

Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE INGENIERIA



28
196

**DISTINTOS PROCESOS PARA EL
TRATAMIENTO DE LAS AGUAS
NEGRAS.**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
I N G E N I E R O C I V I L
P R E S E N T A:

JUAN ENRIQUE SERRA CHAPA

MEXICO, D. F.

1983



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.

CAPITULO I	FORMAS DE EXPLOTAR EL AGUA PARA SUS DISTINTOS USOS	3
1.1	AGUAS SUPERFICIALES	4
1.2	AGUAS SUBTERRANEAS	5
1.3	AGUAS MARINAS	7
CAPITULO II	LA CONTAMINACION DEL AGUA	14
2.1	CONTAMINACION DE LAS AGUAS SUPERFICIALES	14
2.2	CONTAMINACION DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS	15
2.3	CONTAMINACION DE LAS AGUAS MARINAS	16
CAPITULO III	PROCESOS PARA EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS NEGRAS	19
3.1	TRATAMIENTO PRELIMINAR	19
3.2	TRATAMIENTO PRIMARIO	20
3.3	TRATAMIENTO SECUNDARIO	23
3.4	TRATAMIENTO TERCARIO	30
3.5	CLORACION	31

C A P I T U L O I

FORMAS DE EXPLOTAR EL AGUA PARA SUS DISTINTOS USOS

El agua en la Tierra la podemos encontrar formando: océanos, mares, corrientes superficiales (ríos), corrientes subterráneas, lagos y masas de hielo (icebergs).

El agua por su naturaleza, sigue un ciclo constante de la atmósfera a la Tierra que se conoce como precipitación, y de la Tierra a la atmósfera que es la evaporación.

Existén tres tipos de precipitación principalmente: convectiva, orográfica y ciclónica.

En la República Mexicana, el agua la podemos encontrar distribuida en la siguiente forma:

El volumen de agua recibido por la lluvia al año es de 1.53 billones de m^3 .

En los ríos, escurren 410,000 millones de m^3 . Se ha estimado que existen 14,000 millones de m^3 de agua en almacenamientos naturales (lagos y lagunas) y se han construido presas cuyos vasos -- permiten almacenar 107,000 millones de m^3 .

Los estudios realizados sobre la existencia de aguas subterráneas en el país, abarcan el 37% del territorio nacional; en esa extensión se encontró que el volumen de recarga anual a los mantos subterráneos es de 5,000 a 10,000 millones de m^3 , mas el volumen almacenado a través de los siglos en dichos mantos, por lo cual se podría extraer en forma económica para la agricultura entre 60 y 80 mil millones de m^3 .

Anualmente se dispone de 360 mil millones de m^3 de agua, los cuales se distribuyen de la siguiente manera:

60% para la generación de energía eléctrica
36% para la agricultura
4% para usos industriales y suministro público

Del total extraído, se consume aproximadamente el 30% y se retorna la diferencia.

Un grave problema que se tiene aquí en la República, es la mala distribución de la población y de las industrias. El 70% de la población, junto con el 80% de las industrias del país, se encuentran arriba de los 500 msnm, en los que se encuentran el 15% de los recursos hídricos que se tienen en el país.

La cantidad de agua que necesita la industria, también es --

elevada y a medida que se desarrolle, las necesidades de agua se incrementan notablemente. Como ejemplo, podemos mencionar las cantidades de agua que se requieren para producir algunos productos, tanto industriales como agrícolas:

1 tonelada de papel	requiere	200,000	litros de agua
1 tonelada de cobre	requiere	400,000	" " "
1 tonelada de aluminio	requiere	1,300,000	" " "
1 tonelada de maíz	requiere	1,600,000	" " "
1 tonelada de trigo	requiere	2,700,000	" " "

1.1 AGUAS SUPERFICIALES

La lluvia es la fuente de todo abastecimiento de agua. Una parte de ella escurre como agua superficial en la forma de arroyos y ríos; otra parte penetra en el suelo y se convierte en agua subterránea, el sobrante lo toma la vegetación o se evapora. En el caso de una fuente superficial, la cantidad de lluvia que cae sobre la cuenca de la corriente tiene un efecto muy importante sobre la cantidad de agua que se puede obtener. La relación de la precipitación al agua subterránea es menos directa, porque la lluvia que reaparece como agua subterránea puede haber caído sobre el terreno muchos kilómetros de distancia.

Otras fases de la precipitación que son de importancia para los ingenieros sanitarios son los gastos de tormenta. La intensidad de la tormenta debe considerarse en el proyecto de los colectores de agua de lluvia. De igual manera los depósitos para obras de agua deben ser capaces de contener o permitir el paso de las avenidas de inundación, y el proyecto de las obras de agua debe prevenir la falla de estabilidad del sistema para soportar los derrames.

El rendimiento de una fuente superficial depende grandemente de la cantidad de lluvia sobre la cuenca. La cantidad de lluvia sobre un área se expresa usualmente como la altura en centímetros, que alcanzaría si toda el agua que cayera sobre la cuenca permaneciera en ella.

Se han hecho muchos experimentos en un esfuerzo para desarrollar métodos para producir precipitaciones artificiales. Un método principal involucra la dispersión de vapor de yoduro de sodio en la atmósfera. Esto puede efectuarse desde la Tierra o desde aviones, pero el primero es el método más simple y el que requiere de menos equipo. Para asegurar el éxito, las condiciones en el aire deben ser tales que la precipitación sea incipient

te, y que esté escaso únicamente de los núcleos necesarios para empezar la reacción. Aun cuando la lluvia natural esté próxima a caer, su cantidad se puede incrementar, porque los núcleos artificiales son más efectivos a alturas bajas que los núcleos naturales.

El agua superficial puede estar turbia en época de flujos altos y está sujeta a contaminantes, ya sea directa o indirectamente. Por lo tanto, esta agua necesitará tratamiento, para resguardar su calidad sanitaria. Sin embargo, el agua superficial no es en general, dura, ni contiene a menudo hierro, manganeso, u otra clase de materiales disueltos que sean objetables en cantidad suficiente que requieran un tratamiento especial.

El agua superficial, la podemos obtener de la siguiente forma:

a) De corrientes, estanques naturales, y lagos de tamaño suficiente, mediante toma continua, tal como se indica en la fig. 1

b) De corrientes con flujo adecuado de crecientes, mediante toma intermitente, temporal o selectiva de las aguas de avenida limpias y su almacenamiento en depósitos adyacentes a las corrientes o fácilmente accesibles a ellas.

c) De corrientes con flujos bajos en tiempo de sequía, pero con suficiente descarga anual, mediante toma continua del almacenamiento de los flujos excedentes al consumo diario, hecho en uno o mas depósitos formados mediante presas construidas a lo largo de los valles de la corriente.

1.2 AGUAS SUBTERRANEAS

Las aguas naturales existentes en la superficie del suelo, están sometidos al peso de la gravedad. Se infiltran pues, por los poros y las pequeñas fisuras que existen en la corteza terrestre y todas las soluciones de continuidad, con tal que abunden en el suelo y en las rocas subyacentes, por muy profundas que puedan descender.

El agua subterránea se distribuye bajo la superficie terrestre en tres zonas que son: Zona de aireación, superficie de saturación y la zona de saturación.

En la zona de aireación, se distinguen tres zonas que son: las aguas de la superficie terrestre, la región intermedia de las aguas peliculares y en el fondo, las aguas capilares de la

franja capilar.

A través de la región intermedia es donde se realizan los cambios con la zona de saturación. Es, pues recorrida por las infiltraciones que descienden a alimentar las reservas, mientras que en sentido inverso, el vapor del agua proveniente de las pérdidas por evaporación debe atravesarla para volver a la atmósfera. Todas las fisuras son rellenadas por aire al 100% de humedad donde por enfriamiento, se produce una condensación sobre las paredes, que son así recubiertas por una película de agua. Es por esto que se habla de agua pelicular. Cuando la condensación aumenta, se forman las gotas que chorrean hacia las zonas profundas. Los calentamientos al contrario, hacen que el exceso de agua se evapore y tienda a salir hacia la superficie.

El límite superior de la zona de saturación es la superficie de saturación. El límite inferior es menos claro, pues no existe ningún poro en las rocas probablemente a partir de los 10,000 metros, pero existe una transferencia entre las aguas que rellenan los poros de las rocas sólidas y las incluidas en los magmas volcánicos en fusión.

Según ciertos cálculos el volumen total de las aguas subterráneas, correspondería al de un lecho continuo alrededor de la Tierra, con un grosor de centenar de metros.

Dentro de esta zona, existen ciertos límites para su utilización: las regiones profundas son ocupadas por agua estancada, que acaba generalmente por ser mucho más salada que el agua de mar.

Sólo las partes superficiales de la zona de saturación son renovadas por una circulación lenta que acaba por lavar las sales disueltas. Es esta zona la que presenta un interés práctico y a menudo, sólo una pequeña porción de esta agua es utilizable.

Sin embargo existen zonas que estan saturadas completamente pero separadas de la verdadera zona de saturación a estas aguas se les conoce como aguas suspendidas.

A menudo el agua suspendida encima de las calizas puede ser explotada por pozos. Normalmente los mantos que retienen estas aguas son formaciones arcillosas, limos, etc.

La capa mayor de agua suspendida en el mundo es la del lago Tchad que se encuentra en los confines desérticos del Sahara, - el lago está obstruido por los limos.

El agua subterránea es la fuente más importante para el abastecimiento de agua en regiones rurales, fraccionamientos de nueva creación, y en la industria, ya que ésta ofrece innumera-

bles ventajas, como lo podemos observar en el cuadro 1.

Ya que el agua subterránea normalmente contiene sustancias disueltas, debido al recorrido que tiene esta dentro de la corteza terrestre, como lo mencionamos anteriormente, presenta ciertas restricciones en lo que se refiere a su utilización por el hombre. Como ejemplo de eso, tenemos: la sílice resulta perjudicial para ciertos tipos de industria, y así diferentes elementos que resultan perjudiciales para otras industrias, por lo que se deberá hacer un análisis químico antes de explotar un acuífero, para ver si conviene el agua a explotar, para la población a dotar. De este análisis dependerá de si es conveniente o no el tratamiento de estas aguas.

Ciertos minerales se alteran al contacto con el agua, es el caso particular de las micas que se alteran liberando calcio y magnesio. Además antes de infiltrarse las aguas, se encuentran en contacto con los suelos y las tierras vegetales, ricas en compuestos solubles de origen orgánico o mineral. Como resultado, las aguas subterráneas están siempre más o menos cargadas de sustancias disueltas. Estas sustancias, dependiendo de la cantidad en mg/l que contenga el agua, serán benéficas o perjudiciales, según sea el caso en que se utilicen.

Estas aguas, las podemos obtener de las siguientes fuentes:

- a) De manantiales naturales (ver fig. 2)
- b) De pozos (ver fig. 3)
- c) De galerías filtrantes, estanques o embalses
- d) De pozos, galerías, y posiblemente manantiales, con caudales aumentados con aguas provenientes de otras fuentes: 1) esparcidas sobre la superficie del terreno colector, 2) conducidas a depósitos o diques de carga, 3) alimentadas a galerías o pozos de difusión.
- e) De pozos o galerías cuyo flujo se mantiene constante al retornar al suelo las aguas previamente extraídas de la misma fuente y que han sido usados para enfriamiento o propósitos similares.

1.3 AGUAS MARINAS

Desde tiempos antiguos el océano y sus límites se han utilizado por el hombre para el transporte, la alimentación, el recreo, los materiales de construcción y artísticos, y también como fuente de energía. Dichos usos prosiguen pero continuamente se van añadiendo otros nuevos, tales como la comunicación, la mi

nería, la obtención de agua dulce mediante la desalinación y la eliminación de desperdicios.

El océano no es sólo el principal depósito de agua de la superficie de la Tierra con un volumen aproximado de 1.35×10^9 km³ de agua, sino que es también una solución salina integrada por todos los elementos químicos en diversas concentraciones. Debido a esta razón, el agua pura de mar no se puede utilizar para los diversos usos que se le asignan al agua.

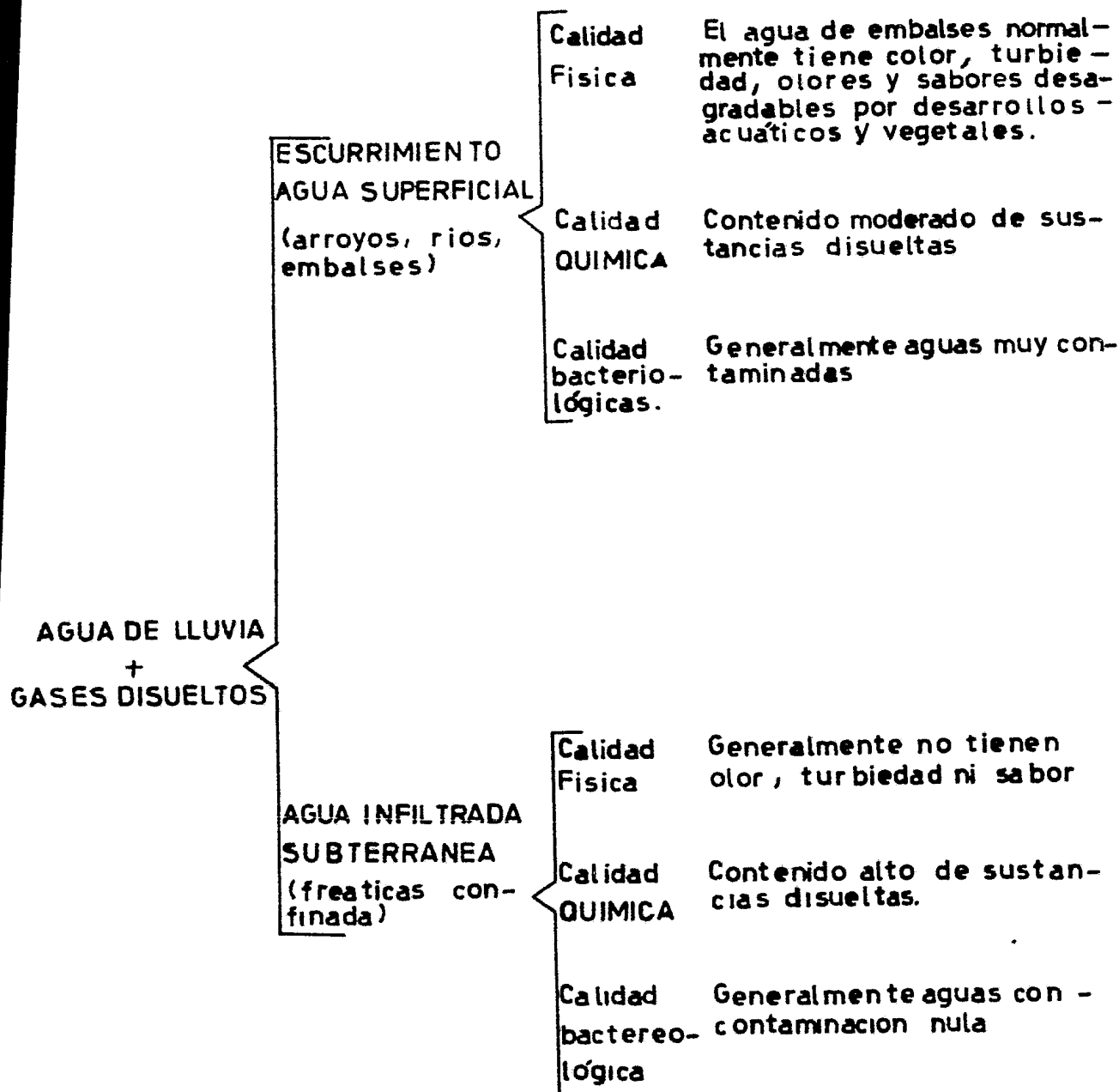
Existe sin embargo, un proceso llamado "desalación del agua", el cual consiste en la obtención de agua de baja salinidad (como máximo de 300 a 500 partes por millón de sólidos disueltos), adecuada para beber, para la industria o para la agricultura, a partir de agua tan salina que no sirve para estos fines.

Dentro de este proceso, se encuentran diversos métodos tales como: La destilación en corriente de vapor a varias etapas, la evaporación vertical en un tubo largo, la electrodiálisis, la osmosis inversa, la congelación y la cristalización.

El costo de estos métodos es excesivamente caro, por lo que casi no existen regiones donde se alimenten de este tipo de agua. En las islas del Caribe se han puesto en funcionamiento un gran número de centrales de desalación, en estos casos el costo de la desalación es compensado por el aumento del valor de la tierra debido a la mayor afluencia de turistas.

Si no se tiene la precaución de emplazar la central de desalación donde haya fácil intercambio con el mar abierto, es posible que se acumulen salmueras residuales calientes en depresiones de las plataformas insulares, lo cual traería como consecuencia un desequilibrio biológico en esa zona.

El uso que se le asignan a estas aguas, normalmente es con fines municipales, como es el caso de la ciudad de Tijuana en la República Mexicana.

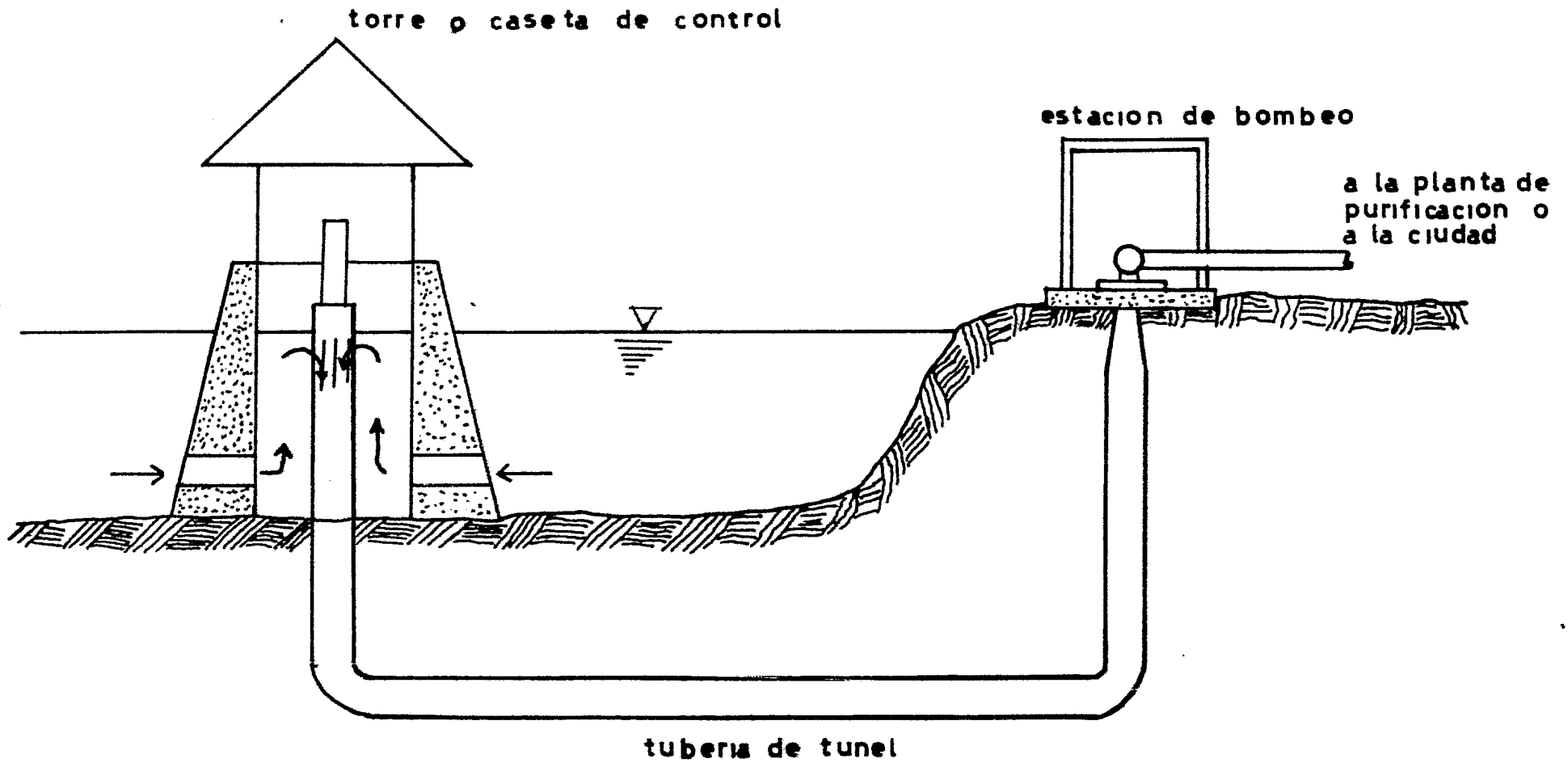


CUADRO 1

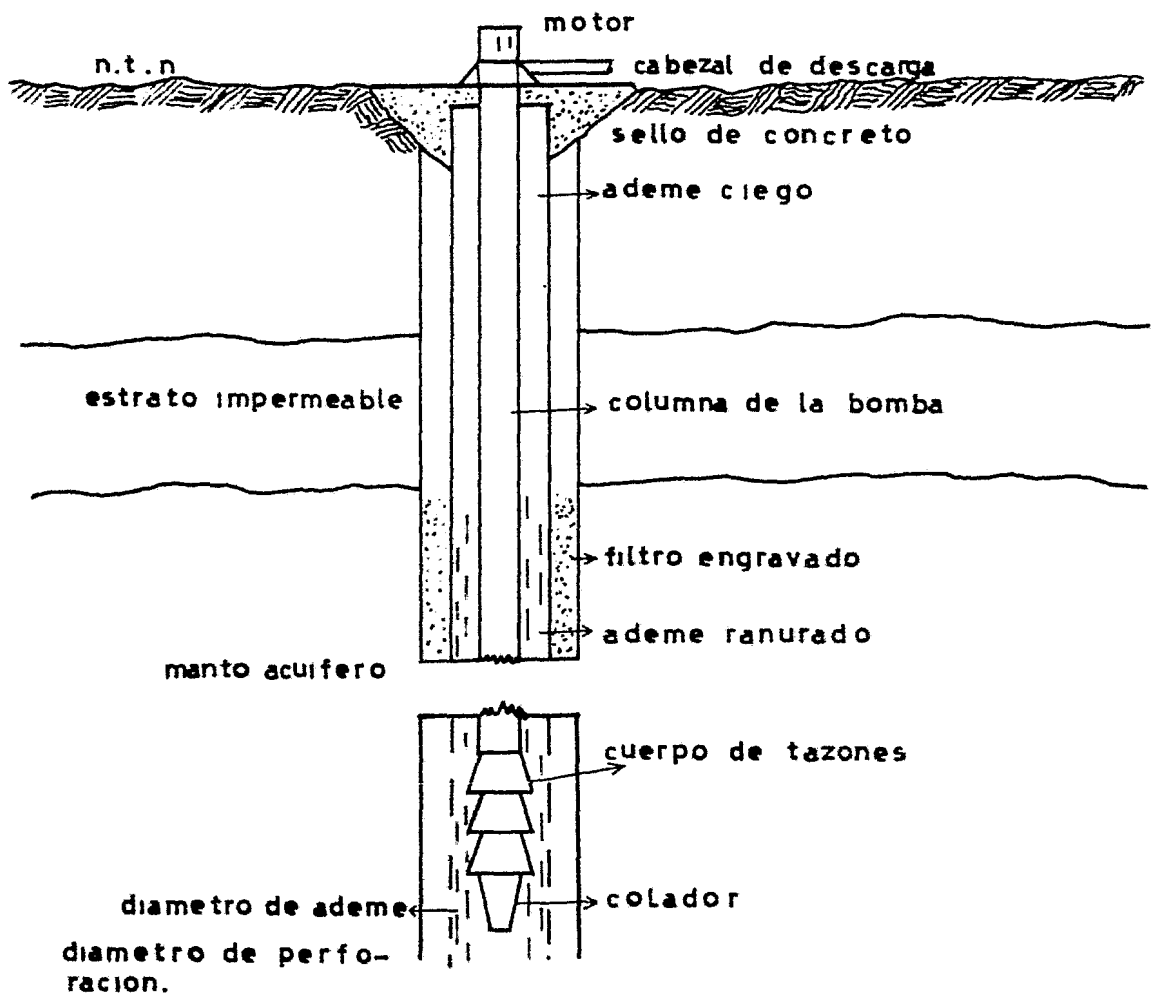
DISTRIBUCION DEL AGUA EN LA TIERRA

	10^6 Km^3
EN EL MAR:	
LIQUIDA	1,350.0
SOLIDA	16.7
AGUAS CONTINENTALES	0.03
ATMOSFERA	0.013
EN LA CORTEZA TERRESTRE CIRCULANDO BAJO LA SUPERFICIE.	0.25

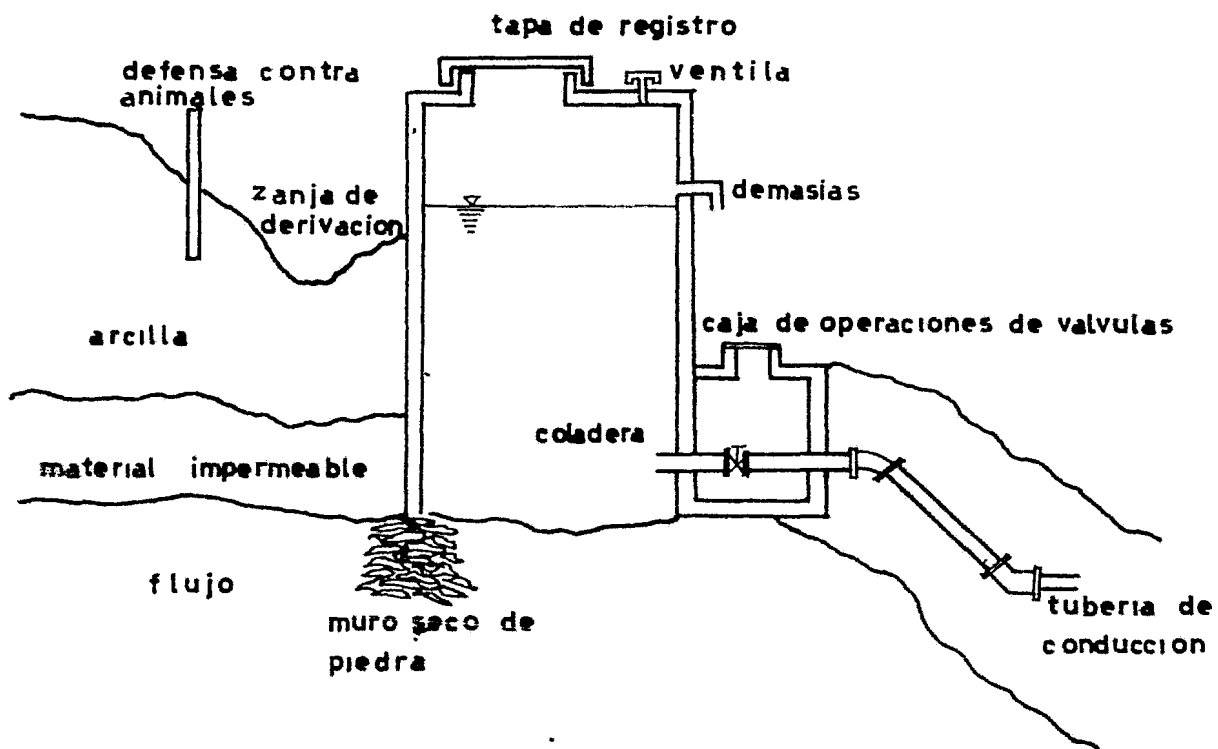
CUADRO 2



FORMA DE OBTENER EL
 AGUA SUPERFICIAL PROCE -
 DENTE DE LAGOS.



FORMA DE EXTRAER AGUA
SUBTERRANEA POR MEDIO DE POZOS



Forma de explotar el agua subterránea por medio de un manantial.

C A P I T U L O I I

LA CONTAMINACION DEL AGUA

2.1 CONTAMINACION DE LAS AGUAS SUPERFICIALES

El agua sigue un ciclo continuo de evaporación, formación -nubes, lluvia, concentración en cauces, y de nuevo evaporación. En el es capaz de purificarse de modo natural de la impurezas -- que adquiere en el ciclo: materia orgánica en descomposición, ga-- ses y minerales disueltos, sólidos en suspensión.

En zonas donde hay grandes concentraciones de personas o animales, la capacidad de autopurificación del agua dulce, puede verse sobrepasada, en especial si el agua se usa para recoger y transportar residuos de las instalaciones humanas.

Si las aguas residuales se depósitosan en el suelo en peque-- ñas cantidades, los organismos del suelo las descomponen, reci-- clan los componentes nutritivos y permiten que agua casi pura se filtre hacia los cauces proximos.

Pero si estas aguas negras se vierten directamente a los -- cauces, la descomposición de ellas, se realizará en el agua. Es-- to requiere un aporte de oxígeno disuelto para que se oxiden los residuos. La DBO (demanda bioquímica de oxígeno) puede hacer --- descender sensiblemente el nivel de oxígeno disponible para los demas organismos que viven en el agua, en especial peces y plan-- tas.

En casos extremos, la falta de oxígeno puede producir la as-- fixia de todos los organismos que viven en el agua. Entonces el -- agua se considera que está biológicamente muerta.

Esto mismo puede ocurrir en agua que recibe excesivos nu--- trientes, como nitratos o fosfatos, procedentes de la escorren-- tía de fertilizantes agrícolas o de las aguas residuales carga-- das de detergente.

Los nutrientes favorecen el crecimiento de organismos como las algas; pero este crecimiento también requiere de oxígeno pa-- ra su desarrollo, por lo que puede sobrepasar la capacidad del -- agua de suministrarle. Si esto ocurre, las algas mueren y sus -- restos en estado de putrefacción, imponen una nueva DBO lo que -- conduciría de nuev a que el río muera.

La vida de un lago puede durar 20,000 años antes de que se vaya colmatando de sedimentos y desaparezca. Pero los efectos --

del exceso de nutrientes pueden acelerar el proceso de envejecimiento, llamado eutrofización, por lo que se reduce su vida.

El oxígeno vivificador disuelto en los ríos es menos soluble cuanto más alta es la temperatura del agua. Algunas instalaciones, en especial las centrales termoeléctricas, utilizan enormes cantidades de agua para refrigerar; esa agua se devuelve caliente a los cauces, alterando más el equilibrio biológico del sistema acuático. El descenso del nivel de oxígeno perjudica a algunas especies y favorece a otras; lo mismo ocurre al aumentar las temperaturas medias. Sin embargo, las especies que se han habituado a esas aguas con mayores temperaturas, pueden sufrir con secuencias desastrosas si se cierra la central y se interrumpe el flujo de agua caliente.

Es posible limpiar el agua contaminada. Incluso el ciclo natural del agua podría hacerlo, pero las cuencas contaminadas, lechos de ríos, fondos de lagos, necesitan mucho tiempo para poder recuperar su vitalidad biológica cuanto ésta ha sido arruinada. Para que los sistemas naturales puedan autorregenerarse, es necesario dejar de verter contaminantes al agua. Debido a que esto último no se puede dejar de hacer, nos vemos en la necesidad de tratar el agua con algún proceso similar al que nos produce la propia naturaleza, antes de verterla a las corrientes de aguas naturales.

2.2 CONTAMINACION DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS

Una de las principales ventajas de las aguas subterráneas, reside en el hecho de que son raramente contaminadas por las bacterias nocivas.

Sin embargo dado que existen dos tipos de terrenos: los porosos y los fisurados, puede existir una diferencia en la calidad del agua.

En el caso de terrenos porosos, las rocas forman un filtro natural extremadamente eficaz, debido a que el agua es forzada a circular entre las aberturas estrechas, por la presión hidrostática, que actúa sobre ella, provocando con ello el que todas las impurezas que contenga el agua, se retengan en las aberturas. Como ejemplo de suelos con porosidad, tenemos: las arenas, las arenas arcillosas, las areniscas poco cimentadas, las calizas yesosas. Normalmente este tipo de acuíferos, son siempre potables, y estos pueden ser realimentados con agua usada, las cuales por

su proceso de circulación, son rápidamente depuradas.

Por el contrario, las aguas subterráneas que se encuentran en rocas fisuradas, corren el riesgo de poder ser contaminadas con aguas usadas, ya que en este tipo de terrenos, pueden encontrarse caminos subterráneos fáciles y libres de sospecha, por los que se penetre el agua usada hasta la fuente de captación. Dentro de este tipo de terrenos, encontramos: las areniscas duras, rocas eruptivas y metamórficas en general, y las calizas. Pero las fisuras mas grandes, se encuentran en las calizas.

En la captación en calizas, se corre el riesgo de que pueda ser alcanzada por una fuente de polución que sea producida posteriormente a la iniciación de la explotación del acuífero, y que también pueda encontrarse muy lejos del lugar de captación y por tal motivo pase desapercibida. Debido a esto, se recomienda que estos acuíferos tengan una observación regular.

Existen sin embargo, los componentes dosificados por vía mineral, de los cuales podemos mencionar: el NH_4 proveniente de la descomposición de materia orgánica animal o vegetal, así como el NO_2 y el NO_3 . Pero el NO_3 indica un origen más lejano que el NO_2 y es menos alarmante. Existen aguas potables muy buenas con más de 20 mg/l de NO_3 .

Las materias orgánicas animales, son las que aportan gérmenes peligrosos para la salud del hombre, ya que las materias orgánicas vegetales no son nocivas para el hombre.

Otra causa de polución química, son los detergentes y pesticidas que contaminan las aguas de los arroyos y que acaban inevitablemente por infiltrarse hasta los depósitos de aguas subterráneas.

2.3 CONTAMINACION DE LAS AGUAS MARINAS

El transporte de materiales de los continentes a los océanos es un proceso masivo y que no tiende a disminuir. Los ríos y los vientos transportan sustancias tanto en forma sólida como solubles, introduciéndolas en las aguas costeras y en el mar abierto.

La zona costera del océano es la región más afectada por los cambios causados por el hombre. Debido a que posee una intensa actividad, es también la región del mayor interés público en el campo de la contaminación marina. El océano abierto también -

queda contaminado por el transporte del fondo desde las zonas -- costeras contaminadas o por la vertedura deliberada o accidental de materiales de los barcos.

Los contaminantes más importantes del mar, que echados o introducidos a el, los podemos clasificar en los siguientes grupos 1) material residual, 2) fosfatos y otros materiales que afectan los ciclos biológicos del mar, 3) los llamados metales pesados -- tales como el mercurio y otros, 4) el petróleo y sus derivados, 5) los hidrocarburos clorados, tales como el insecticida DDT y -- los productos químicos llamados P.C.B. (bifenilos policlorados).

Los materiales residuales, los podemos clasificar de la siguiente manera: a) los relacionados con los usos del consumidor, b) los relacionados con las instalaciones industriales, c) los -- relacionados con la construcción, d) los relacionados con las actividades militares y otras actividades estratégicas.

Uno de los aspectos más preocupantes es el relacionado con el vertido de los residuos industriales al océano, los cuales incluyen los desecho químicos de las industrias pesadas, petroquí--micas y del papel, así como otras.

Los productos químicos tóxicos y los metales pesados procedentes de está, se introducen en los cursos de agua y en las a--guas costeras dentro de los cuales podemos mencionar algunos de relevante importancia como lo son: el cobre, mercurio, plomo, -- plata, hierro, manganeso, cinc, cadmio, níquel, vanadio, etc. El destino de estos elementos una vez que llegan al mar, no se conocen completamente, pero pueden ser peligrosos para los sistemas vivientes en ciertas condiciones agudas. El envenenamiento humano debido al mercurio echado al mar es bien conocido, pero hay -- poca información sobre los efectos que provocan los otros ele--mentos al ser vertidos al mar.

La única forma de lograr que estos contaminantes no lleguen al océano, es combatiendolos desde su salida, con una planta de tratamiento adecuada a las características físicas y químicas -- del agua residual, de los que mencionaremos en capítulos poste--riores.

Sin embargo uno de los contaminantes más extendidos sobre el océano es el petróleo y sus productos destilados. En las a---guas costeras el petróleo o sus productos refinados, proceden de cualquiera de las siguientes fuentes: filtración natural de yaci--mientos geológicos de petróleo; pérdida accidental en operacio--nes de sondeo en alta mar; colisiones y naufragios que traen como consecuencia la pérdida de cargamento; la limpieza de buques petroleros en el agua de mar; el transporte atmosférico de los -- componentes más volátiles del petróleo y sus productos refina---dos.

Se sabe que muchos de los compuestos del petróleo, son productores de cancer en bastantes organismos, si se hallan presentes en concentraciones lo bastante elevadas. Además los efectos directos y fisiológicos sobre los peces, mariscos y algunos microorganismos, alcanzados por un derramamiento de petróleo, traerán como consecuencia la destrucción virtual de la comunidad biológica marina.

Si el petróleo está finamente dispersado en forma de emulsión, las bacterias empezarán a atacarlo como fuente de alimentación. Existen ciertos factores que controlan la velocidad y eficacia del proceso tales como: la temperatura, el suministro de elementos nutritivos (como el nitrógeno), y el tamaño de los globulos orgánicos. En condiciones ideales, la tasa de oxidación del petróleo por las bacterias en el océano puede hallarse entre 36 y 650 gramos por metro cúbico al año.

C A P I T U L O I I I

PROCESOS PARA EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS NEGRAS

3.1 TRATAMIENTO PRELIMINAR

En la mayoría de las plantas, el tratamiento preliminar sirve para proteger el equipo de bombeo y hacer más fáciles los procesos subsecuentes del tratamiento. Los dispositivos para el tratamiento preliminar están destinados a eliminar o separar los sólidos mayores o flotantes, o eliminar los sólidos inorgánicos pesados y eliminar cantidades excesivas de aceites o grasas.

Para alcanzar los objetivos de un tratamiento preliminar, se emplean comúnmente los siguientes dispositivos:

- 1) Rejas de barras
- 2) Desmenuzadores
- 3) Desarenadores

Rejillas y cribas para sustancias flotantes

Las aguas residuales son conducidas a la planta, en donde serán sometidas a un tratamiento preliminar o preparatorio antes del proceso de degradación.

Como primer paso se les hace pasar a través de rejillas, -- formadas por barras usualmente espaciadas desde 2 hasta 15 cms.

Estos dispositivos retienen los materiales de mayor tamaño, eliminandolos del caudal que llegará a la planta, con lo cual se evitan tapazones en la tubería y en las bombas.

Existe una gran variedad de formas de rejillas, según el caso o el tipo de aguas por tratar:

- a) Horizontales, verticales, o inclinadas
- b) Finas, medianas y gruesas
- c) Fijas o móviles
- d) De limpieza a mano o mecánica
- e) Rejilla radial con triturador de martillo

Desmenuzadores o trituradores de residuos

Los molinos, cortadores y trituradores, son dispositivos -- que sirven para romper o cortar los sólidos hasta un tamaño tal que permita que sean reintegrados a las aguas residuales sin peligro de obstruir las bombas o las tuberías, o afectar los sistemas de tratamiento posteriores. Pueden disponerse aparte, dispositivos para triturar los sólidos que separan las cribas, o tam-

bién ser combinaciones de cribas y cortadoras que se instalen -- dentro del canal por donde fluyan las aguas residuales, de manera que se logre su objetivo sin necesidad de separar los sólidos de las aguas residuales.

Desarenadores

Las aguas residuales contienen, por lo general cantidades -- relativamente grandes de sólidos inorgánicos como arena, cenizas y grava, a los que generalmente se les denomina arena. Las arenas pueden dañar a las bombas por abrasión y causar serias dificultades operatorias en los tanques de sedimentación y en la digestión de los lodos, por acumularse alrededor de las salidas -- causando obstrucciones. Por esta razón se eliminan estos materiales por medio de las cámaras desarenadoras. Estas se localizan antes de las bombas o de los desmenuzadores, y si su limpieza se -- lleva a cabo mecánicamente, deben ser precedidos por cribas de -- barras y rastrillos gruesos. Los desarenadores se diseñan generalmente en forma de grandes canales. En estos canales, la velocidad disminuye lo suficiente como para que los sólidos inorgánicos se sedimenten. La velocidad ideal para este tipo de canales es de 30 cm/seg. dado que con esta velocidad, se permite que el agua corra, pero no lo suficiente como para arrastrar a los sólidos inorgánicos.

Después de los desarenadores, se recomienda eliminar las -- grasas y aceites que trae el agua, esto se logra en las cámaras de grasas. Esta eliminación puede hacerse a mano o mecánicamente por medio de rastras de paletas que van peinando la superficie -- del líquido. Las grasas son recolectadas y conducidas al drenaje de la planta.

3.2 TRATAMIENTO PRIMARIO

Por medio de este tratamiento se separan o eliminan la mayoría de los sólidos suspendidos en las aguas residuales, aproximadamente del 40 al 60%, este resulta ser un tratamiento físico y es logrado por medio de tanques de sedimentación. La actividad biológica en las aguas residuales durante este proceso, tiene poca importancia.

El propósito fundamental de los dispositivos para el tratamiento primario, consiste en disminuir suficientemente la velocidad de las aguas residuales para que puedan sedimentarse los sólidos. Por consiguiente a estos dispositivos se les puede distinguir bajo el nombre de tanques de sedimentación. Debido a la diversidad de diseños y operación de los tanques de sedimentación,

estos pueden dividirse en tres grupos generales que son:

- 1) Tanques sépticos
- 2) Tanques de doble acción, como lo son los Imhoff
- 3) Tanques de sedimentación simple con eliminación mecánica de lodos

Cuando se usan productos químicos, se utilizan otras unidades que son:

- a) Unidades eliminadoras de reactivos
- b) Mezcladores
- c) Flóculadores

Son de tal naturaleza los resultados que se logran mediante el tratamiento primario, que pueden ser comparados con la zona de degradación de la autopurificación de las corrientes.

Tanques sépticos

Es uno de los dispositivos del tratamiento primario más antiguos que se han usado. Está diseñado para mantener las aguas a una velocidad muy baja y en condiciones anaeróbicas, por un período de 12 a 24 horas, durante el cual se efectúa una gran eliminación de sólidos sedimentables. Estos sólidos se descomponen en el fondo del tanque, produciéndose gases que arrastran a los sólidos y los obligan a subir a la superficie, permaneciendo como una nata hasta que se escapa el gas y vuelven a sedimentarse. Esta continua flotación y subsecuente sedimentación de los sólidos los lleva con la corriente de aguas residuales hasta la salida, por lo que eventualmente salen algunos sólidos del efluente, frustrando así parcialmente el propósito del tanque debido a los largos períodos de retención y a la mezcla con los sólidos en descomposición, las aguas residuales salen del tanque en una condición séptica que dificulta el tratamiento posterior.

Los tanques sépticos ya no se usan, excepto en instalaciones muy pequeñas, residencias aisladas, en pequeñas instituciones o escuelas, donde pueda disponerse del efluente del tanque por el método subsuperficial.

En la fig. 4 se muestra en forma general, la representación de una fosa séptica.

Tanques de doble acción

Estos tanques se idearon para corregir los dos defectos principales del tanque séptico, en la forma siguiente:

- a) Impedir que los sólidos que se han separado de las aguas residuales, se mezclen nuevamente con ellas, permitiendo la

retención de estos sólidos para su descomposición en la misma unidad.

b) proporcionar un efluente adaptable a un tratamiento posterior.

El contacto entre las aguas residuales y los lodos que se digieren anaeróbicamente queda prácticamente eliminado con lo que se disminuye el período de retención en el tanque.

El Dr. Karl Imhoff fué el que diseñó el primer tanque de doble acción, de ahí que se conozca como tanque Imhoff. Estos tanques, pueden ser rectangulares o circulares, los que a su vez están seccionados en tres compartimientos o cámaras, que son:

- 1) La sección superior que se conoce como cámara de derrame continuo o compartimiento de sedimentación
- 2) La sección inferior que se conoce como cámara de digestión de lodos.
- 3) El respiradero y cámara de natas

Durante la operación, todas las aguas residuales fluyen a través del compartimiento superior. Los sólidos se depositan en el fondo de este compartimiento, que tiene pendientes aproximadas de 1.4 : 1, resbalando y pasando por una ranura que hay en el fondo. Una de las partes inclinadas del fondo, se prolonga cuando menos unos 15 cms. más allá de la ranura, lo cual impide que los gases o partículas de lodos en digestión que hay en la parte inferior, se pongan en contacto con las aguas residuales que hay en la sección superior. Los gases y partículas ascendentes de lodos, son desviados hacia la cámara de natas y respiradero. Con esto, se elimina la principal desventaja de la fosa séptica. Ver fig. 5

Tanques de sedimentación

Estos son tanques cuya función principal consiste en separar los sólidos sedimentables de las aguas residuales, mediante el proceso de sedimentación. Los sólidos asentados se substraen continuamente o a intervalos frecuentes, para no dar tiempo a que se desarrolle la descomposición con formación de gases. De ahí pasan los sólidos a otras unidades en donde se dispone de ellos. Los sólidos pueden irse acumulando por gravedad, en una tolva o embudo, o hacia un punto más bajo del fondo del tanque, de donde se bombean o descargan por la acción de la presión hidrostática. No obstante este método ha sido reemplazado por el uso del equipo mecánico para recolectar los sólidos en la tolva o embudo, de donde son descargados por bombeo.

Este tipo de tanques se conoce como tanques de sedimentación con limpieza mecánica, estos pueden ser circulares, rectangulares o cuadrados, pero todos operan por el mismo principio de

recolectar los sólidos sedimentados por medio de rastras de movimiento lento que los empujan hacia el sitio de descarga.

3.3 TRATAMIENTO SECUNDARIO

Este tratamiento debe hacerse cuando las aguas residuales todavía contienen, después del tratamiento primario, más sólidos orgánicos en suspensión o solución que los que puedan ser asimilados por las aguas receptoras, sin oponerse a su uso normal.

El tratamiento secundario, depende principalmente de los organismos aerobios, para la descomposición de los sólidos orgánicos hasta transformarlos en sólidos inorgánicos o en sólidos orgánicos estables. Este tratamiento es comparable a la zona de recuperación de la autopurificación de una corriente. Los dispositivos que se usan para el tratamiento secundario pueden dividirse en los siguientes grupos:

- 1) Filtros goteadores con tanques de sedimentación secundaria
- 2) Tanques de aereación
 - a) lodos activados con tanques de sedimentación simple
 - b) aereación por contacto
- 3) Filtros de arena intermitentes
- 4) Estanques de estabilización

Filtro goteador

Es un dispositivo que pone en contacto a las aguas residuales sedimentadas, con cultivos biológicos.

Los filtros goteadores son unidades resistentes que no se dañan fácilmente por cargas violentas, distinguiéndose por la estabilidad de su funcionamiento y por ser capaces de resistir malos tratos. Como en todas las unidades de tipo biológico, la temperatura les afecta; por eso el clima frío abate la actividad biológica del filtro. Estos filtros ocupan grandes superficies y su construcción es muy costosa.

Por economía, los filtros deben ser precedidos por tanques de sedimentación primario, equipados con colector de natas. Un tratamiento primario antes de que se pase a estos filtros, permite aprovechar al máximo su capacidad, haciendo fácilmente sedimentables a los sólidos coloidales y disueltos. Estos sólidos orgánicos en su mayor parte no son separados de las aguas residuales, sino que se convierten en parte integrante de los organiz--

mos vivos microscópicos o de la materia orgánica estable, que se adhiere temporalmente al medio filtrante, y de la materia orgánica que sale en el efluente. El material adherido o retenido se desprende eventualmente y es arrastrado por el efluente del filtro. Por esta razón los filtros goteadores deben preceder a tanques de sedimentación secundaria, para eliminar definitivamente los sólidos de las aguas residuales.

Un filtro goteador típico está constituido por las siguientes partes:

- a) El lecho o medio filtrante
- b) Un sistema colector
- c) Un mecanismo para distribuir uniformemente las aguas residuales sobre la superficie del filtro

Lecho o medio filtrante

La selección del medio filtrante depende primordialmente -- del que se disponga en la región, o del costo del acarreo. Se -- han usado para este propósito, las piedras del suelo, grava, piedra triturada, las escorias de altos hornos, y la antracita. También se han usado, los bloques de madera de pino, así como material inerte moldeado en formas adecuadas.

Cualquiera que sea el producto que se emplee, usualmente se especifica que debe ser homogéneo, duro, limpio, y sin polvo e insoluble en los constituyentes de las aguas residuales. El lecho puede ser rectangular o circular, los cuales dependerán del sistema de distribución, así para un aspersor fijo, se tendrá un lecho rectangular, y para un aspersor giratorio, se tendrá un lecho circular.

El medio filtrante tiene fundamentalmente dos propósitos:

- 1) Proporcionar una gran superficie sobre la cual puedan -- formarse los lodos y películas gelatinosas que producen las bacterias
- 2) El dejar los suficientes huecos que permitan que el aire circule libremente por todo el filtro

Sistema colector

Los colectores tienen como finalidad el llevar a cabo las -- siguientes funciones:

- 1) Retirar las aguas residuales que han pasado a través del filtro, para aplicarles el tratamiento subsecuente y se disponga de ellas
- 2) Proporcionar ventilación al filtro para mantenerlo en -- condiciones aerobias

El sistema recolector está formado por bloques prefabricados para filtro, los cuales son de arcilla vidriada o de concreto, y que cubren completamente el fondo del filtro, dejando entre sí canales para el efluente.

Distribuidores

Las aguas se distribuyen en la superficie del lecho mediante aspersores fijos o distribuidores giratorios

Los aspersores se fijan en tubos que descansan sobre el medio filtrante y son alimentados mediante un tanque dosificador controlado por sifón. Por este método se aplican las aguas de filtro durante períodos cortos. Entre las aplicaciones se dispone de períodos de descanso, durante los cuales puede llenarse el tanque dosificador. Se han ideado muchas formas y tipos de aspersores y el tanque dosificador, están diseñados para lograr una distribución más uniforme de las aguas residuales sobre la superficie del filtro.

Cuando empezaron a desarrollarse los filtros goteadores, se creía que para el buen resultado de la operación se requería que hubiesen períodos de descanso entre las dosificaciones. Por lo tanto, la aplicación de las aguas residuales era intermitente. Después se comprobó que no eran esenciales tales períodos de descanso, sino que más bien producían efectos adversos. Así se pudieron incrementar las cargas hidráulicas y también se hizo posible un aumento en las cargas de la DBO.

Tanques de sedimentación secundaria

Como los filtros goteadores solamente alteran las características de los sólidos de las aguas residuales, pero no los eliminan, el efluente contiene sólidos suspendidos que deben ser eliminados antes de que se disponga de tal efluente.

Para este propósito se usan tanques de sedimentación secundaria o de asentamientos final. Estos tanques son de diseño similar a los descritos en el tratamiento primario, y deben tener un coeficiente de sedimentación por unidad de superficie, no mayor de $32.5 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{día}$.

Lodos activados

El desarrollo del proceso de los lodos activados ha marcado un progreso importante en el tratamiento secundario de las aguas residuales. Similarmente a los filtros goteadores, es éste un proceso biológico de contacto, en el que los organismos vivos aerobios y los sólidos orgánicos de las aguas residuales se mezclan íntimamente en un medio ambiente favorable para la descompo-

sición aerobia de los sólidos. Como el medio ambiente está formado por las mismas aguas residuales, la eficacia del proceso depende que se mantenga continuamente oxígeno disuelto en las aguas residuales durante todo el tratamiento. No obstante, el medio ambiente, por sí mismo, no logra mucho a no ser que esté poblado por suficientes operarios vivientes.

Las aguas residuales comunes contienen algunos de éstos operarios biológicos, pero su número es demasiado chico para que puedan realizar ese trabajo. Es necesario pues, agregar muchos más organismos y distribuirlos en todas las aguas residuales, antes de que el proceso de lodos activados pueda empezar a funcionar con eficiencia.

El proceso de lodos activados se emplea generalmente después de la sedimentación simple. Las aguas residuales contienen algo de sólidos suspendidos y coloidales, de manera que cuando se agitan en presencia del aire, los sólidos suspendidos forman núcleos sobre los cuales se desarrolla la vida biológica, pasando gradualmente a formar partículas más grandes de sólidos que se conocen como lodos activados.

Los lodos activados están formados por flóculos parduscos que contienen, principalmente, materia orgánica procedente de las aguas residuales, poblados por miríadas de bacterias y otras formas de vida biológica. Estos lodos activados con sus organismos vivos, tienen la propiedad de absorber o adsorber la materia orgánica coloidal y disuelta, incluyendo el amoníaco de las aguas residuales con lo que disminuye la cantidad de sólidos suspendidos. Los organismos biológicos utilizan como alimento el material absorbido, convirtiéndolo en sólidos insolubles o putrecibles. Casi toda esta transformación es un proceso que se verifica gradualmente. Algunas bacterias atacan las sustancias complejas originales, produciendo como desecho compuestos más simples, otras bacterias usan estos desechos, produciendo compuestos aun más simples, continuando así el proceso hasta que los productos finales de desecho no puedan ya ser utilizados como alimento por las bacterias.

La generación de lodos activados o flóculos en las aguas residuales, es un proceso lento, de manera que la cantidad así formada en cualquier volumen de aguas residuales, durante su período de tratamiento es muy corta e inadecuada para tratar rápida y eficazmente estas aguas, pues se requiere de una gran concentración de lodos activados. Esta gran concentración se logra recolectando los lodos producidos por cada volumen de aguas residuales tratadas y usándolas nuevamente para el tratamiento de volúmenes subsecuentes de agua residuales.

Los lodos que se vuelven a emplear en esta forma, se conocen como lodos recirculados.

Los lodos activados deben mantenerse en suspensión durante su período de contacto con las aguas residuales a tratar, este se logra mediante algún método de agitación. Por lo tanto el proceso de lodos activados consta de las siguientes etapas:

- 1) Mezclado de lodos activados con las aguas residuales -- que se van a tratar
- 2) Aeración y agitación de este licor mezclado durante el tiempo que sea necesario
- 3) Separación de lodos activados, del licor mezclado
- 4) Recirculación de la cantidad adecuada de lodos activados para mezclarlos con las aguas residuales.
- 5) Disposición del exceso de lodos activados

Mezclado de lodos activados

Esto se lleva a cabo generalmente agregando los lodos recirculados a las aguas residuales sedimentadas en el extremo del tanque de aereación, donde la agitación efectúa un mezclado rápido y satisfactorio.

Aeración y agitación del licor mezclado

Con la aeración, se logran los siguientes objetivos:

- 1) El mezclado de los lodos recirculados con las aguas residuales
- 2) El mantener los lodos en suspensión por la agitación de la mezcla
- 3) El suministro de oxígeno que se requiere para la oxidación biológica

El aire se agrega generalmente por medio de alguno de los siguientes dos métodos que se conocen como "sistema de aeración por difusión" o "aeración por presión" o "aeración mecánica"

1) Difusión de aire

Se suministra aire a baja presión, mediante sopladores y se hace pasar a través de diversos tipos de material poroso, en placas o tubos, que reparten el aire en forma de pequeñas burbujas. Estas placas o tubos están colocados de tal manera en el tanque de aeración, que imprimen un movimiento giratorio a la mezcla de aguas residuales, de lo cual resulta una considerable absorción del aire atmosférico.

2) Aeración mecánica

De este sistema existen dos tipos: De paletas y los de tubo de tiro vertical. Los de paleta consisten en un rodillo con paletas o cepillos sumergidos parcialmente en las aguas residuales -

que giran sobre un eje horizontal. El aire se absorbe por contacto superficial y por las gotas que lanzan al aire por medio del mecanismo de paletas. Con las del tubo de tiro vertical, las aguas residuales se hacen circular hacia arriba o hacia abajo a través de un tubo vertical central, por medio de un impulsor giratorio.

Separación de los lodos activados del licor mezclado

Antes de que puedan disponerse de las aguas residuales, tratadas en un tanque de aeración, descargandolas en aguas receptoras, hay que separar los lodos activados. Esto se realiza en los tanques de sedimentación secundaria o final.

El ciclo de remoción de los lodos en los tanques secundarios, tiene mayor importancia que en el tanque primario, pues cierta proporción de los lodos debe retirarse continuamente para utilizarlos como lodos recirculados en el tanque de aeración. El exceso de lodos debe eliminarse antes de que pierda su actividad por la muerte de los organismos aerobios debido a la falta de oxígeno en el fondo del tanque.

Recirculación de la cantidad adecuada de lodos activados para mezclarlos con las aguas residuales

La cantidad de lodos devueltos al tanque de aeración, ha de ser suficiente para producir la purificación deseada en el tiempo disponible para la aeración, no obstante lo suficientemente corto para lograr un aprovechamiento económico de aire. Debido a las variaciones en las características y concentración de aguas residuales, así como en el tipo de plantas, la cantidad de lodos recirculados puede variar desde 10 hasta 50% del volumen de las aguas residuales en el tratamiento.

Tratamiento y disposición del exceso de lodos activados

El exceso final de lodos activados se trata y dispone junto con los lodos de los tanques de sedimentación primaria. Existen diversos métodos para combinar el exceso de los lodos activados con los lodos provenientes de los dispositivos primarios.

La práctica más común es probablemente, la que consiste en volver el exceso de lodos al extremo del influente del tanque de sedimentación primaria, donde se depositan junto con los sólidos de las aguas residuales crudas. Los lodos activados se sedimentan rápidamente y debido al carácter más floculento de las partículas de lodos, tienden a arrastrar consigo partes de sólidos no sedimentables de las aguas residuales, disminuyendo así la carga de materia orgánica y de sólidos en el tanque de aeración.

Proceso convencional de lodos activados

El proceso convencional de lodos activados, es capaz de llevar a cabo el mayor grado de purificación logrado hasta ahora -- por los diversos métodos de tratamiento de aguas residuales que son de uso común, con la excepción de la lograda por "filtración intermitente en la arena". Aunque la composición de lodos activados es similar y también lo son las reacciones bioquímicas a las de los lodos de los filtros goteadores, su eficiencia es mayor. Los flóculos de los lodos activados, se mueven entre las aguas residuales y circulantes, esto significa que efectivamente van buscando su alimento, consecuentemente es mas completa la descomposición de la materia orgánica de las aguas residuales que la lograda por un residuo de los filtros goteadores. Como el proceso de contacto biológico tiene lugar bajo el agua, desaparece el peligro de las moscas y los olores disminuyen notablemente. El espacio que se requiere en las unidades de lodos activados es mucho menor del que necesitan los filtros goteadores para tratar el mismo gasto.

Sin embargo, el proceso de lodos activados no es tan burdo como el de los filtros goteadores, pues el complejo presenta muchos problemas técnicos que requieren mayor experiencia operativa y demás preparación. Aunque el proceso de lodos activados -- puede adaptarse para tratar las aguas residuales y desecho de -- muy diversas concentraciones y compensaciones, es muy sensible a las cargas repentinas de sustancias tóxicas que pueden descargar se en las alcantarillas, especialmente por las plantas industriales. Estos desechos industriales, pueden destruir o inhibir la actividad de los microorganismos, la cual es esencial para descomponer la materia orgánica.

Existen diversas modificaciones al proceso convencional de lodos activados, con el fin de satisfacer ciertas condiciones lo cales o para lograr economía en la construcción y operación dentro de los cuales podemos mencionar: Aeración escalonada, aeración graduada, aeración modificada, aeración activada, estabilización por contacto, digestión aerobica, aeración por contacto.

En el proceso convencional de lodos activados, todas las -- aguas residuales sedimentadas se mezclan con los lodos activados recirculados en la entrada del tanque de aeración.

Con aguas residuales domésticas de composición media, el volumen de los lodos recirculados es de 20 a 30% del volumen de -- las aguas residuales que se van a tratar. Los tanques de aeración se diseñan de manera que proporcionan un tiempo de aeración de 6 a 8 horas cuando la aeración se hace con aire difundido, y de 9 a 12 horas si la aeración es mecánica. El aire se aplica a razón de 7.5 a 8.0 m³ por cada m³ de agua residual. Los lodos activados se recirculan en una proporción que mantenga un conteni-

do de sólidos de 1,000 a 2,500 ppm en licor mezclado.

Filtros de arena intermitentes

El filtro intermitente de arena consiste en un lecho de arena especialmente preparado en el que pueden aplicarse intermitentemente afluentes del tratamiento primario, o de los filtros gotteadores, o de los tanques de sedimentación secundaria, usando distribuidores en forma de colectores o de tubos perforados. El afluente del filtro se recoge en un sistema de desague en la parte inferior.

El lecho del filtro está formado por una capa de arena limpia de 60 cms de espesor como mínimo, colocada sobre grava limpia graduada.

Estos filtros intermitentes de arena son verdaderos filtros que cuelan y retienen las partículas finas de los sólidos suspendidos, además de que actúan como medida de oxidación. Gran parte de la oxidación y de la filtración, se realiza en o cerca de la superficie de arena. La filtración es debida a la finura del medio de arena con sus pequeños poros y desarrollo de organismos en los lodos que se acumulan en la superficie de la arena. La oxidación se lleva a cabo como en todos los dispositivos para tratamiento secundario, los microorganismos aerobios que habitan principalmente en la superficie, formando una capa de lodo que se extiende también hacia adentro del medio de arena.

Una planta de filtración por arena intermitente bien operada, dará un afluente estable, transparente y cristalino, casi completamente oxidado y nitrificado. Puede esperarse una eliminación global del 95% de la DBO o mas.

3.4 TRATAMIENTO TERCIARIO

Con los tratamientos anteriores, las aguas antes contaminadas adquieren nuevamente sus propiedades originales y pueden ser utilizadas para casi todos los usos que se le asignan al agua. pero se presentan problemas con nitratos y fosfatos, olores desagradables, alcalinidad, etc. en dichas aguas. Si estas aguas se requieren para el abastecimiento de una población, es indispensable un tratamiento terciario para llegar a una completa potabilización de las aguas. Se requiere un tratamiento con sulfato de aluminio para su eliminación, pero debido a su alto costo, se ha usado cal hidratada, hasta 400 ppm, se provoca PH alrededor de 11.0 a 11.5 lo cual permite descomponer la materia nitrogenada.

Para darle al agua sus propiedades originales, se han creado una serie de dispositivos, dentro de los cuales podemos mencionar:

- 1) Torres de goteo
- 2) Recarbonatadores
- 3) Filtros de carbón

Torres de goteo

Las torres de goteo, son dispositivos que se utilizan para proporcionar oxígeno a las aguas en proceso de tratamiento. El método consiste en dejar caer el agua en forma de cascadas, o de lluvia, exponiéndola directamente con el aire del medio ambiente.

Recarbonatadores

La recarbonatación es el proceso de inyección de bióxido de carbono libre.

El objeto de la recarbonatación en el agua procedente del sedimentador, es el de disminuir el PH, y disolver los flóculos muy finos evitando así al máximo posible la obstrucción del medio filtrante.

Filtros de carbón

Estos filtros funcionan a base de carbón activado, usándose antes de la filtración. Es en forma de polvo como se le agrega el carbón a las aguas.

El carbón activo es el producto más eficaz para la desodorización del agua, también se usa para la eliminación del aceite contenido en las aguas industriales.

3.5 CLORACION

Este es un método de tratamiento que puede emplearse para muy diversos propósitos, en todas las etapas de un tratamiento de aguas residuales y aún antes del tratamiento preliminar. Generalmente se aplica el cloro a las aguas residuales con los siguientes propósitos:

- 1) Desinfección o destrucción de organismos patógenos
- 2) Prevención de la descomposición de las aguas residuales

para:

- a) controlar el olor
 - b) proteger las estructuras de la planta
- 3) Ajuste o abatimiento de la DBO

Según ciertas teorías, el cloro ejerce una acción directa - contra la célula bacteriana, destruyéndola. Una teoría más reciente admite que el cloro, debido a su carácter tóxico, inactiva a las enzimas de las cuáles dependen los microorganismos para la utilización de sus alimentos, lo cual dá por resultado que los organismos mueran de inanición.

Desinfección

Ninguno de los métodos primario o secundario de tratamiento de aguas residuales, puede eliminar completamente a las bacterias patógenas que siempre están presentes potencialmente. Cuando las aguas residuales o los efluentes de sus tratamientos se descargan en masas de agua que van a usarse, ya sea como abastecimiento de agua potable o para fines recreativos, se requiere un tratamiento para destruir los organismos patógenos, a fin de que sean mínimos los peligros para la salud, a tal proceso se le conoce con el nombre de desinfección.

La cloración para desinfección requiere que esencialmente - sean destruidos todos los organismos patógenos en el afluente de una planta de aguas residuales. Incidentalmente se destruyen también muchos organismos saprófitos, pero no todos. No se intenta esterilizar las aguas residuales, pues la esterilización es la destrucción de todos los organismos vivos. Afortunadamente, los organismos patógenos son menos resistentes al cloro que la mayoría de los saprófitos y por ello puede efectuarse la desinfección sin llegar a la esterilización.

La desinfección debe ser un proceso continuo, pues sería peligroso descargar el afluente sin tratar, aún durante un corto período de tiempo. El punto de aplicación del cloro, debe localizarse en un lugar en donde el cloro que se añada pueda mezclarse rápidamente con toda la corriente de aguas residuales y de manera que se sostenga dicha mezcla durante un mínimo de 15 minutos, antes de descargarse a la corriente receptora.

Prevención de la descomposición de las aguas residuales

a) Control de olores

La descomposición de las aguas residuales, se inicia en las alcantarillas y llega a ser molesto sólo después de verificada la descomposición anaerobia. El grado de putrefacción que se alcanza, está relacionado con el tiempo que permanecen las aguas residuales en las alcantarillas, lo cual depende a su vez, de la longitud, pendiente, caudal y velo-

cidad del flujo. Hay muy pocos lugares donde las alcantarillas sean tan largas, que ocurra la putrefacción a tal grado que se desprendan olores ofensivos de ellas antes de que lleguen a la planta de tratamiento. En caso de que ocurra así, es posible clorar las aguas por un pozo de visita en un colector principal. La cantidad de cloro que se requiere, varía de acuerdo con el tiempo que tenga que retardarse la descomposición de las aguas residuales.

Un fenómeno que ocurre comúnmente es el que las aguas residuales lleguen sépticas a la planta de tratamiento, dando origen a una serie de malos olores. Para prevenir el desprendimiento de estos durante el tratamiento, se practica la cloración del influente de los tanques de sedimentación primaria. A este paso, se le conoce con el nombre de precloración.

b) Protección de las estructuras de la planta

La descomposición de las aguas residuales puede llegar hasta la producción de ácido sulfhídrico, pero por los sitios en que se localiza, así como por su baja concentración los olores no constituyen un problema, si esto ocurre en una estación de bombeo, en las alcantarillas interceptoras o en la planta de tratamiento, puede ocasionar una seria corrosión. El remedio es el mismo que para el control de olores: una cloración suficiente para prevenir la formación de ácido sulfhídrico o para destruirlo si ya se ha formado.

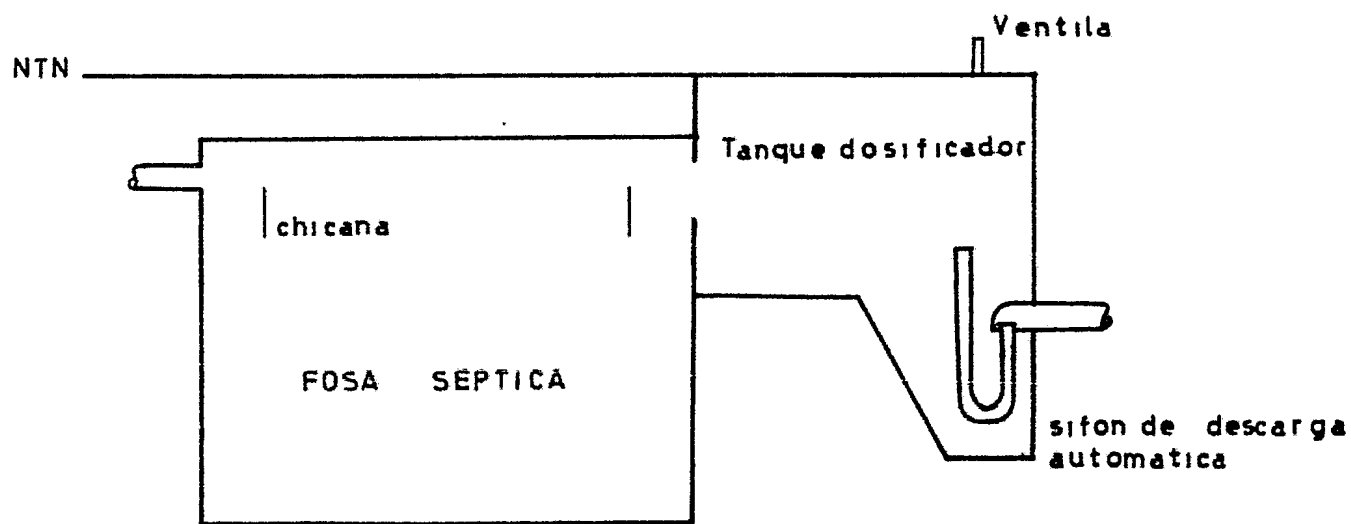
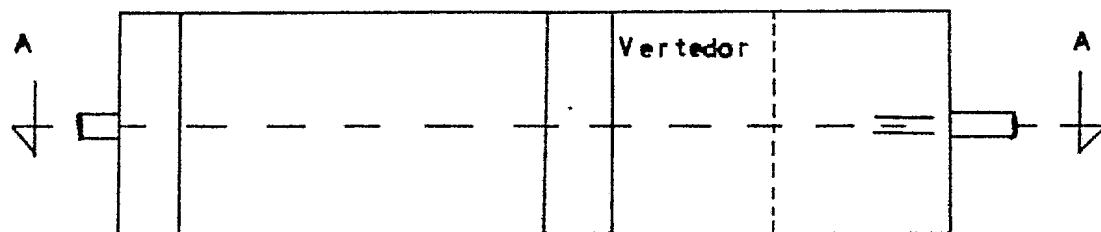
c) Espesamiento de los lodos

El exceso de lodos activados o los lodos propios de las aguas residuales que entran a la planta pueden ser concentrados en tanques de retención o en espesadores, antes de bombearse al digestor.

El objetivo principal que se persigue en la aplicación de cloro en este caso es el de impedir que los lodos se vuelvan sépticos durante el período de retención.

Disminución de la DBO

Una cloración de las aguas residuales crudas, que produzca un cloro residual de 0.2 a 0.5 ppm después de 15 minutos de contacto, puede hacer que disminuya en un 15 a un 35% la DBO de las aguas residuales. Cuando se sobrecargan las unidades de una planta, se usa la cloración para disminuir la carga, hasta que se pueda disponer de los medios para un tratamiento adicional, pues el uso del cloro para hacer disminuir la DBO resulta antieconómico.

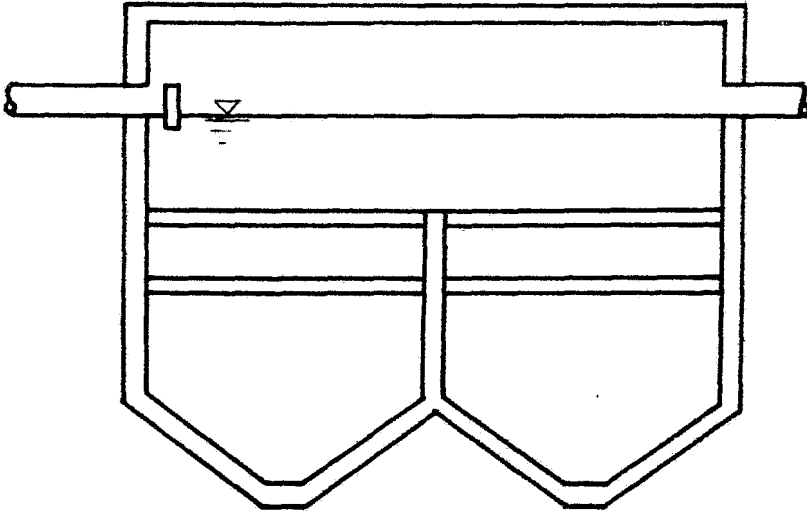


CORTE A - A

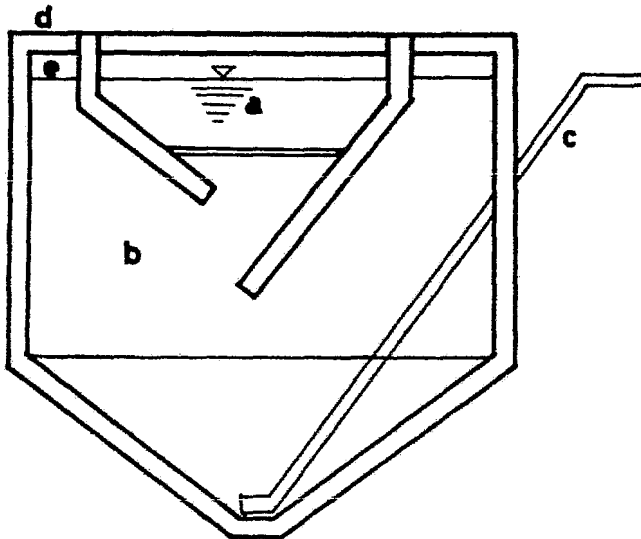
REPRESENTACION DE UNA FOSA SEPTICA

TANQUE

IMHOFF



SECCION LONGITUDINAL



SECCION TRANSVERSAL

- a.- Camara sedimentadora
- b.- Camara de digestion
- c.- Tuberia para extraccion de lodos
- d.- Camara de gases
- e.- Camara de natas

B I B L I O G R A F I A

- Ingeniería de los recursos hidráulicos
Linsley R. E. Franzini
- Usos del agua en las ciudades
Secretaría de Recursos Hidráulicos
- Abastecimiento de aguas y remoción de aguas residuales
Fair, Geyer y Okun
- El hombre y el Océano
Brian J. Akinner, Karl K. Turekian
- La captación de aguas subterráneas
Jean Pimienta
- Agua su calidad y tratamiento
American Water Works Association
- Alcantarillado y tratamiento de aguas negras
Harold E. Babbitt
- Ingeniería sanitaria
W. A. Hardenbergh
- Purificación de aguas y tratamiento y remoción de aguas resi--
duales
Fair, geyer y Okun
- Apuntes de contaminación de aguas
Ing. Ernesto Murguía Vaca