LOCALIZACIÓN DE LAS TOMAS DE AGUA, GAS, VACIO Y AIRE
 EN EL LABORATORIO



ESCALA 1:100
 ACOTACIONES EN METROS.

FIGURA No. 10

LOCALIZACION DEL SISTEMA DE DRENAJE DEL
 LABORATORIO

CAPITULO V

EQUIPO DE LABORATORIO

A. - INSTRUMENTAL

B. - MATERIAL DE VIDRIO

C. - REACTIVOS

D. - OTROS

CAPITULO V

EQUIPO DE LABORATORIO

El equipo de laboratorio necesario para desarrollar los análisis físicoquímicos y bacteriológicos tendientes a evaluar la calidad de aguas naturales, contaminadas y tratadas se menciona en los incisos complementarios de este capítulo.

Las determinaciones analíticas citadas en el capítulo II, que pueden ser realizadas con el equipo suministrado son los mostrados en la tabla No. 21

TABLA No. 21

Potencial hidrógeno
 Temperatura
 Conductancia específica
 Turbiedad
 Color
 Sólidos (todas formas)
 Alcalinidad
 Acidez
 Dureza
 Sulfatos
 Cloruros
 Silice
 Materia orgánica
 Oxígeno disuelto
 Demanda bioquímica de oxígeno
 Demanda química de oxígeno
 Nitrógeno total
 Fosfatos totales
 Grasas y aceites
 Detergentes
 Cromo
 Plomo
 Hierro
 Materia flotante
 Coliformes totales
 Coliformes fecales

Existen además, una serie de parámetros, que son importantes para complementar los estudios de calidad de agua, la mayoría de éstos, se analizan instrumentalmente con equipo especializado; los mas significativos son:

Carbono orgánico total

Metales pesados (Mn, Hg, Cd, Zn, As, B, etc)

Plaguicidas (D.D.T., Dieldrin, aldrin, etc.)

Los instrumentos empleados para el análisis de estos parámetros fundamentalmente son:

Analizador de carbón orgánico total

Analizador elemental orgánico

Espectrofotómetro de absorción atómica

Cromatógrafo de gases

En las relaciones de aparatos, material de vidrio y reactivos, se incluyen los accesorios necesarios para el funcionamiento de éstos instrumentos.

A. - EQUIPO INSTRUMENTAL.

Con el equipo e instrumentos que se describen en la tabla No. 22, se pueden desarrollar los parámetros citados anteriormente, en una cantidad ilimitada, debido a que están diseñados para cumplir con trabajo continuo durante algunos años, dependiendo de las especificaciones del fabricante, siempre y cuando sean empleados correctamente y reciban el mantenimiento adecuado periódicamente.

TABLA No. 22

APARATOS E INSTRUMENTOS DE PRECISION EMPLEADOS EN UN LABORATORIO PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA.

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION
2	Pza.	Agitadores magnéticos con parrilla eléctrica integrada, control de agitación y temperatura, para 115 volts, 615 watts, 50/60 Hertz.
1	Pza.	Analizador de carbón orgánico total, con registrador, infrarrojo, jeringas de inyección y accesorios generales, para 1,700 --

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION
		watts, 115 volts, 50/60 ciclos.
2	Pza.	Analizadores de oxígeno disuelto, con electrodo sensor, electrolitos, membranas; para operar con bacterias y corriente, equipado con baterías recargables, para 110 -- volts, 50/60 ciclos.
1	Pza.	Analizador elemental orgánico, para análisis de carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno. Equipado con registrador y accesorios complementarios, para operar a 110 - 120 volts, 4,450 watts, 60 ciclos.
1	Pza.	Aparato de destilación para nitrógeno - - Kjeldahl, multitubo de 6 unidades con control de temperatura en cada unidad, termómetro, con válvula para regular el volumen de agua de enfriamiento, para 120 volts -- 3,600 watts 50/60 ciclos.
1	Pza.	Aparato de digestión para nitrógeno Kjeldahl multitubo de 6 unidades con motor de extracción integrado 120 volts 4,000 watts 50/60 -- ciclos, con control de temperatura para cada unidad.
1	Pza.	Autoclave eléctrico de presión de vapor con cámara de dimensiones aproximadas de 50 cm - de altura, 50 cm de ancho y 90 cm. de profundidad, con control de tiempo, presión -- temperatura y nivel de agua automáticos, - puerta de bronce o acero cromado con brazos radiales, termostato de cartula, manómetros para la cámara interna y externa, - válvulas de secado y seguridad, generador de vapor para 220-240 volts, 9,000 watts.
2	Pza.	Banzas analíticas con capacidad máxima de 200 gramos, sensibilidad de 0.1 mg, con mecanismo de tara óptica y prepesada 110 volts 50/60 ciclos.
1	Pza.	Baño de agua con agitación, control de temperatura y sensibilidad de 0.05°C, control automático de bajo nivel de agua, para 115 volts, 2,400 watts, 50/60 ciclos.
1	Pza.	Baño de agua de 8 posiciones intercambiables con control de temperatura, para 120 volts 2,000 watts, 50/60 ciclos.
1	Pza.	Bomba de presión y vacío con base, motor - de 1/3 HP, 1725 R.P.M. 115 volts, 50/60 ciclos.
1	Pza.	Bomba de vacío con motor de 3 HP, 240 volts.

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION
1	Pza.	Centrifuga con cabezal para 4 plazas horizontales anillos muñones y cilindros de metal para cada plaza, con control de velocidad de centrifugación y freno para 115 volts, 50/60 ciclos.
1	Pza.	Comparador de cloro residual, tipo rejilla con <u>ám</u> bito de 0 a 5 mg/l, equipado con celdas.
1	Pza.	Comparador de color, para tubos Nessler con <u>ém</u> bolos, lampara, equipado con discos de color con <u>ám</u> bitos de 0 a 40 y de 40 a 80 unidades de color <u>es</u> cala platino cobalto, para 110 volts, 40 watts.
1	Pza.	Compresora con motor de 3 HP para 240 volts, <u>autó</u> matica.
1	Pza.	Conductímetro, con termocompensador, <u>ám</u> bito de de tección de 0 a 100,000 <u>um</u> hos/cm, equipado con <u>ce</u> ldas de constante 0.1, 1 y 10, para 115 volts 50/60 ciclos.
1	Pza.	cromatógrafo de gases, con detectores de captura de electrones e ionización de flama, con columnas de separación, registrador y accesorios <u>complemen</u> tarios para preparación y tratamiento de muestras, para 115 volts, 2,750 watts.
1	Pza.	Destilador de agua de 19 litros por hora, con <u>con</u> trol automático de bajo nivel de agua, sistema de eliminación de vapores e impurezas, para 240 volts 3,500 watts.
1	Pza.	Equipo de extracción Vari-heat, con 6 parrillas - individuales con control de temperatura, marco <u>me</u> talico y abrazaderas, para 115 volts 1,800 watts.
1	Pza.	Espectrofotómetro de absorción atómica con <u>regis</u> trador, regulador de gases, equipado con lamparas de descarga y de <u>cd</u> todo hueco, <u>teletipo</u> , autoanализador, filtro de agua y aire, juego de <u>solucio</u> nes patrón y jeringas, accesorios complementarios, para 120 volts, 2,000 watts, 60 ciclos.
2	Pza.	Espetrofotómetros, <u>ám</u> bito ultravioleta, visible - y cercano infrarrojo, regulado por transistores, - con <u>fil</u> tro y fototubo para el <u>ám</u> bito visible así como para el cercano infrarrojo, celdas de vidrio para 115 volts, 50/60 ciclos.
1	Pza.	Estufa eléctrica de convección mecánica, doble - pared, con tubo ventilador, y termostato hasta - 225 °C, dimensiones interiores aproximadas de 60 x 50 x 100 cm., 120 volts, 50/60 ciclos, 1,400 - watts.
1	Pza.	Estufa de vacío con válvulas de control de vacío,

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION
		termostato hasta 225°C, con dimensiones internas aproximadas de 30 x 30 x 40 cm, 120 volts, 50/60 ciclos, 1,450 watts.
1	Pza.	Horno de grafito, para microanálisis en absorción atómica, 240 volts, 6,600 watts.
1	Pza.	Incubadora para bacteriología, con ámbito de temperatura de 20 a 100°C, de convección gravitacional, con dimensiones interiores de 44 x 45 x 69 cm, 120 volts, 150 watts, 50/60 ciclos
1	Pza.	Incubadora para demanda bioquímica de oxígeno con capacidad de 17 pies cúbicos, ámbito de temperatura de 0 a 50°C, con control de temp. para 120 volts, 960 watts, 50/60 ciclos.
1	Pza.	Motor de un HP para campana de extracción, de 3 velocidades, 120 volts, 50/60 ciclos.
1	Pza.	Mufla eléctrica, con control de temperatura- ámbito de 0 a 1,600°C, con dimensiones interiores de 30 x 30 x 40 cm, para 240 volts 8,500 - watts.
2	Pza.	Potenciómetros con ámbito de lectura de 0 a 14 unidades de pH y de 0 a + 1,400 mv, con termo compensador de 0 a 100 grados centígrados, con electrodos de vidrio y referencia para 115 volts 50/60 ciclos.
1	Pza.	Refrigerador con capacidad aproximada de 850 - dms ³ cuatro puertas, equipado con 6 charolas - unidad integral de 1/3 de HP, para 120 volts.
1	Pza.	Turbidímetro, tipo visual, con ámbito de 0-150 unidades de turbiedad, con vasos de vidrio pre calibrados y émbolo de seguridad, para 115 - volts.
1	Pza.	Turbidímetro de bujía de Jackson, con cilindros metálicos de 25 y 75 cm, tubos de vidrio de 25 y 75 cm y bujías estándar.

B.- MATERIAL DE VIDRIO.

El material de vidrio que se requiere para desarrollar los análisis físicoquímicos, citados anteriormente, se mencionan a continuación, las cantidades de material, están seleccionadas para realizar 30 muestras diarias aproximadamente.

TABLA No. 23

MATERIAL DE VIDRIO EMPLEADO PARA EL ANALISIS DE AGUAS NATURALES CONTAMINADAS Y TRATADAS.

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION
10	Pza.	Agitadores de vidrio con gendarme.
3	Pza.	Aparato de destilación, capacidad de un litro con condensador Graham, con juntas esmeriladas.
8	Pza.	Aparatos de extracción Soxhlet, con condensador - Allihn, tubo de extracción y matraz, de 125 ml, - con juntas esmeriladas.
50	Pza.	Botellas de dilución de 160 ml con marca en 99 ml.
200	Pza.	Botellas para DBO de 300 ml con tapón esmerilado.
12	Pza.	Bulbos de conexión Kjeldahl tipo cilíndrico con 2 tubos curvos dentro del bulbo.
3	Pza.	Buretas automáticas de 25 ml con frasco de 100 ml y sifón.
6	Pza.	Buretas de 50 ml, con graduaciones de 0.1 ml.
3	Pza.	Buretas de 25 ml con graduaciones 0.1 ml.
2	Pza.	Buretas micro de 10 ml con graduaciones de 0.05 ml.
2	Pza.	Buretas micro de 5 ml con graduaciones de 0.05 ml.
40	Pza.	Cápsulas de porcelana con vertedor, con diámetro - de 9 cm y capacidad de 100 ml.
12	Pza.	Celdas de vidrio para el espectrofotómetro.
3	Pza.	Condensadores Allihn, tipo de rosario, con entrada esmerilada 35/40, de 20 cm de longitud.
15	Pza.	Condensadores Friedrich, con junta esmerilada en - la base, 24/40, de 350 mm de long.
3	Pza.	Condensador Graham con junta esmerilada en la en- - trada 24/40, y con tubo adaptado para tapón No. 3 en la base, de 300 mm de long.
9	Pza.	Conos Imhoff de 1000 ml, de vidrio, para <u>sedimenta</u> - <u>ción</u> , graduado hasta 40 ml/l.
50	Pza.	Crisoles Gooch de porcelana, de 24 mm de diámetro - y 40 ml de capacidad.
3	Pza.	Desecadores tipo Scheibler, transparente, con tapa curba esmerilada, de 250 mm de diámetro, con placa

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION
		de porcelana perforada de 230 mm de diámetro.
1	Pza.	Electrodo de referencia, calomel, ámbito de - temperatura de 5 - 80°C, pH de 0 - 14.
1	Pza.	Electrodo de vidrio, ámbito de pH de 0 a 14, - y de temperatura de 0 a 100°C,
10	Pza.	Embudos de filtración de talle corto de 65 mm de diámetro.
10	Pza.	Embudos de filtración de talle largo de 75 mm de diámetro.
3	Pza.	Embudos de filtración tipo Buchner de porcelana, de 126 mm de diámetro, con placa perforada fija.
3	Pza.	Embudos de seguridad de 30 cm de longitud.
10	Pza.	Embudos de separación Squibb, forma de pera, de 1,000 ml.
20	Pza.	Embudos de separación Squibb, forma de pera, - de 500 ml.
10	Pza.	Embudos de separación Squibb, forma de pera, - de 250 ml.
2	Pza.	Espátulas de porcelana, de 142 mm de largo con cucharilla.
5	Pza.	Frascos ámbar para reactivos, con tapón esmerilado, boca angosta, de 1000 ml.
5	Pza.	Frasco ámbar para reactivos, con tapón esmerilado boca angosta, de 250 ml.
6	Pza.	Frascos claro, para reactivos, con tapón esmerilado, boca angosta de 2,000 ml
20	Pza.	Frascos claro para reactivos con tapón esmerilado, boca angosta de 1,000 ml.
10	Pza.	Frascos claro para reactivos, con tapón esmerilado boca angosta, de 250 ml.
6	Pza.	Frascos claro para reactivos con tapón esmerilado boca angosta de 125 ml.
10	Pza.	Frascos gotero de 75 ml.
5	Pza.	Matraces aforados de 1,000 ml, con tapón esmerilado.
3	Pza.	Matraces aforado de 500 ml con tapón esmerilado.

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION
20	Pza.	Matraces aforados de 100 ml con tapón esmerilado.
20	Pza.	Matraces aforados de 50 ml con tapón esmerilado.
6	Pza.	Matraces Erlenmeyer de 2,000 ml graduados.
10	Pza.	Matraces Erlenmeyer de 500 ml graduados.
15	Pza.	Matraces Erlenmeyer de 500 ml con junta esmerilada 24/40.
50	Pza.	Matraces Erlenmeyer de 250 ml graduados.
10	Pza.	Matraces Erlenmeyer de 125 ml.
3	Pza.	Matraces de bola de fondo plano de 125 ml con boca esmerilada, entrada 24/40.
4	Pza.	Matraces Kitasato de 2,000 ml.
3	Pza.	Matraces Kitasato de 1,000 ml.
6	Pza.	Matraces Kitasato de 500 ml.
18	Pza.	Matraces Kjeldahl de 800 ml.
1	Pza.	Perlas de vidrio de 5 mm de diámetro.
60	Pza.	Pipetas bacteriológicas de 1.0, I.F. ml.
20	Pza.	Pipetas de Mohr de 10 ml.
20	Pza.	Pipetas serológicas de 2 ml.
10	Pza.	Pipetas serológicas de 5 ml
60	Pza.	Pipetas bacteriológicas de 10, 11 ml.
10	Pza.	Pipetas serológicas de 10 ml.
10	Pza.	Pipetas volumétricas de 5 ml.
10	Pza.	Pipetas volumétricas de 10 ml
10	Pza.	Pipetas volumétricas de 20 ml.
10	Pza.	Pipetas volumétricas de 25 ml.
6	Pza.	Pipetas volumétricas de 50 ml.
6	Pza.	Pipetas volumétrica de 100 ml.
3	Pza.	Probetas graduadas de 2,000 ml
6	Pza.	Probetas graduadas de 1,000 ml.
5	Pza.	Probetas graduadas de 500 ml.
5	Pza.	Probetas graduadas de 250 ml

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION
10	Pza.	Probetas graduadas de 100 ml.
10	Pza.	Probetas graduadas de 50 ml.
2	Pza.	Termómetros de inmersión total, con ámbito de temperatura - 10 a 50°C, con graduaciones de 1°C.
2	Pza.	Termómetros de inmersión total, con ámbito de temperatura de - 10 a 260°C, con graduaciones de 1°C.
2	Pza.	Termómetros inmersión total, con ámbito de temperatura de 0 - 101°C, con graduaciones de 0.1°C.
3	Pza.	Termómetros de inmersión total, con ámbito de temperatura de - 10 a 110°C, con graduaciones de 1°C.
2	Pza.	Tubos de conexión, con junta esmerilada en ambos lados 24/40, con ángulo de 90°.
500	Pza.	Tubos de cultivo, sin labio, de 18 x 150 mm.
500	Pza.	Tubos de cultivo, Durham sin labio, de 10 x 75 mm.
20	Pza.	Tubos Nessler, forma alargada de 50 ml.
20	Pza.	Tubos Nessler, forma alargada de 100 ml.
5	Pza.	Tubos para centrifuga, forma cónica, de 15 ml graduado, equipado con dedal de hule.
5	Pza.	Tubos para centrifuga, forma cónica de 50 ml graduado, equipado con soporte de hule.
1	Kg.	Tubos de vidrio de 5 mm de diámetro.
1	Kg.	Tubos de vidrio de 8 mm de diámetro.
1	Kg.	Varillas de vidrio de 5 mm de diámetro
1	Kg.	Varillas de vidrio de 8 mm de diámetro.
8	Pza.	Vasos de precipitados, forma alta de 50 ml.
12	Pza.	Vasos de precipitados, forma alta de 100 ml.
12	Pza.	Vasos de precipitados, forma alta de 250 ml.
10	Pza.	Vasos de precipitados, forma alta de 400 ml
6	Pza.	Vasos de precipitados, forma alta de 600 ml.

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION
3	Pza.	Vasos de precipitado, forma alta de 1,000 ml.
2	Pza.	Vasos de precipitado, forma alta de 2,000 ml.
10	Pza.	Vidrios de reloj de 75 mm de diámetro.

C.- REACTIVOS.

Los reactivos químicos necesarios para el análisis aproximado de 1,500 muestras de agua, se citan en la tabla No. 24. Existen análisis como los de plaguicidas y metales pesados, que requieren de reactivos especiales, éstos se solicitan por separado, de acuerdo con los parámetros a analizar.

TABLA No. 24

REACTIVOS QUIMICOS NECESARIOS PARA ANALIZAR 1,500 MUESTRAS DE AGUAS APROXIMADAMENTE.

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION
1	Fco (500g)	Acetato de sodio reactivo analítico
1	Blla (1l)	Acetona R.A.
1	Fco (1l)	Acido acético glacial R.A.
1	Fco (2.5 kg)	Acido bórico R.A.
3	Gar (18 l)	Acido clorhídrico conc. R.A.
1	Fco (100g)	Acido Etilendiamino tetraacético (sal de magnesio) R. A.
2	Fcos. (2.5. kg)	Acido etilendiamino tetraacético (sal - disódica) R.A.
1	Fco. (1l)	Acido fosfórico al 85% R.A.
1	Fco. (1l)	Acido nítrico conc. R.A.
1	Fco. (1l)	Acido perclórico R.A.
1	Fco (100g)	Acido salicílico R.A.
1	Fco (100g)	Acido sulfúrico R.A.
4	Gar (18 l)	Acido sulfúrico conc. R.A.
1	Fco (100g)	Acido tartárico R.A.
1	Fco (100g)	Acido tiomálico R.A.

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION
3	Bllas (3.8 l)	Alcohol etílico al 95 % R.A
4	Bllas (3.8 l)	Alcohol isobutílico R.A.
1	Blla (3.8 l)	Alcohol isopropílico R.A.
4	Bllas (3.8 l)	Alcohol metílico R.A.
1	Fco. (500g)	Almidón de papa.
1	Blla (1l)	Aminoetanol R.A.
1	Fco (28 g)	Anaranjado de metilo R.A.
1	Fco. (500g)	Arsenito de sodio R.A.
1	Lt (454g)	Asbesto fibra mediana.
1	Fco (25g)	Azul de metileno R.A.
1	Fco (25g)	Azul de timol R.A.
2	Gar (18l)	Benceno R.A.
1	Fco (500g)	Biftalato de potasio anhidro R.A.
1	Fco (500g)	Biyodado de potasio R.A.
7	Fcos (454g)	Caldo de ácido bórico deshidratado R.A.
7	Fcos (500g)	Caldo lactosa bilis verde brillante deshidratada R.A.
7	Fcos (454g)	Caldo lactosado deshidratado R.A.
2	Fcos (500g)	Carbón activado en polvo.
1	Fco (500g)	Carbonato de calcio anhidro, estándar primario.
1	Fco (500g)	Carbonato de sodio anhidro estandar primario.
1	Fco (1 kg)	Celite 503 filtro ayuda R.A.
1	Fco (250g)	Cianuro de ptasio R.A.
1	Fco (114g)	Cianuro de sodio R.A.
1	Fco (100g)	Clorhidrato de hidroxilamina R.A.
5	Gar (18 l)	Cloroformo R.A.
1	Fco (1g)	Cloroplatinato de potasio R.A.
1	Fco (500g)	Cloruro de amonio R.A.
1	Fco (500g)	Cloruro de bario, 20-30 mallas para turbidimetría R.A.

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION
1	Fco (453g)	Cloruro de calcio anhidro R.A.
1	Fco (100g)	Cloruro de cobalto R.A.
2	Fcos (500g)	Cloruro estanoso dihidratado R.A.
1	Fco (500g)	Cloruro férrico hexahidratado R.A.
1	Fco (500g)	Cloruro de magnesio hexahidratado R.A.
1	Fco (500g)	Cloruro de potasio R.A.
1	Fco (5 kg)	Cloruro de sodio R.A.
1	Fco (500g)	Cromato de potasio R.A.
2	Fco (500g)	Dicromato de potasio R.A.
1	Fco (453g)	Dicromato de potasio, estándar primario R.A.
1	Fco (100g)	Diclorhidrato de ortotolidina R.A.
1	Fco (100g)	Difenil carbazida R.A.
1	Fco (100g)	Ditizona R.A.
1	Fco (100g)	Dodecibencen sulfonato de sodio (base de tergente ABS)
1	Fco (28g)	Eriocromo negro T. R.A.
2	Blla (3.8 l)	Eter isopropílico R.A.
1	Blla (1 l)	Etilenglicol R.A.
3	Fco (5g)	1,10, Fenantrolina R.A.
1	Fco (100g)	Fenolftaleina R.A.
1	Fco (100g)	Fierro electrolítico R.A.
1	Fco (500g)	Fluoruro de potasio dihidratado R.A.
1	Fco (2.5kg)	Fosfato de potasio dibásico R.A.
1	Fco (500g)	Fosfato de sodio dibásico anhidro R.A.
1	Fco (500g)	Fosfato de sodio dibásico heptahidratado R.A.
1	Fco (500g)	Fosfato de potasio monobásico anhidro R.A.
1	Fco (2.5 kg)	Fosfato de sodio monobásico R.A.
2	Blla (1 l)	Glicerina R.A.
1	Garr (18 l)	Hexano R.A.

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION
1	Fco (100g)	Hidrazina R.A.
1	Gar (18 l)	Hidróxido de amonio R.A.
2	Fco (2.5 Kg)	Hidróxido de potasio en lentejas R.A.
2	Cuñ (10 Kg)	Hidróxido de sodio en lentejas R.A.
1	Fco (2.5 Kg)	Molibdato de amonio tetrahidratado R.A.
1	Fco (5g)	Murexida R.A.
1	Fco (100g)	Nitrato de plata en cristales R.A.
3	Fcos. (453g)	Nitruro (azida) de sodio R.A.
1	Fco (100g)	Oxido mercúrico rojo R.A.
1	Fco (100g)	Permanganato de potasio R.A.
1	Blla (500 ml)	Peróxido de hidrógeno al 30% R.A.
2	Fcos (500g)	Persulfato de potasio R.A.
1	Fco 100g)	Plomo metálico Q.P. R.A.
1	Fco (28g)	Rojo de metilo R.A.
12	Bllas (500 ml)	Solución amortiguadora de pH = 4.01
16	Blls (500 ml)	Solución amortiguadora de pH = 7.00
12	Bllas (500 ml)	Solución amortiguadora de pH = 9.18
1	Fco (500g)	Sulfato de aluminio y amonio con 24 moléculas de agua R.A.
1	Fco (500g)	Sulfato de cinc, heptahidratado R.A.
1	Fco (500g)	Sulfato ferroso heptahidratado R.A.
1	Fco (2.5 Kg)	Sulfato ferroso amoniacal hexahidratado R.A.
1	Fco (500g)	Sulfato de magnesio heptahidratado R.A.
4	Fcos (2.5. Kg)	Sulfato manganoso monohidratado R.A.
1	Fco (453g)	Sulfato mercúrico R.A.
1	Fco (453g)	Sulfato de plata R.A.
2	Fcos (500g)	Sulfato de potasio R.A.
1	Fco (2.5 Kg)	Sulfato de sodio anhidro R.A.

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION
2	Fcos (500g)	Sulfito de sodio anhidro R.A.
1	Fco (500g)	Sulfuro de sodio monohidratado R.A.
1	Fco (500g)	Tatrato de sodio y potasio tetrahidratado R.A.
3	Bllas (3.8l)	Tetracloruro de carbono grado Acs.
2	Fcos (453g)	Tierra diatomacea R.A.
3	Fcos (2.5 Kg)	Tiosulfato de sodio pentahidratado R.A.
1	Blla (1 l)	Tolueno R.A.
1	Fco (5g)	Verde de bromocresol R.A.
1	Fco (453g)	Yoduro mercúrico anhidro R.A.
1	Fco (2.5 Kg)	Yoduro de potasio R.A.
2	Fcos (2.5 Kg)	Yoduro de sodio R.A.

D.- OTROS.

En este inciso, se incluye el material de laboratorio complementario, es decir equipo metálico y de plástico, así como papel filtro, pH etc. En lo referente al material metálico y de plástico (excepto tela de alambre con asbesto), se ha considerado el suficiente para determinar 30 muestras de agua diarias, aproximadamente; el papel filtro, pH, discos de filtración de fibra de vidrio, etc, están considerados para desarrollar 1,500 muestras aprox.

TABLA No. 25

MATERIAL DE LABORATORIO ADICIONAL

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION
15	Pza.	Anillos de hierro, de 8 cm de diámetro - con tornillo integrado.
12	Pza.	Asas de inoculación de 3 mm de diámetro.
5	Pza.	Algodón no absorbente en rollo de 454g
10	Pza.	Alargaderas Walter de hule, con embudo - de cristal desmontable, para matraces -- hitazato de 1,000 ml y crisoles de 35 a 40 mm de diámetro.

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION
1	Pza.	Balanza granataria de triple escala, capacidad máxima de 2,610g y sensibilidad de 0.1g, con pesas.
4	Pza.	Barras magneticas, para agitador, cubierta de teflón de 30 mm de largo.
4	Pza.	Botiquines de primeros auxilios equipados.
20	Cajas (25 pza.)	Cartuchos de extracción de celulosa, para equipo Soxhlet, de 80 x 25 mm.
2	Pza.	Cajas de acero inoxidable, para esterilizar pipetas, de 34 cm. de largo.
2	Pza.	Cajas de acero inoxidable para esterilizar pipetas de 40 cm de largo
6	Pza.	Canastillas rectangulares para botellas de dilución y tubos de ensaye, de 15 x 15 x 15 cm.
2	Pza.	Cronómetros, con carátula para 60 seg e intervalos de 60 minutos.
2	Pza.	Carritos de acero para transportar material
20	Caja (100 pza)	Discos de filtración de fibra de vidrio, para crisol Goochde, de 24 mm de diámetro.
6	Pza.	Escobillones de cerdas de acrílico para buretas, de 70 cm de longitud.
6	Pza.	Escobillones de cerdas de acrílico para matraces aforados y erlenmeyer de 35 cm de longitud.
6	Pza.	Escobillones de cerdas de acrílico para vasos de precipitado de 35 cm de long y 6 cm de ancho.
5	Pza.	Escobillones de cerdas de acrílico para pipetas, de 40 cm de long.
6	Pza.	Escobillones de cerdas de acrílico para tubos de ensaye, de 20 cm de longitud.
6	Pza.	Espátulas de acero inoxidable con mango de madera de 100 mm de largo.
3	Pza.	Espátulas de teflón, de 12 cm de largo.
3	Pza.	Extintidores de polvo químico de 10 Kg de capacidad.
2	Pza	Gradillas de polipropileno, para celdas de espectrofotómetro de 24 espacios.

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION
12	Pza.	Gradillas de alambre para tubos de ensa <u>je</u> de 40 espacios.
10	Par.	Guantes de hule latex, No.10
2	Par	Guantes de asbesto de 35 cm de log.
6	Pza.	Garrañones de polipropileno de 18 litros de capacidad, para agua destilada.
2	Pza.	Jeringas para llenado de tubos de cultivo, con válvula reguladora de llenado, ca <u>pacidad</u> de 10 ml.
1	Pza.	Grasa de silicones para juntas esmeriladas, en tubo de 200g.
1	Pza.	Horadador, de acero de 15 diámetros, con soporte individual, para tapones de cor <u>cho</u> y de hule.
1	Pza.	Lavador para pipetas, de acero inoxidable con soporte interior.
3	Pza.	Mecheros de Bunsen flama ajustable, con - estabilizador en la punta.
6	Pza.	Mecheros de Fisher, de alta temperatura.
3	Pza.	Mallas de acero inoxidable de 3 mm de -- claro libre cuadrado con aro y soporte - manual.
1	Pza.	Marco de pesas para balanza analítica.
6	Pza.	Pisetas de polietileno de 1000 ml de capa <u>cidad</u> .
6	Pza.	Pisetas de polietileno de 500 ml de capa <u>cidad</u> .
6	Pza.	Papel indicador de pH, ámbito de 0 a 14, con escala de comparación.
10	Caja (100 pza.)	Papel filtro No. 40 en discos de 11 cm de diámetro.
6	Caja (100 pza.)	Papel filtro No. 40 en discos de 12.5 cm de diámetro.
10	Caja (100 pza.)	Papel filtro No. 2 en discos de 11 cm de diámetro.
10	Caja (100 pza.)	Papel filtro No. 4 en discos de 11 cm de diámetro.
10	Caja (100 pza.)	Papel filtro No. 5 en discos de 11 cm de diámetro.

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION
6	Caja (24 m)	Papel aluminio en rollo de 30 cm de ancho
6	Pza.	Pinzas Castaloy R, vilizada con asas de 4 cm de diámetro.
6	Pza.	Pinzas de 3 dedos con nuez vilizada.
3	Pza.	Pinzas Hoffman para comprimir.
6	Pza.	Pinzas de Mhor de 5 cm de largo.
6	Pza.	Pinzas dobles para bureta, con soporte -- universal integrado.
6	Pza.	Portaasas para inoculación de 15 cm de largo
3	Pza.	Recipientes de plástico para pipetas.
3	Pza.	Rollos de fibra de vidrio para análisis de 454g.
1	Pza.	Secador para pipetas de acero inoxidable, eléctrico, con control automático de calentamiento.
10	Pza.	Soportes para conos de Imhoff de 4 posiciones, de madera.
3	Pza.	Soportes de madera para embudos de separación de 6 posiciones.
2	Pza.	Soportes de madera para embudos de filtración de 6 posiciones.
10	Pza.	Soportes Universales con varilla desmontable de acero.
4	Pza.	Soportes de madera para tubos Nessler de 12 posiciones.
500	Pza.	Tapones de aluminio, planos, de 20 mm de diámetro.
1	Kg	Tapones de corcho No. 2.
1	Kg	Tapones de corcho No. 4
1	Kg	Tapones de corcho No. 6
1	Kg	Tapones de hule No. 1
1	Kg	Tapones de hule No. 3
1	Kg	Tapones de hule No. 5

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION
1	Kg	Tapones de hule No.7
1	Kg	Tapones de hule No. 9
10	Caja (100 pza)	Tela de muselina, en discos de 12 cm de diámetro.
20	Pza.	Telas de alambre, con centro de asbesto, de 15 x 15 cm.
25	m	Tubo de hule latex de color ámbar, de 6.35 mm de diámetro interior.
25	m	Tubo de hule latex, color ámbar, de 9.5 mm de diámetro interior.
10	m	Tubo de plástico Tygon, transparente, de 6.35 mm de diámetro interior.
10	m	Tubo de plástico Tygon, transparente, de 9.5 mm de diámetro.
3	Pza.	Trenza niquelada para crisoles, de 23 cm de long.
3	Pza.	Trenza niquelada para crisoles de 50 cm de long.
6	Pza.	Triángulos de porcelana, de 15 cm.
10	Pza.	Tripiés de hierro de 127 mm de diámetro y 228 mm de altura.
3	Pza.	Vasos de precipitado de plástico de 100 ml.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A. - CONCLUSIONES

B. - RECOMENDACIONES

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A.- CONCLUSIONES.

Debido a que el problema de la contaminación del agua, va en continuo aumento, es imprescindible contar con un gran número de laboratorios especializados, distribuidos en todos los estados del país.

Es importante preparar al personal necesario en cada laboratorio, para que realicen eficiente y correctamente los análisis que sean solicitados, de acuerdo al estudio que se esté desarrollando.

El diseño de laboratorios, en diferentes localidades, se verá afectado por las condiciones climatológicas, suministro de materiales de construcción, mano de obra, etc, consecuentemente, el diseño se adaptará a las necesidades intrínsecas de cada localidad. El suministro de aparatos, material y reactivos, debe ser similar al sugerido en el presente trabajo.

Los estudios de calidad de agua, usualmente se enfocan a determinar la degradación efectuada y elaborar el programa para la restauración de la calidad original, así como encontrar el uso adecuado de la misma; por lo tanto, el desarrollo de modelos y estudios de esta clase, permitirá en un futuro próximo conocer las condiciones reales de la contaminación del agua, así como su uso a nivel nacional.

B.- RECOMENDACIONES .

En virtud de la importancia que observan los resultados de análisis, es recomendable diseñar un programa de control de calidad de análisis en el laboratorio. Este, tendrá la función de proporcionar la metodología analítica y sus modificaciones actualizadas, mantener un control estricto en la operación y mantenimiento de los instrumentos y material de laboratorio, así como revisar periódicamente, los servicios generales del laboratorio, por ejemplo; aire comprimido, voltaje correcto, etc; y finalmente tener un programa estadístico adecuado para el control de calidad de análisis.

Es importante, mantener actualizadas las existencias en el almacén, de material y reactivos químicos de consumo constante, con la finalidad de solicitar lo faltante con un tiempo razonable de entrega; lo anterior se puede realizar a través de un control de inventario.

Las futuras modificaciones o ampliaciones del laboratorio deben considerarse, de acuerdo a la proyección que se le vaya a dar al mismo, de tal manera que las instalaciones adicionales puedan realizarse sin grandes modificaciones a las ya existentes.

Se ha mencionado, el equipo de laboratorio requerido para el análisis aproximado de 30 muestras y 25 parámetros por muestra diariamente, ahora, el personal técnico requerido para el desarrollo de esos análisis es aproximado (contando un turno de 8 hs):

TABLA No. 26

PERSONAL TECNICO NECESARIO EN EL LABORATORIO

2	Químicos Farmaco Biólogos.
2	Químicos.
4	Ingenieros Químicos.
4	Auxiliares de laboratorio.
1	Almacenista.

De igual manera, contar con personal de mantenimiento para los aparatos, instrumentos, servicios de laboratorio e implementos de seguridad y primeros auxilios.

CAPITULO VII

BIBLIOGRAFIA

CAPITULO VII

BIBLIOGRAFIA

- 1) AWWA, APHA, WPFC
Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater
APHA
N.Y. USA, 1971
- 2) Traversy W.J.
Methods for Chemical Analysis of Waters and Wastewaters
Water Quality Division, Inland Waters Branch, DEpartmen
of Fisheries and Forestry
Ottawa, Canada 1971
- 3) Sawyer C.N. and Mc Carthy P.L.
Chemistry for Sanitary Engineers
International Student Edition, Mc Graw Hill Book Co.
Kogakusha Co Ltd, Tokio 1967
- 4) A.S.T.M.
1969 Book of ASTM Standards
ASTM part
Philadelphia, Pa. USA, 1969
- 5) Environmental Protection Agency
Methods for Chemical Analysis of Water and Wastes
E.P.A.
Cincinnati Ohio 1974
- 6) Orford H.E. Rand, M.C. Gellman I., "A Single Dilution
Technique for BOD Studies" Sewage and Industrial
Wastes 25, 284 (1953)
- 7) AWWA
Agua, su Calidad y Tratamiento
UTEHA, Mexico 1968
- 8) Betz Labs. Inc.
Betz Handbook of Industrial Water Conditioning
Betz Laboratories Inc.
Philadelphia Pa. 1962

- 9) The Canadian Institute on Pollution Control
Manual on Wastewater Sampling Practice
Ed. K. L. Murphy
Ontario, Canada 1972
- 10) Guy L.
Organización y Administración de Laboratorios
Ed URMO
Barcelona 1970
- 11) Kirchmer C.J.
Planeación Física del Laboratorio
Centro Panamericano de Ing. Sanitaria y Ciencias del Ambiente
Oficina Sanitaria Panamericana, Lima-Peru 1974
- 12) Glasstone S. and Lemis D.
Elements of Physical Chemistry
De Van Nostrand
N.J. 1960
- 13) Schwabe K
pH Fibel
Veb Verlag Technik
Berlin 1958
- 14) Willard, Merrit and Dean
Métodos Instrumentales de Análisis
C.E.C.S.A.
México 1967
- 15) ASTM
Manual on Industrial Water and Industrial Wastewater
A.S.T.M.
Philadelphia Pa 1959
- 16) Ewing Gallen W.
Instrumental Methods of Chemical Analysis International
Student Edition Mc Graw Hill book G.
N.Y. 1960
- 17) Environmental Protection Agency
Handbook for Analytical Quality Control in Water and
Wastewaters Laboratories
E.P.A. Cincinnati Ohio 1972
- 18) Degering E.F.
Organic Chemistry
Barnes and Noble Inc.
N.Y. 1955

- 19) Nagano, Joe
Laboratory Procedures for Operators of Water
Pollution Control Plants
California Water Pollution Control Association
Operators Short School
Los Angeles, 1969.
- 20) Centro de Investigación y Entrenamiento para el
Control de la Calidad del Agua
Manual del Curso "Análisis de Aguas y Aguas de
Desecho" Vol I y II
Secretaría de Recursos Hidráulicos
Dirección General de Usos del Agua y Prevención
de la Contaminación
México 1973