

Universidad Nacional de Ingeniería

Faculta de Ingeniería Ambiental



**Capacidad de Formación de Sustancias
Cancerígenas por Adición de Productos
Oxidantes en la Desinfección del Agua
para Consumo Humano.**

TESIS

Para Optar el Título Profesional de :

INGENIERO SANITARIO

Carlos E. Quinonez Mayorga

Lima-Peru

1993

A mis padres, Enrique y María,
hermanos: Cecilia, Jaime por
su confianza, apoyo y paciencia
Gracias.

A mí asesor:

Jorge Pezúa Vivanco

Maestro y guía.

Gracias.

TITULO: CAPACIDAD DE FORMACION DE SUSTANCIAS
CANCERIGENAS POR ADICION DE PRODUCTOS OXIDANTES
EN LA DESINFECCION DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO.

C A P I T U L O I

OBJETIVO:

La razón fundamental del estudio, es informar del posible error de hacer una clasificación de un agente oxidante (Cloro) en un agua con material orgánico soluble e insoluble capaz de formar sustancias gaseosas dañinos al ser humano.

Efectuar el estudio de Impacto Ambiental, considerando los efectos:

- a) Sobre la salud pública.*
- b) Efectos ecológicos, informe biológicos y químicos*

C A P I T U L O I I

Enfoque:

El estudio del tema es multidisciplinario, la información desde el punto de vista:

- 1. Biogenético.*
- 2. Químico*
- 3. Estadístico*
- 4. Ambiental*

II-1. BIOGENÉTICO.

El problema que se puede causar por el uso de sustancias oxidantes en el agua, tiene sus raíces en las condiciones naturales del medio ambiente y en las particularidades del metabolismo, siendo causante de la aparición de mutaciones y siendo más explícitas, mutaciones químicas.

Las mutaciones surgidas por estas causas recibieron el nombre de naturales o espontaneas, provocando mutaciones artificiales. Las principales mutaciones son: las mutaciones puntuales (intragénicas) que se producen en los cambios estructurales de los cromosomas y las variaciones en el número cromosómico.

Las mutaciones puntuales conciernen a nucleótidos dentro del gene, produciendo mutaciones en el ser humano que se refieren a su morfología, bioquímica, inclinaciones en la conducta, capacidad mental, deformaciones en la fisiología de la célula.

Estas deformaciones se producen por adición de sustancias químicas que poseen actividad mutagénica. De acuerdo con los principios del mecanismo de su acción se han separado nueve clases fundamentales de mutágenas químicos:

a) Compuestos alquilantes.

- b) *Peróxidos.*
- c) *Aldehidos.*
- d) *Hidroxilaminas.*
- e) *Acido Nitroso.*
- f) *Antimetabólitos incluyendo los análogos de las bases de DNA.*
- g) *Sales de metales pesadas.*
- h) *Colorantes con propiedades básicas.*
- i) *Varias sustancias fundamentalmente de la serie aromática (cancerígenas, alcaloides, algunas preparados farmacéuticos, herbicidas, insecticidas y otros).*

Los compuestos alquilantes son el grupo más amplio de mutágenos químicos dentro de ellos:

- a) *Iperita sulfurosa.*
- b) *Iperita nitrosa.*
- c) *Dialkil sulfatos.*
- d) *Alcano sulfonato de alquilato.*
- e) *Epóxidos.*
- f) *Etileniminas.*
- g) *β -propiolactona.*
- h) *Compuestos diazoicos.*
- i) *Otros compuestos de oxígeno activos.*

II.2. QUIMICA.

En este estudio la posibilidad de formación de compuestos gaseosos dentro de un curso de agua es necesario visualizarlo desde el punto de la química orgánica.

La química, hace uso de los conceptos más útiles para el estudio de las reacciones de los compuestos orgánicos, es el concepto de un mecanismo de reacción. Una descripción paso a paso de los fenómenos que se llevan a cabo nivel molecular a medida que las moléculas que reaccionan se convierten en productos.

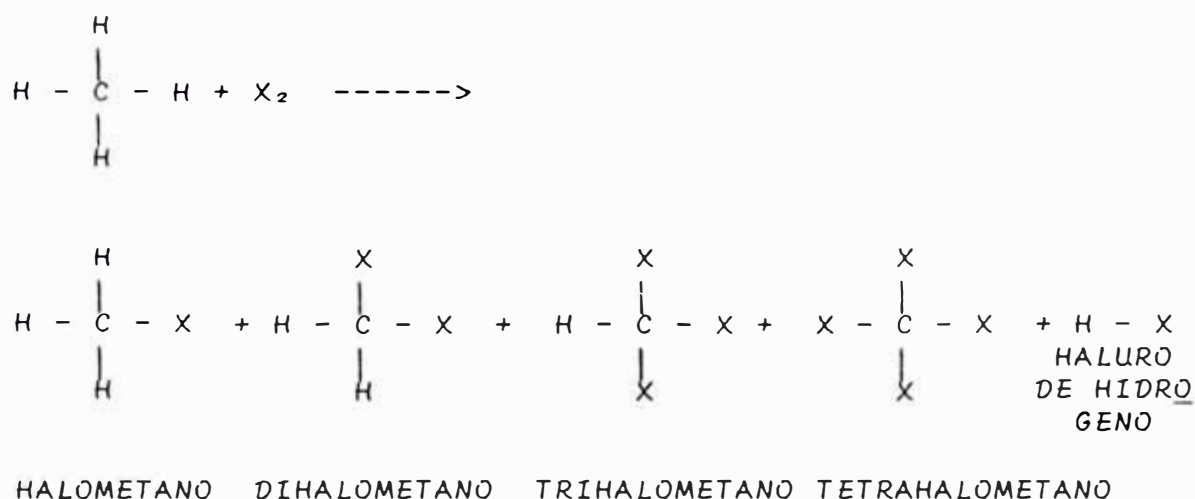
El mecanismo de reacción proporciona un marco teórico, en el cual se apoyan los hechos experimentales. Ayuda a justificar el movimiento de los electrones enlazantes, a analizar cuales enlaces se rompen y cuales se forman con ella, facilita la memorización de la reacción.

El mecanismo de la reacción es sólo una hipótesis. Es una construcción teórica que se utiliza para justificar las observaciones experimentales. Por tal es difícil decir que un mecanismo esta totalmente probado. Al principio del estudio de una reacción determinada, el mecanismo que se proponga será superficial, sólo un esbozo de los pasos que parecen ser razonables. Lo que se considera razonable se basará en el

conocimiento de reacciones similares y en el examen de las estructuras de las sustancias reaccionantes y de los productos

Las reacciones del metano con los halógenos se llevan a cabo en fase gaseosa. Por lo tanto, son particularmente adecuadas para introducir el razonamiento mediante el cual un mecanismo de reacción se desarrolla a partir de las observaciones experimentales. El metano, como alcano que es, reaccionan con los tres primeros miembros de la familia de los halógenos (Flúor, Cloro, Bromo).

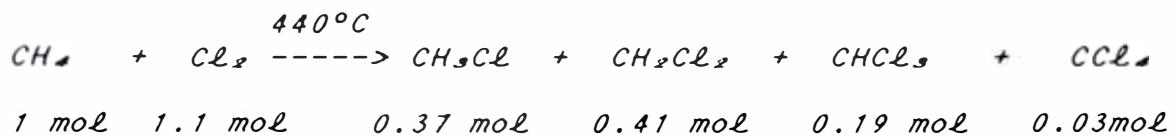
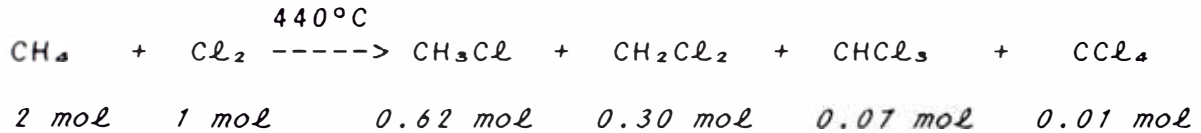
Produciendo una mezcla de Halometanos y un Haluro de Hidrógeno.



La reacción con Flúor es muy violento, causando una explosión. Las reacciones con Cloro o Bromo son más fáciles de controlar y requieren de un suministro inicial de energía, ya sea en forma de calor o de luz.

Las reacciones que producen son reacciones de sustitución.

Es posible controlar la cantidad de sustancias Trihalometanos variando las porciones relativas de Halógeno (Cloro) y alcano (Metano). Como se vé en los ejemplos:



El origen de estos resultados puede justificarse fácilmente, cuando hay exceso de metano presente en la mezcla, su oportunidad de reaccionar con Cloro, será mucho mayor que la de las reacciones similares del clorometano, el diclorometano o el triclorometano. Por otra parte cuando el

Cloro es el que se encuentra en exceso, la mayor parte del metano se convertirá rápidamente a clorometano. En un exceso de cloro en la mezcla pueden producirse cloraciones subsecuentes.

Experimentalmente se ha comprobado:

- 1) La reacción es promovida por el calor o la luz, para todos los procesos prácticos el metano y el cloro no reaccionan en la oscuridad y a temperatura ambiente salvo si la mezcla reaccionante se irradia con luz ultravioleta y también reaccionan en la oscuridad, si la mezcla se calienta a temperaturas superiores a 250°C .
- 2) La reacción promovida por la luz tiene un rendimiento cuántico muy alto, se encuentra que un fotón de luz inicia miles de reacciones de cloración.

Como se comento la fuente principal de los grupos causantes de sustancias cancerigenas se le atribuye a las sustancias húmicas. Son un grupo sumamente complejo y diverso de materiales orgánicos cuya estructura no está bien definido. Son una mezcla de productos de descomposición no muy biodegradables y subproducto de materia orgánica natural producida tanto por plantas como animales.

Las sustancias húmicas tienen características mal

definidas, tanto físicas, como químicas (punto de fusión, índice de refracción, peso molecular, etc.) y han sido caracterizados por Schnitzer y Khan como sustancias amorfas, café o negras hidrofílicas ácidas, polidispersas cuyos pesos moleculares varían desde cientos hasta miles. Con las sustancias húmicas se explica el volumen de la materia orgánica en agua y en suelos. En solución acuosa su color "café o negro" se transforma en "amarillo-pardo" típico del agua natural y de los efluentes de aguas negras sometido a tratamiento biológicos se ha dividido a las sustancias húmicas en tres grupos diversos de compuestos con base en su solubilidad en ácidos diluidos y bases diluidos.

II-3. ESTADÍSTICA.

Desde el año de 1984, se vienen realizando estudios epidemiológicos con respecto a la aparición de casos de cáncer al Colon, presumiblemente se intuía este aumento al agua de consumo.

Estudios preliminares en Wisconsin indicaban la exposición de cloro en agua cruda. En 3202 casos de estudios de cáncer al Colon.

Estudio similar se realizó en New York y en Carolina del Norte, lo que obligó a adecuar al agua cruda antes de una exposición con cloro.

DISTRIBUCIÓN DE CASOS, CON RESPECTO A EDAD Y SEXO:

CLASIFICACIÓN CÁNCER AL COLON	50-59		60-69		70-79		80-89		TOTAL	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
MUJERES	31	16.8	62	33.5	73	39.5	19	10.3	185	100
HOMBRES	31	19.1	64	39.5	46	28.4	21	13.0	162	100
CONTROL DEL CANCER N = 639										
MUJERES	146	37.9	139	36.1	80	20.8	20	5.2	385	100
HOMBRES	53	20.1	85	33.5	93	36.6	23	9.1	254	100
CONTROL GENERAL N = 611										
MUJERES	61	18.5	133	40.3	98	29.7	38	11.5	330	100
HOMBRES	57	20.3	128	45.6	79	28.1	17	6.0	281	100

DATOS:

Buscar la relación entre el cáncer al Colon y el agua de consumo expuesta al cloro para formación de Trihalometanos, se puede basar en estudios de historias clínicas.

Prácticas de manipulación difiere, con la concentración de pre-cloración, en rangos de 0.6 a 3.61 ppm. Pero estas fórmulas trabajan en un rango de 1.1 a 5.5 ppm., en residuales de 0.15 a 1.45 ppm.

La experiencia de estas ciudades, condujo a una fórmula de regresión:

$$\text{Log}(TTHM) = 2.63 + 1.28(NGL) + 0.0249(\text{temp}) - 0.426(L/A)$$

$$R^2 = 60.3 \% \quad s = 0.603$$

de donde:

log = logaritmo de base "e"

TTHM = total trihalometanos ($\mu\text{g}/\text{l}$)

NGL = depende del tipo de manantial

lagos grandes = 0

lagos pequeños = -1

temp = temperatura en $^{\circ}\text{C}$

L/A = tamaño de la arcilla dosificada como coagulante

Pero de 1984 a 1968 de 2400 brotes se identificaron las sustancias causantes de estos:

SUSTANCIAS (VOC)	NUMERO - BROTE	MÁXIMO PPB (AGUA CRUDA)
TRICLOROETILENO	55	270
TETRACLOROETILENO	54	350
1,1,1-TRICLOROETANO	35	820
BENCENO	10	95
PARADICLOROBENCENO	4	20
ETILBENCENO	1	11
XILENO	5	30
TOLUENO	4	27
CLOROFORMO	5	9
FLUORTRICLOROMETANO	3	590
1,2-DICLOROETILENO	26	87
ORTODICLOROBENCENO	1	43

Se han analizado ciertos microorganismos que tienen resistencia alta a los oxidantes y su eliminación se debe a concentraciones altas ($\mu\text{g/L}$), aumentando la demanda.

AGENTE OXIDANTE	ESPECIE	CONCENTRACION MINIMA DE TOXICIDAD ($\mu\text{G/L}$)
BROMATO	<i>Pandalus pugio</i>	880,000
	<i>Protothaca staminea</i>	880,000
	<i>Crassostrea gigas</i>	30,000
BROMURO CLORADO	<i>Palaemonetes pugio</i>	60
	<i>Callinectes sapidus</i>	80
	<i>Crassostrea virginica</i>	210
HIPOCLORITO DE CALCIO	<i>Crassostrea virginica</i>	23
	<i>Mercenaria mercenaria</i>	6
	<i>Palaemonetes pugio</i>	220
	<i>Panopeus herbtii</i>	80
CLORAMINAS	<i>Crassostrea virginica</i>	9
	<i>Homarus americanus</i>	1300
CLORINAS COMO: NaOCl	<i>Callinectes sapidus</i>	840
	<i>Crangon nigricauda</i>	134
	<i>Crassostrea virginica</i>	80
	<i>Homarus americanus</i>	3950
	<i>Mercenaria mercenaria</i>	10
	<i>Mytilus edulis</i>	2500
	<i>Palaemonetes pugio</i>	300
	<i>Pandalus danae</i>	178
	<i>Pandalus goniurus</i>	-90
FLUORURO	<i>Mytilus edulis</i>	10,000
OZONO	<i>Callinectes sapidus</i>	260

Luego se obtiene escalas de detección:

No detectado < $2\mu\text{g}/\text{lt}$

Detectado $\geq 2\mu\text{g}/\text{lt}$

Para casos de estudios con las variables más comunes:

tricloroetileno

tetracloroetileno

1,1,1-tricloroetano

1,2-dicloroetileno

ESTIMACION DE LA CONCENTRACION DE TTHM, entre los años de 1951 a 1981

TTHM ($\mu\text{g}/\text{lt}$)	AJUSTE DE LA RAZON DE DESIGUALDAD (95% intervalo de confianza) AÑOS CONTROL DEL CANCER				
	AÑOS	1951	1961	1971	1981
< 10		1.00	1.00	1.00	1.00
10 - 40		1.06 (0.58 , 1.94)	1.36 (0.76 , 2.45)	1.51 (0.37 , 2.63)	1.38 (0.84 , 2.28)
> 40		0.84 (0.37 , 1.94)	0.83 (0.41 , 1.75)	0.83 (0.42 , 1.66)	0.66 (0.26 , 1.67)

AÑOS DE CONTROL GENERAL DE POLUCION				
AÑOS	1951	1961	1971	1981
< 10	1.00	1.00	1.00	1.00
10 - 40	1.22 (0.84 , 2.28)	0.89 (0.64 , 2.34)	1.06 (0.59 , 1.91)	1.06 (0.63 , 1.77)
> 40	0.84 (0.39 , 1.81)	0.84 (0.39 , 1.81)	0.87 (0.41 , 1.83)	1.01 (0.36 , 2.84)

II-4. AMBIENTAL.

Es quizás el punto de vista más importante, porque relaciona puntos de vistas multidisciplinarios, para conceptuarlo en la salud y Medio Ambiente. Es necesario ubicar el concepto de la Organización Mundial de la Salud (OMS), que lo considera como "un estado completo de bienestar físico, mental, social y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades".

Bajo este aspecto delineamos, componentes programáticos de Salud Ambiental:

- a) Saneamiento
- b) Riesgos Ambientales
- c) Recursos Naturales
- d) Desarrollo, salud y salud ambiental.

El estudio, se basa en salvaguardar condicionantes de una buena salud para disminuir los Riesgos Ambientales o en el cambio de técnicas que se usan para proporcionar un agua de mejor calidad con el riesgo de proporcionar la contaminación de sustancias tóxicas (plaguicidas, metales pesados, trihalometanos) los cuales no son factores determinativos en la calidad del agua, pero si de producir en nuestra población, enfermedades congénitas, mutagénesis y formadores de carcinógenos, es interesante tener en cuenta

estas palabras:

"La salud no lo es todo, pero sin salud todo lo demás es nada"

Halldan Mahler

En general, las fuentes de abastecimientos de agua se conservan en buenas condiciones para el tratamiento, por ello es necesario controlar las descargas en el recorrido que desarrolla la masa de agua, antes de ingresar a tratamiento. Antiguamente la fauna y flora que se desarrollaba en el curso de agua superficial le otorgaba cierta calidad que le daba un grado de aceptabilidad para su caracterización y tratamiento.

Existen ciertos elementos que están presentes en la caracterización de desagües, aguas crudas sin tratamiento.

El cual si es compuesto por desechos procedentes del metabolismo de seres vivos; como las heces, cuya composición química;

135 - 270 gr.de peso húmedo

35 - 70 gr.de peso seco.

contenido de humedad 66 - 80%

materia orgánica (peso seco) 88 - 97%

Nitrógeno (peso seco) 5 - 7 %

<i>CONSTITUYENTE</i>	<i>mg/lit como Carbono</i>
<i>ACIDOS GRASOS</i>	
<i>ESTERES DE ACIDOS GRASOS</i>	
<i>PROTEINAS</i>	
<i>AMINOACIDOS</i>	
<i>CARBOHIDRATOS</i>	
<i>ACIDOS SOLUBLES</i>	
<i>AMIDAS</i>	
<i>AGENTE TENSO ACTIVO AMONIACO</i>	
<i>CREATININA</i>	
<i>AMINOAZUCARES</i>	
<i>ACIDOS MURAMICOS</i>	
<i>CARBONO ORGANICO TOTAL</i>	

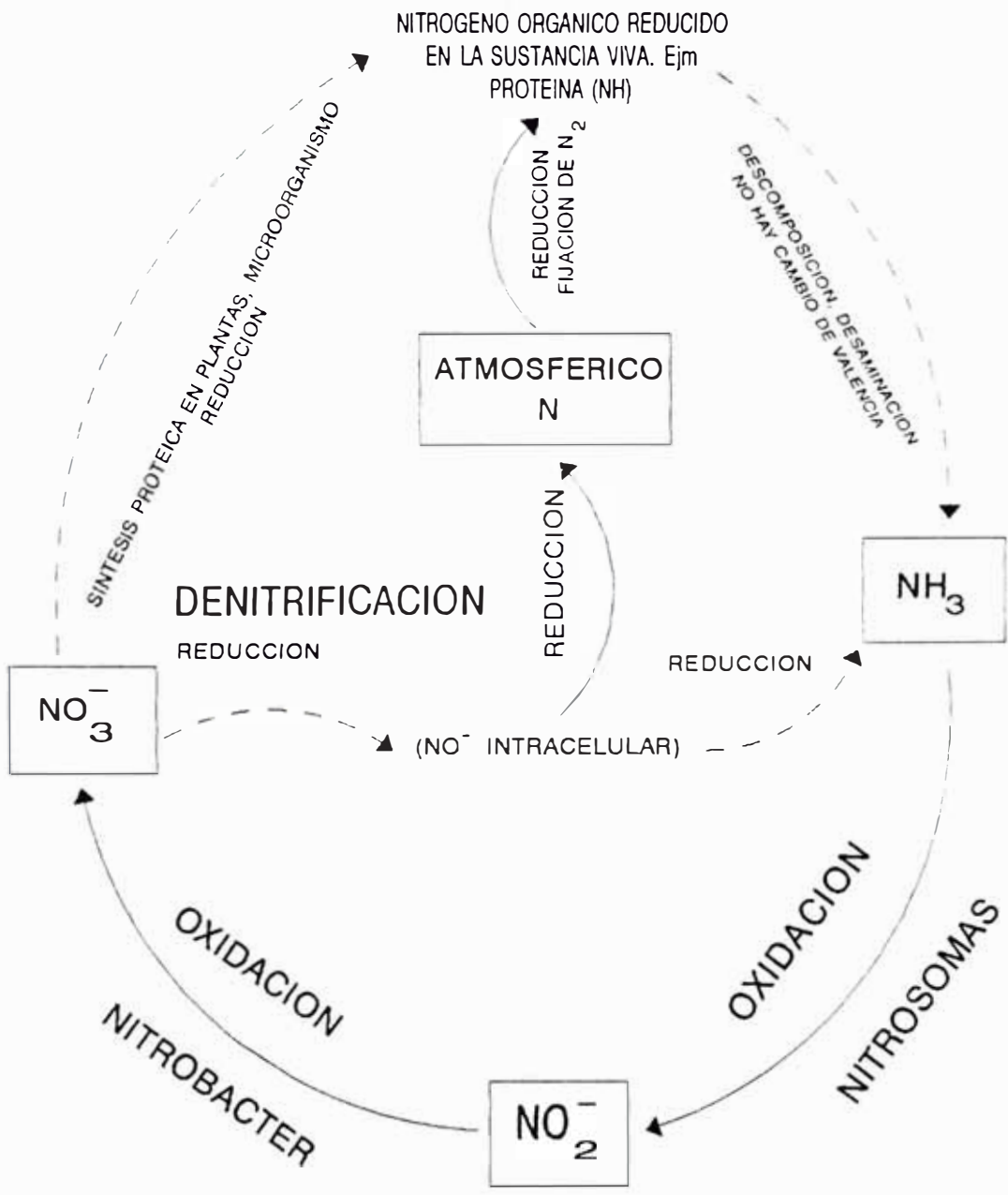
Fósforo (P_2O_5)	3 - 54%
Potasio (K_2O)	1 - 2.5%
Carbono	40 - 55%

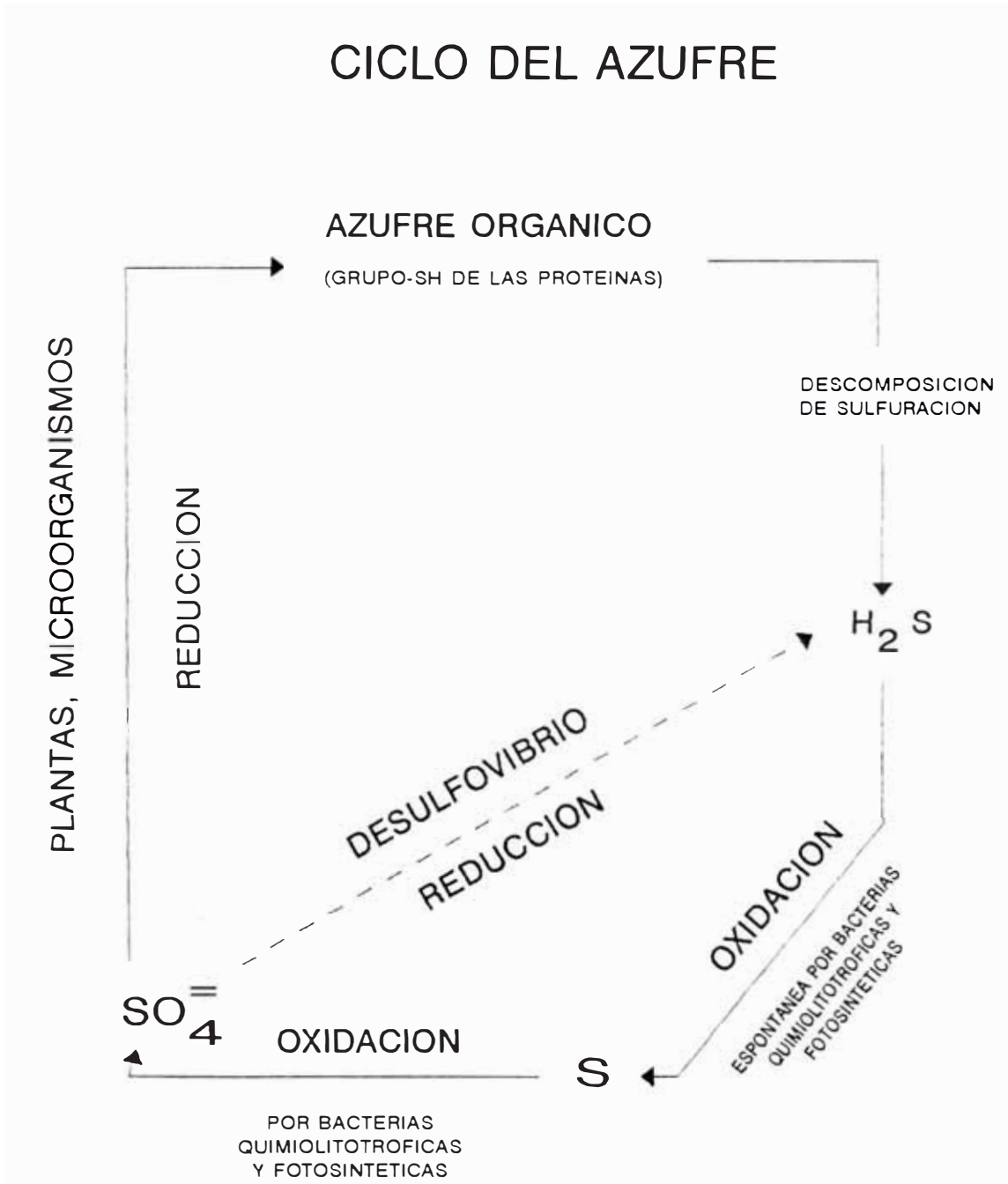
como la orina, cuya composición química es:

contenido de humedad	93 - 96%
materia orgánica (peso seco)	65 - 85%
Nitrógeno (peso)	15 - 19%
Fósforo (P_2O_5)	2.5 - 5.0%
Potasio (K_2O)	3 - 4.5%
Carbono	11 - 17%
Calcio	4.5 - 6.0%

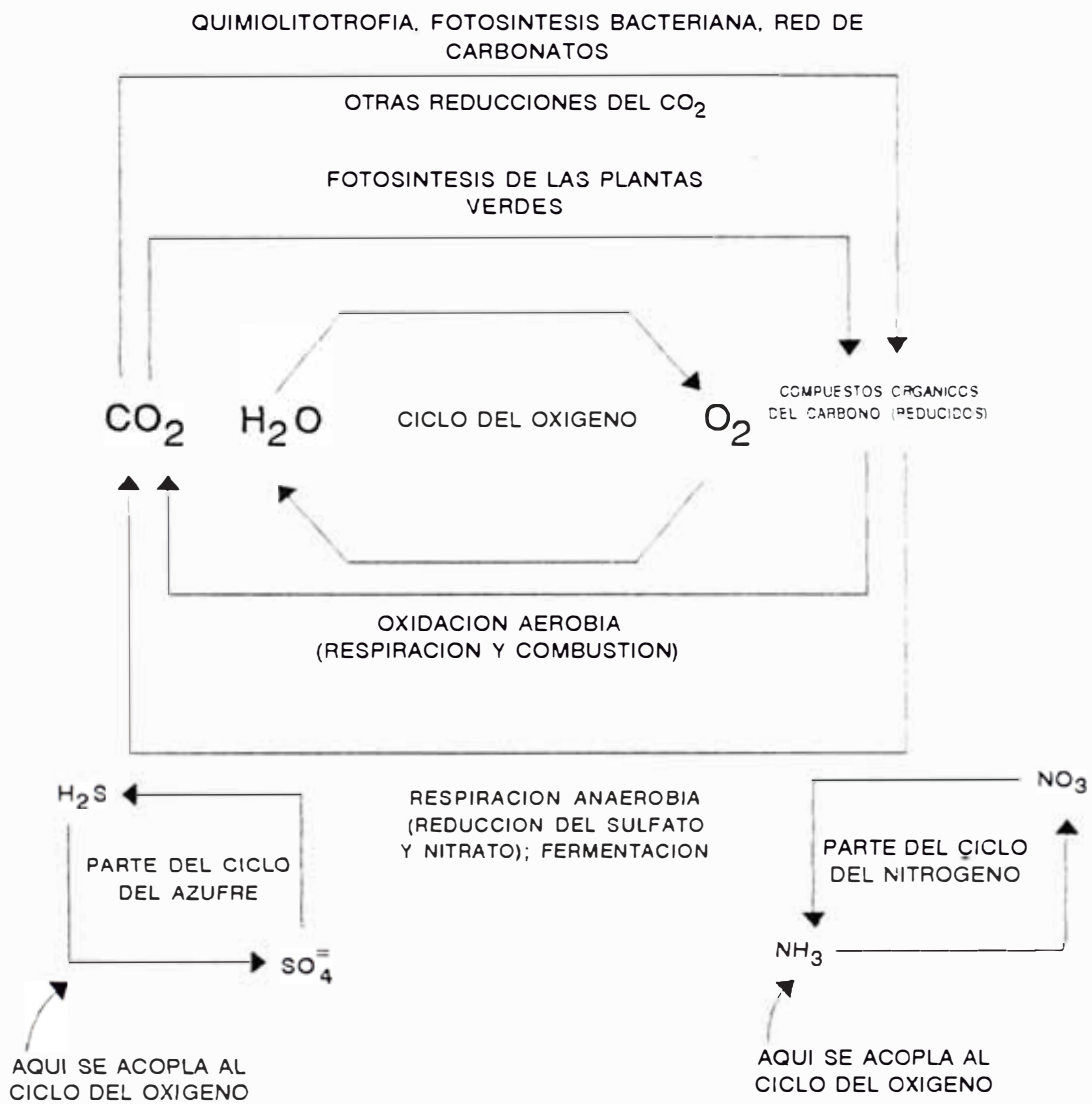
Los cuales se ven incrementados, por los jabones, detergentes, residuos de comidas, grasas, descargadas en la ejecución de la limpieza de utensilios, servicios higiénicos y pisos en una vivienda. Los cuales van a portar nutrientes, catalizadores, inhibidores, para la existencia de microorganismos que van a producir ciclos en el agua, con desprendimiento de energía, oxígeno y gases. Que van a ser motivo de estudio más adelante.

CICLO DEL NITROGENO

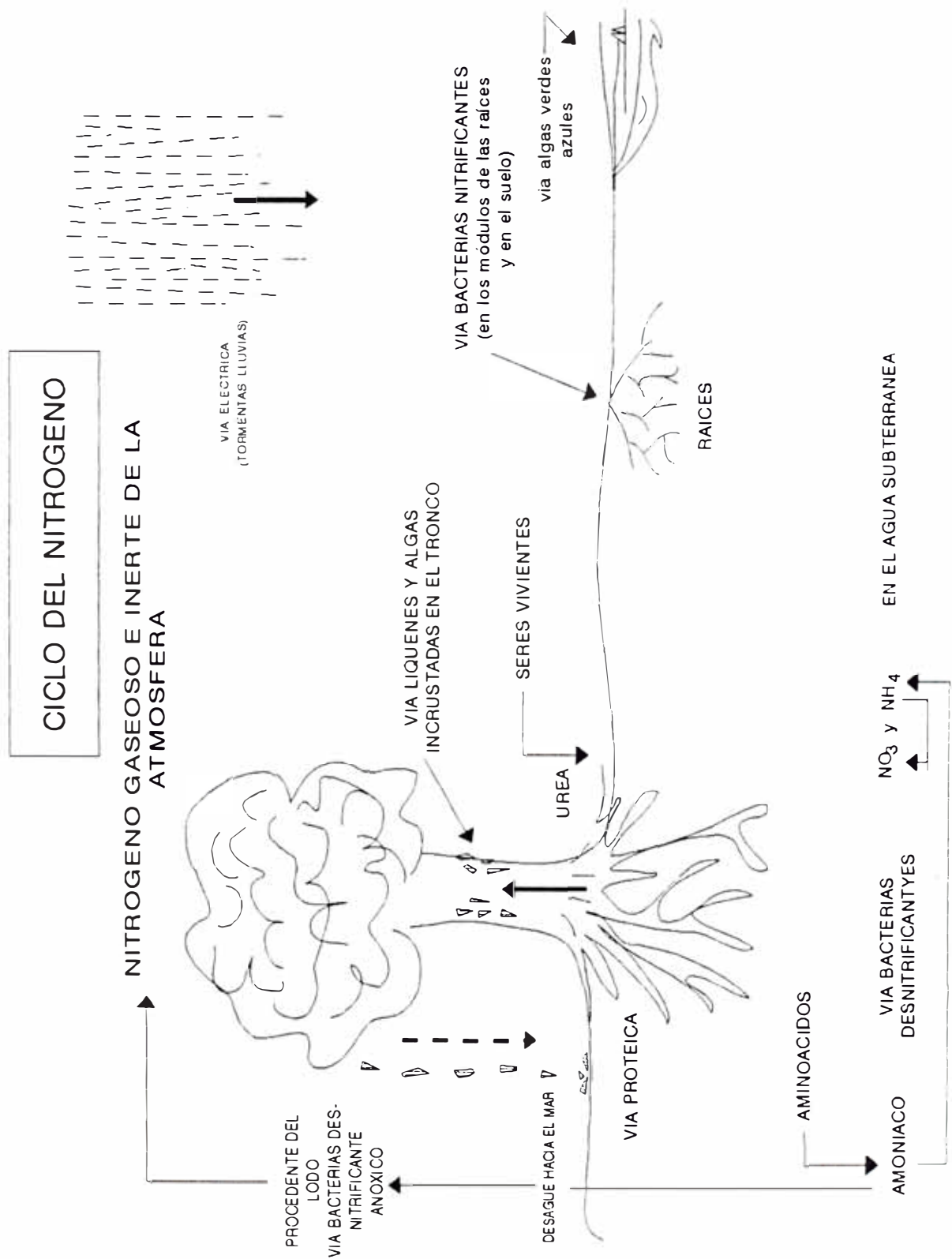


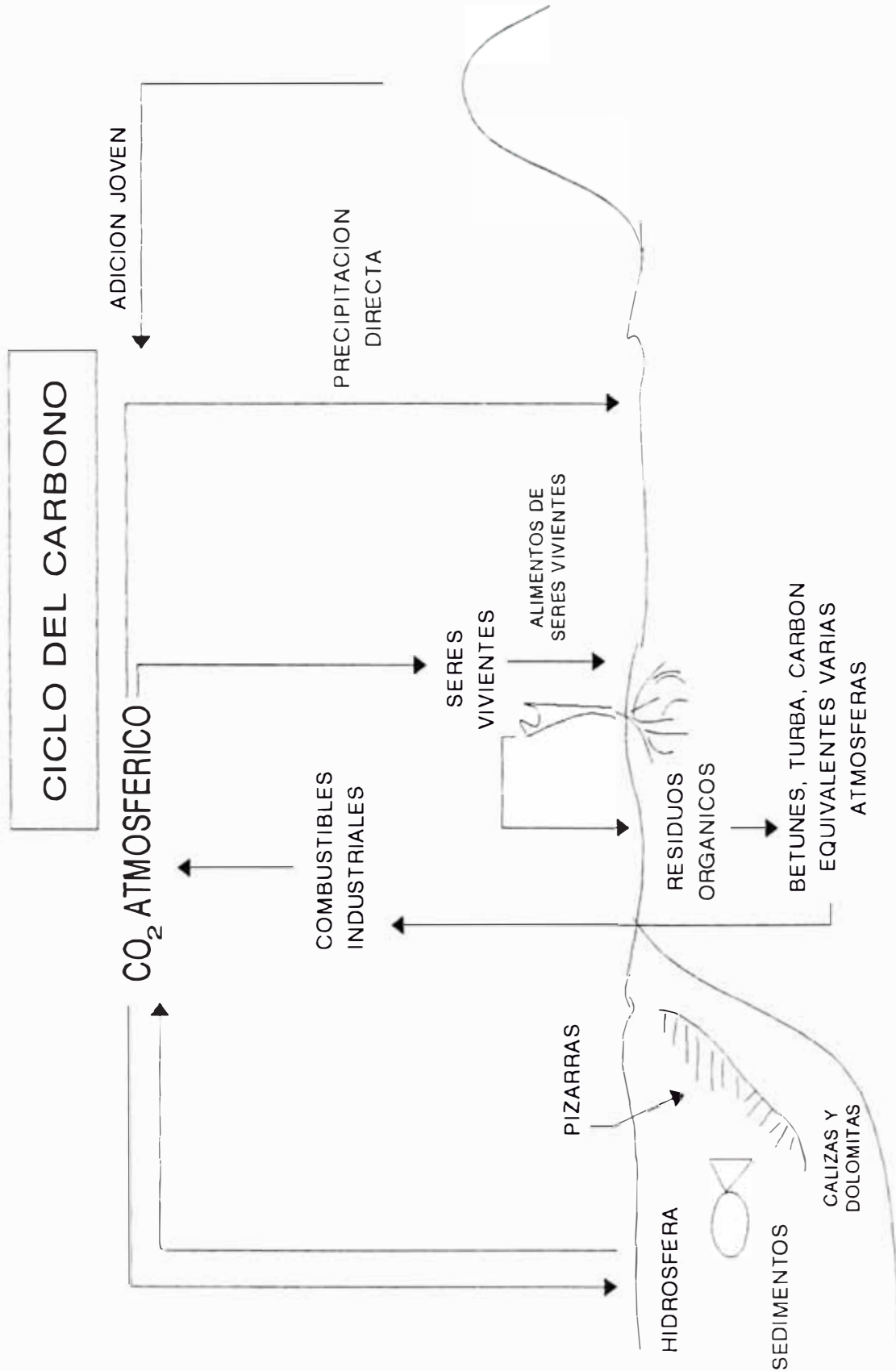


CICLO DEL CARBONO

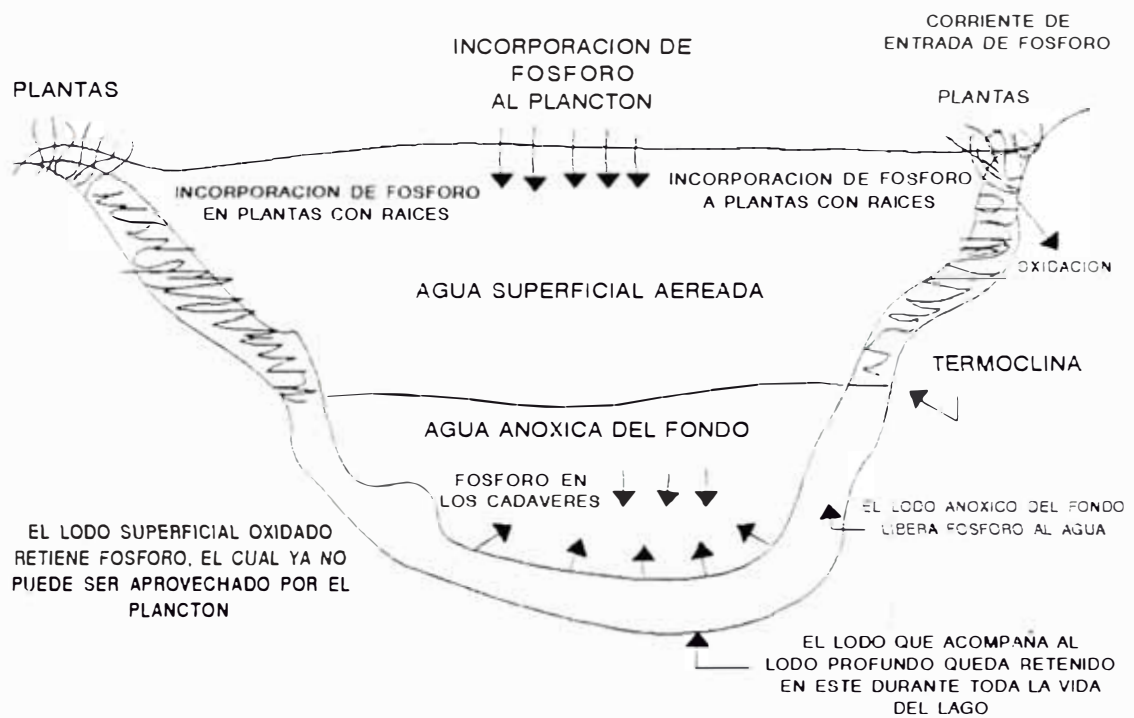


Pero es necesario observar estos ciclos desde un punto de vista menos rígido

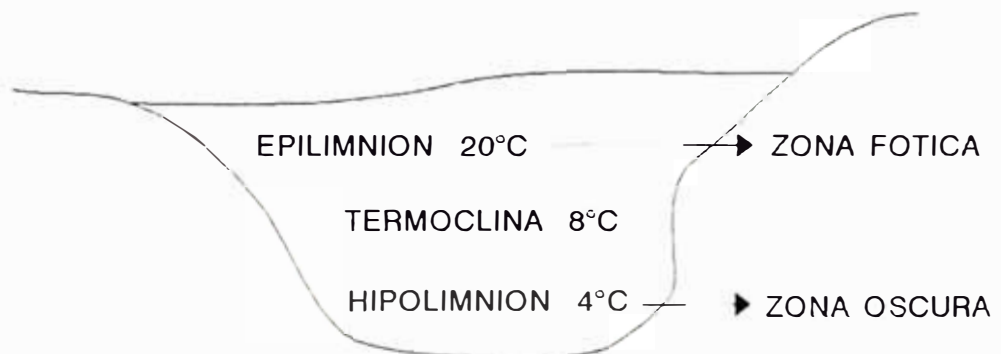




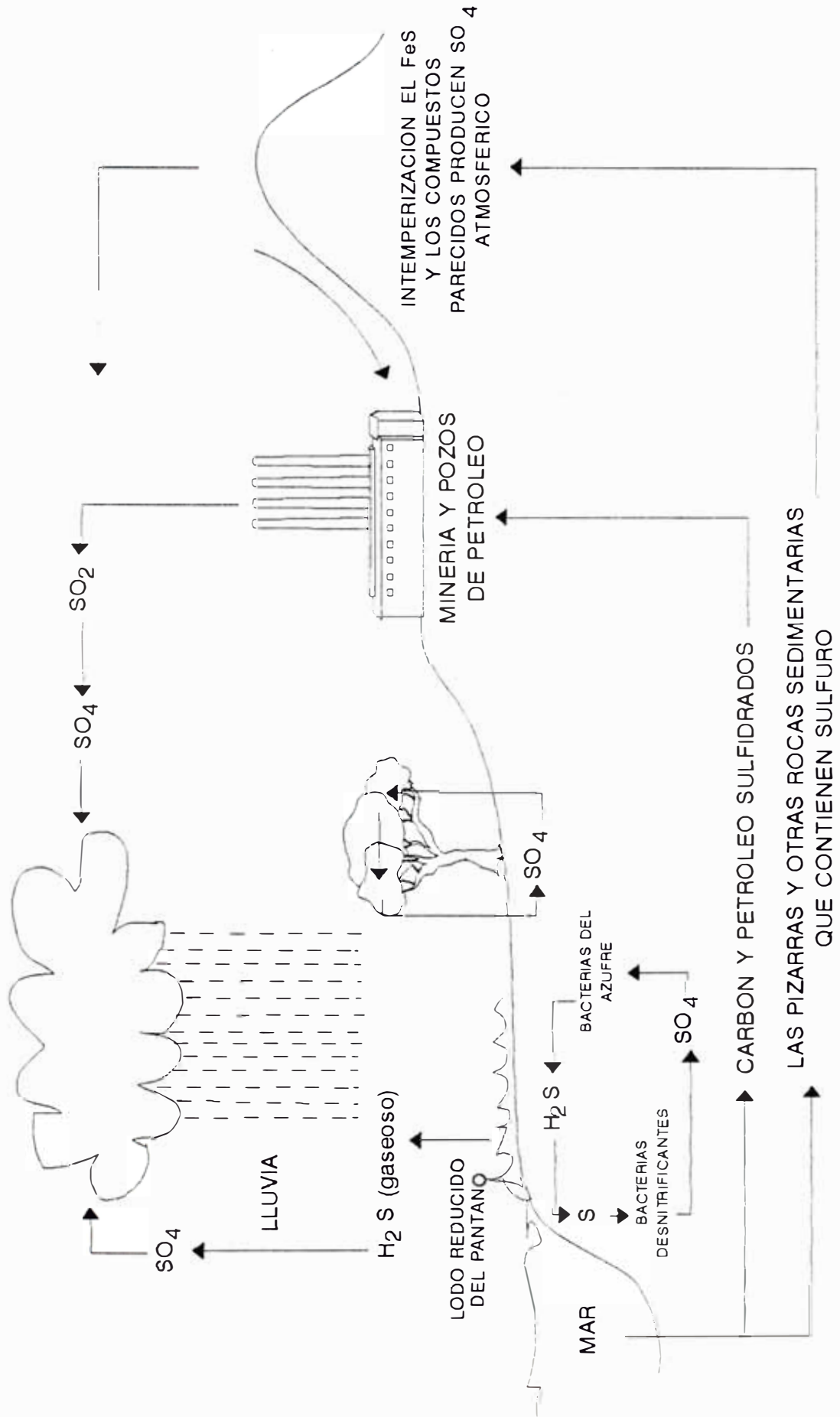
CICLO DEL FOSFORO (en un lago)



LAGO ESTRATIFICADO FERTIL (EUTROFICO) DURANTE EL VERANO



CICLO DEL AZUFRE



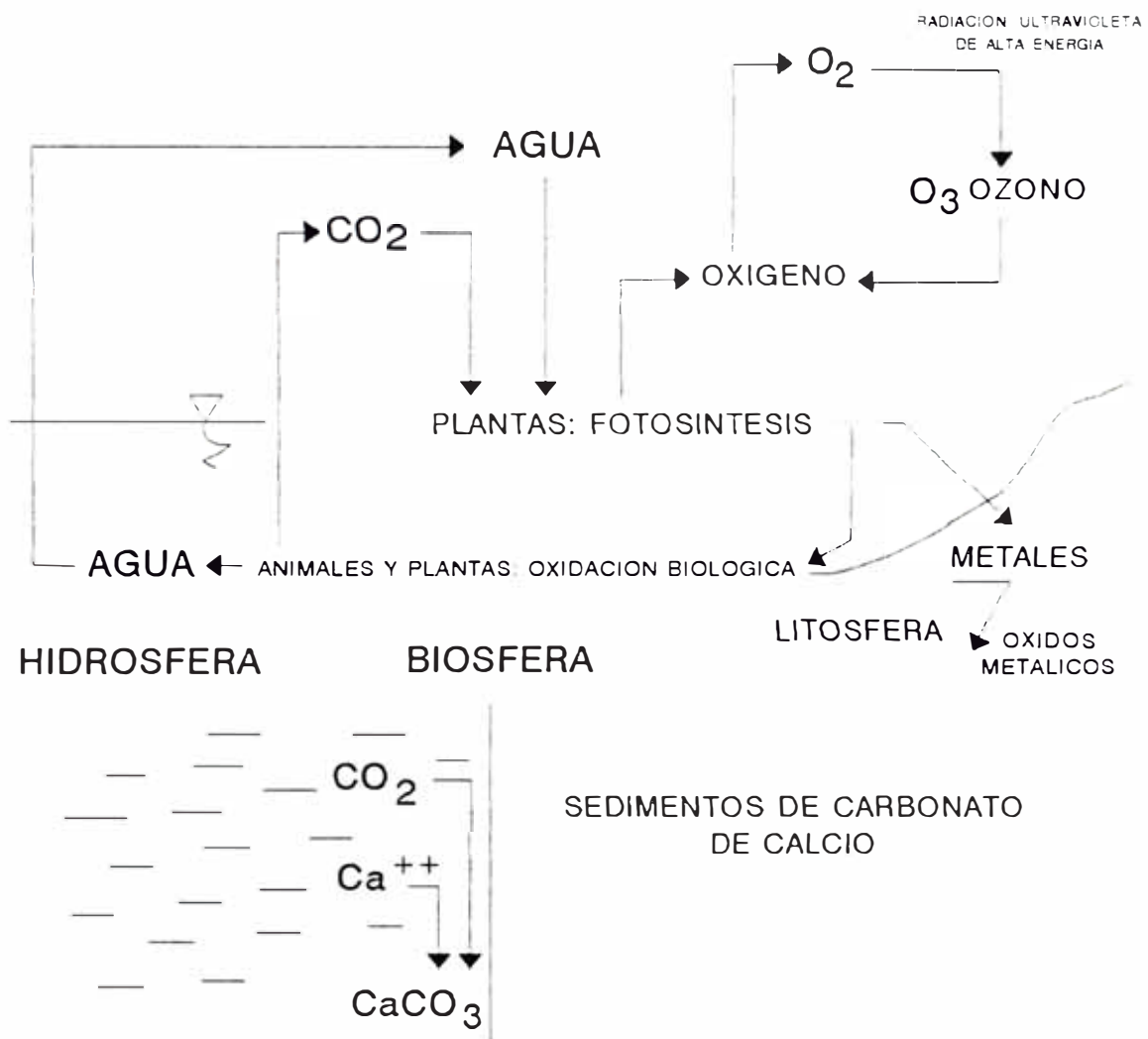
CICLO DEL OXÍGENO

Si no existiera los organismos desnitrificantes, los reductores de sulfatos, el oxígeno atmosférico se agotaría, pues no existen otros procesos físicos o biológicos en la superficie terrestre para reducir nitratos y sulfuros.

PRODUCCIÓN COMPARATIVA DE LA TIERRA Y EL MAR:

	PRODUCCIÓN NETA 10 ⁹ TON/AÑOS	ESTIMACIÓN DE LA RESPIRACIÓN (% DE LA PRODUCCIÓN TOTAL)	PRODUCCIÓN TOTAL (10 ⁹ TON/AÑO)	% DE LA PRODUCCIÓN BRUTA GLOBAL TOTAL
TIERRA	109	60	272	75
MAR	55	40	92	25
TOTAL	164	100	364	100

CICLO NATURAL DEL OXIGENO



Estos ciclos mencionados, por su aporte en el suelo nos indican capas diferentes en el suelo, al cavar una zanja, éstas son bien definidas que separan la cama superficial del subsuelo. Estas capas son llamadas por los geólogos "HORIZONTES".

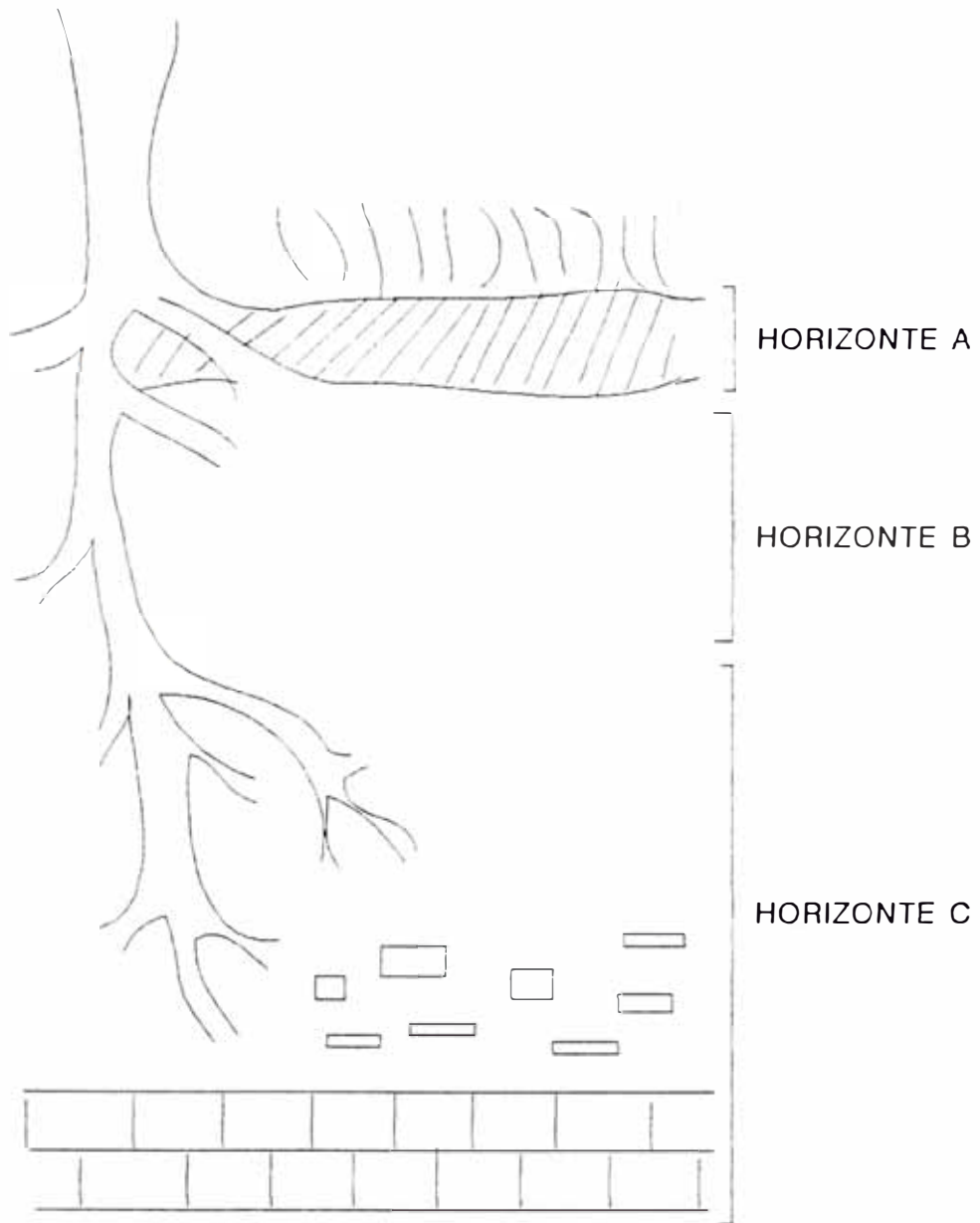
Los Horizontes del suelo se forman a medida que las partes vegetales se descomponen y se mezclan con las capas superiores del suelo mineral, permitiendo que el agua de drenaje filtre. El subsuelo representa la parte de la tierra de la cual se derivó el suelo. Por lo tanto, se le denomina "material de origen" o roca madre.

HORIZONTE A:

Incluye el litter, el humus y el suelo mineral superficial. A través de los horizontes A se lixivian los materiales.

HORIZONTE B:

Se compone principalmente de suelo mineral de colores, aunque también contienen capas de humus y raíces vegetales. Constituyen horizontes de acumulación que reciben los materiales que se deslavan en los horizontes A.



HORIZONTE C:

Formadas por material de origen. Una base rocosa subyacente. Las heladas y otros fenómenos climáticos profundos pueden romperla, pero los procesos de lixiviación de los horizontes superiores generalmente no la alteran.

El suelo se transforma en un receptor de componentes orgánicos e inorgánicos, se encuentra cubierto con plantas verdes que rápidamente convierten los nitratos, sulfatos y el CO_2 en materia orgánica. Las plantas se mueren o son ingeridos por los animales que a su vez también mueren, retornando otra vez al suelo en forma orgánica. El nitrógeno y el azufre se encuentran fundamentalmente en forma de grupos amino ($-NH_2$) o sulfhidrilo ($-SH$) en las proteínas, el carbono se presenta en forma de "esqueletos de carbono" reducidos de los carbohidratos, proteínas, grasas y ácidos nucleicos. Estos elementos formados como "esqueletos de carbono" son largas cadenas carbonaceas con alto peso molecular, pero que se hidrolizan con la presencia del Cloro gaseoso, favorecidos por la luz ultravioleta.

Es pues observar, en que sustancias se observan la formación de sustancias húmicas, denominado precursor de la formación de trihalometano en una cloración con cloro gaseoso.

Características de las sustancias húmicas:

Son un grupo sumamente complejo y diverso de materiales orgánicos, cuya estructura no está bien definida. Son una mezcla de productos de descomposición no muy biodegradables y subproductos de materia orgánica producida tanto por plantas como por animales. Las sustancias húmicas tienen características mal definidas, tanto físicas, como químicas (por ejemplo, punto de fusión, índice de refracción y peso molecular/ sustancias amorfas, café o negras hidrofílicas ácidas, polidispersas cuyos pesos moleculares varían desde cientos hasta miles. Con las sustancias húmicas se explica el volumen de la materia orgánica en aguas y suelos. El color negro o plomo se transforma en amarillo pardo típico del agua natural y de los efluentes de aguas negras, sometido a tratamiento biológico.

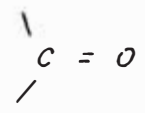
Se divide arbitrariamente a las sustancias húmicas en tres grupos diversos de compuestos con base a su solubilidad en ácidos diluidos y bases diluidos. Pero la húmina es insoluble en ácido diluido y en base diluida como excepción. Se ha encontrado los siguientes tipos de grupos funcionales:



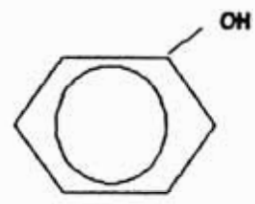
METOXILO



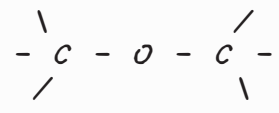
CARBONILO



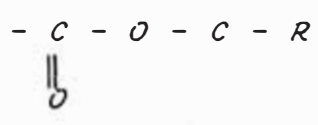
FENOLICO



ETER



ESTER



Propiedades físicas y químicas.

<i>PROPIEDAD composición ele- mental % en peso</i>	<i>ACIDOS HUMICOS</i>	<i>ACIDOS FULVICOS</i>
<i>C</i>	<i>50 - 60</i>	<i>40 - 50</i>
<i>H</i>	<i>4 - 6</i>	<i>4 - 6</i>
<i>O</i>	<i>30 - 35</i>	<i>44 - 50</i>
<i>N</i>	<i>2 - 4</i>	<i>< 1 - 3</i>
<i>S</i>	<i>1 - 2</i>	<i>0 - 2</i>
<i>solubilidad en ácido fuerte (pH = 1)</i>	<i>insoluble</i>	<i>soluble</i>
<i>intervalo de peso molecular</i>	<i>unos cuantos cien- tos hasta varios millones</i>	<i>180 - 100000</i>

<i>DISTRIBUCION DE GRUPOS FUNCIONALES</i>	<i>PORCENTAJE DE OXIGENO EN EL GRUPO FUNCIONAL</i>	
	<i>ACIDOS HUMICOS</i>	<i>ACIDOS FULVICOS</i>
<i>CARBOXILO</i>	<i>14 - 45</i>	<i>58 - 65</i>
<i>FENOL</i>	<i>10 - 38</i>	<i>09 - 19</i>
<i>ALCOHOL</i>	<i>13 - 15</i>	<i>11 - 16</i>
<i>CARBONILO</i>	<i>04 - 23</i>	<i>04 - 11</i>
<i>METOXILO</i>	<i>01 - 05</i>	<i>01 - 02</i>

Reacciones del cloro con sustancias orgánicas.

El cloro también se puede incorporar a una molécula por adición o bien puede reaccionar con un compuesto para oxidarlo sin clorarlo. Aunque se conoce algunos de los orgánicos clorados que se forman durante la cloración de aguas naturales y aguas residuales, muchos otros permanecen sin identificar.

1. Reacciones con nitrógeno orgánico:

El cloro reacciona rápidamente con muchos compuestos orgánicos de nitrógeno lo mismo que con el amoníaco, las aminas orgánicas que tienen el grupo $-NH_x$; $-NH$ ó $-N=$ como parte de su molécula, son muy comunes. La reacción elemental con metilamina CH_3NH_2 , es típica de éstas.



la constante de velocidad para esta reacción $K = 10^{12.56}$ lt/mol-seg es más alta que la que se encuentra para la formación de NH_2Cl . Asimismo para la formación de diclorometilamina.



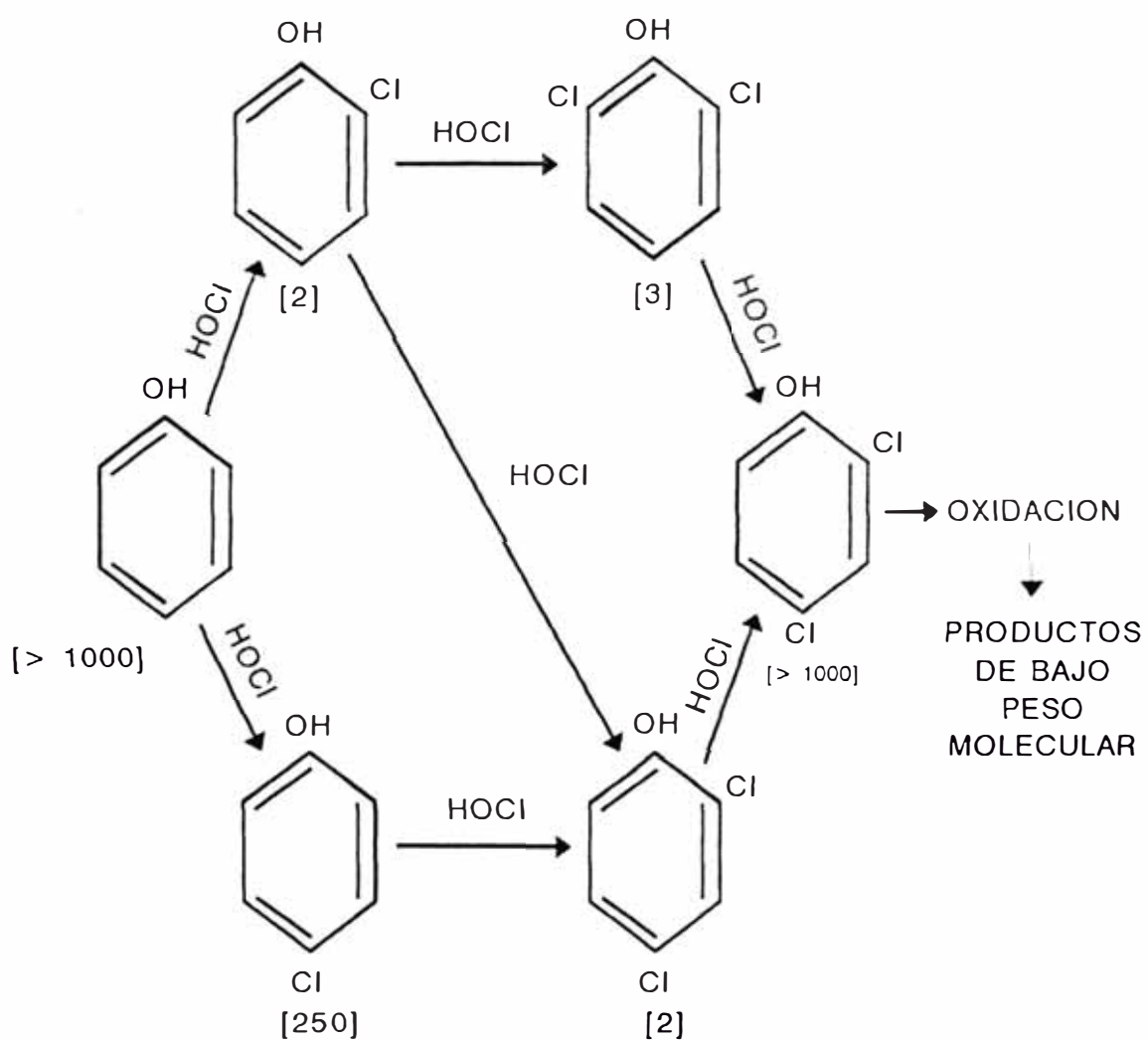
esta catalizada por ácidos lo mismo que la formación de dicloramina a partir de monocloramina. En el análisis de otras reacciones similares se mostró que a medida que la fuerza básica de la amina (indicada por la constante de basicidad K_b), aumenta, la velocidad de reacción con

HCl aumenta. Las amidas, compuestos que incorporan el grupo $-OCNH_2$ ó $-OCNH$, se comportan en forma similar a las aminas, pero no reaccionan con la misma rapidez porque no son tan básicas.

La reacción de cloro con nitrógeno orgánico es importante porque ejerce una demanda, o sea requiere que se agregue más cloro para lograr un nivel determinado de desinfección. No en todo los casos el cloro unido al nitrógeno pierde su capacidad de oxidar, pero en general no es un oxidante tan potente como el HCl ó el NH_2Cl , algunos compuestos de nitrógeno orgánico reaccionan como cloro residual, junto con HCl , OCl^- , NH_2Cl , etc.

2. Reacciones con fenoles:

El cloro reemplaza al hidrógeno rápidamente con el fenol y en los compuestos que contienen el grupo fenólico. Como estos compuestos pueden estar presentes en los suministros de agua a causa de descargas industriales o debido al proceso natural de descomposición y como varios de los fenoles clorados tienen un olor muy fuerte, su formación ha sido motivo de preocupación para los operarios de plantas de tratamiento. A continuación se muestran también los índices de umbral de olor de cada una de las especies cloradas que indican las concentraciones a las que se produce un olor apenas detectable.



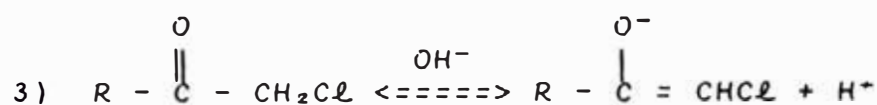
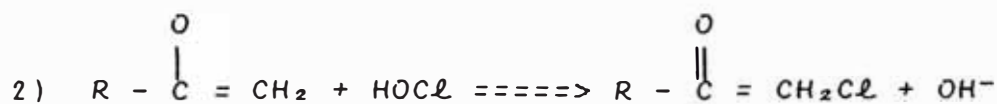
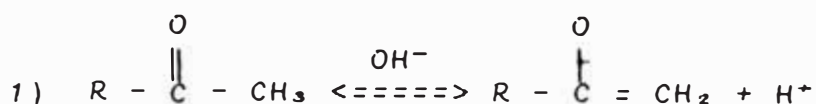
ESQUEMA DE LA RELACION PARA LA CLORACION DEL FENOL

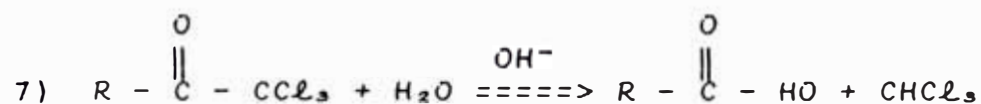
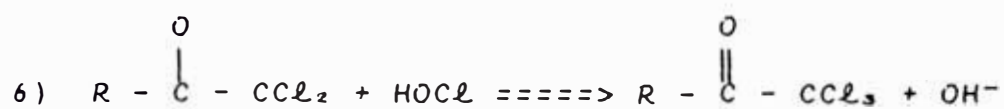
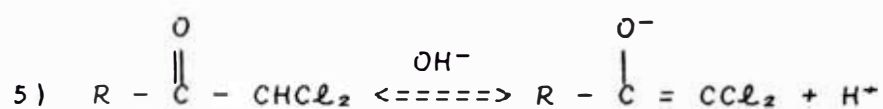
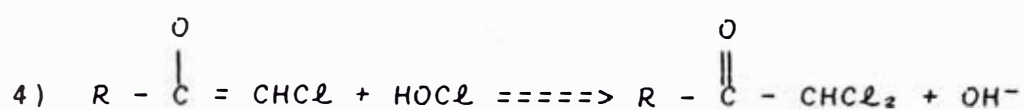
[] Indica concentración en el umbral de olor ($\mu\text{g}/\text{lt}$).

La cantidad de cualquiera de las especies presuntas en un tiempo dado depende del pH, la clasificación de cloro, la concentración de fenol y la temperatura.

3. Formación de trihalometanos:

Los trihalometanos tienen la fórmula general CHX_3 , donde "X" puede ser: Cl, Br ó I. El CHCl_3 , Cloroformo, es de particular interés porque su sospecha que es carcinógeno. Los efectos de las otras especies sobre su salud no se conocen. Las siguientes reacciones demuestran las etapas básicas mediante las cuales pueden producirse Cloroformo durante el tratamiento de aguas:





Las ecuaciones (1), (3) y (5), se favorecen en medio alcalino, a un valor alto de pH.

No todos los compuestos que tienen el grupo acetilo, $-\overset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}}-\text{CH}_3$, reaccionan con suficiente rapidez para representar

un problema durante el tratamiento de aguas.

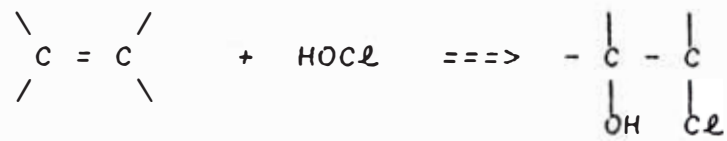
Por ejemplo, la reacción acetileno $\text{CH}_3 - \underset{\text{||}}{\text{C}} - \text{CH}_3$, a las

concentraciones que se encuentran en los suministros de agua contaminada. Sin embargo como en el agua natural y en las aguas residuales hay materia orgánica que contiene grupos funcionales factibles de ser atacados por el cloro para formar rápidamente Cloroformo. La fuente principal de estos grupos son los llamados sustancias húmicas.

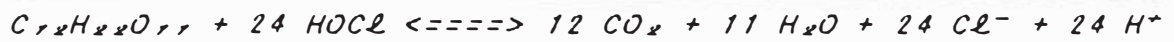
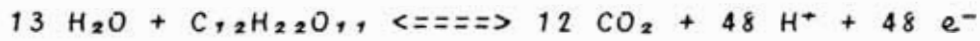
Muchas aguas tratadas no sólo contienen cloroformo sino otras trihalometanos clorados y bromados se forman porque el cloro acuoso convierte el ion Br^- a HOBr .

4. Reacciones de Adición y Oxidación:

El cloro puede reaccionar por adición si el compuesto orgánico tiene un doble enlace.



Por ejemplo un carbohidrato (p.ej. la lactosa) su oxidación con una grasa es lenta, pero finalmente se convierte en CO_2 y H_2O .



CAPITULO III

DESCRIPCIÓN

III.1 Caracterización del desagüe.

III.2 Especificación del tipo de Método para la caracterización.

III.3 Descripción de los Métodos a Utilizar para el Cálculo de los Trihalometanos.

III.4 Desarrollo de la preparación de la Muestra.

III.5 Resultados Obtenidos.

III.6 Métodos Propuestos Por la "AWWA"
American Work Waters Association.

II.1 Caracterización del Desagüe

La caracterización del agua residual doméstica esta supeditada a una serie de análisis, antiguamente se consideraba al peso de materia orgánica como un indicador del grado de polución, posteriormente este parámetro a ido modificando, pasando de la demanda bioquímica de Oxígeno, luego Carbono Orgánico Total, para luego ser a la fecha considerado el CO_2 como del parámetro del grado de polución.

III.2 Desarrollo de los Métodos de Caracterización

Análisis	Método
Ph	Método Electrométrico
Color	Método Espectrofotométrico
Turbidez	Método Nefelométrico
Sílice	Método Gravimétrico
Fierro	Método de Fenantrolina
Manganeso	Método de Persulfato
Calcio	Método Tíbulométrico EDTA
Magnesio	Método del Calculo
Sodio	Método Espectrofotométrico
Potasio	Método Espectrofotométrico
Alcalinidad Total	Método de Titulación
Alcalinidad por Bicarbonatos	Método de Titulación
Alcalinidad por Carbonatos	Método de Titulación
Sulfatos	Método Gravimétrico
Cloruros	Método Argentométrico
Fluoruros	Método del Spands
Nitratos (Nitrógeno como nitrato)	Método Espectrométrico Selectivo
Sólidos Totales	Método Gravimétrico
Sólidos Sedimentables	
Dureza Total	Método de Titulación
Conductividad Eléctrica 250C	Método de Laboratorio
Fosfatos Totales	Mét. del Cloruro Estagnoso
Nitrógeno como Amoniaco	Método Colorimétrico
Nitrógeno como Nitritos	Método Colorimétrico

III.3 Descripción de los Métodos a Utilizar para el Cálculo de Trihalometanos

FUNDAMENTO TEÓRICO

Existen formas de Cálculo:

- 1.- Modelo Matemático
- 2.- Método Espectrofotométrico
- 3.- Cromatografía Gaseosa

1.- Modelo Matemático

Desarrollado en el año de 1,983 y predice la cantidad máxima de trihalometanos que se pueden generar en el agua, a partir de la cantidad de materia orgánica presente en el agua cruda expresada en términos de Carbono orgánico total, la dosis de cloro aplicada en planta, para la desinfección de las aguas y las condiciones de la reacción: pH, Temperatura y tiempo de contacto. Para predecir la máxima concentración esperada de cloroformo en el agua, se estableció la siguiente ecuación empírica:

$$[CHCl_3] = K [COT]^x (Cl_2 COT)^{y/z}$$

de donde:

COT : Carbono Orgánico Total

Cl₂ : Dosis de Cloro Aplicada (ppm)

$CHCl_3$: Máxima concentración esperada de cloroformo (ppm)

K : Cte. de reacción que depende del Ph y de la temperatura

K_1 : Constante que depende del Ph

K_2 : Cte. que depende de la temperatura

X, y, z : Constantes empíricas

El equipo a utilizar es un analizador de Carbono Orgánico Total Sybron Barnstead.

2.- Método Espectrofotométrico

Esta basado en la reacción de Fujiwara que consiste en la formación de un complejo coloreado Piridina - Trihalometano. La intensidad del color es proporcional a la concentración de trihalometanos. Para la aplicación del método es necesario extraer los trihalometanos del agua mediante el uso de un solvente orgánico como el n - pentano. Después, el extracto orgánico se calienta a $40^{\circ}C - 50^{\circ}C$, durante 30 minutos en presencia de soda cáustica y piridina para que ocurra la formación del complejo coloreado.

Finalmente con la ayuda de un espectrofotómetro se lee la absorvancia del complejo aún caliente a 55 nm. La concentración de trihalometanos se calcula a partir de una

curva de calibración construida previamente, aplicando la técnica de patrones de concentración conocidas.

3.- Cromatografía Gaseosa

Por medio de un cromatógrafo de gases por estación de datos, un detector de captura electrónica Níquel 63 y una columna de vidrio 2m x 2 mm de diámetro interno, empacado en FFAP 4% en Chromosorb 80/100 mesh. El gas de arrastre fue Nitrógeno al 99.999 V de pureza el solvente n-pentano grado cromatográfico.

La preparación de los patrones primarios y soluciones de calibración es a partir de patrones certificados de cloroformo, diclorobromo etano, clorodibromometano y bromoformo, siguiendo el procedimiento recomendado.

Luego se gráfica el cromatograma, de los cuatro Trihalometanos.

III.4 Desarrollo de la Preparación de la Muestra

Dosificación del Cloro.-

Considerando la muestra Nro. 5

<i>Tipo de Cloración</i>	<i>Dosificación del Cloro (ppm)</i>	<i>Período de Contacto</i>	<i>pH</i>	<i>Residual Obtenido (ppm)</i>
<i>Residual Combinado disponible</i>	<i>3,00</i>	<i>3 Horas</i>	<i>6,50</i>	<i>2,00</i>
<i>Residual Libre</i>	<i>5,00</i>	<i>20 minutos</i>	<i>8,50</i>	<i>0,20</i>
<i>Punto de Quiebre</i>	<i>12,80</i>	<i>30 minutos</i>	<i>7,00</i>	<i>0,20</i>
<i>Monocloramina</i>	<i>6,40</i>	<i>20 minutos</i>	<i>9,00</i>	<i>0,10</i>
<i>Dicloramina:</i>	<i>12,70</i>	<i>20 minutos</i>	<i>4,80</i>	<i>0,10</i>

III.5 Resultados Obtenidos

Análisis	Agua de consumo c/tratamiento	Agua de Desecho s/tratamiento
Ph	6,40	5,60
Color (U.C.)	1,00	-----
Turbidez (NTU)	0,75	18,00
Sílice (SiO_2) ppm	3,10	8,50
Hierro (Fe) ppm	0,04	-----
Manganeso (Mn) ppm	0,01	-----
Calcio (Ca) ppm	4,50	13,50
Magnesio (Mg) ppm	0,40	3,40
Sodio (Na) ppm	2,40	32,40
Potasio (K) ppm	0,80	5,80
Alcalinidad por Bicarbonatos	6,56	45,00
Alcalinidad por Carbonatos	0,00	0,00
Sulfatos ($\text{SO}_4^{=}$) ppm	7,00	20,00
Cloruros (Cl^-) ppm	3,50	38,50
Fluoruros (F^-) ppm	0,00	-----
Nitrógeno como Nitratos ppm	0,00	5,00
Nitrógeno como Nitritos ppm	0,00	1,00
Sólidos Totales	0,00	191,00
Sólidos Sedimentables (ml/Lt)	-----	10,00
Dureza Total	13,00	48,00
Alcalinidad Total	06,56	45,00
Fosfatos Totales	-----	15,00
Nitrógeno como Amonio	-----	8,00
Conductividad Eléctrica a 25°C	47,00	123,00

III.6 MÉTODO PROPUESTO POR LA AWWA

III.6.1 Formación de Trihalometano (propuesta)

Los Trihalometanos se producen durante la cloración del agua. Hay muchos modelos predictivos para calcular la formación de THM, debido a que por métodos convencionales es muy difícil, un método para calcular el potencial de formación de THM es útil para evaluar los procesos de tratamiento del Agua las fuentes de Agua o para predecir las concentraciones de THM en un sistema de distribución.

Es necesario obtener resultados reproducibles y significativas, contrólense variables como la temperatura, el tiempo de reacción, la dosis de cloro y el cloro residual y el pH, la formación de THM se intensifica a temperatura y pH elevados, un tiempo de reacción mas largo aumenta por lo general la formación de THM.

Definición de Términos

Potencial de formación de Trihalometanos (PFT) es la concentración de THMs formadas en agua tamponadas a pH = 7.0 con un exceso de cloro libre y un cloro residual de 1 a 5 mg/Lt después de atacar o estar 7 días a 25°C. Es útil para valorar la formación de THM.

Potencial Básico de Formación de Trihalometanos

(PBFT) es idéntico al PFT excepto en que la muestra es tamponada a $\text{pH} = 9.2$ simulando agua ablandada con cal o con pH alto de forma natural y acelerando la formación de THM. El PBFT es muy similar al potencial de Trihalometano Total Máximo siendo las diferencias los procedimientos de preparación del reactivo y la concentración de cloro residual requerido.

Potencial Final de Formación de Trihalometanos (PFFT)

Valora las concentraciones de THM más altas que podrían producirse en condiciones extremas de un sistema de suministro de agua pública (dosis de cloro, temperatura, pH y tiempo de contacto).

El Potencial de Trihalometanos Máximo

Se determina tomando muestras por triplicado de un punto en el sistema de distribución que refleje el tiempo de residencia máximo guardándolo durante 7 días o por encima de 25°C y determinando la concentración de THM total si queda en una de las muestras de cloro libre residual detectable. La determinación de PTM no se incluye en los métodos de esta sección debido a que un residuo de cloro combinado pueda ser confundido con un residuo de cloro libre.

La Concentración de Trihalometano en Sistema de Distribución Simulada

(CTHMSDS) es la concentración de THMs en una muestra de agua previamente clorada después de almacenarla que representa el tiempo y las condiciones en el sistema de Distribución del Servicio. Incluyendo los THMs preexistentes más los productos durante el almacenamiento.

Toma de Muestras y Almacenamiento

Recójase las muestras en frascos de vidrio de 1 litro cerrado con tapones de rosca revestidas. Un volumen de un litro proporciona muestra suficiente para determinar la demanda de Cloro y duplicar el análisis repetidos, si es necesario. Para exactitud, utilicense solo muestras frescas.

Los procedimientos para el PTF, PBFT y PFFT están pensados para muestras de agua previamente no cloradas. Si la muestra ha sido clorada previamente, recójase con turbulencia mínima y llénese el mismo frasco completamente para evitar la pérdida de los THMs ya presentes.

POTENCIAL DE FORMACIÓN DE TRIHALOMETANO (PFT)

1.- Discusión General

a) PRINCIPIO.

Las muestras son tamponadas a pH 7.0, cloradas con exceso de cloro libre y almacenadas a 25°C durante 7 días para dejar la reacción se aproxime a su finalización. La concentración de THM se determina utilizando extracción líquido - líquido.

b) INTERFERENCIA.

Si el agua estuvo expuesta a cloro libre antes de la recogida de la muestra (por ejemplo, en una planta de tratamiento del agua), una fracción del material precursor puede haberse convertido en THM tómense precauciones especiales para evitar la pérdida de THMs volátiles reduciendo las turbulencias y llenando frascos de muestras por completo.

Cualquier materia precursora de THM orgánicos presentes en los reactivos o adsorvidos en el material de vidrio no volumétrico a 400°C durante 1 hora, a menos que los análisis de rutina de las blancas demuestren que esta precaución es innecesaria. La impureza del reactivo es una interferencia difícil de controlar. Normalmente se debe al agua de reactivos que contenga ion Bromo o impurezas orgánicas.

Utilicese agua para reactivos de alta calidad tan libre de contaminación orgánica y requerimiento de cloro como sea posible. Si se utiliza intercambio anionico, para extraer los iones bromuro u orgánicos, siguiendo el tratamiento por adsorción en carbón.

Las especies Nitrogenadas y otros compuestos pueden interferir en la determinación de la concentración de cloro residual libre. Es necesario añadir suficiente cloro libre preferiblemente de 2 a 5 ppm.

2. INSTRUMENTAL.

a) Incubador; mantener la temperatura a $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ durante el periodo de reacción.

b) Frascos; vidrio con tapones de rosca revestidas de 245 a 255 ml.

c) Viales; vidrio 25 ml con tapones de roscas revestidas.

d) PHmetro hasta un intervalo de 0.1 unidad.

3. REACTIVOS.

a) Solución de Hipoclorito

Diluyase 1 ml de solución acuosa de Hipoclorito de Sodio (NaOCl) al 5% hasta 25 ml con agua libre de requerimiento de Cloro mezclese bien y titúlese hasta un punto final de almidón-yodo utilizando Tiosulfato de Sodio 0.100N.

$$\text{Hipoclorito. mg Cl}_2/\text{ml} = \frac{N \times 35.45 \times \text{ml titulante}}{\text{ml de Hipoclorito añadido}}$$

Donde: N es la Normalidad del titulante

La titulación debe requerir al menos 10 ml Titulante, en caso contrario, utilicense 2 ml de solución Hipoclorito.

Midase la concentración de cloro cada vez que se haya una solución de dosificación, deseche la solución de Hipoclorito si la concentración de cloro es menor de 20 mg Cl₂/ml.

b) Solución de Dosificación de Cloro

15 mg Cl₂/ml. Cálculense el volumen de solución de Hipoclorito requerido.

$$\text{ml requeridos} = \frac{1.250}{\text{Hipoclorito Concentrado (mg Cl}_2/\text{ml)}}$$

Diluyase este volumen en un matraz volumetrico de 250 ml hasta la marca con agua libre de requerimiento de cloro.

Mezclese y pásese a un frasco ámbar ciérrese con un tapón de rosca revestido y refrigérese. Manténgase apartado de la luz del Sol. Descartase después de una semana.

c) Tapón Fosfato.

Disuélvase 68.1 gr de fosfato de dihidrogeno y Potasio KH_2PO_4 y 11.7 gr de Hidróxido de Sodio $NaOH$ en un 1 Lt. de agua libre de compuestos orgánicos. Refrigérese en un recipiente hermético descartase después de una semana.

d) Solución de Sulfito de Sodio

Disuélvase 10 gr de Sulfito de Sodio Na_2SO_3 en 100 ml de agua libre de compuestos orgánicos. Empléese para dechloración 0.1 ml destruya unos 5 mg de cloro residual. Prepárese reciente cada dos semanas.

e) Agua libre de compuesto

Pásese agua destilada o des-ionizada a través de columnas de carbón activo.

f) Agua Libre de Requerimiento de Cloro

Empezando con agua libre de compuestos orgánicos. Después de haber destruido el cloro residual, púrguese pasando un gas inerte y limpio a través del agua.

g) Solución ADHB.

Disuélvase 0.078 gr de ácido 3,5 - dihidroxibenzoico anhidro (ADHB) en 2 Lt. de agua libre de requerimiento de cloro. Esta solución no es estable, prepárese reciente antes de cada uso.

h) Acido Nítrico o Clorhídrico,

HNO₃ o HCl, concentraciones 1.0 y 0.1 N prepárese con agua libre de compuestos orgánicos.

i) Hidróxido de Sodio

NaOH 1.0 y 0.1 N, prepárese con agua libre de compuestos orgánicos.

4. PROCEDIMIENTO

a) DETERMINACIÓN DEL REQUERIMIENTO DE CLORO

Determinese o valórese con exactitud el requerimiento de cloro de la muestra. Más adelante se especifica una dosis de cloro alta para llevar la reacción muy cerca de su finalización con rapidez pero pueden utilizarse dosis más pequeñas de cloro a tiempos de reacción más cortos si se dispone de conocimientos a fondo de la muestra. Tómense con la pipeta 5 ml. de solución de dosificación de cloro y llévase a un frasco de 250 ml, llénese completamente con agua

libre de requerimiento de cloro y ciérrase con un tapón de rosca revestido. Titúlese 100 ml con Tiósulfato de Sodio 0.025 N para determinar la concentración inicial del cloro, que sean aproximadamente 100 mg Cl_2/Lt . Llévase con la pipeta 5 ml de tampón fosfato y 5 ml. de solución de dosificación de cloro y un segundo frasco de 250 ml, llénese completamente con muestra y ciérrase con tapón de rosca revestido de TFE; almacenese en la oscuridad durante al menos 4 horas a 25°C. Después determinese el cloro residual. Cálculase el requerimiento de cloro como sigue:

$$CD = D_0 - R$$

donde: CD.... Requerimiento de cloro mg Cl_2/Lt

R Cloro residual de la muestra, después de al menos 4 horas de almacenamiento mg Cl_2/Lt .

D_0 Concentración de Cloro dosificado mg Cl_2/Lt .

b) CLORACION DE LA MUESTRA

Si la muestra más de 200 ppm de alcalinidad y acidez el pH a 7.0 utilizando 0.1 o 1.0 N HNO_3 , HCl o NaOH y un pHmetro. Con una pipeta graduada, pásese el volumen adecuado

de solución de dosificación de Cloro $[(CD \times 5) / Do] + 0.1$ a un frasco de 250 ml. Añádanse 5 ml de solución tapón fosfato y llénese completamente con muestra. Ciérrase inmediatamente con un tapón de rosca revestido TFE y déjese reposar en la oscuridad a 25°C durante 7 días. Análizese un blanco de reactivos con cada lote de muestras.

c) ANÁLISIS DE LA MUESTRA

Después de un período de reacción de 7 días, colóquese 0.1 ml de solución reductora de sulfito en un vial de 25 ml y llénese suave y completamente el vial con la muestra.

Si no se va a utilizar los THM inmediatamente reduzcase el pH a <2 añadiendo 5 gotas de ácido concentrado, ciérrase el vial con un tapón de rosca revestido con TFE y analicéense los THMs. Guárdense las muestras a 4°C hasta que se vaya a hacer el análisis de THM, pero caliéntese a temperatura ambiente antes de su análisis.

Midase el residuo de Cloro libre de la muestra que queda en el frasco de 250 ml utilizando el método de hasta 0.1 ppm de precisión y capaz de conseguir distinguir el cloro libre del combinado. Ajustece el pH tal como se ha especificado antes determinando el cloro libre.

Si la muestra no contiene al menos 1 mg Cl_2/Lt deseche y trátase el duplicado de la muestra original con una dosis de cloro más alta o preferente, comiencese con una muestra reciente. Obténgase un residuo de cloro libre de al menos 1 mg/lit y preferiblemente de 2 a 5 mg/lit como Cl_2 .

d) BLANCO DEL REACTIVO

Añádase 1 ml solución de dosificación de cloro a 50 ml de tampón fosfato, completamente lleno a un vial de 25 ml, ciérrase con un tapón rosca revestido, y guárdese con las muestras.

NOTA: Este Blanco de Reactivo, es para el control de calidad y no es un verdadero blanco, porque las concentraciones del reactivo son considerablemente más altas de lo que son en las muestras. Las concentraciones de THM es el blanco del reactivo tendrán un sesgo elevado y no pueden restarse de los valores de las muestras. No se hacen más diluciones antes de la reacción porque el propio agua de reactivo contribuirá probablemente a la formación del THM. Después de reaccionar durante 7 días llévase con la pipeta 1ml de solución reductora de sulfito a un frasco de 250 ml y

añádanse, sin agitar, 5.0 ml de la mezcla de reactivo reaccionado inmediatamente llénese el frasco con agua libre de compuestos orgánicos que haya sido purgada libre de THMs y ciérrase con un tapón de rosca forrado con TFE. Analicéense los THM en un fracción con el mismo procedimiento utilizado para las muestras. La suma de todos los compuestos THM deberá ser menor de 5 μg de CH_2/Lt .

El blanco de reactivo es una medida aproximada de los THMs a los que han contribuido los reactivos añadidos a las muestras, pero no puede utilizarse como un factor de corrección. Si el blanco del reactivo es mayor de 5 μg de THM/Lt tomando el de mayor es necesario el tratamiento adicional para el agua de reactivo.

5. CALCULO.

Infórmese de las concentraciones de cada uno de los cuatro compuestos THM comunes por separado para saber sus concentraciones relativas, cantidades mayores de compuestos bromados respecto al CHCl_3 indican una mayor concentración del bromuro disuelto en el agua.

El PFT puede consignarse como un valor único como microgramos por litro como CHCl_3 o micromoles por litro. Se

desaconseja el uso de unidades microgramos por litro excepto para fines de regulaciones legislativas, en cuyo caso si se necesitan. Cálculase el PFT utilizando una de las siguientes ecuaciones:

$$PFT_{\mu g/lt} = A + B + C + D$$

$$PFT_{\mu g/lt} \text{ como } CHCl_3 = A + 0.728B + 0.574C + 0.472D$$

$$PFT_{\mu m} = \frac{PFT_{\mu g/lt} \text{ como } CHCl_3}{119}$$

de donde:

$$A = \mu g \text{ } CHCl_3/lt$$

$$B = \mu g \text{ } CHBrCl_2/lt$$

$$C = \mu g \text{ } CHBr_2Cl/lt$$

$$D = \mu g \text{ } CHBr_3Cl/lt$$

$$B = \mu g \text{ } CHCl_3/lt$$

No ha de hacerse corrección del blanco o una corrección para la dilución de la muestra por adición del reactivo. Si se utilizan condiciones (pH, temperatura, tiempo, etc.) diferentes a las establecidas antes para las determinaciones no estandares adaptadas a las necesidades o condiciones locales, informese de tales diferencias con los resultados.

6. CONTROL DE CALIDAD

a) Utilícese solución de ácido dihidroxi-benzoico (ADHB) como comprobante del control de calidad, en especial para la presencia de bromuros que interfieran en los reactivos o el agua para reactivos.

Diluyase 1.0 ml de solución de dosificación de cloro hasta 1,000 ml con agua libre de requerimientos de cloro. Llévase con la pipeta 5 ml de solución tampón fosfato a cada uno de los frascos de 250 ml; añádase 1.00 ml de solución ADHB a un frasco y llénese los dos frascos del todo con solución de dosificación de cloro diluido y ciérrense los tapones de roscas revestidas con TFE. Después de mantenerlos en la oscuridad durante 7 días a 25°C.

b) La concentración de THM de la solución el ADHB añadido menos la concentración de THM del blanco (que es el blanco verdadero) deberá ser igual a 119 µg/Lt de THM como CHCl₃, sin contribución esencial de los THMs que contiene bromo. Si hay una contribución significativa de los THMs bromados, el 10 por 100 o más del THM total, puede ser necesario eliminar el bromuro del agua para reactivos u obtener reactivos de mayor pureza que contengan menos bromuro. Debe determinarse el origen del bromuro y corregirse el problema. Si la concentración de THM del blanco del agua

excede los 20 $\mu\text{g/Lt}$, trátase el agua para reactivos para reducir la contaminación.

7. PRECISIÓN Y SESGO

La precisión de este método viene determinada casi por completo por la presión analítica y el sesgo del método puede determinarse solo para las soluciones sintéticas (por ejemplo, la solución de ADHB), por lo que el PFT no es una propiedad intrínseca, de la muestra sino más bien una cantidad definida por este método.

El porcentaje de recuperación se calculo, cuando el reactivo ADHB utilizado tiene una pureza de solo el 97 por 100.

$$\% \text{ Recuperación} = \frac{\text{Mtra. ADHB} - \text{Blanco Promedio}}{116} \times 100$$

Ya que la formación de THM varía directa, pero no proporcionalmente, tanto con la dosificación inicial como con la concentración residual de cloro libre, debe tenerse mucho cuidado al comparar los resultados para las muestras que tienen las concentraciones de cloro residual diferentes. El procedimiento recomendado para comparar las muestras es clorar cada una de ellas con varias dosificaciones diferentes de cloro, produciendo un intervalo de concentraciones de

cloro residual libre y comparar los valores del PFT con concentraciones de cloro residual equivalentes.

III.6.2 MÉTODOS DE ANÁLISIS PARA COMPUESTOS ORGÁNICOS**ESPECÍFICOS.-**

El estudio, desarrollado se basa en la determinación de cuatro compuestos cuantitativamente, las cuales son:

Métodos de Análisis

<i>Cloroformo</i>	<i>6210B,C,D; 6230B,C,D; 6232B</i>
<i>Bromodichlorometano</i>	<i>6040B; 6210C,D; 6220C;6230C,D</i>
<i>Dibromoclorometano</i>	<i>6040B;6210B,C,D;6230B,C,D;6232B</i>
<i>Bromoformo</i>	<i>6040B;6210B,C,D;6230B,C,D;6232 B</i>

De donde el método de extracción líquido - líquido con cromatografía de Gases.

Este método cálculo la presencia de los cuatro en aguas potables durante etapas intermedias de tratamiento y agua de fuentes naturales. Para otros compuestos o fuentes de muestra, tómense los datos de sesgo y precisión de las muestras reales y obténgase una confirmación cualitativa de los resultados mediante una cromatografía de gases/ espectrometría de gases/ (CG/EM) para comprobar así la utilidad del método realicéanse análisis cualitativos mediante CG/EM o un método de purgar y atrapamiento, para definir cada

una de las aguas de fuentes naturales en caso de que aparezcan picos como interferencias en el análisis.

1.- DISCUSIÓN GENERAL

a) Principio: La muestra se extrae una vez que se hayan inyectado el disolvente y el extracto en el interior del cromatógrafo provisto de un detector de captura de electrones linealizando por separación y análisis. El tiempo de análisis y extracción dura entre 10 y 50 minutos por muestra, en función de las distintas condiciones analíticas.

Mediante el empleo de columnas desiguales y una programación de temperatura, se obtiene la evidencia de confirmación. Cuando las concentraciones de los componentes sean suficiente altas ($>50 \mu\text{g/Lt}$), pueden utilizarse detectores específicos de halógenos para obtener un carácter específico mejorado.

Mediante el empleo de un espectómetro de masa en lugar de un detector de captura electrónica pueden realizarse análisis inequívocos de confirmación para altos niveles ($>50 \mu\text{g/Lt}$). Para niveles inferiores a $50 \mu\text{g/Lt}$ tan solo la técnica de purga y atrapamiento mediante CG/EM es capaz de suministrar una confirmación inequívoca.

Para compensar posibles pérdidas de extracción se sacan y analizan los estándares añadidos al agua libre de sustancias orgánicas y las muestras.

Las concentraciones de los trihalometanos se resumen y se comunican como trihalometanos totales en $\mu\text{g/Lt}$.

b) *Interferencias:* Las impurezas contenidas en el disolvente de extracción, por lo general responsables de la mayoría de los problemas del análisis. Analicense blancos de disolventes antes de utilizar una nueva botella de disolvente para extraer muestra. Realicense a diario comprobaciones indirectas sobre el disolvente de extracción mediante la monitorización de blancos de muestras.

Siempre que se advierta una interferencia en el blanco de muestra vuelvase a analizar el disolvente de extracción. Deséchese el disolvente de extracción si se descubre un alto índice de compuesto de interferencia ($>10 \mu\text{g/Lt}$). Las interferencias de bajo nivel pueden eliminarse mediante destilación o cromatografía de columnas, sin embargo, resulta por lo general más económico obtener un nuevo disolvente o seleccionar un disolvente alternativo aprobado. Un disolvente libre de interferencias se define como un disolventes que contiene menos de $0.40 \mu\text{g/Lt}$ de interferencia individual de

trihalometanos. Protenjase los disolventes libres de interferencias mediante su almacenamiento en áreas fuera de laboratorio libres de disolventes organocloradas. No reste los valores de blancos como corrección.

Se atribuye a la difusión de compuestos orgánicos volátiles a través del cierre del tabique de las botellas de muestra durante la expedición y almacenamiento la posible contaminación accidental de las muestras. Utilicese el blanco de muestras para realizar un seguimiento de este problema. Esta técnica de extracción líquido - líquido obtiene, de forma eficaz, un amplio intervalo de destilación de compuestos orgánicos no polares y también de los componentes orgánicos polares de la muestra con eficacias diversas. Para analizar rápidamente trihalometanos con sensibilidades en el ámbito de pocos microgramos por litro, utilicese el detector de captura de electrones semi-específicos y las columnas cromatográficas con poder de resolución relativamente pobre. Debido a estas concesiones, la probabilidad de encontrar interferencias cromatográficas es alta. Los trihalometanos son primariamente productos propios del proceso de cloración y raramente aparecen en aguas de fuentes naturales. La ausencia de picos con tiempo de retención similares a los trihalometanos en los análisis de agua fuentes naturales constituyen una evidencia del análisis de agua potables

terminales libres de interferencias. En virtud de estas posibles interferencias, analicése una muestra representativa de agua de fuentes naturales, utilicéense las columnas cromatográficas alternativas para volver a analizar el conjunto de la muestra.

Si se advierten aún interferencias, realicéense identificaciones cualitativas de confirmación como se explica. Si se confirma que los picos pertenecen a compuestos distintos de los trihalometanos que se suman de modo significativo al valor total trihalometanos del agua potable terminal, analicése el conjunto de muestra mediante un método de purga y atrapamiento.

Para mayor información sobre las interferencias en los métodos de cromatografía de gases, se ha analizado anteriormente.

c) Límites de detección: El método resulta útil para concentraciones de trihalometanos comprendidos aproximadamente entre 0.5 y 200 $\mu\text{g}/\text{lt}$, los límites de detección reales depende sobre todo de las características del sistema de cromatografía de gases utilizado.

2.- TOMA DE MUESTRAS Y ALMACENAMIENTO

No añadan ningún conservante al tomar las muestras si ha de medirse la formación máxima de trihalometanos. En caso de que no se utilice una estabilización química al tomar las muestras, añádase el agente reductor justo antes de extraer dichas muestras.

La historias de las muestras de aguas de fuentes naturales se asemeja a las de las aguas potables terminales. Téngase en cuenta el tiempo de retención medio del agua potable terminal en la planta de agua, cuando se realice una toma de agua de fuentes naturales.

Para botellas de tapón de rosca y cierre con tabique, ábrase la botella y llénese hasta rebosar, sitúese en una superficie nivelada, colóquese el lado del TFE del cierre del tabique sobre el menisco convexo de la muestra y ciérrase herméticamente sobre el tapón de rosca sobre una superficie sólida. La ausencia de aire atrapado indica si el cierre es correcto. Si en cambio se produce burbujas, ábrase la botella, añádase alguna gota más de muestra y vuélvase a cerrar tal como se indicó anteriormente.

Almácenese junto a los blancos y las muestras recogidas junto al mismo lugar (conjunto de muestra), en una área

protegida y libre de contaminación. Un conjunto de muestra se define como todas las muestras tomadas en un lugar dado. En una planta de tratamiento de agua, este conjunto está formado por muestras de aguas de fuentes naturales duplicadas, aguas terminales duplicadas y blancos duplicados de muestra.

Cuando se toma y almacena las muestras bajo estas condiciones no se han detectado pérdidas mensurables de trihalometanos durante largos periodos de tiempo. Si es posible analicesen las muestras en los 14 días siguientes a su recogida.

Para muestras tomadas poco después de la cloración el amortiguamiento con agentes reductores pueden resultar insuficiente para impedir la formación de trihalometanos por la hidrólisis de los compuestos intermedios. En este caso es necesario la acidificación.

3. INSTRUMENTAL

a. Vaso de extracción:

a.1) Para muestra que no formen emulsiones utilicense ampollas PIERCE de 14 ml (volumen total) dotadas de tapón de rosca con tabique PIERCE de silicona revestido de TFE.

a.2) Para muestras que formen emulsiones (aguas de fuentes turbias) utilícense tubos centrífugos Corning de 15 ml de rosca con revestimiento de TFE.

Prepárense matraces de extracción de acuerdo con las directrices señaladas para las botellas de muestras.

b) Microjeringuillas: 10 y 100 μ l

c) Microjeringuillas: 25 μ l con agua de 5.08cm x 0.02cm

d) Jeringuillas Hipodérmicas de vidrio: de 10 ml con extremo de luerlok (dos cada una)

e) Válvulas de jeringuillas, doble sentido con extremo de luer (dos cada una)

f) Pipeta: 2.0 ml

g) Matraces Volumétricos, tapones esmerilados de vidrio de 10 y 100 ml.

h) Cromatógrafo de gases, preferiblemente de temperatura programable, con detector de captura de electrones.

l) Columnas cromatográficas:

* De relleno de vidrio de 4 mm. de DI x 2m de longitud con 3 x 100 de SP-1000 en Supelcoport (retícula 100/120) que funciona a 50°C con un flujo de de 60 ml/min.

* De relleno de vidrio de 2 mm de DI x 2m de longitud con 10 por de escalueno sobre Chromosorb WAW (retícula de 80/100) que funciona a 67°C con un flujo de 25 ml/min. Se recomienda como columna analítica primaria el tricloroetileno, un contaminante frecuente en el agua de fuentes natural, concluye en el Bromodiclorometano

* De relleno de vidrio de 2 mm de DI x 3 m de longitud con 6 por 100 de OV-11/4 por 100 de SP-2.100 en SUPELCOPORT (retícula de 100/120) de temperatura de 45°C durante 12 min a continuación programe a 1°C/min hasta 70°C con un flujo de 25 ml/min. Manténgase hasta que se produzca la elusión de los compuestos esperados.

f) Recipientes de almacenamiento estándar, botellas PIERCE de tabique con tapón de rosca ámbar, 15 ml de tabique de silicona revestido de TFE.

4. REACTIVOS

a) Disolvente de extracción:

Se recomienda el pentano como alternativa, utilicese hexano, metilciclohexano o 2,2-4-trimetilpentano.

b) Alcohol Metílico

c) Carbono Activado

d) Estándares de referencia

d.1.- Bromoformo, 96 por 100

d.2.- Bromodiclorometano, 97 por 100

d.3.- Dibromoclorometano,

d.4.- Cloroformo, 99 por 100

e) Agua exenta de THM:

Genérese agua exenta de THM, libre de interferencias, cuando se usa según el procedimiento descrito, al hacer pasar agua del grifo a través de un filtro de carbono, cámbiese el carbono activado siempre que la concentración del trihalometano supere los 0.4 µg/lt. Pueden utilizarse sistemas comerciales para generar agua desionizadas exentas de THM del modo siguiente:

Hiervase agua durante 15 minutos, manténgase a 90°C mientras se hace burbujear un gas inerte exento de sustancias contaminantes a través del agua a 100 ml/min durante una hora. Con el agua aún caliente transfírase a una botella de boca estrecha con tapón de rosca recubierto con TFE. Exáminese a diario el agua exenta de THM mediante un análisis de trihalometanos.

f) Solución patrones reservas:

Colóquese 9.8 ml de alcohol metílico en un matraz volumétrico con tapón de vidrio esmerilado manténgase el

matraz sin tapar durante 10 minutos, aproximadamente o hasta que se sequen las superficie las superficie humedecidas con alcohol. Pésese una cantidad cercana a 0.1 mg. Mediante una jeringuilla de 100 μ l, añádanse inmediatamente el matraz 2 ó 3 gotas del patrón de referencia; cae directamente sobre el alcohol sin entrar en contacto con el cuello del matraz varias veces, transfírase la solución patrón a una solución de 15 ml con un tapón de rosca revestido de TFE fechada y etiquetada.

Cálculése la concentración en microgramos por microlitro a partir de la ganancia neta en peso. Almacénese la solución a 4°C. Estos patrones son estables hasta 4 semanas si se almacena en estas condiciones. Cuando transcurre un tiempo superior deséchense las soluciones.

g) Estándares de calibrado:

Elíjase una de las dos opciones:

g.1) A partir de soluciones patrón de reserva prepárese una mezcla de dilución secundaria de componentes múltiples en alcohol metílico de modo que una inyección de 20 μ l/ts sobre agua exenta de THM genera un estándar de calibrado que produzca una respuesta próxima ($\pm 25\%$) a la de la muestra.

g.2) Constrúyase una curva de calibración para cada trihalometano mediante el empleo de un mínimo de 3 concentraciones diferentes. Dos de estas concentraciones

deben encuadrar la muestra.

En ambos casos prepárense estándares mediante la inyección de no más de 20 μ lts de patrones de alcohol sobre 100 de ml de agua exenta de THM con un microjeringuilla de 25 μ l. Inyéctese rápidamente un patrón de alcohol sobre el área expandida del matraz volumétrico relleno y retirese inmediatamente la aguja. Mézclense los patrones acuosos invirtiendo el matraz 3 veces. Desechese el contenido del cuello. Llénese la jeringuilla muestra a partir de la solución del patrón en el área expandida del matraz.

No use nunca pipetas para diluir y transferir las muestras y los patrones acuosos, cuando se almacenan con un espacio de aire superior, no son estables; desechense al cabo de una hora. Almacenense los patrones acuosos de acuerdo a los apartados 2 y 5.

Extraiganse y analícense los estándares de calibrado acuosos de forma idéntica a las muestras.

Los procedimientos de calibrado que requieren menos de 20 μ l de estándares de metanol sobre volumen de 10.0 ml de agua contenida en la jeringuilla de la muestra son aceptables si el estándar de metanol es liberado mediante una técnica de inundación de disolvente.

h) Mezcla estándar de comprobación de calidad:

A partir de solución patrón de reserva, prepárese una

mezcla de dilución secundaria en alcohol metilico que contenga 10.0 mg de cada compuesto/ μ lt. A diario, inyéctese 20.0 de μ lt de esta mezcla sobre 100 ml de agua exenta de compuestos orgánicos y an licese.

5. PROCEDIMIENTO

Retirensen los pistones de dos jeringuillas 10.0 ml y unase una válvula de jeringuilla a cada una de ellas. Abrase la botella de muestra (o patrón); sino se ha a nadido ningún químico reductor a la muestra, a nadase justo antes del análisis en una proporción de 2.5 a 3 ml/40 ml o directamente 1 mg a la muestra en el matraz de extracción. Viértase la muestra cuidadosamente la muestra. Abrase la válvula de la jeringuilla y eliminese la cantidad residual de aire mientras se ajusta el volumen de la muestra 10.0 ml. Ci rrese la válvula.

Ll nense una segunda jeringuilla de manera idéntica al anterior a partir de la misma botella de muestra y reservese para un análisis de réplica.

Abs rvase con una pipeta de 2.0 ml de disolvente de extracción sobre un matraz de extracción limpio, inyéctese cuidadosamente el contenido de la jeringuilla el en matraz de extracción, ci rrese con un tabique de TFE y agit se con

fuerza durante un minuto. Déjese en reposo hasta la separación de dos fases (60 segundos). Si las fases no se separan por sí solas, centrifúgese para facilitar dicha separación. Análizese la muestra mediante la inyección de 3.0 μ l (técnicas de inundación del disolvente), de la fase superior (orgánica) en el cromatógrafo de gases.

6. CALCULOS

Localícese cada trihalometano en el cromatograma de la muestra por comparación del tiempo de retención de los picos sospechosos con el tiempo de retención medio y la varianza calculada en el apartado. El tiempo de retención del pico sospechoso debe estar comprendido entre los límites establecidos por estas variables, estadísticas para una identificación de columna única.

Cálculase la concentración de cada trihalometano por comparación de la altura de los picos o el área de los mismos para las muestras de estas patrones de modo que se indica a continuación mediante la utilización, únicamente de dos cifras significativas:

$$\text{TRIHALOMETANO, } \mu\text{g/l} = \frac{S}{P} \times C$$

donde:

S = altura o área del pico de la muestra

P = altura o área del pico estándar que suministra una respuesta del detector comprendida en un $\pm 25\%$ de la respuesta de la muestra.

C = concentración del estándar que proporciona una respuesta, $P, \mu\text{g}/\text{cc}$

Cálculase la concentración total del trihalometano como:

$$CTTHM = CHCl_3 + CHBrCl_2 + CHBr_2Cl + CHBr_3$$

donde:

$CTTHM$ = es concentración total de trihalometano, $\mu\text{g}/\text{lt}$

$CHCl_3, CHBrCl_2, CHBr_2Cl, CHBr_3$ = concentraciones THM individuales, $\mu\text{g}/\text{lt}$.

Cálculase el límite de detección (LDD), para cada trihalometano no detectado mediante el siguiente criterio:

$$LDD = \frac{A \times F \times (2 \mu\text{g}/\text{lt})}{B \times F}$$

donde:

A = cinco veces el nivel de ruido en ml. en el tiempo exacto de trihalometano o desplazamiento de la línea de base en milímetros desde el cero teórico en el tiempo exacto de retención para trihalometano.

B = altura del pico milímetros de un estándar de comprobación de calidad de $2 \mu\text{g}/\text{lt}$.

F = Factor de atenuación.

Comuníquese los resultados obtenidos a partir de los valores inferiores del límite de detención durante la toma de datos de las muestras.

7. CONTROL DE CALIDAD

a) Análisis de estándares de comprobación de calidad.

A diario antes analizar ninguna muestra, extraíngase y analícese un estándar de comprobación de calidad de 2 µg/lt. Cálculense las comprobaciones de estado del instrumento y los valores estimados inferiores del límite de detección sobre la base de los cálculos del factor de respuesta 5 veces el nivel de ruido. Los datos también pueden utilizarse para realizar estimaciones sobre la concentración de las muestras. A partir de esta información determinese las dimensiones patrón adecuadas que se van a llevar a cabo.

b) Monitorización de interferencias.

Analicense blancos de muestras y aguas de fuentes naturales para establecer un seguimiento de las interferencias potenciales como se describen en el apartado 1.b.

-
- c) *Muestras con adiciones conocidas:*
 - d) *Análisis duplicados*
 - e) *Muestras de control de calidad externo*
 - f) *Calibrado del sistema de captura de electrones*
 - g) *Tiempo de retención*

8. PRECISION Y SESGO

Es necesario determinar en el laboratorio una tabla, que se generan mediante la adición de cantidades conocidas de trihalometanos sobre agua libre de compuestos orgánicos, como se ha descrito.

C A P I T U L O I V

Análisis de Resultados

La determinación de aminoácidos

1. Amino ácidos libres.
2. Amino ácidos hidrolizables.

MUESTRAS	AMINO ACIDOS LIBRES como N		AMINO ACIDOS HIDROLIZABLES	
	$\mu\text{g}/\text{lt}$	%N-org	$\mu\text{g}/\text{lt}$	%N-org
No. 1	48.60	9.35	-	-
No. 2	0	0	61.80	23.80
No. 3	0.12	0.10	-	-
No. 4	1.80	1.40	-	-
No. 5	6.50	0.40	-	22.70

La determinación de Carbono Orgánico total:

MUESTRA	[COT] ppm	Cl ₂ ppm
No. 1	18.300	7.00
No. 2	4.000	3.10
No. 3	3.700	3.00
No. 4	2.500	0.30
No. 5	5.200	12.80

Análisis de Resultados

La muestra problema provenientes de las redes de alcantarillado, a la cual se le somete a determinaciones físico-química siguiente:

Nitrógeno (ppm como N) TOTAL	M U E S T R A S				
	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5
ppm como N	1.210	1.270	2.050	0.520	5.420
Nitritos	0.002	0.034	0.061	0.006	0.162
Nitratos	0.090	0.670	4.570	0.360	2.130
Amoniaco	0.700	0.310	0.300	0.030	1.280
Carbono Orgánico total	0.420	0.260	0.110	0.130	1.850
	18.300	4.000	3.700	2.500	5.200

Variaciones de pH:

La determinació:

DETERMINACION	M U E S T R A S				
	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5
pH in situ	7.06	7.50	7.85	7.40	7.18
pH en el labora- torio	7.13	7.76	7.90	6.79	7.42

RESULTADOS:

INPUT OVERRANGE AT RT = 1.27

LT 9105643 FM-734.3 11/24/93 15:19:16 CH="A" PS=1

FILE 1. METHOD 5 RUN 17 INDEX 1 CALIB BIN 14

ANALYST: 174/1114

NAME	MG/CM ³	RT	AREA	BC	RF	RRT
1	0.	2.68	20027	01		0.825
KIKE	0.102	3.25	4132253	01	.....	1
TOTALS	0.102		4152280			

NEW FILE:

NAME	RF	RT
KIKE		3.33

FI = 1 FE = 1 MN = 5

PRESS 'ENTER' TO SKIP ENTRY

ENABLE BASELINE DRAWING? [Y/N] (N)

STORAGE MENU? [Y,N] (N)

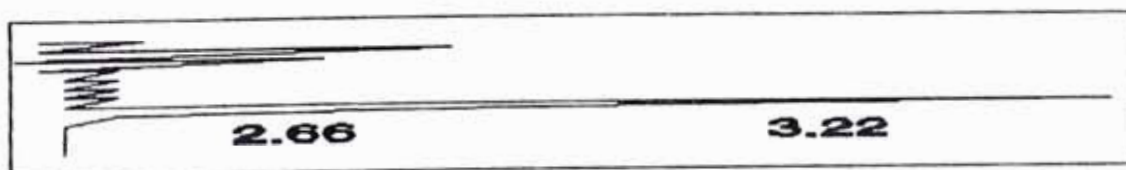
FUNCTION NUMBER [0-10] (0) 1

1. CHROMATOGRAM REPROCESSING

BIN (14) = 16 FILE (1.) =

PRESS 'INJECT' TO BEGIN

CHANNEL A INJECT 11/24/93 15:32:26 REPLAYED FROM BIN # 16



INPUT OVERRANGE AT RT = 1.27

LT 9105643 FM-734,3 11/24/93 15:32:26 CH="A" PS=1

FILE 1. METHOD 5 RUN 18 INDEX 2 CALIB BIN 16

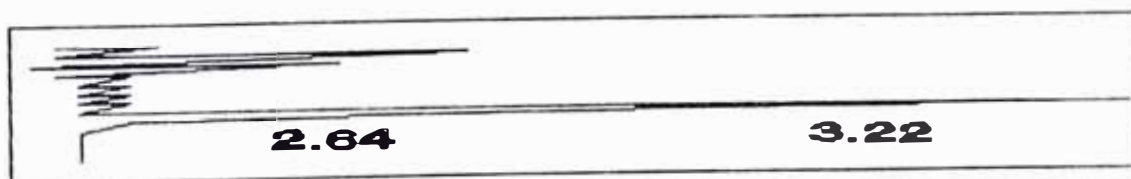
ANALYST: 174/1114

NAME	MG/CM ³	RT	AREA	BC	RF	RTP
1	0.	2.66	22674	01		0.826
KIKE	0.102	3.22	4161539	01	.....	1.
TOTALS	0.102		4184213			

NEW FILE:

NAME	RF	RT
KIKE		3.28

CHANNEL A INJECT 11/24/93 15:40:38 STORED TO BIN # 17



DATA SAVERD TO BIN # 17

INPUT OVERRANGE AT RT = 1.25

LT 9105643 FM-734,3 11/24/93 15:40:38 CH="A" PS=1

FILE 1. METHOD 5 RUN 19 INDEX 1 CALIB BIN 17

ANALYST: 174/1114

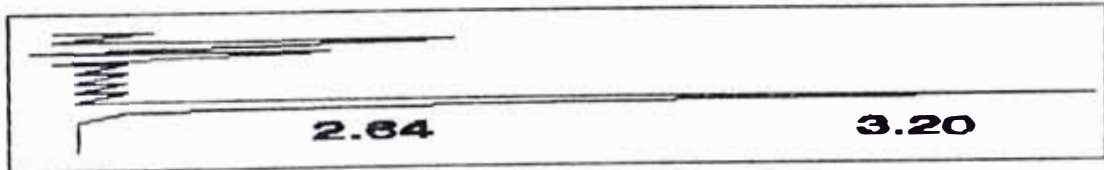
SAMPLE 1 M-1 BIN 17 NAME ARUN0017

SA IS XF

1 0. 1027.69

NAME	#	RT	AREA BC	RF	RRT
1	0.	2.64	22351 01		0.82
KIKE	94.915	3.22	3754480 01	.....	1.
TOTALS	94.915		3777231		

CHANNEL A INJECT 11/24/93 15:47:93 STORED TO BIN # 18



DATA SAVERD TO BIN # 18

INPUT OVERRANGE AT RT = 1.25

LT 9105643 FM-734,3 11/24/93 15:47:22 CH="A" PS=1

FILE 1. METHOD 5 RUN 20 INDEX 1 BIN 18

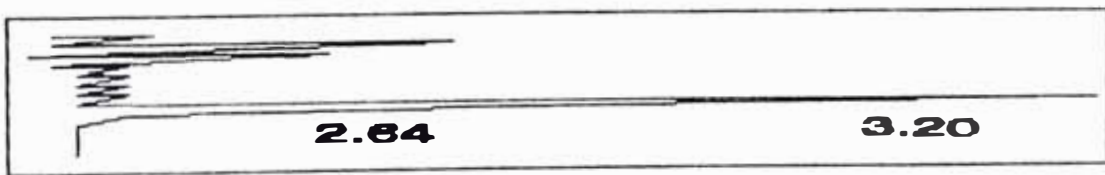
ANALYST: 174/1114

SAMPLE 2 M-2 BIN 18 NAME ARUN0018

SA IS XF
1 0. 993.51

NAME	%	RT	AREA BC	RF	RRT
1	0.	2.64	21405 01		0.825
KIKE	95.102	3.2	3891721 01	.....	1.
TOTALS	95.102		3913126		

CHANNEL A INJECT 11/24/93 16:01:47 STORED TO BIN # 19



DATA SAVED TO BIN # 19

INPUT OVERRANGE AT RT = 1.26

LT 9105643 FM-734,3 11/24/93 16:01:47 CH="A" PS=1

FILE 1. METHOD 5 RUN 21 INDEX 1 BIN 19

ANALYST: 174/1114

SAMPLE	2	M-3	BIN	19	NAME	ARUN0019
SA	IS	XF				
1	0.	1027.69				

NAME	%	RT	AREA BC	RF	RRT
1	0.	2.64	24287 01		0.825
KIKE	97.607	3.2	3861393 01	.....	1.
TOTALS	97.607		3885680		

CHANNEL A INJECT 11/24/93 16:08:31 STORED TO BIN # 20



DATA SAVED TO BIN # 20

INPUT OVERRANGE AT RT = 1.27

LT 9105643 FM-734,3 11/24/93 16:08:31 CH="A" PS=1

FILE 1. METHOD 5 RUN 22 INDEX 1 BIN 20

ANALYST: 174/1114

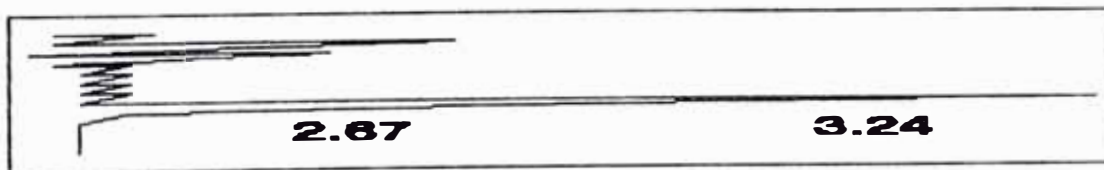
SAMPLE 2 M-4 BIN 20 NAME ARUN0020

SA IS XF

1 0. 993.51

NAME	%	RT	AREA BC	RF	RRT
1	0.	2.66	21907 01		0.826
KIKE	96.507	3.22	3949195 01	.....	1.
TOTALS	96.507		3971102		

CHANNEL A INJECT 11/24/93 16:14:52 STORED TO BIN # 21



DATA SAVED TO BIN # 21

CONCLUSIONES:

Cuando inicié el estudio, no pensé obtener resultado tan convincentes que exponen las consecuencias de una sobreclasificación del Cloro, por encima del punto de quiebre cuando en el agua se encuentra sustancias dañinas como las sustancias húmicas.

Es pues tarea del Ingeniero Ambiental conseguir un adecuado suministro de agua con calidad aceptable. Esto obligó al Ingeniero hacer uso de agentes y procesos de operaciones para mejorar la calidad del agua.

Operaciones de pre-tratamiento.

- * Desbaste*
- * Dilaceración*
- * Desarenado*
- * Pre-decantación*
- * Desengrase*
- * Tamizado*
- * Tratamiento de arenas y de desechos*
- * Pre-cloración*

esta última contribuye a la ejecución de cualquiera de los pre-tratamientos mencionados.

Para luego ingresar al tratamiento

- * Coagulación*
- * Floculación*
- * Precipitación química*

- * Decantación
- * Flotación
- * Procesos biológicos aerobios
- * Filtración del agua
- * Oxidación
- * Desinfección

Para luego hacer un post-tratamiento

- * Oxidación y desinfección por ozono
- * Empleo de permanganato potásico
- * Empleo de Bromo
- * Mezcla de Cloro-Bromo
- * Rayos Ultravioletas
- * Plata
- * Radiaciones ionizantes

Pero todo estos procedimientos, favorecen en la calidad del agua pero el mayor problema se suscita en la fuente de agua, que podría ser subterránea, superficial o agua de mar.

La calidad de agua superficial se ve modificada debido a descargas sobre el curso de agua, modificando las técnicas de tratamiento obligatoriamente para efectivizar el tratamiento.

La pre-cloración anteriormente, era recomendable para conseguir una mejor calidad de agua, más filtrable y cristalina, actúa por oxidación de los diferentes cuerpos contenidos en el agua:

1. SOBRE LOS IONES Y MANGANOSOS

2. SOBRE EL AMONIACO, para dar cloraminas o destruirlas cuando se sobrepasa el punto crítico, cuando la dosis de amoniaco es excesiva puede ser inaplicable este tratamiento, debido a que da lugar a dosis elevada de oxidante residual.

3. SOBRE LOS NITRITOS QUE SE TRANSFORMAN A NITRATOS.

4. SOBRE LAS MATERIAS ORGANICAS SOLUBLES.

5. SOBRE LOS MICROORGANISMOS (bacterias, algas, planchton).

Esta materia orgánica, formada por compuestos orgánicos reacciona rápidamente con el cloro a las concentraciones que se utiliza en el tratamiento de aguas.

El cloro también se puede incorporar a una molécula para oxidarlo sin clorarlo. Aunque se conoce algunas de los orgánicos clorados que se forma durante la cloración de aguas residuales, muchos otros permanecen sin identificar. El cloroformo es de particular interés porque se sospecha que es carcinógeno. Es necesario su control y remoción.

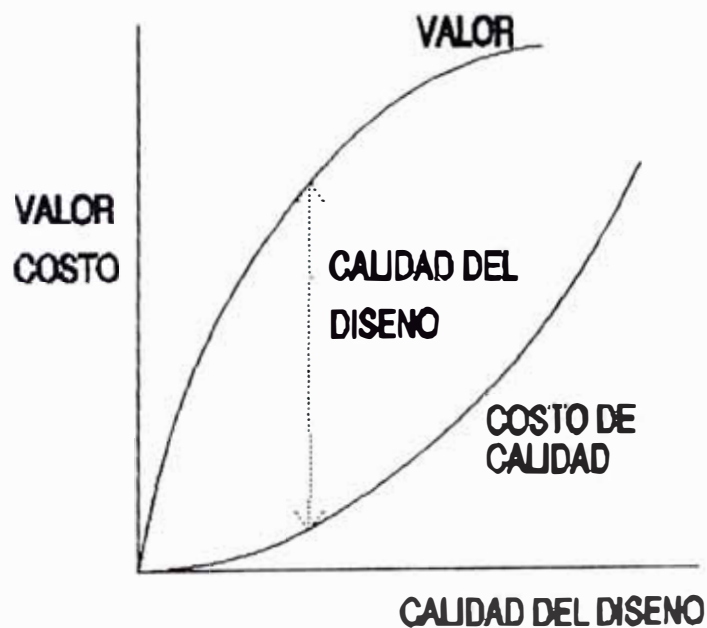
Utilizamos sustancias para otorgar al agua, una mejor calidad, pero introducimos reacciones de gases solubles que afectan el equilibrio ecológico.

La solución es simple desviar el flujo contaminante causante de problemas, para que cuando se proceda al pre-tratamiento no se produzcan los venenos elementales.

Es pues nuestra tarea muy importante, el control de la calidad como dijo Juran: "Aptitud para el uso".

La calidad se debe ver de dos formas:

- a) Calidad teórica
- b) Calidad técnica



es pues un idea antigua, basarse en hipótesis antiguas que nos obliguen a pensar que no hay solución.

1. Aumentar la calidad implica un mayor costo
2. Aumentar la calidad implica un mayor valor atribuido por el mercado que está dispuesto a pagar un precio mayor por el producto.
3. Que la cantidad vendida permanece constante, siendo el precio el único factor sensible.

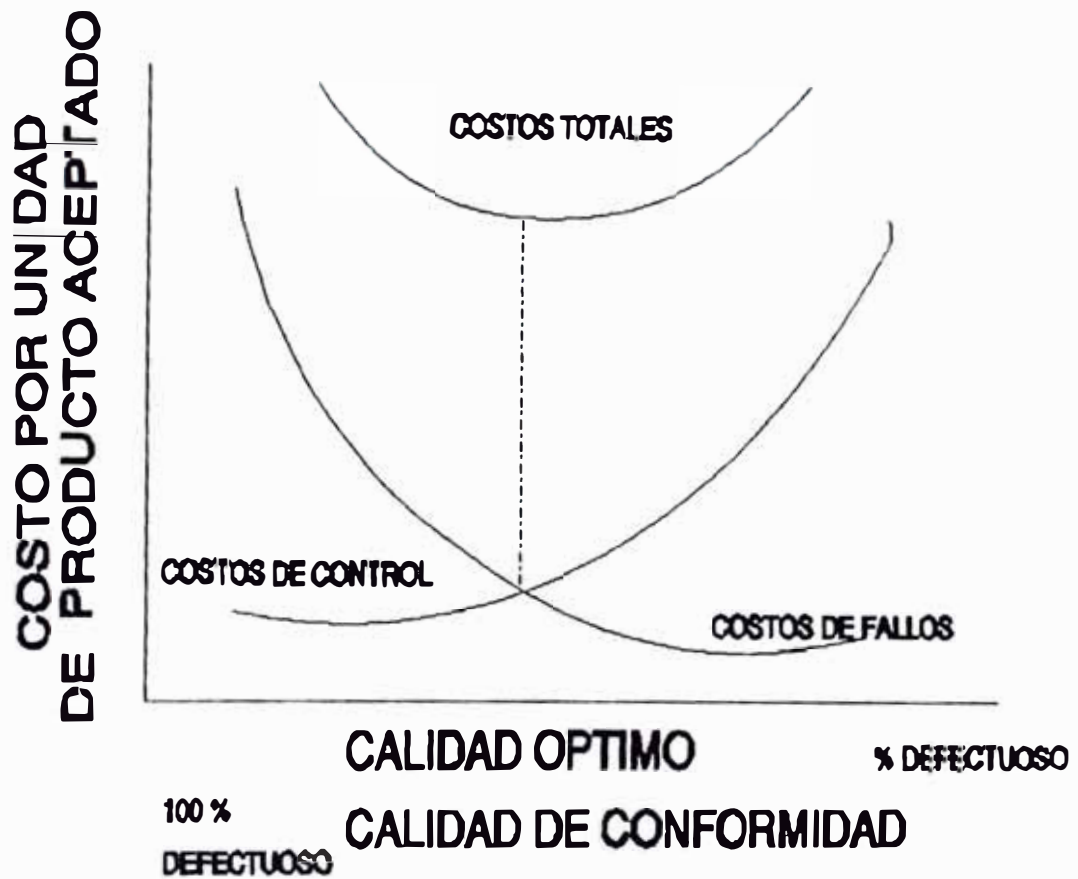
Es pues necesario modificar en ciertos aspectos estas hipótesis como pueden ser:

1. El costo estricto de fabricación es independiente del nivel de calidad obtenido.
2. Se supone que la calidad sólo es conseguible a tareas más intensas y refinadas de control.
3. No se consideran los impactos de la calidad, desde el lado del valor para el cliente, el precio y el ingreso.

Es pues muy importante tener en cuenta, esta expresión que nos indica lo trascendental que es la labor del Ingeniero Ambiental en un planta de tratamiento que abastece a una población.

"La calidad no hay que inspeccionarla, sino fabricarla".

Debemos fundamentalmente, definir normas y límites para optimizar los procesos de tratamiento, para poder obtener calidad óptima, de calidad de conformidad.



RECOMENDACIONES:

Estas son diversas, considerando en el primer caso:

1. En el Pre-tratamiento:

El riesgo de formación de estos cuatro compuestos es cuando se usa el Cloro gaseoso, como oxidante y esto es debido a la velocidad de reacción.

Una solución técnica, económica en los países que previeron este problema, decidieron el uso de Dióxido de Cloro como agente oxidante en vez de Cloro gaseoso, disminuyendo su formación y siendo más fácilmente retenidos en un sedimentador.

A continuación se menciona todos los compuestos de Cloro; que están a disposición en el mercado:

2. En el tratamiento:

El uso de coagulantes químicos para la remoción de estos compuestos o una parte de ellos, los solubles en ácidos diluidos o en bases diluidas.

3. En el Post-tratamiento:

En la post-desinfección, existen estudios en Rusia y en Estados Unidos, las cuales mencionan eficiencia de remoción:

PROCESO	EFICIENCIA	TEMPERATURA AMBIENTE
Rayos ultravioleta	50%	10 - 32 °C
Etilenimina	20%	15 - 25 °C
Rayos Ultravioleta y después etilenimina	68%	15 - 25 °C
Etilenimina y después rayos ultravioleta.	70%	15 - 25 °C

Siendo el compuesto etilenimina, capaz de controlar la mutagenesis determinando la heterocromatina, la cual produce afecciones en las regiones débiles de los cromosomas, las cuales son afectadas aleatoriamente.

Pero su incidencia puede ser disminuida por compuestos de eritromicina selección de cepas de alta selectividad.

Pero la mejor solución, es no crearlos, la utilización de Flúor, Dióxido de Cloro o Rayos ultravioletas es la mejor forma de formarlos, para nuestra realidad es posible cualquiera de ellos, la inversión inicial son fácilmente cubiertas por la calidad del producto.

El consumo de agua procedente de un hervido con reducción de volumen al 30%, produce una remoción de trihalometanos debido a que las sustancias como Cloroformo,

Bromoformo, Bromodiclorometano, Dibromoclorometano, tienen punto de ebullición bajo, dependiendo de la solubilidad.

COMPUESTO DE CLORO EN EL MERCADO

NOMBRE	NOMBRE COMERCIAL	ENVASE	ALMACENAJE TEORICO	CARACTERIS- TICAS
CLORURO DE AMONIO NH_4Cl	SAL DE AMONIACO	LATAS DE 100 Lbs.		FORMA DE CRISTALES O EN FORMA DE LENTAJAS ES HIGROSCOPICO
HIPOCLORITO DE CALCIO $Ca(OCl)_2 \cdot 4H_2O$	HTH PERCLORON	LATAS DE 3 Lbs.	70% CLORO DISPONIBLE	FORMA DE GRANO BLANCO CONDISPONIBLE
CAL DORADA $CaO \cdot 2CaOCl_2 \cdot 3H_2O$	CLORURO DE CAL	LATAS DE 100 Lbs.	25-37% CLORO DISPONIBLE	SE DETERIORA FACIL
CLORITO DE SODIO $NaClO_2$	CLORITO DE SODIO	LATAS DE 100 Lbs.	30% CLORO DISPONIBLE	PARA PRODUCCION DE ClO_2 A pH = 3
HIPOCLORITO DE SODIO $NaOCl$	HIPOCLORITO DE SODIO	CILINDROS 55.0 GALONES	12-15% CLORO DISPONIBLE	
SOLUCION BASE DITERCIARIA DE CLORURO DE CALCIO $3Ca(OCl)_2 \cdot 2Ca(OH)_2$	D.T.S.C.C.	CILINDROS 55.0 GALONES	52% CLORO DISPONIBLE	

BIBLIOGRAFIA:

1. YUODEN, W.J. & STEINER E.H. 1975. *Statistical Manual of the AOAC. Assoc. Oficial Analytical Chemists, Washington, DC.*
2. American Society for testing and Materials 1,978 *Standard practices for preparation of sample containers and for preservation of organic constituents. ASTM Annual Book of standards. Part 31, D3694-78. Philadelphia, Pa.*
3. Mc.Nair, N.M. & E.J. BONNELL, 1969. *Basic Chromatography, Consolidated Printing. Berkeley. California.*