

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES
DE MONTERREY

DIVISION DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL



“Consideraciones de Calidad sobre el Reuso
de las Aguas Residuales de la ciudad
de Monterrey”

TESIS

que presentan

Emilio Alvarado y Samuel Córdova

en opción al Título de

Ingeniero Civil



Monterrey, N. L.

Febrero de 1976

INDICE DE TABLAS

TABLA NO.	TITULO	PAGINA
1	Concentración de sustancias químicas en el agua potable.	12
2	Sustancias venenosas.	13
3	Fluor en el agua potable.	14
4	Sólidos en aguas residuales domésticas.	19
5	Características del agua residual en Monterrey.	24
6	Concentraciones de metales pesados en la ciudad de Monterrey.	25
7	Calidad del agua en varios puntos del proceso.	46
8	Calidad del influente al proceso de intercambio de iones.	48
9	Calidad del agua en la planta del Lago Tahoe.	49
10	Comparación de los crudos y las aguas residuales.	54

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	TITULO	PAGINA
1	Varios tipos de tratamien <u>to</u> de agua.	30
2	Diagrama de flujo y proce <u>so</u> de la planta de recupe <u>raci</u> ón de agua del Lago - Tahoe.	31
3	Posibles arreglos de las unidades preliminares en el tratamiento municipal de aguas residuales.	37

RESUMEN DEL ESTUDIO

El estudio se empieza presentando una referencia histórica global desde el primer vestigio de tratamiento de las aguas para bienestar de la comunidad, ya que el eminente peligro para la salud se ve incrementado por la falta de garantías en la satisfacción del preciado líquido y siempre ha sido motivo de preocupación para las autoridades civiles.

La importancia del reuso del agua residual como posible fuente de abastecimiento deberá tener en cuenta la calidad mínima necesaria para que el agua pueda ser consumida como potable.

A continuación se habla de las aguas residuales a nivel doméstico e industrial, define todas las características propias de las aguas residuales de Monterrey, los tipos de tratamiento recomendables para garantizar la potabilidad del agua.

Presenta los diferentes procesos que incluye el tratamiento así como las calidades de agua obtenidas a través -

de ellos.

Debido a la calidad del agua residual tan poco uniformizada por la diversidad de descargas industriales, el estudio procede a la revisión de las características a vigilar, así como a la definición para la prevención y control de la contaminación que dará como resultado descargas industriales que por estar dentro de los límites aceptables no perjudicarán a la red de alcantarillado y podrán ser tratadas en las futuras plantas de tratamiento con la eficacia calculada.

OBJETIVOS DEL ESTUDIO

Tomando en cuenta la necesidad de satisfacer la demanda de agua potable en la ciudad de Monterrey, los objeti--vos principales de este estudio son el presentar los criterios de calidad tanto para agua potable y la garantía de - la seguridad pública y como para el agua residual. Dado - el tipo de aguas residuales de Monterrey, presentar proce--sos de tratamiento y las calidades obtenidas a través de - los mismos. Uniformizar con un reglamento la calidad de - las aguas residuales para la seguridad del alcantarillado y las plantas recuperadoras de agua.

Este estudio es sólo un resumen sobre las considera--ciones mínimas sobre la calidad tanto del agua potable co--mo del agua residual, cada toma debiera ser desglosada y estudiada en forma más extensa para tener en cuenta los mínimos detalles que redituará en la seguridad pública.

I N D I C E

CAPITULO		PAGINA
	INDICE DE TABLAS	i
	INDICE DE FIGURAS	ii
	RESUMEN DEL ESTUDIO	iii
	OBJETIVOS DEL ESTUDIO	iv
	INTRODUCCION	1
I	AGUA POTABLE	3
	- Calidad del agua y tratamien <u>to</u> , referencia histórica.	3
	- Estándares para agua potable.	6
II	AGUA RESIDUAL	16
	- Aguas residuales municipales.	17
	- Aguas residuales industriales.	21
	- Agua residual del área metropo <u>litana</u> .	23

III	TRATAMIENTO	27
	- Unidades de tratamiento preliminar.	35
	- Tratamiento primario.	38
	- Tratamiento secundario.	38
	- Tratamiento avanzado	39
	- Calidad después del tratamiento.	43
IV	RECOMENDACION NECESARIA PARA NORMAR LA REUTILIZACION CON FINES DOMESTICOS Y RECREATIVOS	50
	- Consideraciones de calidad - en usos sucesivos de agua.	50
	- Recomendación de los parámetros a vigilar en los usos - domésticos y recreativos.	57
	- Reglamentación.	60
	CONCLUSIONES	70
	REFERENCIAS	72

I N T R O D U C C I O N

La problemática de toda ciudad se vé incrementada año con año, la saturación demográfica que aqueja a los grandes centros urbanos, más el índice de crecimiento anual, - se refleja en el aumento de trabajo para las autoridades - civiles. Monterrey no es la excepción y lo que es peor, - al problema normal de toda urbe se vé aunada su deficiente localización geográfica.

La zona árida en que se encuentra y la creciente población hacen ver un panorama algo turbio con respecto al servicio público número uno : El abastecimiento del Agua. Con las fuentes de abastecimiento actuales y las pocas -- fuentes que se encuentren será imposible satisfacer las - necesidades de la comunidad.

Al problema se han asociado algunas posibles soluciones que son la captación y transportación del agua desde - zonas remotas, la instalación de una planta desaladora en el Puerto más cercano con su transportación hasta la ciudad, y la planta de recuperación de agua potable. Esta - última implica una inversión muy fuerte pero parece la más

indicada.

Ahora bien, para una planta de esta magnitud, es importante tener los suficientes datos sobre calidades del agua residual para saber que tratamiento va a necesitar y por lo tanto, de cuales procesos se debe dotar a la planta para que trabaje a la máxima eficiencia.

La diversidad de contaminantes y sus concentraciones hacen que lo anterior sea una encuesta difícil; por ello, este estudio incluye las calidades del agua para ser potable, así como también las calidades de las aguas residuales, sus posibles tratamientos y la unificación de un criterio para normar las aguas que se descargan a la red de alcantarillado, y así poder tener una calidad de agua residual más o menos uniforme, que tendrá como objetivo la protección del buen funcionamiento de las plantas potabilizadores de agua.

C A P I T U L O I

AGUA POTABLE

CALIDAD DEL AGUA Y TRATAMIENTO REFERENCIA HISTORICA.

La relación entre la contaminación del Agua y las enfermedades humanas fue establecida por vez primera por -- John Snow (1)*, en sus clásicas investigaciones epidemiológicas de la epidemia de cólera en Londres en 1853.

Por esta misma época, la contaminación del Agua comenzó a convertirse en un problema serio en toda Inglaterra, aunque por razones de estética. El rápido crecimiento de Londres en la Primera mitad del Siglo XIX, y la adopción de la costumbre de descargar las Aguas de los retretes que comenzaban a instalarse, en las cañerías construídas para la transportación de las Aguas de lluvias, produjo olores tan insoportables en el Támesis en Westminster, que el -- Parlamento no pudo ser convocado en 1858.

La solución a este problema inmediato consistió en -

(*) El número dentro del paréntesis indica la referencia.

alargar el sistema de cañerías, para que los desperdicios fueran transferidos a la corriente lo suficientemente lejos del Parlamento. (2).

El desarrollo de la Bacteriología en la segunda parte del siglo pasado, suministró una base científica para comprender el papel del agua en la transmisión de la Fiebre Tifoidea y de otras enfermedades bacterianas entéricas se desarrollaron entonces procesos de filtración del agua, que podían reducir la concentración bacteriana en uno o dos órdenes de magnitud. Al terminar el siglo, estos procesos habían encontrado gran aceptación, pero en algunas ciudades que todavía usaban aguas del río sin filtrar, la mortalidad causada por Fiebre Tifoidea era todavía de 100 por cada 100,000 en 1900, y en la mayor parte de la nación, ésto es en Estados Unidos, era de 35 por cada 100,000.

En los primeros treinta años de este siglo, la mayoría de las ciudades y pueblos que utilizaban ríos como suministro de Aguas, construyeron Plantas de Tratamiento. En 1908 se introdujo el uso del cloro como desinfectante del Agua, y se convirtió rápidamente en un Tratamiento universal. Esto hizo posible la producción de Agua bacteriológicamente potable a un costo bajo, aún cuando se partiera de Agua sin tratar de muy baja calidad.

El advenimiento de los procesos de tratamiento de Agua y especialmente el desarrollo de los métodos de desinfección, disminuyó la atención sobre la contaminación - - -

del Agua y su control, como medida de protección para la salud pública.

La historia del tratamiento de Agua data de antiguos registros. (3).

Sin embargo ha sido dividida por George W. Fuller, - en su publicación de 1933 (4), en cuatro períodos principales:

- 1.- Inicios Primitivos 1869-1886
- 2.- Investigación y Desarrollo 1887-1902
- 3.- Realización Práctica 1903-1918
- 4.- Refinamientos y Extensiones 1919-1933

Los variados y notables eventos ocurridos en estos - períodos han sido recopilados por Black (5) y Fair (6).

El año 1869 fue escogido como el principio del primer período, porque se señaló en la publicación del reporte de Kirk Wood, el cual siguió en 1872 el diseño de la - Planta Municipal de Filtración el Poughkeepsie N.Y., por Kirk Wood.

Hya en 1884 obtuvo la primera patente para el uso de un coagulante ($FeCl_3$) precediendo a la filtración. (7).

Los estudios clásicos de Austen y Wilbur (8), en Rut

gers y Fuller (9), en Louisville, contribuyeron grandemente a la aplicación de sales de aluminio y del hierro como coagulantes y hasta hoy poco más de un cuarto de siglo -- más tarde siguen siendo los coagulantes más usados.

En 1899 Hazen adaptó el filtro Inglés de arena en Albany, N.Y., y en 1901 Fuller diseñó la Planta Municipal de Filtración rápida para Little Falls, N.Y.

En 1906, una planta de ablandamiento fue construída en Columbus, Ohio, y uno de los casos más importantes en lo referente a salud pública fue dado cuando se añadió poder blanqueador al agua de abasto de Jersey City, N.J., bajo la dirección de George Johnson siguiendo una práctica usada en Middle Kerke, Bélgica en 1902.

El cuarto período de Fuller se puede extender hasta la actualidad ya que los refinamientos a los procesos existentes aún siguen estudiándose.

ESTANDARES PARA AGUA POTABLE

Se incluyen reglas generales relacionadas con las fuentes y su protección y reglas específicas, definiendo calidad bacteriológica y límites aceptables para características físicas y químicas de agua destinada al consumo.

FUENTES Y SU PROTECCION.- El abastecimiento será to

mado de la mejor fuente disponible. Si la fuente no puede ser adecuadamente protegida contra la polución, el agua -- puede ser tratada para conseguir esta protección. Los posibles riesgos para la salud deben ser identificados por exámenes sanitarios y eliminados. La aprobación del sistema fluvial está sujeta al cumplimiento forzoso de reglas y precauciones sanitarias, propiamente ejecutadas por personal calificado, adecuadamente capacitado para encontrar el punto máximo de exigencias confiablemente, registrando resultados de análisis conforme los estándares de calidad. La responsabilidad recae en el abastecedor de agua desde la fuente al servicio de conexión; después de esto, en el propietario y la agencia adecuada del Gobierno Local.

CALIDAD BACTERIOLOGICA.- El número de muestras bacteriológicas colectadas en puntos representativos a través del sistema de distribución debe ser de acuerdo al tamaño de la población que puede ser afectada.

Número típico mensual de muestras:

Población servida	1-2	10	50	100	900	2000	4500
(miles)							

Número de Muestras	2	12	50	95	300	400	500
--------------------	---	----	----	----	-----	-----	-----

Las evaluaciones oficiales de la calidad bacteriológica

ca están basadas en pruebas cuantitativas para la presencia de organismos, miembros del grupo de los coliformes, efectuadas por la Agencia Estatal de Salubridad o sus representantes designados, Laboratorios del Gobierno Local o Laboratorios comerciales reconocidos.

Dependiendo del método de examinación y del número mensual de muestras, las siguientes especificaciones deben ser halladas de acuerdo a las técnicas en serie: Dilución, número más probable (MPN) y filtro de membrana (MF).

1.- Cuando 10 (Mls.) de las porciones estándar son examinados, no deben mostrar una presencia de bacterias coliformes mayor al 10%. Agua mostrando esta presencia en tres o más porciones de los 10 (Mls.) de una muestra estándar, no será aceptable, si esto sucede en los siguientes casos:

- a) Dos muestras consecutivas.
- b) Más de una muestra cuando menos de 20 son examinadas.
- c) Más del 5% cuando 20 o más muestras son examinadas.

Quando se hallan coliformes en tres o más de las porciones de los 10 Mls. de una muestra

simple estándar de agua, diariamente se obtendrán muestras del mismo punto, debiendo ser examinadas por lo menos dos muestras consecutivas que muestren que el agua es de calidad satisfactoria.

2.- Cuando 100 Mls. de las porciones estándares son examinadas, no más del 60% debe mostrar presencia de bacterias coliformes. Agua mostrando esta presencia en cinco de las porciones de los 100 Mls. de una muestra estándar no será aceptable si esto sucede en los siguientes casos:

- a) Dos muestras consecutivas.
- b) Más de una muestra cuando menos de cinco son examinadas.
- c) Más del 20% de las muestras cuando cinco o más son examinadas.

Cuando se hallan coliformes en cinco o más de las porciones de los 100 Mls. de una muestra simple estándar de agua, diariamente se obtendrán muestras del mismo punto, debiendo ser examinadas por lo menos dos muestras consecutivas que muestren que el agua es de calidad satisfactoria.

3.- Cuando la técnica del filtro de membrana es aplili

cada, la media aritmética de la densidad de coli formes de todas las muestras estándar no deben exceder 1 por 100 Mls.

Además las colonias coliformes por muestra estándar, no deben exceder 3 por 50 Mls., 4 por --- 100 Mls., 7 por 200 Mls., 6 13 por 500 Mls. en los siguientes casos:

- a) Dos muestras consecutivas.
- b) Más de una muestra estándar, cuando menos - de 20 son examinadas.

Cuando colonias coliformes en una muestra simple estándar exceden estos valores, diariamente se obtendrán muestras del mismo punto, debiendo ser examinadas por lo menos dos muestras consecuti--vas que muestren que el agua es de calidad satisfactoria.

CARACTERISTICAS FISICAS.- Las características fisi--cas del agua surtida a una comunidad deberá ser examinada al menos una vez por semana, siendo tomadas estas muestras en puntos representativos del sistema; turbiedad, color, -olor y sabor no debèn ser tan altos como para afectar al -consumidor.

Los valores máximos aceptables respectivamente son:

5 Unidades de Turbiedad, 15 unidades de color y un um
bral de olor de número.3.

CARACTERISTICAS QUIMICAS.- Las características quími
cas importantes deben ser determinadas a juicio de las agen
cias que elaboran el reporte y certificadas por las autori
dades al menos dos veces al año, análisis más frecuentes -
se requieren cuando hay duda razonable acerca de la cons--
tancia del registro de información o cuando el abastecimiento
está fluorado.

El muestreo específico puede ser menos frecuente cuand
o existe una buena evidencia de la invariancia en las sus
tancias concernientes.

El agua potable no debe contener impurezas en concentraciones
peligrosas. Sustancias fisiologicamente delectereas, no deben ser introducidas en conductos al alcance --
del consumidor.

Las siguientes sustancias químicas no deben presentar
se en cantidades sobre las concentraciones indicadas en la
Tabla No.1.

TABLA No. 1
 CONCENTRACION DE SUSTANCIAS
 QUIMICAS EN EL AGUA POTABLE

Sustancia	Concentración (mg/l)
ABS .	0.50
CLORO	250.00
COBRE	1.00
CLOROFORMO, EXTRACTO DE CARBON CON	0.20
CIANURO	0.01
HIERRO	0.30
MANGANESO	0.05
*NITRATO	45.00
FENOLES	0.001
SULFATO	250.00
TOTAL DE DISOLVENTES SOLIDOS	500.0
ZINC	5.0

* Cuando se sabe que existe Nitrato en mayor cantidad que la indicada, debe prevenirse al consumidor que puede ser un peligro para los infantes.

La presencia de las siguientes sustancias venenosas - señaladas en la Tabla No.2, excediendo las concentraciones indicadas constituyen desechos para el rechazo del abastecimiento:

TABLA No. 2

SUSTANCIAS VENENOSAS

Sustancia	Concentración (mg/l)
ARSENICO	0.05
BARIO	1.0
CADMIO	0.01
CROMO	0.05
PLOMO	0.05
SELENIO	0.01
PLATA	0.05

Las concentraciones recomendadas y permitidas de fluor en el agua potable se muestran en la Tabla No.3.

TABLA No. 3
FLUOR EN EL AGUA POTABLE

Promedio Anual de la Temperatura Máxima diaria del Aire °F.	Límites de Control Recomendados en las Concentraciones de Fluor (mg/l).		
	BAJA	OPTIMA	ALTA
50.0 - 53.7	0.9	1.2	1.7
53.8 - 58.3	0.8	1.1	1.5
58.4 - 63.8	0.8	1.0	1.3
63.9 - 70.6	0.7	0.9	1.2
70.7 - 79.2	0.7	0.8	1.0
79.3 - 90.5	0.6	0.7	0.8

Los suministros fluorados y pefluorados deben muestrearse con suficiente frecuencia para asegurar las concentraciones deseadas de fluor.

RADIOACTIVIDAD.- Los suministros de agua potable no deben contener más de 3mmc por 1 (micro micro curies por - litro) de radio - 226 o más de 10mmc por 1 de Stroncio -- 90. (10).

Todas las consideraciones hasta aquí mostradas fueron obtenidas del conjunto de normas del U.S. Public Health --

Service y han sido comparadas con las establecidas en Méxi
co por la Secretaría de Salubridad y Asistencia, encontrán
dose que no hay diferencias significativas entre ambas.

C A P I T U L O I I

AGUA RESIDUAL

El reuso directo de aguas residuales sin ningún tipo de acondicionamiento, no puede ser practicado por implicar riesgos a la salud.

Las dos consideraciones de importancia primaria en la planeación de proyectos de reuso de aguas residuales son de tipo económico y de salud pública.

Si un proyecto de este tipo implica peligro para la salud pública será rechazado, normalmente, los riesgos asociados con el uso de los afluentes de agua residual se incrementan con lo directo que sea su reuso. (11).

Los riesgos primarios provienen del factor que implica el que los residuos domésticos pueden estar infectados de patógenos en forma de bacterias, virus, lombrices intestinales o protozoarios. (12).

Los residuos industriales por otro lado pueden contener materiales tóxicos.

Por lo tanto, debe tenerse gran cuidado al realizar - los proyectos determinando el tratamiento apropiado para - combatir los riesgos asociados con el reuso de aguas residuales.

Los elementos de una planta moderna de tratamiento de aguas residuales son usualmente diseñados para asimilar el afluente por el cuerpo receptor de agua. Esto no se entiende como que la calidad del agua producida sea de un calibre satisfactorio para el abasto de agua municipal.

Por otro lado, las plantas modernas de potabilización esperan procesar aguas turbias de moderada contaminación - y que serán capaces de destinarse a propósitos potables.

Los elementos de estas plantas de tratamiento no están diseñados para poder con aguas crudas de la naturaleza del afluente de aguas residuales.

Esto, generalmente es cierto, de aquí que una combinación de los procesos de tratamiento de agua y residuos comúnmente usados no puedan ser considerados adecuados para transformar el afluente de agua residual en agua potable.

AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES

Los residuos de casas habitación y establecimientos -

relacionados, tales como Moteles, Hospitales, Restaurantes, Oficinas, están dentro del sistema de alcantarillado produciendo cantidades relativamente constantes per cápita de sólidos suspendidos, materia orgánica en términos de COD y BOD, y otras sustancias de escasa importancia en la disposición de las aguas residuales.

Deberán ser llevadas a cabo concesiones adicionales per cápita o en poblaciones equivalentes, si sustancias significativas están presentes ya en el agua de abasto de la comunidad, en aguas superficiales entrando al sistema de drenaje o en colectores pluviales.

A continuación en la Tabla No 4, aparecen los promedios comunes para aguas residuales domesticas.

TABLA No. 4

SOLIDOS EN AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS

ESTADO DE LOS SOLIDOS	MINERALES	ORGANICOS	TOTALES	BOD	COD
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
SUSPENDIDOS	25	65	90	42	41
SEDIMENTABLES	15	39	54	10	16
NO-SEDIMENTABLES	10	26	36	23	25
DISUELTOS	60	80	160	12	16
T O T A L	105	145	250	54	57

Los valores son gramos per cápita diarios.

Variaciones apreciables de estos valores pueden ser esperados. Todos ellos son afectados por la abundancia y hábitos de la población. Los sólidos disueltos y totales son función también de la pureza y los minerales en general que contiene el agua de abasto y la de infiltración.

Los desechos del cuerpo humano (heces fecales y orina) son excretados en cantidades variables según edad, sexo y nutrición. La materia fecal contiene residuos de comida, residuos de bilis y secreciones intestinales, sustancias celulares de la trituración alimenticia y masa bacteriana en grandes cantidades (alrededor de un cuarto del peso de las heces).

La orina es excretada en cantidades alrededor de 1200 g per cápita diariamente, en rango de 500 g son de mujeres a 1500 g para hombres. Cloro (Cl), Nitrógeno (N), Fosfato (P_2O_4) y Potasa (K_2O) se encuentran en la orina en grandes cantidades, 7.0 g diarios de (N), 1.0 g de (P_2O_4) y 2.3 g de (K_2O).

En las heces fecales solo se encuentra 0.9 g diarios de (N), 1.0 g de (P_2O_4) y 0.2 g de (K_2O). Estos valores generales dan idea del potencial que como fertilizantes tiene el agua residual doméstica.

De la materia orgánica en promedio, en el alcantari-
llado doméstico, cerca del 40% se debe a sustancias nitro-
genadas, 50% de carbonización diaria de éter, está en un -
rango de 10 a 15 g per cápita. El contenido bacterial de
las aguas residuales tiene variaciones temporales.

AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES

Las propiedades físicas, químicas y biológicas de las
aguas residuales industriales son complejas. Se encuen-
tran contaminantes tan variadas como los mismos tipos de
industria. Hallar contaminantes del tipo de los organis-
mos patógenos es raro. Excepto cuando los residuos proce-
den de trabajos con productos animales.

Los ácidos, álcalis y todos los tipos de contaminan-
tes químicos son originados en minería, fundición y traba-
jos con metales, refinación del petróleo, fabricación de -
papel y productos textiles.

La industria alimenticia produce contaminantes orgáni-
cos, usualmente medidos por el BOD, COD o algún parámetro
equivalente.

Aceites, material flotante, sólidos gruesos, materia
fina suspendida, sabor y color se encuentran en numerosas
aguas residuales industriales.

Otras aguas residuales pueden comportarse como domésticas siendo industriales.

Una industria tiene tres posibilidades para disponer de las aguas residuales de sus procesos, y éstas son:

- 1) Las aguas residuales pueden ser tratadas separadamente en una planta de la propia industria antes de ser descargadas al drenaje.
- 2) Las aguas residuales crudas pueden ser descargadas a la Planta Municipal para su tratamiento completo.
- 3) Las aguas residuales pueden ser pre-tratadas en un sitio de la industria antes de ser descargadas en el sistema de drenaje municipal.

Un estudio cuidadoso debe llevarse a efecto antes de decidir el método más factible para disposición de las aguas residuales de una industria en particular.

La descarga de residuos industriales a la Planta Municipal, libra a la industria de responsabilidad y la misma recae en el Municipio que deberá encargarse de la disposición de estas aguas residuales.

La unión del tratamiento de residuos industriales con domésticos tiene algunas ventajas, un Municipio puede sol

citar ayuda federal para la construcción de una Planta, pa
ra lo cual la industria privada no es elegible. Y sólo -
una mayor Planta de Tratamiento resultaría en una operación
más económica. Por otra parte, la mayoría de residuos in-
dustriales son más eficientemente tratados biológicamente
después de diluirse con aguas residuales domésticas. (13).

El pretratamiento debe considerarse para residuos in-
dustriales con características que tengan diferencias sig-
nificativas con aguas residuales domésticas.

En muchas industrias antiguas, las aguas residuales -
de procesos de enfriamiento y sanitarias son mezcladas en
una sola línea de alcantarillado.

En los preceptos modernos, la segregación de estos re-
siduos debe ser para su disposición por separado.

AGUA RESIDUAL DEL AREA METROPOLITANA

La calidad del agua residual para una ciudad altamen-
te industrializada como lo es Monterrey, está influenciada
de manera determinante por la calidad del agua descargada
a la red de alcantarillado por las industrias.

La aportación de aguas residuales, tanto domésticas -
como industriales, a la red de alcantarillado en el mes de
máximo consumo, es del orden de 3,250 l/seg. (14) - - -

Actualmente se usa para el riego de las zonas agrícolas -- del Norte y Este de la ciudad.

Para obtener una información óptima sobre la calidad del agua residual, se muestreo en 15 puntos claves de la ciudad, de las características encontradas se deduce que pueden ser tratadas en Plantas tanto de tratamiento biológico como en las de tratamiento físico-químico.

En la Tabla No.5, se presenta el promedio de los máximos, mínimos y promedios de todos los puntos muestreados.

TABLA No. 5

CARACTERISTICAS DEL AGUA RESIDUAL DE MONTERREY

	Máximos	Promedios	Mínimos
Temperatura	29.6°	28.6°	27.5°
pH	8.2	7.3	7.0
Sólidos Sedimentables	13.0	7.3	3.7
Apariencia	El color gris fue el color predominante.		

La temperatura es casi constante, por lo que no presentará cambios fuertes en la condición del agua. El pH está

dentro de los límites tolerables, máximo 9.5 y mínimo 5.5 (15); los sólidos sedimentables son relativamente de baja concentración, lo cual indica que no causarán molestias en el sedimentador primario.

La concentración de los Metales Pesados está enumerada en la Tabla No.6.

TABLA No. 6

CONCENTRACIONES DE METALES PESADOS EN LA CIUDAD DE MONTERREY

Níquel	0.50	mg/1
Cobre	0.17	mg/1
Plomo	0.65	mg/1
Zinc	1.02	mg/1

De los resultados mostrados se concluye que son concentraciones confiables.

Respecto a las grasas y aceites, fueron obtenidas concentraciones elevadas en algunos puntos, ocasionados principalmente por las descargas de aguas industriales.

Las Plantas de Tratamiento de agua residual, necesitan que el influente tenga las características para que el

funcionamiento de la Planta tenga la eficiencia prevista. Por lo cual, y basándose en las características del agua residual de Monterrey, se ha elaborado un reglamento para controlar las descargas industriales. Este estudio viene detallado en el capítulo cuatro de esta tesis.

C A P I T U L O I I I

TRATAMIENTO

El propósito de un sistema de abastecimiento de agua Municipal, es proveer de agua potable, la cual está química y bacteriológicamente capacitada para el consumo doméstico y tiene una calidad adecuada para usos industriales.

Para usos domésticos, el agua debe estar libre de sabor y olor y mejorada para la salud, esto es por fluoración. Como la calidad del abastecimiento público está basada primordialmente en estándares de agua potable, la temperatura especial y otras necesidades de algunas industrias no siempre se cumplen por el abastecimiento público.

Por todo lo anterior, los propósitos de una Planta Municipal de aguas residuales, incluyen la reducción de BOD, Sólidos suspendidos, Patógenos y Sólidos inorgánicos. El grado de remoción provisto en cada categoría depende de los criterios de calidad en vigor.

Comúnmente en las Plantas Municipales se practica el

- tratamiento secundario, resultando aproximadamente una reducción del 90 por ciento de BOD (Efluente de BOD - 30 - mg/l) y una baja remoción de sólidos suspendidos. La reducción de patógenos es completada en el tratamiento secundario y por clorado del efluente a la Planta. El tratamiento secundario de lodos activados, no tolera cantidades excesivas de ácidos, álcalis y químicos tóxicos. (16).

Un sistema de lodos activados funcionando adecuada---mente, es un indicio de que el nivel de estos polutantes - en el agua residual cruda es bajo. -Sólidos inorgánicos, espuma y color no son fácilmente removidos por tratamiento secundario convencional. -

- Contaminantes rebeldes, tanto orgánicos como inorgánicos son resistentes o totalmente inafectados por procesos de tratamiento convencional.-

La calidad mineral del agua residual depende de las - mismas propiedades de el agua de abastecimiento Municipal, pero, durante el uso del agua, numerosas sustancias se añden, como la sal común (cloruro de sodio) y otros sólidos disueltos. Fosfatos, los cuales ocurren en bajas concentracionēs en aguas naturales, son incrementados durante el -- uso doméstico del água, principalmente por los detergentes sintéticos.

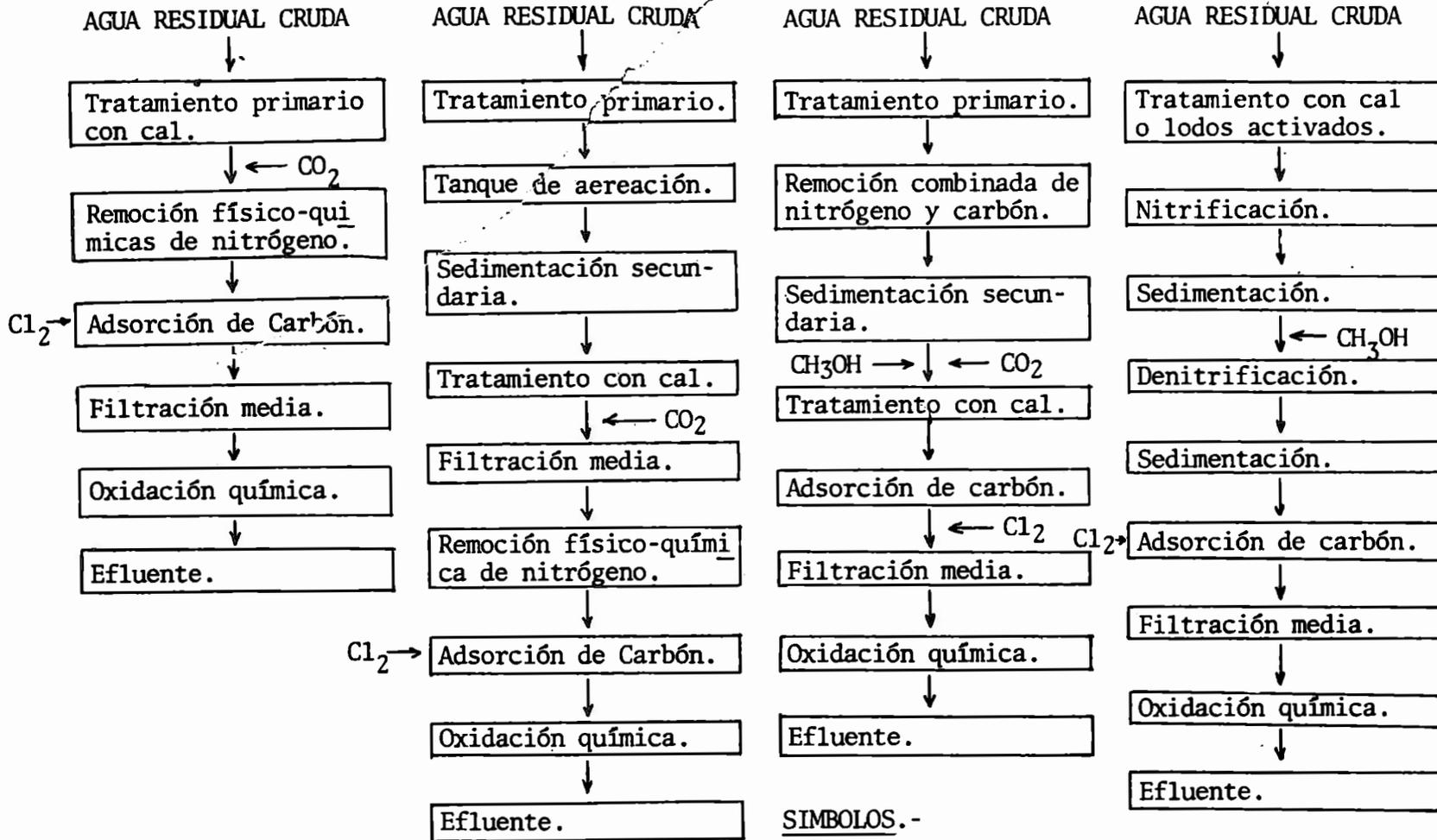
Ciertos materiales de alto peso molecular y compuestos aromáticos, son resistentes a la degradación biológica. (17).

-El rango de remoción de Nitrato y Fósforos entre el 10 y 70 por ciento depende de la concentración de los mismos en las aguas residuales crudas, esta remoción será efectuada por el tratamiento convencional. -

En la figura No. 1, se presentan varios tipos de procesos completos de tratamiento y en la Figura No. 2, se presenta el diagrama de flujo y proceso de la Planta de recuperación de agua del Lago Tahoe. (18). Se presenta este diagrama porque las características del proceso son las más adecuadas para su aplicación en la Ciudad de Monterrey.

Figura No. 1

VARIOS TIPOS DE TRATAMIENTO DE AGUA



- 30 -

SIMBOLOS.-

- Cl₂ = Cloro para remoción de amonía.
- CO₂ = Dióxido de carbón para recarbonatación.
- CH₃OH = Metanol para denitrificación.

DIAGRAMA DE FLUJO Y PROCESO DE LA PLANTA DE RECUPERACION DEL LAGO TAHOE

TRATA- MIENTO	PRIMARIO Separación de sólidos	SECUNDARIO	QUIMICO Remoción de fosfatos	Remoción Nitro- geno	FILTRACION	Adsorción de carbón activado	Desin- fec- ción
AGUAS RESIDUALES							
MANEJO DE SOLIDOS Recuperación de cal y carbón							

LISTADO FIGURA No. 2

- 1.- Influyente
- 2.- Desmenuzador
- 3.- Aforador para medir flujo (Parshall)
- 4.- Clarificadores primarios
- 5.- Aereación
- 6.- Caja de división de flujo
- 7.- Clarificadores secundarios
- 8.- Mezclador rápido
- 9.- Floculación
- 10.- Clarificador químico
- 11.- Recarbonatación
- 12.- Torre de bombeo
- 13.- Recarbonatación
- 14.- Torre de amonia
- 15.- Reactor
- 16.- Estación bombeo
- 17.- Estanque secundario de arenas
- 18.- Filtros
- 19.- Estanque final de arenas
- 20.- Columna de carbón
- 21.- Efluente final estación de bombeo
- 22.- Aplicación de cloro

- 23.- Regreso al estanque secundario de arenas a la Planta
- 24.- Laguna de reserva
- 25.- Tanque de expansión
- 26.- A estación de bombeo Luther Pass
- 27.- Agua recuperada para la reservación india de Creek
- 28.- Regreso de lodos
- 29.- Lodos activados
- 30.- Digestores lodos primarios
- 31.- Bomba de lodos primarios
- 32.- Adelgazador de lodos
- 33.- Bomba biológica de lodos
- 34.- Centrífuga
- 35.- Incinerador de lodos biológicos
- 36.- Salida de cenizas
- 37.- Divisor de lodos
- 38.- Bomba de lodos secundarios
- 39.- Desperdicio de lodos activados
- 40.- Bomba de lodos con cal
- 41.- Adelgazador de lodos con cal
- 42.- Bomba de lodos con cal
- 43.- Centrífuga
- 44.- Horno recalificador de cal
- 45.- Cal recalificada para reusarse
- 46.- Lodos con cal

- 47.- Tanque decantador
- 48.- Bomba de carbón
- 49.- Secador de carbón
- 50.- Horno de carbón
- 51.- Bomba de carbón
- 52.- Tanque de carbón
- 53.- Carbón regenerado para reusarse

UNIDADES DE TRATAMIENTO PRELIMINAR

- Los siguientes procesos preeliminares pueden ser usados en el Tratamiento Municipal de aguas residuales: Rejillas, desmenuzador, medida de flujo, bombeo, remoción de arenas, pre-aereación, flotación, floculación y tratamiento químico. -

- La flotación, floculación y procesos químicos no son comunes en el tratamiento de aguas residuales domésticas. Estas prácticas son dictadas algunas veces por los desechos industriales en las aguas residuales Municipales, y que dan por resultado las aguas residuales combinadas. -

La flotación es usada para remover suspensiones finas como grasas y aceites. La floculación con o sin adición química puede ser practicada en residuos Municipales para proveer una remoción primaria y prevenir cargas en exceso para el proceso de tratamiento secundario.

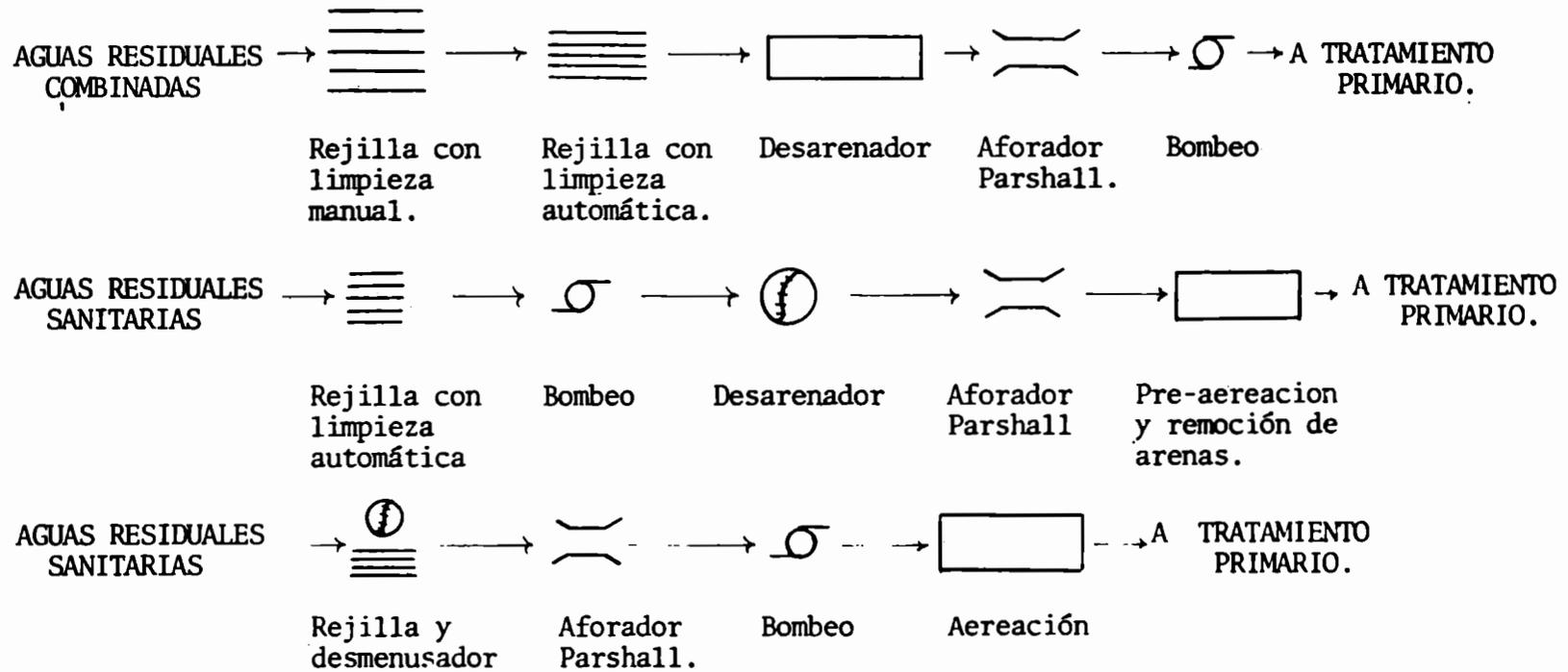
La coloración de las aguas residuales crudas es usada para controlar el olor y ajustar las características de los residuos.

- El orden de las unidades de tratamiento preliminar -- varía según las características de las aguas residuales crudas y el proceso de tratamiento subsecuente. -

Dependiendo del tipo de influente en la figura No. se presentan los tipos de ordenamiento de las unidades preliminares.

FIGURA No. 3

POSIBLES ARREGLOS DE LAS UNIDADES PRELIMINARES EN EL TRATAMIENTO MUNICIPAL DE AGUAS RESIDUALES.



TRATAMIENTO PRIMARIO

El tratamiento primario es la sedimentación en usanza común, aunque el término tratamiento primario incluye también el tratamiento preliminar.

La sedimentación de las aguas residuales crudas es practicada en todas las Plantas Municipales y precede al filtro percolador convencional. El proceso de lodos activados puede usarse para tratar aguas residuales crudas; sin embargo, este tipo de proceso está restringido para algunas Municipalidades por el costo involucrado en la disposición y operación de los lodos.

TRATAMIENTO SECUNDARIO

El tratamiento secundario o biológico es ejecutado usando el proceso de lodos activados, filtro percolador o tanques de estabilización. En el diseño de nuevas Plantas, los filtros percoladores tienen una eficiencia más alta, se usa el proceso convencional de lodos activados y los tanques de estabilización son generalmente usados sólo en pequeñas comunidades.

Las ventajas de los filtros percoladores son su facilidad de operación y la capacidad de aceptar sobrecargas sin que causen averías. Los lodos activados también acep-

tan sobrecarga sin avería siempre y cuando la sobrecarga no sea sostenida.

Las ventajas del proceso de lodos activados son la gran remoción de BOD, capacitando a la Planta para tratar aguas residuales más fuertes y la adaptabilidad futura de conversión de la Planta para tratamiento avanzado.

Dos períodos de filtración son requeridos para igualar la eficiencia en remoción del BOD de los lodos activados.

TRATAMIENTO AVANZADO

Antes de discutir sobre los sistemas específicos para abastecer agua a los diferentes usos, es necesario revisar el tratamiento avanzado de aguas residuales de una manera general.

No es el objeto de este artículo el discutir paso a paso, detalle a detalle, todas las unidades que componen el proceso, pero es benéfico considerar los más importantes.

Ha sido norma en la literatura del tratamiento de aguas, agrupar los procesos según sea el tipo de contaminantes que remuevan. En los siguientes párrafos viene un

sumario de los procesos más importantes.

-REMOCION DE NUTRIENTES.- Los elementos Nitrógeno y Fósforo son esenciales para la vida, son abundantes en las aguas residuales Municipales, elementos como; fósforo, nitratos, amoníaco o combinado orgánico nitrogenado. Mientras estos componentes son indeseables en la mayoría de reusos del agua, son muy problemáticos para el control de contaminantes.

Cuando son descargados a lagos o lagunas, estos nutrientes contribuyen al crecimiento excesivo de algas y subsecuentemente Eutroficación. -

Cuatro procesos han sido aceptados en la remoción de Nitrógeno:

Eliminación de amoníaco con aire en pH alto.

Nitrificación -dentrificación biológica.

Intercambio de Iones

Siega de Algas.

Estas son practicadas en Windhoelt, Sud Africa. (19).

La remoción de Fosfato a través de varias precipitaciones químicas está siendo evaluada.

Los más prometedores son la adición de Aluminato de So

dio en el tratamiento secundario convencional y separar --
cuagulación de aluminio o cal. (20).

- REMOCION DE SOLIDOS EN SUSPENSION.- El tratamiento
convencional elimina la mayoría de la materia suspendida
en el agua residual. Pero siempre existen residuos inde-
seables en los tipos de reuso.

El proceso para remover S. S. incluye macro filtra- -
ción, coagulación, sedimentación y filtración. (20).

Como en el tratamiento convencional, este proceso pue-
de ser usado en combinación con el logro del grado de cali-
dad deseado en el producto final. -

- REMOCION DE ORGANICOS.- La acción controlada de las
bacterias del tratamiento secundario sirve para remover --
mucho materia orgánica del agua residual Municipal, pero
siempre hay residuos, éstos son nobiodegradables.

Con coagulación y sedimentación se removerán algunos
orgánicos coloidales (21), pero la mayoría permanece en so-
lución, el proceso más estudiado para eliminar estos com-
puestos es la adsorción por carbón activado.

Carbón en polvo y granular ha sido utilizado para es-
te propósito.

Quizás por su economía en la necesidad de reactivación, la cama granular arreglada para adsorción parece ser el modo más operacional.

- REMOCION DE INORGANICOS DISUELTOS.- El tratamiento convencional tiene un poco de efecto en los iones disueltos contenidos en las aguas residuales.

Muchas reacciones químicas han sido descubiertas para remover iones específicos.

Estos procesos se pueden combinar con los procesos de Sólidos suspendidos para lograr economía. Los procesos de Precipitación son efectivos para la remoción de cationes multivalentes, como hierro y manganeso, y los causantes de dureza como son calcio y magnesio. Tres son los procesos aceptados; intercambio de iones, inversa ósmosis y electrodiálisis

- REMOCION DE MICROORGANISMOS Y DESINFECCION.- Uno de los últimos pasos y también uno de las más importantes funciones de la renovación de aguas residuales, es la eliminación de organismos patógenos. Se cree que el tratamiento avanzado elimina más del 99.9% de bacterias y Virus presentados en el efluente secundario.- (22) (23).

Se piensa que el residuo pequeño de organismos vivos podrá ser eliminado con una desinfección minuciosa con cloro. -

Muchas investigaciones están por provocar la efectividad de la desinfección en el tratamiento de aguas residuales. (24). -

CALIDAD DESPUES DEL TRATAMIENTO. (25)

- En este punto se hará referencia a la Planta del Lago Tahoe y a la calidad que tiene el agua después de su tratamiento en la misma.

Los datos reunidos durante la operación del primer sistema de adsorción de carbón aplicado al tratamiento de aguas residuales, muestran que el carbón removerá sobre 80% de sustancias orgánicas encontradas en un efluente secundario.

El efluente clorado proveniente de las columnas de carbón es claro, incoloro, inodoro, libre de organismos coliformes y virus e indistinguible en apariencia del agua potable. La dosificación de carbón hasta ahora ha promediado (62 g/m³). En el proceso secundario, el carbón tiene una sobrecarga en su dosificación, promediando (34 g/m³). -

La adición de vapor al horno de regeneración del car-

bón es benéfica.

Los estudios realizados muestran que los métodos alcalinos de recuperación de Sulfato de Aluminio no son económicamente permisibles en la Planta del Lago Tahoe.

Un método por ácidos para la recuperación de Sulfato de Aluminio se encontró que es permisible sólo en clarificación y no así en remoción de fosfatos, que es la meta del tratamiento químico.

La cal puede ser usada como coagulante en un tratamiento avanzado removiendo fosfato y amonia en más de 98%.

La cal puede recuperarse y reusarse sin pérdidas en la remoción de fosfatos o en su capacidad como coagulante.

La coagulación química y filtración eliminan sobre el 98% de los fosfatos encontrados en el efluente secundario.

La remoción de Nitrógeno por el proceso de eliminación de amonia, es el de más potencial para aplicar en Lago Tahoe.

Añadiendo a la remoción de fosfatos, el uso de cal como coagulante, se eleva el pH a un nivel a donde se puede obtener una excelente remoción de Nitrógeno de amonia por eliminación de amonia.

Los estudios realizados muestran que la eficiencia en el proceso de eliminación de amonía es dependiente del pH en el agua residual para valores arriba de 10.8; sin embargo, no alcanza un incremento significativo en la remoción de amonía por elevación del pH arriba de 10.8.

Junto con el pH, la eficiencia del proceso de eliminación de amonía depende de la maximización de el contacto agua-aire y la reformación con la Torre de Eliminación.

El incremento del tamaño de la Torre, lo cual crea contacto adicional aire-agua, resulta en mayor remoción de amonía y menores requerimientos de aire.

En las Tablas Nos.7, 8 y 9 se tienen calidades de agua obtenidas en diferentes procesos.

TABLA No. 7

CALIDAD DEL AGUA EN VARIOS PUNTOS DEL PROCESO

Parámetro de Calidad	Agua Residual-Cruda	Efluente Secundario	Efluente en la Cama de Separación	Efluente en la Columna de Carson
300 (mg/l)	200-400	20-100	1	1
COD (mg/l)	400-600	80-160	20-60	1-25
Total de Carbono Orgánico (mg/l)	- - -	- - -	8-18	1-6
ABS (mg/l)	2.0-4.0	0.4-2.9	0.4-2.9	0.01-0.5
PO ₄ (mg/l como PO ₄)	- - -	25-30	0.1-1	0.1-1
Color (unidades)	- - -	- - -	10-30	5
Turbiedad -- (unidades)	- - -	30-70	0.5-3	0.5-1
Nitrógeno Orgánico N (mg/l como N)	10-15	4-6	2-4	1-2
Amonia N (mg/l como N)	25-35	25-32	25-32	25-32
NO ₃ y NO ₂ -- (mg/l como N)	0	0	0	0
SIN CLORADO:				
Coliformes (-MPN/100 ml)	- - -	2,400,000	9,300	11,000
Coliformes Fecales (MPN/100 ml)	- - -	150,00	930	930

Virus	- - -	- - -	Negativo	Negativo
-------	-------	-------	----------	----------

CLORADO:

Coliformes -- (MPN/100 ml)	- - -	- - -	8.6	2.1
-------------------------------	-------	-------	-----	-----

Coliformes fe cales (MPN/ 100 ml)	- - -	- - -	2.1	2.1
---	-------	-------	-----	-----

TABLA No. 8

CALIDAD DEL INFLUENTE AL PROCESO DE INTERCAMBIO

PARAMETRO	VALOR
BOD (mg/l)	1
SS (mg/l)	0.5
COD (mg/l)	3 - 2.5
TURBIEDAD (mg/l)	1
ABS (mg/l)	0.5
COLOR (unidades)	5
ALCALINIDAD (mg/l como CaCO ₃)	70
NITROGENO ORGANICO (mg/l como N)	2
NITROGENO DE AMONIA (mg/l como N)	18-28
pH	6.4-6.8
CALCIO (mg/l)	16
MAGNESIO (mg/l)	5
SODIO (mg/l)	60
CLORO (mg/l)	35
SULFATOS (mg/l)	210
PUREZA TOTAL (mg/l)	55

TABLA No. 9

CALIDAD DEL AGUA EN LA PLANTA DEL LAGO TAHOE

Parámetro	Agua Residual Cruda	Efluente de Planta con Tratamiento Avanzado usando Sulfato de Aluminio	Efluente de Planta con Tratamiento Avanzado usando Cal
BOD (mg/1)	200-400	1	1
COD (mg/1)	400-600	1 - 25	3 - 25
TOTAL DE CARBON ORGANICO (mg/1)	- - -	1 - 7.5	1 - 7.5
ABS (mg/1)	2 - 4	0.01 - 0.5	0.01 - 0.5
COLOR (unidades)	- - -	5	5
TURBIEDAD (unidades)	- - -	0.5	0.5
FOSFATO (mg/1 como PO ₄)	25 - 30	0.1 - 1	0.2 - 1
NITROGENO ORGANICO (mg/1 como N)	10 - 15	1 - 2	0.3 - 2.0
NITROGENO DE AMONIA (mg/1 como N)	25 - 35	12 - 32	0.3 - 1.5
NITRATO Y NITRITO (mg/1 como N)	0	0	0
pH	7.2 - 7.4	6.4 - 6.8	8.3 - 8.6
SODIO (mg/1)	60	60	60
CALCIO (mg/1 como Ca)	15	15	18 - 25
ALCALINIDAD (mg/1 como CaCO ₃)	110 - 130	70	250
SULFATO (mg/1)	20	200	20

C A P I T U L O I V -

RECOMENDACION NECESARIA PARA NORMAR LA REUTILIZACION CON FINES DOMESTICOS Y RECREATIVOS

CONSIDERACIONES DE CALIDAD EN USOS SUÇESIVOS DE AGUA

El reuso directo de las aguas residuales Municipales es conveniente en muchas áreas del País, pues de esta manera se tratan dos de los mayores problemas asociados con el agua como recurso natural:

La contaminación del agua y la disminución de nuevas fuentes de abastecimiento..

La contaminación del agua y su control son de gran importancia por el incremento en la cantidad y cambios de características de los contaminantes.

Sustancias orgánicas, nutrientes y sales inorgánicas son descargadas a los receptores de corrientes en cantidades que van en aumento. Simúltaneamente, las corrientes son abrumadas por el incremento en la carga de polutantes

degradables.

El 85 a 90 por ciento de la demanda bio-química de oxígeno (BOD), logra eliminarse por la práctica de trata--miento convencional, pero no mantiene las condiciones acep--tables para su tratamiento en muchos receptores de afluen--tes.

Asociado con las degradaciones de calidad del agua antes citadas, ésta es una reducción en el adecuado abasteci--miento de agua porque la utilidad de una corriente con es--te propósito está íntimamente relacionada con la calidad -del agua de dicha corriente.

Hasta aquí, el uso más eficiente del agua en forma sucesiva, es equivalente al desarrollo de una nueva fuente -de abastecimiento.

La localización y cantidad de agua aprovechable por -medio del reuso, hace esta posibilidad muy atractiva desde el punto de vista ingenieril y económico.

El uso sucesivo es particularmente conveniente en ciudades localizadas en zonas áridas.

Básicamente la cuestión del reuso es dar al agua los requerimientos de calidad en cada categoría, según sea el

uso que se le destine.

El propósito de este estudio es comparar algunos criterios de calidad, para el uso de agua con los datos de calidad de afluentes indicando el grado de tratamiento necesario para efectuar su renovación.

Para determinar la utilidad de un agua en particular, para uso benéfico y específicamente para su grado de tratamiento necesario, para los requerimientos de uso, es escencial establecer calidad del agua reusable y requerimientos de calidad para cada propósito de uso del agua.

El término calidad, se refiere a la variedad y proporción de sustancias extrañas en el agua.

Para cada uso específico, la calidad de las posibles fuentes, deberán ser comparadas a los criterios o estándares en el orden establecido de utilidad del abastecimiento. Estos criterios establecen altos niveles de contaminantes, que son intolerables para usos en particular.

Algunas categorías específicas de agua pueden ser identificadas, éstas incluyen:

Navegación, irrigación, recreación, uso industrial y uso potable, que es en la que se pondrá mayor énfasis, ya

que es el que exige una de las mayores demandas, y más expone directamente la salud humana.

En definición la calidad del agua para uso potable; - debe cumplir especificaciones químicas y biológicas, que impliquen la seguridad del consumidor.

Algunos estándares han sido establecidos especificando límites de calidad de agua con propósitos de uso potable. (26).

CALIDADES DE AGUAS RESIDUALES.- Un programa de pruebas y muestreo, ha facilitado la comparación de los crudos y las aguas residuales en su calidad.

Esta comparación se muestra en la Tabla No.10. las -- diferencias en las concentraciones de contaminantes antes y después del uso del agua, son normalmente llamados - - "incrementos por uso", también se incluyen en la Tabla - No.10.

COMPARACION DE LOS CRUDOS Y LAS AGUAS RESIDUALES

CONSTITUYENTE	En el Agua de Abastecimiento	Afluente de Aguas Residuales	Incremento por Uso
FISICOS:			
SS (mg/l)	0.0	98	98
Turbiedad	0.7	45	44
Color (unidades)	5.2	75	69.8
Olor (Ton)	0.0	27.2	27.2
MICROBIOLOGICOS (No/100ml):			
Coliformes	0.1	160,000	160,000
Coliformes Fecales	0.0	26,000	26,000
CONSTITUYENTES - ORGANICOS (mg/l):			
CCE	0.059	2.478	2.419
CAE	0.091	1.185	1.094
MBAS	0.000	0.116	0.116
COD	0.0	62.0	62.0
BOD	0.0	24.0	24.0
FENOLES	0.0	0.01	0.01

NUTRIENTES (mg/l):

Fosfato	0.04	8.7	8.7
Nitrato	0.03	Señales	0.0
Amonia	0.03	17.5	17.5

QUIMICOS TOXICOS
(mg/l):

Arsénico	0.001	0.003	0.003
Bario	0.085	0.192	0.107
Cadmio	0.001	0.001	0.001
Cromo	0.039	0.050	0.011
Cianuro	0.01	0.01	- - -
Fluor	0.91	1.09	0.18
Selenio	0.001	0.001	- - -
Plata	0.001	0.008	0.008

IONES INORGANICOS:

Alcalinidad (mg/l)	91.4	246	155
Calcio (mg/l)	25.6	62	36.4
Cloro (mg/l)	20.0	120	100
Dureza (mg/l)	82.7	199	116
Magnesio (mg/l)	7.3	10.6	3.3
Sulfato (mg/l)	41.1	168	127
TDS (mg/l)	123.7	480	356
Sodio (mg/l)	25.2	155	130

Silice (mg/l)	4.6	10.1	- - -
Potasio (mg/l)	- -	- - -	. - -
pH	7.9	7.7	- - -

SEÑAL DE ELEMENTOS
(mg/l):

Aluminio	0.11	0.16	0.05
Bromo	0.053	0.197	0.144
Cobalto	0.001	0.001	0.001
Cobre	0.036	0.070	0.034
Germanio	0.001	0.001	0.001
Oro	0.001	0.001	0.001
Hierro	0.273	3.0	2.73
Manganeso	0.040	0.075	0.035
Molibdeno	0.079	0.100	0.021
Níquel	0.015	0.120	0.105
Rubidio	0.021	0.061	0.040
Plata	0.001	0.008	0.008
Stroncio	0.280	0.400	0.120
Titanio	0.001	0.124	0.124
Tungsteno	0.001	0.147	0.147
Uranio	0.015	0.041	0.026
Zinc	0.134	0.185	0.051

RECOMENDACION DE LOS PARAMETROS A VIGILAR EN LOS USOS DOMESTICOS Y RECREATIVOS

Las aguas residuales sometidas a tratamientos en Plantas para hacer posible su reuso deben ser estrechamente vigiladas en ciertos parámetros antes de ser consideradas como aguas aptas para entrar en contacto con el público, tanto con fines domésticos como recreativos.

En este inciso se recomendarán los parámetros que por su importancia sean los más convenientes para ser vigilados y con esto tener la seguridad de ofrecer al consumidor agua con las características ideales o al menos indispensables para los fines que se le destinen, en este caso domésticos y recreativos.

En el aspecto físico:

Color	3 Unidades
Olor	No debe haber
Turbiedad	0.1 Unidades
Sólidos no filtrables	0.1 mg/l
Coliformes	No debe haber

En el Aspecto de tóxicos químicos (mg/l):

Arsénico	0.01
Bario	1.0

Cadmio	0.01
Cromo	0.05
Cianuro	0.01
Fluor	1.3
Nitrato	10
Fenoles	0.001
Selenio	0.01

En el Aspecto de químicos inorgánicos (mg/l):

Aluminio	0.05
Amonia	- - -
Calcio	- - -
Cloro	- - -
Cobre	0.2
Dureza	80
Hierro	0.05
Magnesio	- - -
Manganeso	0.01
Plata	0.05
Sulfato	- - -
Zinc	1.0

En el Aspecto de parámetros orgánicos (mg/l):

CCE	0.04
-----	------

CAE	0.15
MBAS	0.2
Aceite y Grasas	- - -
COD	- - -
BOD	- - -

REGLAMENTACION

Este punto será aprovechado para tratar de establecer en forma clara el porqué es necesario un reglamento o serie de normas que rijan la reutilización tanto para fines domésticos como recreativos.

En primer lugar toda actividad que tenga como fin servir al público, debe ser controlada, tanto en sus pretensiones, como en los medios para lograrlas.

En este caso la reutilización tiene como pretensión el dotar al público de agua apta para usos domésticos y recreativos, pero como es sabido, esta agua antes será sometida a un pretratamiento y tratamiento; en el pretratamiento es precisamente en donde deben aplicarse una serie de normas para conseguir los resultados deseados.

Estas normas se llevarán a efecto en su mayor parte por el mismo público, ya que de él mismo provienen las aguas residuales, que como su nombre lo indica son desechos, pero a pesar de esto, debe evitarse que los mismos contengan ciertos elementos que harían más difícil y en ciertos casos hasta imposible su tratamiento y reuso, ya que las aguas residuales que no cumplan con los requisitos que más adelante se mencionarán no deben ser vertidas al

alcantarillado, en estas condiciones, sino que antes deberán ser sometidas a un pretratamiento.

Por otra parte también el reuso debe normarse en forma acorde al tipo de agua obtenida después de sometida al tratamiento, o sea, debe tenerse en cuenta la calidad del producto de la Planta de Tratamiento, para destinarse ya sea a uso doméstico o recreativo.

Respecto al tipo de agua obtenido, aparte se mencionan algunos parámetros que deberán vigilarse para que la misma pueda ser destinada tanto a fines domésticos como -- recreativos.

Por todo lo mencionado anteriormente, se ve la importancia de la existencia de un criterio y de su cabal cumplimiento, para un tratamiento adecuado y obtener de la reutilización los beneficios y usos deseados.

Para Reglamentación los factores primordiales serán: Descargas de aguas pluviales, residuos industriales, residuos inadmisibles, temperatura, aceites, pH, materiales -- tóxicos, sólidos y control de volúmenes de las descargas.

El agua no contaminada, producto de sistemas de aire acondicionado, sistemas de enfriamientos industriales, albercas y otros tipos de aguas no contaminadas, se deben --

descargar en el drenaje pluvial.

En el aspecto de residuos industriales, se deben de tener muy presentes las siguientes condiciones propias de cada zona; el tamaño del área que cubre el sistema de alcantarillado, número de industrias, tipo de industrias y la naturaleza de las plantas de tratamiento.

Al respecto se pueden mencionar tres cláusulas principales:

- 1.- Se evitará que las aguas residuales contengan -- sustancias inflamables y materiales que obstruyan el flujo.
- 2.- Se preverá qué tipos de residuos industriales pueden descargarse, sólo si se cuenta con autorización del Superintendente.
- 3.- Se limitarán las descargas que pueden perjudicar o interferir con la operación del sistema de alcantarillado y se evitarán las que interfieran con las plantas de tratamiento.

Atendiendo a otros factores, los residuos radioactivos requerirán permiso especial.

Las temperaturas en las aguas residuales variarán según el tipo de tubería, pero existirá una temperatura máxi

ma permisible que variará con las necesidades propias de cada localidad.

Los aceites minerales deberán ser removidos al máximo de las aguas residuales, aceites animales o vegetales, son partes naturales del sistema.

Se requieren separadores de grasa cerca del sistema en establecimientos, en los cuales se sirvan gran cantidad de comidas.

En establecimientos como gasolineras, talleres, etc., se recomienda un pretratamiento antes de hacer la descarga.

El pH deberá ser controlado ya que aguas extremadamente ácidas, son corrosivas y afectan al sistema. Por otra parte las aguas alcalinas provocan incrustaciones y depósitos en el sistema. Si se tienen procesos industriales en los cuales se tengan aguas residuales, tanto ácidas como alcalinas, bastará mezclarlas para que se estabilizen, de no ocurrir el caso anterior, se usarán compuestos químicos para neutralizar las aguas según sea el tipo.

Los sólidos en aguas residuales, pueden ser de origen orgánico e inorgánico, disueltos o suspendidos. Los sólidos suspendidos de alta gravedad específica, son los que pueden interferir el flujo del sistema; los otros sólidos

también son objetables ya que al descomponerse provocan - sobrecargas a todas las unidades de la Planta de Tratamiento.

Reafirmando lo anterior, y para un mejor control de los factores enunciados, se sugiere respetar los criterios que se mencionan a continuación:

- 1.- No se deberán descargar agua no contaminada al sistema de alcantarillado público.
- 2.- Las aguas no contaminadas o pluviales, deberán descargarse al drenaje pluvial o al alcantarillado combinado.
- 3.- No se deben descargar al alcantarillado público los siguientes tipos de residuos:
 - a) Gasolina, benceno, nafta, aceite o cualquier otro líquido, sólido o gas que sea inflamable o explosivo.
 - b) Cualquier clase de agua o deshecho que contenga sustancias tóxicas o veneno en cantidad, ya sea que actúen solas o con la interacción de otros desperdicios, que interfieran con cualquier proceso de tratamiento, que constituyen un peligro a humanos o animales, y constituyen un peligro en las plantas de tra

tamiento, incluyendo cianuros en exceso de -
2 mg/l, como CN en los residuos descargados
al alcantarillado público.

- c) Cualquier agua o deshecho conteniendo pH inferior a 5.5, o teniendo cualquier otra propiedad corrosiva capaz de causar daños a la estructura, equipo o personal del sistema de alcantarillado.
- d) Sólidos o sustancias viscosas en cantidades o tamaños capaces de causar obstrucción al flujo u otras interferencias con la operación del sistema de alcantarillado, como son:
Cenizas, arena, lodos, aserrín, rebaba, escoria, metal, vidrio, trapos, estopa, plumas, lana, nylon, pelo, desechos de rastros, etc.

4.- Las sustancias prohibidas para su descarga son:

- a) Cualquier líquido o vapor teniendo una temperatura mayor a 65°C.
- b) Cualquier agua o deshecho conteniendo grasas, ceras o aceites ya sea en emulsión o no; en exceso de 100 mg/l o conteniendo sustancias que tiendan a solidificarse o volverse viscosas a temperaturas entre 0° y 65° C.
- c) Cualquier basura que no ha sido conveniente-

mente fragmentada. La instalación y operación de cualquier triturador de basura equipado con un motor de 3/4 de caballo de potencia o más, deberá sujetarse a la revisión y aprobación del superintendente.

- d) Cualquier agua o deshecho conteniendo residuos de hierro oxidado o niquelado, en soluciones, ya sean neutralizadas o no.
- e) Cualquier agua o deshecho conteniendo hierro, cromo, cobre, zinc y sustancias similares tóxicas objetables; o desechos ejerciendo un requerimiento excesivo de cloración.
- f) Cualquier agua o deshecho conteniendo fenoles u otras sustancias que produzcan olor o sabor; en concentraciones excediendo límites establecidos por el Superintendente como necesarios.
- g) Cualquier deshecho radioactivo o isotopo con una vida media o concentración que exceda límites establecidos por el Superintendente en cumplimiento con reglas estatales o federales.
- h) Cualquier agua o deshecho teniendo un pH mayor a 9.5.
- i) Materiales que ejerzan o causen:

- (1) Concentraciones no usuales de sólidos inertes suspendidos (tales como, pero no limitados a, arcilla, residuos de cal) o de sólidos disueltos (tales como, pero no limitados a, cloruro de sodio y sulfato de sodio).
 - (2) Excesiva decoloración (tales como, pero no limitados a, residuos de tinte y pinturas vegetales).
 - (3) BOD no usual, demanda química de oxígeno, o requerimientos de cloración en cantidades que constituyan una carga significativa en los trabajos de tratamiento del agua residual.
 - (4) Volúmenes no usuales de flujo o concentraciones de desechos que constituyan fuertes cargas en la Planta de Tratamiento.
- j) Aguas o desechos conteniendo sustancias que no puedan ser reducidas por el sistema de tratamiento empleado.
- 5.- Si cualquier agua o deshecho son descargados al alcantarillado público, conteniendo las sustancias o características enumeradas en el punto an

terior, el Superintendente puede decidir a su --
juicio:

- a) Rechazar los deshechos.
- b) Requerir pretratamiento hasta obtener condiciones aceptables para descargar al alcantarillado público.
- c) Requerir control sobre cantidades y razones de descarga y/o
- d) Requerir el pago de un aumento añadido al costo de manejo y tratamiento de los deshechos.

Si el Superintendente permite el pretratamiento o equilibrio de flujo de deshechos, el diseño e instalación de las Plantas y equipo estarán sujetos a la revisión y aprobación del Superintendente y a los requerimientos de todos los códigos y leyes aplicables.

- 6.- Interceptores de grasa, aceites y arena serán ne
cesarios cuando en opinión del Superintendente, se requieran para el conveniente manejo de deshech
chos líquidos conteniendo grasas en cantidades -
excesivas, o cualquier deshecho inflamable, arena
u otros ingredientes nocivos.

Todos los interceptores serán de tipo y capaci--
dad aprobada por el Superintendente y su locali-

zación se hará de acuerdo al fácil acceso para su limpieza e inspección.

- 7.- Adonde el tratamiento preliminar o equilibrio de flujo se ha concedido para cualquier agua o deshecho, éste deberá mantenerse continuamente en operación efectiva y satisfactoria por quien paga su costo.

C O N C L U S I O N E S

Considerando las características de las aguas residuales de la ciudad de Monterrey, y su área metropolitana, se concluye que el reuso de las mismas, representa una solución muy bien cimentada para resolver el problema que para Monterrey es el abastecimiento de agua potable.

Tomando en cuenta lo difícil que será, para las autoridades civiles dentro de algunos años abastecer del vital líquido a la creciente población de la ciudad, se estudió la probabilidad de potabilizar las aguas residuales.

Esta potabilización, puede ser realizada en plantas, ya sean de tratamiento físico o químico, las cuales garantizan que el agua tratada, pueda ser ingerida sin riesgos a la salud de la comunidad y por lo tanto, conservar las características necesarias para considerarla agua potable. Con esta solución, se verá disminuída la problemática de la ciudad del abastecimiento de agua.

Como solución se considera como una de las más factibles, tomando en cuenta la localización urbana de la ciu--

dad, siempre y cuando las autoridades civiles o las personas autorizadas, supervisen el respeto de las características, dentro de los límites de las normas y estándares aquí mencionados para la recolección de las aguas residuales y el tratamiento de las mismas, y así poder garantizar tanto la seguridad de la salud pública como el buen funcionamiento de la red de alcantarillado y las plantas de tratamiento.

REFERENCIAS

1. Snow John, "J. Snow on Cholera". New York; Commonwealth Fund, 1936.
2. "Effects on polluting discharges on the thames estuary: Reports of the thames survey committee and the water pollution research laboratory". Water pollution Res. Tech. Paper No.11. London: Her Majesty's Stationery Office, 1964
3. Baker M.N., "The Quest for Pure Water". Awwa, New York, 1949.
4. Fuller G.W., "Progress in Water Purification". Jour Awwa, 1933, Nov.
5. Black A.P., "Better Tools for Treatment". Jour Awwa, 1966, Feb.
6. Fair G.M., "Fifty Years of Progress in Water Purification, 1913 - 1963". Jour Awwa, 1963, Jul.
7. Hyatt I.S., "U.S. Patent 293, 740". 1884, Feb.
8. Austen P.T. and Wilbur F.A., "Annual Report of the - - State Geologist of New Jersey". 1884.
9. Fuller G.W., "Report on the Investigations into the - Purification of the Ohio River Water at Louisville, - Ky". D. Van Nostrand, New York, 1898.
10. "Public Health Service Drinking Water Standards, Revised 1962". U.S. Dept. of Hew, Usphs Publ. No.956, 1962.
11. Ongert H.J. and Harmon J.A., "Sanitary Engineering - Appraisal of Waste Water-Re-Use". Jour Awwa, 1959, - May.

12. Berger B.B., "Public Health Aspects of Water-Re-Use for Potable Supply". Jour Awwa, 1960, May.
13. Nemerow N.L., "Theories and Practices of Industrial Waste Treatment". Addison-Wesley Publishing, Inc. 1963.
14. Alcorta R., "Determinación de las Características - Físicas y Químicas de las Aguas Residuales de la -- Ciudad de Monterrey", Tesis Depto. Ing. Civil, ITESM, 1975, Agosto.
15. MOP.- "Regulation of Sewer Use" Jour Water Pollution Control, 1968.
16. Moore A.W., McDermott G.N., Post M.A., Mandia J.W. and Ettinger M.B., "Effects of Chromium on the Activated -- Sludge Process". Vol. 33, No.1, p.p. 54 - 72, 1961.
17. Ludzack F.J. and Ettinger M.B., "Chemical Structures Resistant to Aerobic Biochemical Stabilization". -- Jour WPCF, 1960.
18. Clark J.W., Viessman, Hammer M.J., "Water Supply and Pollution Control", International Textbook Company, 1971.
19. Stander G.J. and Van Vuren L.R.J., "The Reclamation of Potable Water from Wastewater", Jour WPCF, 1969.
20. Stenburg R.L., "New Approaches to Wastewater Treatment", Jour San. Eng. Div. Proc. Amer. Soc. Civil - Engr., 1968.
21. Black A.P., "Stoichiometry of Coagulation of Color-- Causing Organic Compunds with Ferric Sulfate". Jour Awwa, 1963.
22. Sproul, O.J., "Virus Removal in Water Reuse Treating Process", Chem. Eng. Process Symp. Ser., 1967, Aug.
23. Thayer S.E. and Sproul O.J., "Virus Inactivation - - Water Softening Recipitation Processes". Jour Awwa, 1966.
24. Linstedt K.D., Bennett E.R. and Werk S.W., "Quality Considerations in Succesive Water Use", Jour WPCF, 1971.