



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Facultad de Ingeniería

**Los Detergentes en Aguas de Desecho como
Parámetro Contaminante**

T E S I S

Que para obtener el título de:
INGENIERO CIVIL
p r e s e n t a :
CARLOS ENRIQUE ARMENTA ALVAREZ

México, D. F.

1982



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
60-1-437
T.E.

Señor CARLOS ENRIQUE ARMENTA ALVAREZ,
P r e s e n t e .

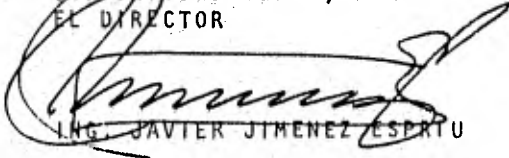
En atención a su solicitud, me es grato hacer de su conocimiento el tema que aprobado por esta Dirección propuso el profesor Ing. Ernesto Murguía Vaca, para que lo desarrolle como tesis para su Examen Profesional de la carrera de Ingeniero CIVIL.

"LOS DETERGENTES EN AGUAS DE DESECHO COMO PARAMETRO
CONTAMINANTE"

1. Introducción.
2. Los detergentes.
3. Detectación.
4. Control.
5. Conclusiones y recomendaciones.

Ruego a usted se sirva tomar debida nota de que en cumplimiento con lo especificado por la Ley de Profesiones, deberá prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito indispensable para sustentar Examen Profesional; así como de la disposición de la Coordinación de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, 8 de octubre de 1982
EL DIRECTOR


ING. JAVIER JIMENEZ ESPRIU


JJE/OBLH/ser

I N D I C E

	Página
I. INTRODUCCION	1
II. LOS DETERGENTES	3
III. DETECTACION	7
IV. CONTROL	19
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES . . .	24

I. INTRODUCCION

El problema del detergente, plantea en primera instancia el enfrentarnos con un producto de variación constitutiva relativamente compleja, (por lo tanto) sobre el mismo hay muchas investigaciones por la importancia desde el punto de vista contaminante o aspecto poco difundido pero de alcance general.

La presencia de detergentes sintéticos en las plantas de tratamiento de aguas negras, se manifiesta visualmente por la espuma que produce, lo cual es una señal instantánea de alarma.

El obstáculo principal que ofrece el detergente a las plantas de tratamiento, es el siguiente: como se ha probado en los laboratorios que el detergente es difícil de degradar-

y debido a esta característica, lo más probable es que aún después del tratamiento exista una cantidad importante de detergente, lo que resulta peligroso como se ve más adelante.

De acuerdo a lo anteriormente expuesto lo que resulto bastante positivo y revolucionario para el aseo en el hogar, con el tiempo y en el incremento en la demanda del mismo, se ha convertido en un problema para las plantas de tratamiento.

Este hecho justifica el presente trabajo que tiene por objeto dar a conocer y de evaluar los riesgos, de obtener conclusiones positivas.

II. LOS DETERGENTES

Debido al incremento de los agentes limpiadores por su eficacia y su bajo costo de producción, los detergentes sintéticos lograron una aceptación rápida y ahora constituyen una industria muy importante.

Los detergentes sintéticos proceden del siglo XIX; la combinación de espuma con la acción limpiadora del jabón, son químicamente modificados para obtener resistencia a los efectos de la acidez y dureza del agua, se cree que el primer detergente sintético, fué descrito en la patente alemana 336, 558 de 1916, sobre la producción de Disopropil Naphthalene Sodium Sulfonato.

Durante la primera guerra mundial, se produjeron conside

rables cantidades de esta combinación para suplir la disminución de los aceites naturales para jabón; de los más usuales resulta el ABS (Alkil, Benceno, Sulfonato). En Estados Unidos de Norteamérica, el uso del detergente ABS por ser un detergente más difícil de degradar que el LAS (Lineal, Alkil, Benceno, Sulfonato) se ha disminuído su uso y tiende a desaparecer.

La razón es muy sencilla, el detergente LAS está compuesto de moléculas en formación lineal, por tal motivo, la acción de las bacterias rompe por decirlo así una cadena, ya que es atacada simultáneamente a todo lo largo, y por lo mismo es más fácil de degradar. Para entender el fenómeno de un modo sencillo, sin adentrarnos demasiado en el campo de la química, vamos a enfocarlo desde el punto de vista de la Ingeniería Civil.

Pensemos que el detergente como desecho, es descargado en un campo determinado junto con otros contaminantes.

Se sabe que una de las características más importantes de los detergentes, es humectar, por ello a través de los pequeños conductos capilares, una capa impermeable se puede convertir en permeable. Lo cual implicaría que si la capa impermeable protege un manto acuífero, resulta contaminado por la sencilla razón de que por medio del detergente, se trasmina-

ría por dicha capa los demás productos de desecho. Si ahora sabemos que el detergente ABS es más difícil de degradar que el LAS, nos percatamos del peligro que resulta si no tenemos cuidado en descargarlo con toda la precaución debida hacia donde no cause daño.

Podemos concluir de ésta observación que no debemos descargar aguas de desecho contaminadas con detergentes cerca de cultivos, rios, lagos, bosques y naturalmente mantos acuíferos como se había anunciado anteriormente. Otro de los problemas que causa el detergente ABS es la espuma que produce pues aunque el fabricante le conviene, el daño que puede causar es grave.

Como es difícil de degradar, al llegar a una planta de tratamiento de aguas negras cuyos tiempos de retención no pueden ser grandes, dado los volúmenes con que operan, la espuma que se produce en la misma, puede ser arrastrada por el viento y manchar las paredes de las casas aledañas a la planta de tratamiento o a esta misma.

En una visita que hice a la Planta de Tratamiento del D.D.F. en el periférico a la altura de la Fuente de Petróleos, pude observar que tiene difusores de agua para atacar dicho problema. O sea que desde el punto de vista de la Ingeniería Civil, nos atañe un problema que se podría pensar que solo le corresponde a los químicos resolver.

Se han practicado experimentos con ABS y sus extractos en la piel y tejidos de ratones y conejos; también estudios sobre el efecto carcinogénico en ratones alimentados con Benzpireno y detergentes en comida y agua, observándose que el Alkil-Benceno tiene poca actividad y los sulfonatos no muestran ninguna acción en los experimentos, no obtuvo ningún efecto con la dosis diaria de 25 microgramos de Benzpireno en la comida, con o sin el 3% de detergentes en el agua de bebida; sin embargo, se produjo un carcinoma (tumor maligno cáncer) que se desarrolla a partir de epitelios glandulares, ya sea en glándulas de las mucosas o bien en órganos glandulares definido del estómago cuando la dosis de Benzpireno se agregó al agua conteniendo 3% de detergente, se concluyó que estos resultados no autorizan ningún cambio en las recomendaciones que hace el Departamento de Salud Pública de los Estados Unidos de Norteamérica, en relación a la dosis del agua para beber que es de un 0.5 P.P.M. lo ideal sería acabar con el problema de raíz o sea que paulatinamente se cambiará en México la fabricación de detergentes ABS por LAS.

III. DETECTACION

La Secretaría de Salubridad y Asistencia, prevee el problema que concierne a la contaminación del agua, a través de su "Legislación Ambiental de México", en sus capítulos "Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental" (Diario Oficial, 23 de marzo de 1971), y "Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación de Aguas". (Diario Oficial, 29 de marzo de 1973).

NOTA: Este trabajo se elaboró antes de que se publicara la Nueva Ley Federal de la Protección del Ambiente (11 de enero de 1982).

Para entender más a fondo el capítulo en cuestión expondré un bosquejo general de los diferentes muestreos.

La presencia en el agua de elementos físicos, químicos y biológicos perjudican la vida, la salud y el bienestar humano y afecta la flora y la fauna, son determinantes en la contaminación. Será necesario evaluar dichos elementos por medio de análisis, para determinar de acuerdo con las normas establecidas, el grado y tipo de contaminación.

Los análisis, pueden ser físicos, químicos y biológicos. Los análisis físicos miden y registran aquellas propiedades que pueden ser observadas por los sentidos: turbiedad, color, sabor y temperatura.

Los análisis químicos, determinan las cantidades de materia mineral y orgánica que hay en el agua y que afectan su calidad, así como la existencia de ciertos elementos y características que aportan datos de contaminación o muestran variantes ocasionadas por autodepuración o tratamiento.

Los análisis microscópicos, proporcionan información relativa a las proliferaciones en el agua que frecuentemente son los que causan sabores y olores desagradables.

Ahora bien empezaremos por los Análisis Físicos.

TURBIEDAD. La turbiedad de las aguas se debe a la presencia de sólidos suspendidos tales como arcilla, limo, materia orgánica finamente dividida, plantas y otros --

organismos microscópicos.

La turbiedad es una expresión de propiedad óptica de -- una muestra que hace que los rayos luminosos se dispersen y se absorban en lugar de que se transmitan en línea recta a través de ella.

El método normal para determinar la turbiedad es el de la bujía de Jackson (turbidímetro de Jackson). Como observación es preferible que la turbiedad se determine el mismo día del muestreo. Esta se mide en unidades de turbiedad de Jackson que se determina en el tubo de cristal graduado usado en esta prueba.

COLOR. La expresión "color" debe considerar la definición del concepto "verdadero color", esto es el color del agua de la cual se ha eliminado la turbiedad. El término "color aparente" no incluye únicamente el debido a las sustancias en suspensión. El color aparente se determina de la muestra original, sin filtración o centrifugación.

El color se determina por comparación visual de la muestra con soluciones coloridas de concentración conocida, también se puede determinar por comparación con discos de cristal de color especial, si se han calibrado propiamente.

El método normal para la medición del color es la de pla

tino-cobalto y la unidad del color 1 mg/l de platino en forma de ión cloroplatinado. Se usan los tubos de Nessler preparados de 50 ml. de forma alta.

OLOR. Es debido a pequeñísimas concentraciones de compuestos volátiles. Algunos de estos compuestos se producen cuando se descompone la materia orgánica y de preferencia se presentan en las aguas superficiales a causa de la presencia de la materia orgánica.

Los olores de las aguas superficiales son producidas -- principalmente por la solución de desechos industriales, -- tales como el Fenol o los derivados del Petróleo. Aunque -- la mayoría de los casos, los olores indeseables son producidos por el plancton. Estos organismos desprenden pequeños vestigios de aceites esenciales volátiles que imparten diversos olores indeseables, según el tipo de concentración -- de aceites liberados. Algunos son aromáticos otros dulzoes y florales, y los hay fétidos y desagradables. Los olores más intensos son de la descomposición de muertos. Esto debido a pequeñas concentraciones de sustancias que producen olores los procedimientos analíticos no son satisfactorios -- para su medición y tiene que confiarse al sentido del olfato.

Las características e intensidad del olor ayudan frecuentemente a la interpretación de otros exámenes y son indicadores de las características de la contaminación. Para deter-

minar el olor deben usarse frascos de vidrio limpios e inodoros.

TEMPERATURA. En muchos casos es factor determinante en los análisis. Para el consumo de agua es esencial ya -- que tibias o calientes son desagradables al gusto. Muy fría afecta la digestión. Las determinaciones de temperatura se practican con cualquier termómetro de mercurio, la escala centigrada de buena clase, que se compruebe de cuando en cuando con un termómetro patrón certificado.

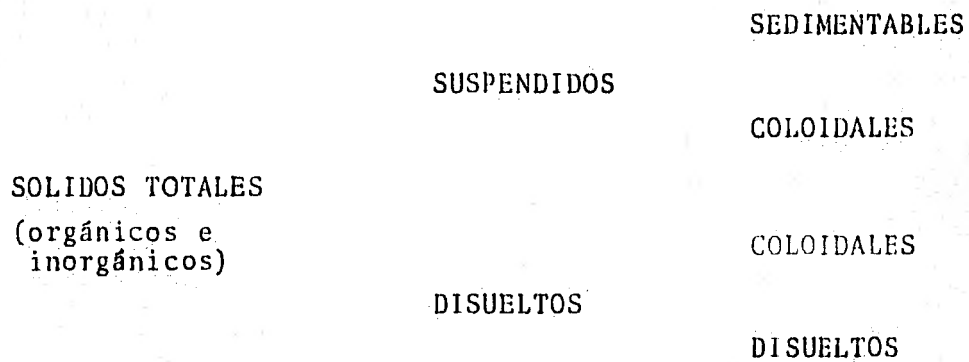
También dentro de los análisis físicos es muy importante la determinación de sólidos de las aguas negras. Líquidos -- turbios que contienen material sólido en suspensión. Cuando son frescas su color es gris y tiene un olor a moho no desagradable. Flotan en ellas cantidades variables de materia: sustancias fecales, trozos de alimentos, basura, papel, astillas y otros residuos de las actividades cotidianas de los habitantes de una ciudad.

Con el transcurso del tiempo, el color cambia gradualmente del gris al negro desarrollándose un olor ofensivo, desagradable y sólidos negros aparecen flotando en la superficie. En este caso se denominan aguas negras sépticas.

Las aguas negras contienen sólidos disueltos, sólidos -- suspendidos y sólidos flotantes. La cantidad de sólidos es

generalmente pequeña, casi siempre menos 0.1 por ciento de peso, pero es la fracción que presenta el mayor problema para su tratamiento y disposición adecuadas.

El agua provee solamente el volumen y es el vehículo para el transporte de los sólidos, los cuales son orgánicos e inorgánicos, según su composición.



Sólidos Orgánicos. En general son de origen vegetal o animal. Incluyen los productos de desecho de la vida animal y vegetal, la materia animal muerta, organismos o tejidos vegetales, pero pueden incluirse también compuestos orgánicos sintéticos. Son sustancias que contienen carbono, hidrógeno y oxígeno pudiendo estar combinados algunos con nitrógeno, azufre o fósforo.

Los grupos principales son las proteínas, los hidratos de carbono, las grasas, junto con sus productos de descomposición, están sujetos a degradación o descomposición por la actividad de las bacterias y otros organismos vivos; además son combustibles.

Sólidos Inorgánicos. Son sustancias inertes no sujetas a degradación, aunque algunos compuestos minerales como los sulfatos pueden descomponerse en sustancias más simples, como sucede en la reducción de los sulfatos o sulfuros.

Los sólidos inorgánicos se les conoce como sustancias minerales: arena, grava, cieno y sales minerales del abastecimiento de agua que producen su dureza y contenido mineral.

La cantidad de sólidos (orgánicos e inorgánicos) en las aguas negras les dan lo que comúnmente se conoce como su fuerza. En realidad la cantidad o concentración de sólidos

orgánicos, así como su capacidad para degradarse o descomponerse, son la parte principal de la fuerza de aguas negras - así, puede decirse que las aguas negras fuertes son las que tienen gran cantidad de sólidos orgánicos y las aguas negras débiles las que contienen pequeñas cantidades de sólidos orgánicos.

Por otro lado los sólidos pueden clasificarse o agruparse de acuerdo con su condición física, como sólidos suspendidos, sólidos coloidales y sólidos disueltos incluyendo en -- cada uno de estos grupos, tanto a sólidos inorgánicos como -- orgánicos.

Sólidos Suspendidos. Son aquellos que están en suspensión y que son perceptibles a simple vista en el agua y pueden separarse del agua negra por medios físicos o mecánicos, como son la filtración o la sedimentación.

Quedan definidos con más exactitud como sólidos retenidos por la capa filtrante de asbesto, en un crisol de Gooch. Incluye las partículas flotantes mayores como son: arena, -- polvo, arcilla, sólidos fecales, papel, astillas de madera, partículas de alimentos y de basura y otros materiales similares. Están constituidos principalmente por un 70% de sólidos orgánicos y 30% de sólidos inorgánicos siendo la mayor -- parte de estos arena y polvos.

Los Sólidos suspendidos se dividen en:

Sólidos Sedimentables y Sólidos Coloidales.

Sólidos Sedimentables. Son la porción de los sólidos suspendidos cuyo tamaño y peso es suficiente para que se sedimenten en un período determinado que generalmente es una hora. Esta prueba se hace por medio del cono de Inhoff. Generalmente el resultado se expresa en milímetros de sólidos por litro en aguas negras, pero también se da en partes por millón en peso. Están constituidos aproximadamente de un 75% de sólidos orgánicos y 25% de inorgánicos.

Sólidos Coloidales Suspendidos. Se definen indirectamente, como la diferencia entre los sólidos suspendidos totales y los sólidos suspendidos sedimentables. Actualmente no hay una prueba sencilla o normal de laboratorio que sirva específicamente para determinar la materia coloidal. Una parte de estos se sedimentaría si el período de reposo de la prueba del cono de Inhoff fuese mayor de una hora, pero la mayor parte permanecería en suspensión durante períodos mayores de varios días o meses.

Constituyen la fracción de los sólidos suspendidos totales (cerca del 40%) que no pueden eliminarse fácilmente recurriendo a tratamientos físicos o mecánicos, pero que no pa-

sen por la capa filtrante de asbesto de un crisol Gooch. Su composición es orgánica en unas dos terceras partes y están sujetas a una rápida degradación. Son un factor importante en el tratamiento y disposición de las aguas negras.

Sólidos Disueltos. El término de sólidos disueltos utilizado ordinariamente en los estudios de aguas negras, no es técnicamente correcto. No todos estos sólidos están verdaderamente disueltos puesto que se incluyen algunas en estado coloidal.

De acuerdo con la costumbre el término incluye todos los sólidos que pasan a través de la capa filtrante de asbesto de un crisol Gooch. De los sólidos disueltos totales, aproximadamente el 90% está verdaderamente disuelto y un 10% en estado coloidal. El total de sólidos está compuesto aproximadamente por 40% de orgánicos y 60% de inorgánicos.

La porción coloidal contiene mayor porcentaje de materia orgánica que la verdaderamente disuelta debido a que esta incluye a todas las sales minerales del agua de abastecimiento.

Sólidos Totales. Bajo este nombre se agrupan todos los constituyentes sólidos de las aguas negras, son la totalidad de sólidos orgánicos e inorgánicos suspendidos y disueltos. En las aguas negras domésticas de composición media, cerca de la mitad son orgánicos y la otra mitad inorgánicos y aproximadamente unas dos terceras par-

tes están en solución y una tercera parte en suspensión.

SUSTANCIAS TENSOACTIVAS. Para nuestro caso la prueba - que nos sirve para detectar el detergente, es la denominada Método de Azul de Metileno; por ser la más acertada aunque resulte la más laboriosa. Explicaré de un modo - breve en que consiste este método, se toman diez muestras de 1,00, 3.00, 5.00, 7.00, 9.00, 11.00, 15.00 y - - 20.00 ml. y se le agrega agua destilada hasta completar 100 ml. A cada solución muestra se le agrega NaOH de -- I N, usando fenolftaleina como indicador y cuando le - - agregamos ácido sulfúrico I N se torna rosa, después le agregamos 10 ml. de cloroformo y 25 ml. de el reactivo - Azul de Metileno; se agita durante 30 seg. y esto permite separar las fases. Aunque se debe tener cuidado, ya que una agitación excesiva es perjudicial.

Después se escurre la capa de cloroformo en otro embudo, se repite tres veces la extracción usando 10 ml. de cloroformo cada vez. Se cambian todos los extractos en un segundo embudo de separación y le agregamos 50 ml. de solución lavadora y se agita vigorosamente durante 30 segundos. A continuación se toma una muestra de cada concentración y se cuantifica por medio del espectrómetro, graficándose la concentración contra los milimohs que da el espectrómetro y con esta gráfica es fácil obtener la concentración de la muestra. --

Apoyados en el Departamento de Salud Pública de los Estados Unidos de Norteamérica, dicha concentración no debe pasar de 0.5 P.P.M. en aguas para bebidas, a este respecto es recomendable hacer estudios más a fondo en nuestro país.

IV. CONTROL

Desde la aparición de los detergentes sintéticos, la presencia de espuma en las plantas de tratamiento de aguas negras y sistemas de abastecimiento, ha dado como consecuencia un aumento en los gastos para el control de la espuma.

El agente responsable del fenómeno espumante es un producto químico limpiador, llamado "Surfactante" y se agrega para remover la mugre de la superficie. El Surfactante más común es el ALKIL BENCENO SULFONATO, como conocido ABS, que es el más usado en México.

La forma actual del ABS generalmente no degrada tan rápidamente como para prevenir la espuma. La degradabilidad para descomponerse bajo la acción de las bacterias que comúnmente atacan la materia orgánica se les ha llamado "detergen

tes duros" a causa de que muchos surfactantes resisten dicho ataque en contraste con los detergentes suaves, que degradan más fácilmente.

El ABS degrada entre el 50% y el 60% en las plantas de -- tratamiento; donde la aereación es parte del proceso, en los ríos desaparece casi el 75% en 30 días, en las aguas subte-- rráneas o donde prevalezcan condiciones anaeróbicas la degra-- dación es muy lenta.

El defecto de los detergentes para degradar rápida y com-- pletamente ha dado lugar a serias situaciones.

Cuando sus residuos pasan a las aguas superficiales o pro-- fundas sin cambios esenciales; aparecen en el sistema de abas-- tecimiento municipal o particular y en algunos casos indican su presencia por la espuma.

El tratamiento de aguas negras está íntimamente relaciona-- do con los detergentes, por lo tanto explicaremos brevemente el funcionamiento de las plantas de tratamiento de aguas ne-- gras. Existen plantas de tipo primario y secundario aunque algunas solo cuentan con el de tipo primario.

En el tratamiento primario las aguas negras pasan por unos dispositivos de trituración y cribas para remover los sólidos grandes que llevan las aguas, luego pasan por una serie de -- tanques de sedimentación de donde se remueven los sólidos con

rastras.

El tratamiento secundario se efectúa para remover el material finamente dividido mediante series de pasos biológicos, las bacterias y otras formas vivas utilizan el residuo como alimento.

Ejemplos de unidad secundaria son el filtrador de escurrimiento y el más común por sus lodos activados. A continuación del filtro de un caso, o la unidad de lodos activados en el otro las aguas pasan a otro tanque de sedimentación - donde se recogen los residuos, el afluyente puede ser clorado antes de descargar a las pilas o al suelo.

Otros tipos de unidades para el tratamiento de aguas negras son los tanques sépticos y los tanques aeradores, cuyas unidades remueven la materia suspendida por sedimentación, luego el agua es distribuída por cañerías de barro o por filtración general en el terreno.

Estos dispositivos pueden usarse muchos años antes de requerir limpieza, no obstante el aseo es parte integral del mantenimiento; la clave del éxito descansa en el suelo mismo; puesto que operan en condiciones anaeróbicas son muy -- ineficientes y a veces causan la contaminación de pozos y -- otras fuentes de abastecimiento superficial o profundas.

Es muy probable que continúen las dificultades aún con --

los detergentes del tipo LAS si se siguen usando tanques -- sépticos o donde se efectúa solo el tratamiento primario.

El problema de la espuma en las plantas de tratamiento se reduce a evitar que manche las paredes de la planta, y con más razón evitar que manche las paredes de las casas -- particulares aledañas a la planta.

Ahora analizamos el resultado del tratamiento en función del uso que se haga con el agua tratada, por ejemplo si se emplea en riegos de jardines o cultivos. De acuerdo a estos parámetros se analiza la cantidad de detergente después del tratamiento, y se determina si cumplió o no con la especificación.

Incluso si el agua tratada se va a descargar a un río, - se debe cuidar a los peces ya que enquina los huevos y aun que no se descarguen cantidades fuertes de detergente al -- transcurrir el tiempo se acumula y provocando la asfixia de - los peces.

Por lo que podemos ver, cada caso necesita estudiarse a fondo y particularmente para que no dañe a ningún ser ani--- mal, vegetal o cambie las condiciones de un estrato que sea impermeable a permeable.

La presencia del ABS es tan significativa en las conta-- minadas aguas negras que el Departamento de Salud Pública -

de los Estados Unidos de Norteamérica, recomienda que el --
agua no contenga más de 0.5 P.P.M. donde existen otras fuen-
tes de abastecimiento donde se puedan aprovechar.

El límite establecido es práctico, y se puede estimar --
que concentraciones mayores producen espuma en el agua, aun-
que dicho límite no se basa en la evaluación del riesgo a -
la salud.

Sería conveniente que en las plantas de tratamiento se -
tomara una muestra diaria a la entrada y otra a la salida -
de la misma, para ver que resultados tenemos y estar preve-
nidos por si aumenta la concentración de detergentes. O si
se detecta una concentración alta, investigar las causas de
dicha concentración ya que podría deberse a alguna zona in-
dustrial y en este caso debemos aplicar la legislación am--
biental de México.

Estas Fábricas tendrían tres alternativas:

- a) Disminuir el uso de detergentes.
- b) Cambiar el uso del detergente ABS por el LAS.
- c) Tratar ellos mismos sus aguas residuales a fin
de que cumplan con los requisitos señalados.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- a) Lo más importante sería atacar el problema directamente y cambiar de detergente ABS por el detergente LAS.
- b) Que los laboratorios de las plantas de tratamiento tengan en óptimas condiciones el material y los instrumentos empleados en la prueba de detergentes.
- c) Se realicen pruebas periódicas de detergentes en las plantas de tratamiento.
- d) Que se reglamente en México una norma la cual delimite un máximo de detergentes a la salida de las plantas de tratamiento.
- e) Cuidar de que cuando se descargue en un río no ponga en peligro la vida acuática. Llevar a cabo un estudio de acuerdo a las especies de que se trate.
- f) Cuidar de que no se filtren por medio de los detergentes las aguas negras a mantos acuíferos subterráneos o cerca-

de cultivos o de otra índole benéfica a la humanidad.

- g) Por medio del trabajo conjunto de un Ingeniero Civil y de un Ingeniero Químico se estudie más a fondo el problema y se delimiten normas prácticas a los dichos incisos.
- h) El fosfato que contienen los detergentes contribuye al desarrollo de nutrientes indeseables en muchas aguas, - aunque no ha sido posible cuantificar en que medida que el detergente es una fuente solamente.

BIBLIOGRAFIA

1. Legislación Ambiental de México.
Secretaría de Salubridad y Asistencia.
2. Purificación de Aguas, Tratamiento y
Remoción de Aguas Residuales.
Fair, Geyer y Okun
3. Archives of Environmental Health
Volúmen II, No.5; Nov. 1965.
4. Oxidation of Sodium Lauryl Sulfate,
Alkyl Benzene Sulfonate and Chemically
Related Compounds.
Clyde Van Marion
5. Apuntes
M.I, Ernesto Murguía Vaca.