

14
2 ej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS (UNIDAD FOVISSTE)

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A N

ALFONSO BADIOLA MIRANDA
SERGIO ARTURO COBOS PEREZ
JOSE CORONA FERNANDEZ

Director de Tesis: Ing. Bonifacio Román Tapia

MEXICO, D. F.

1991



FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está 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.

INDICE

INTRODUCCION	1
CAPITULO 1	
1.- El consumo de agua en el Valle de México.	
1.1 Antecedentes Históricos	4
1.2 Demanda y Oferta actual	11
1.3 Fuentes de Abastecimiento	16
CAPITULO 2	
2.- Estudio Técnico y de Procesos de Tratamientos.	
2.1 Tipos de tratamientos	20
2.2 Tipos de plantas de tratamiento	55
2.3 Selección del sistema de tratamiento y tipo de planta	58
CAPITULO 3	
3.- Análisis Financiero.	
3.1 Costos de consumo de agua potable	96
3.2 Análisis Económico de agua tratada	100
CAPITULO 4	
4.- Análisis Económico.	
4.1 Beneficio-Costo	114
4.2 Costo Socioeconómico	116
4.3 Implicaciones del reciclaje de agua tratada	119
CAPITULO 5	
5.- CONCLUSIONES	
Comentarios Generales sobre el tema	124

ANEXOS

Anexo IV Vocabulario

134

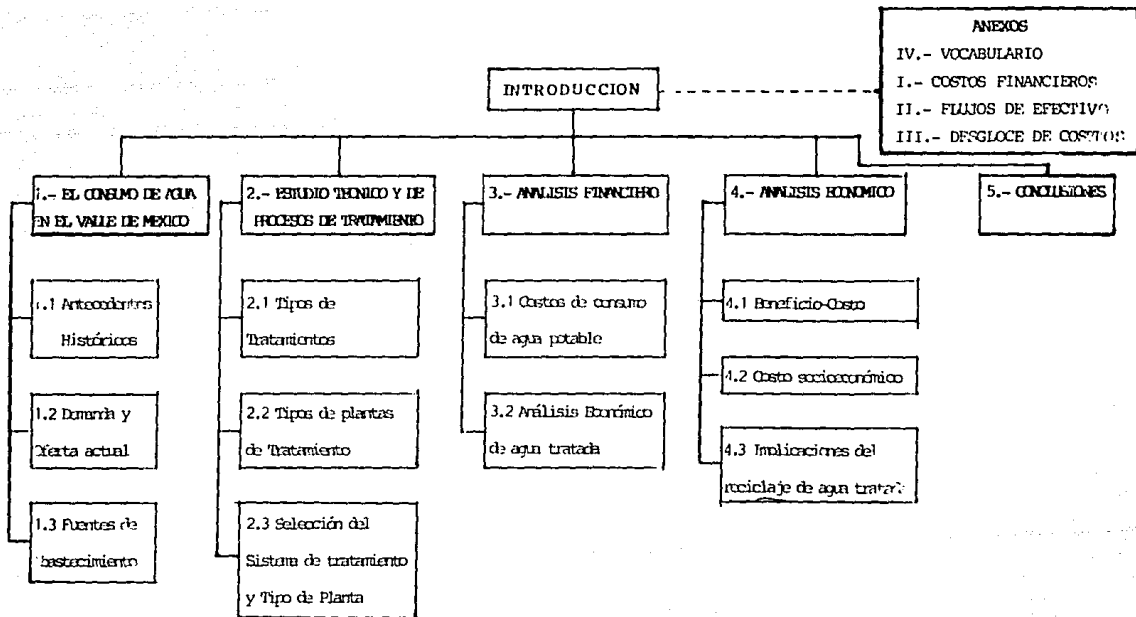
Anexo I Costos Financieros Anuales

Anexo II Flujos Netos de Efectivo

Anexo III Desgloce de Costos Unitarios

BIBLIOGRAFIA

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA UNA PLANTA DE TRATAMIENTO
DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS
EN LA UNIDAD HABITACIONAL FOVISSTE



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

" HEREDAMOS LA TIERRA DE NUESTROS PADRES Y LA ENTREGAMOS A NUESTROS HIJOS, POR LO TANTO DEBEMOS SENTIRNOS OBLIGADOS A ENTREGAR ALGO MEJOR DE LO QUE RECIBIMOS "

El hombre desde su evolución económica, siempre ha creado riqueza y pobreza, el mismo ha sido causante de su propio destino al actuar en forma irracional sobre la naturaleza, en especial con el agua.

Desde sus inicios el hombre tuvo abundancia relativa de recursos naturales y casi no carecía de ellos por lo tanto no se daba cuenta del daño que ocasionaba a la naturaleza, puesto que no había la excesiva población como hoy en día, aunque los procesos naturales de recuperación del agua eran lentos, ésta siempre se tenía en demasía y no era aprovechada en forma óptima debido a que se carecía de los recursos materiales de hoy en día.

A raíz de la evolución industrial y a la falta de agua como satisfactor, se han empezado a tener ciertas acciones que han concientizado al hombre de que la única fuente proveedora de agua es la naturaleza y que los mantos acuíferos están siendo cada vez más agotados por él mismo y ya resultan inadecuados en forma tal para los usos que se les pretende dar. Uno de los principales problemas a los que se enfrenta la humanidad hoy en día, es el de la contaminación. Es un fenó-

meno social que no se ha querido erradicar totalmente, ya que no es erradicado únicamente con el uso sensato de los recursos naturales, esto va más allá, no se debe caer en abusos, ahorrar es bueno, debemos ver el futuro que nos espera de continuar a este ritmo indiscriminado del uso y abuso de nuestros recursos, aprovecharlos y optimizarlos racionalmente es un esfuerzo generalizado que todos y cada uno de nosotros debe hacer.

El propio hombre ha empezado a entender y comprender que el agua es un recurso indispensable el cual se debe cuidar, puesto que es considerado hoy en día como un elemento activo dentro del desarrollo económico que estamos llevando a cabo y es el agua un recurso finito que de continuar con su uso desmedido no solo vamos a tener insuficiencia si no agotamiento de tan vital líquido.

Afortunadamente cada vez existen más personas dedicadas a la conservación de nuestros recursos naturales, las cuales están tomando medidas elaborando Leyes Ecológicas que restringen el uso del suelo y el desecho de las aguas industriales de manera indiscriminada.

Debido a esto la totalidad de nuestros Ríos, Lagos y Lagunas están contaminados y la cloración de las aguas para consumo humano es ya un proceso rutinario para hacerlas potables.

A esta creciente contaminación del agua, se agrega el incesante aumento de la población, a la cual cada vez hay que darle más servicios de abastecimiento de agua potable.

El agua la podemos reutilizar, debemos abatir considerable-

mente el problema de su obtención y conservación, ya que cada vez se tienen más suelos erosionados, más pérdidas de zonas boscosas, mayor población y esto dá como resultado agotamiento y contaminación del agua.

En repetidas ocasiones al día abrimos cualquier llave de agua, obteniendo agua limpia, satisfacemos nuestras necesidades fisiológicas y las desalojamos bajando una palanca o apretando un botón, el suministro de agua potable normalmente proviene de lugares muy lejanos a la Ciudad y en cambio las aguas residuales se depositan en lugares muy cercanos a las tomas de agua potable, ésta es una de muchas razones que existen en la contaminación de aguas que han convertido grandes fuentes de abastecimiento de agua potable, en fuentes de aguas negras. Las plantas de tratamiento de aguas residuales han constituido una serie de aplicaciones prácticas, sin embargo no se han considerado como potenciales para su uso en la aplicación doméstica, ya que su mayor aplicación es en el riego de áreas verdes.

Evidentemente el hombre desea sobrevivir y para esto se necesita de aire limpio y agua potable además de otros elementos indispensables, sin embargo si ya no es posible dar más agua potable, tendremos que empezar a economizarla, tratarla y recircularla.

CAPITULO I

1 EL CONSUMO DE AGUA EN EL VALLE DE MEXICO.

1.1. ANTECEDENTES HISTORICOS.

Durante muchos años la Ciudad de México ha atraído a bastante gente del interior de la República, que llega esperanzada de que la Ciudad le resolverá sus problemas de desempleo, vivienda y servicios.

Debido a situaciones Políticas, Económicas y Sociales, los problemas de las Ciudades son muy semejantes, nuestra Ciudad está enfrentándose a graves problemas de abastecimiento de agua potable, que exigen su pronta solución.

Resolver este problema no es sencillo, ya que debido a la posición geográfica de la Ciudad de México, ésta dificulta el abastecimiento de agua potable.

El Valle de México se encuentra ubicado al extremo Sur de la Meseta Central, tiene un área de 9600 Km.2, su forma es elíptica donde su eje mayor (Noreste-Sureste) mide aproximadamente 110 Km. de longitud y en su eje menor tiene 85 km. aproximadamente de longitud, está rodeado de montañas y tiene una altitud promedio de 2,300 M.S.N.M.

La Ciudad de México tiene en su periferia a los 17 Municipios del Estado de México (esto se ilustra en la figura 1), que en forma conjunta agrupan a una población superior a los

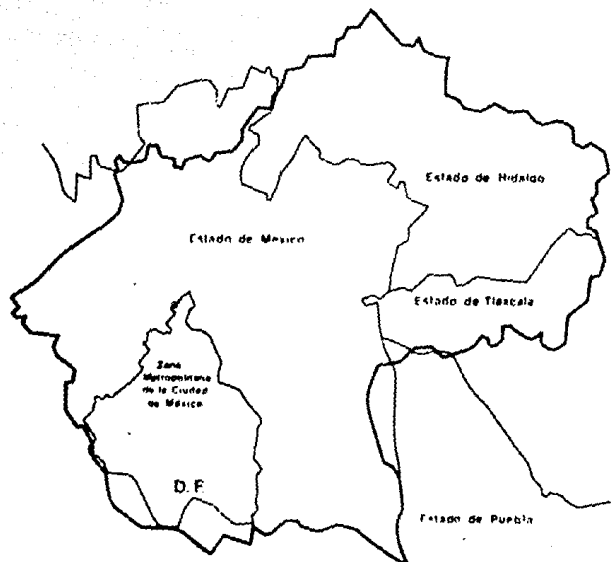
20 millones de habitantes, así la zona metropolitana de la Ciudad de México es uno de los principales centros de actividad económica y social de nuestro país, generando el 63% del empleo de la industria manufacturera Nacional y ocupando el 47% de los trabajadores del sector comercial. (Datos obtenidos del INEGI).

La zona metropolitana de la Ciudad de México, está localizada en la parte Sur-Poniente de la cuenca hidrológica del Valle de México, ocupando un área de 1100 Km.2, con una altitud promedio de 2,240 M.S.N.M., la cual se esquematiza en la figura 2.

Básicamente el problema de suministro de agua potable a la Ciudad de México se debe a la falta de acuíferos cercanos, puesto que parte de las zonas aledañas a la Ciudad son desérticas o semidesérticas, a esto se auna el problema de que aproximadamente el 15% de los recursos hidráulicos se encuentran por arriba de los 500 M.S.N.M. y el 85% por abajo de los 500 M.S.N.M., además el 70% de la población Mexicana se encuentra concentrada arriba de los 500 M.S.N.M., así como la industria, esto provoca concentraciones mayores de poblaciones económicamente activas en áreas limitadas, ocasionando con ello una mala distribución de los recursos hidráulicos. (Fuente de información SARH).

La belleza de antaño de nuestra Ciudad, se ha ido acabando poco a poco y hoy en día toda esa belleza de Ríos, Lagos y Bosques, solo quedan unos cuantos lagos someros. El de Texcoco es el mayor, luego sigue la Laguna de Zumpango y los

FIG.2 ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO



DATOS GENERALES

EXTENSION = 1100 KM² (0.056% DEL TERRITORIO NACIONAL)

ELEVACION = 2240 M.S.N.M.

POBLACION = MAS DE 18 MILLONES DE HAB. (23% DE LA POBLACION NACIONAL)

EMPLEOS = 63% DE LA INDUSTRIA MANUFACTURERA Y 47% DEL SECTOR COMERCIAL

DEMANDA ACTUAL DE AGUA 84 M³/SEG.

DISPONIBILIDAD EN EL VALLE DE MEX. 23 M³/SEG. (28%)

Canales de Xochimilco, los cuales se encuentran en pleno inicio de recuperación por parte del Gobierno Federal.

En la figura 3 se ilustran las sierras y lagos de la cuenca del Valle de México.

Nuestra Ciudad siempre ha padecido de sequías e inundaciones, desde tiempo de los aztecas, se tenían inundaciones ocasionadas por las constantes lluvias y desbordes de lagos, por tal motivo se dieron a la tarea de construir diques y bordos de contención, así como acueductos para abastecerse de agua potable.

A pesar de estas medidas se seguían teniendo inundaciones que ocasionaban bastantes muertes.

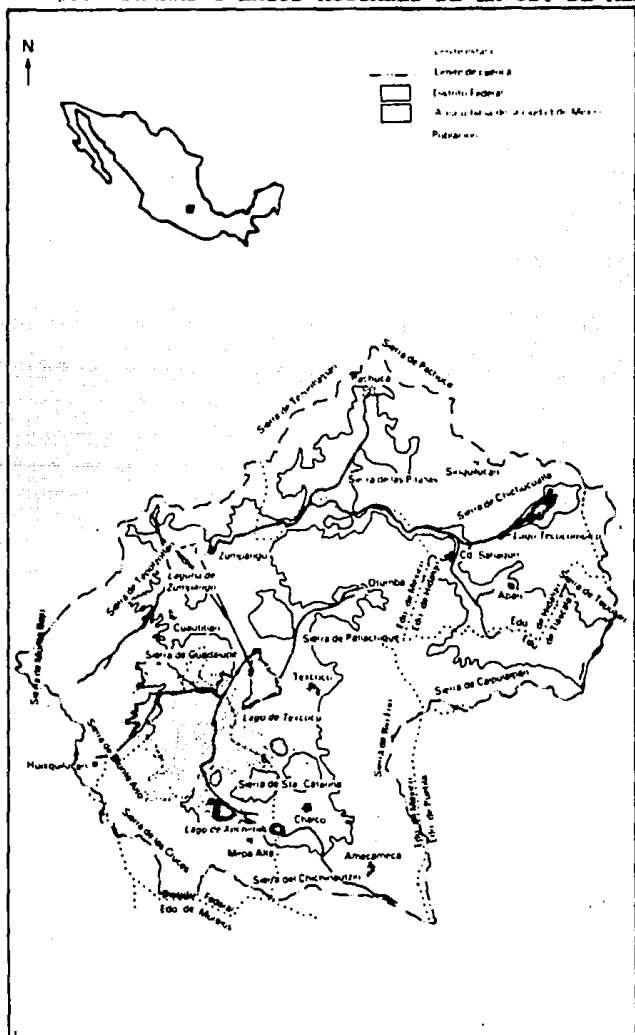
A la llegada de los Españoles fué construido el primer canal artificial de desagüe en la zona de Nochistongo, al Noroeste del Valle de México, debido a los problemas que se tenían de desalojo de aguas residuales.

Al crear estos canales de desalojo de aguas residuales se alteró bastante la ecología del Valle de México y aún así seguían los problemas de inundaciones, por tal motivo se tomó la decisión de construir el Gran Canal de Desagüe y el Túnel de Tequisquiac, que fueron la segunda salida artificial del Valle de México en el año de 1900.

Se empezó a agudizar el problema de desabastecimiento de agua potable y hubo necesidad de perforar pozos. En el año de 1847 se contaban con 500 pozos y en 1886 se aumentó el número a 1100 pozos.

Se estima que desde ese entonces empezó el hundimiento de la

FIG.3 SIERRAS Y LAGOS ACTUALES DE LA CD. DE MEXICO



FUENTE DE INFORMACION DGCOH.

Ciudad de México, ya que de 1891 a 1895 las mediciones hechas registraron 5 cm. de descenso por año.

Debido a que las aguas superficiales no fueron aprovechadas óptimamente para satisfacer la demanda del Distrito Federal, ya que sus características temporales no lo permitían, hubo necesidad de continuar perforando pozos lo cual ocasionó mayor hundimientos del terreno; en el presente siglo se han hecho mediciones que registran hundimientos superiores a los 9 mts. esto se ilustra en la figura 4.

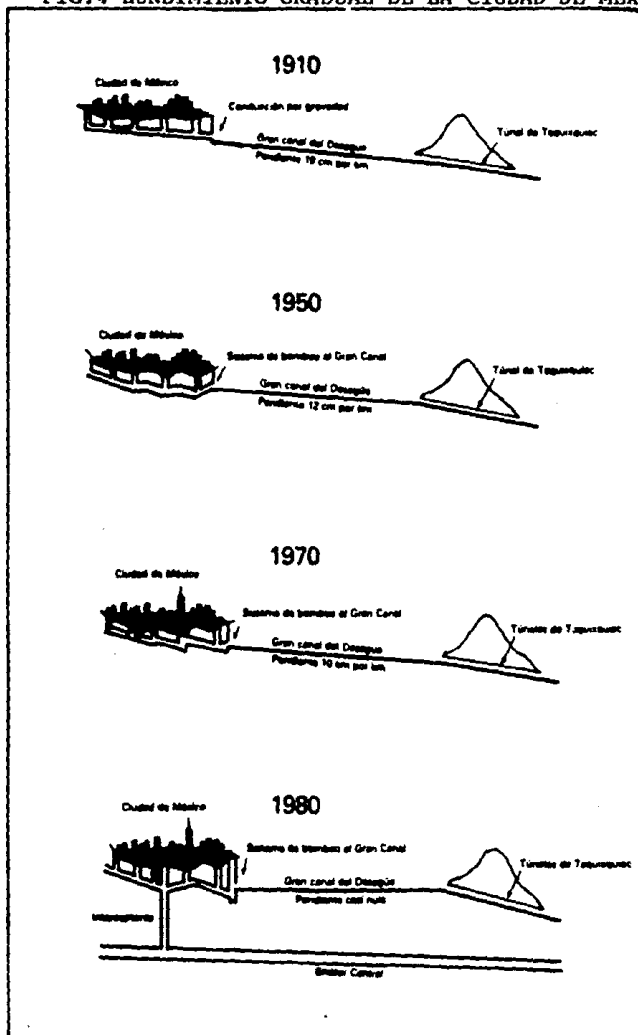
Las zonas de recarga se han visto disminuidas debido a los asentamientos irregulares, los cuales ocasionaron contaminación del agua provocando que se trajera cada vez de lugares más lejanos, la cuenca hidrológica del Valle de México resultó ser insuficiente para satisfacer la demanda de agua potable de la Ciudad de México.

En las últimas décadas se han tenido que construir drenajes colectores de gran magnitud, para evitar las inundaciones ocasionadas por las tormentas.

Así también se constituyó la red de alcantarillado en base a colectores que corren de Poniente a Oriente, sin embargo estas obras de Ingeniería no fueron suficientes para abatir las inundaciones, debido al hundimiento de la Ciudad pues un drenaje que había sido proyectado por precipitación, tuvo que ser habilitado por bombeo.

Para abatir los problemas de insalubridad se entubaron los ríos que corrían a cielo abierto, con el fin de bombear sus aguas al emisor del Tajo de Nochistongo. (Figura 5).

FIG. 4 HUNDIMIENTO GRADUAL DE LA CIUDAD DE MEXICO



FUENTE DE INFORMACION DGCOH.

A medida que se tenían mejoras, se atraía más gente a la capital, teniendo como consecuencia mayores concentraciones de población, mayor demanda de agua potable y mayor volúmen de aguas residuales que tenían que ser desalojadas.

Para satisfacer la demanda en los años de 1936 a 1944 el Gobierno Federal autorizó la perforación de 93 pozos profundos más y esto ocasionó un hundimiento de 18 cm., promedio por año entre 1938 y 1948. Siempre el déficit iba en aumento, por lo tanto hubo necesidad de recurrir a fuentes externas para captar abastecimientos hacia la Ciudad, en este caso la fuente de abasto fué el Río Lerma, en donde se iniciaron las obras en el año de 1942 y se retrasaron hasta el año de 1951, en este mismo año se autorizó la perforación de 10 pozos municipales para tratar de satisfacer la demanda de agua potable.

Desde el año de 1947 se habían presentado estudios demostrando que el hundimiento de la Ciudad era debido a la perforación de tantos pozos profundos, puesto que las presiones acuíferas eran quienes mantenían el nivel de la Ciudad, ya que estas se encontraban debajo de la misma y estaban siendo abatidas considerablemente.

En 1954 se suspendieron los permisos para perforar más pozos profundos, sin embargo para satisfacer la demanda hubo necesidad de perforar 10 pozos más en el año de 1955, entre 1960 y 1967 se perforaron alrededor de 50 pozos municipales, esta vez alejados del centro de la Ciudad.

A raíz de estas medidas se tomaron acciones alternativas,

puesto que la demanda no era satisfecha, en el año de 1956 se tomó la decisión de tratar las aguas residuales y reutilizarlas, ya que el incremento en los costos para abastecer de agua potable al D.F., eran inminentes. Así fué como nació la primer planta de tratamiento de aguas residuales, que se ubica en Chapultepec, esta planta fué diseñada con el fin de tratar aguas residuales para el riego de áreas verdes y el llenado de lagos.

Pese a estas medidas no se satisfacía la demanda de agua, entonces se tuvieron que bombear los manantiales de Xochimilco hasta agotarlos.

En 1967 se incrementó el bombeo de las aguas del Rio Lerma y en 1973 se perforaron más pozos en el Sur de la Ciudad y en 1977 al Norte de la misma.

Se ha estado comentando en forma conjunta sobre los temas de drenaje, abastecimiento de agua potable y población, esta última de manera muy superficial, debido a que no se pueden ver estos problemas aislados, sino cada uno como consecuencia del otro, ya que el desalojo de aguas residuales es muy importante, así como el crecimiento demográfico y la forma de darles servicios de suministro de agua potable a todos los mexicanos.

Con el fin de evitar condiciones de insalubridad ocasionada por la contaminación de las aguas residuales, se está librando una lucha intensa contra las aguas contaminadas, para ello se han creado cuatro salidas artificiales sobre todo en las zonas Sur y Suroriente de la Ciudad que es don-

de más incidencia en inundaciones se tiene, como puede observarse en la figura 6.

En la zona metropolitana de la Ciudad de México se tienen los mismos problemas, ya que su crecimiento poblacional ha sido sumamente explosivo, pues de 150,000 habitantes que tenía en el año de 1950, al censo anterior se tenían cerca de los 8'797,000 (fuente de información CEAS), esto creado por la cercanía que tiene con el D.F.

La zona metropolitana de la Ciudad de México se divide en 5 zonas clasificadas de la siguiente manera:

Urbano - (Indtl N.Z.T.) donde se encuentra asentada una buena parte de la población e industria, con alto consumo de agua.

Cuautitlán Izcalli - (Cd. Urbano-Indtl.).

Coacalco - (En proceso de integración).

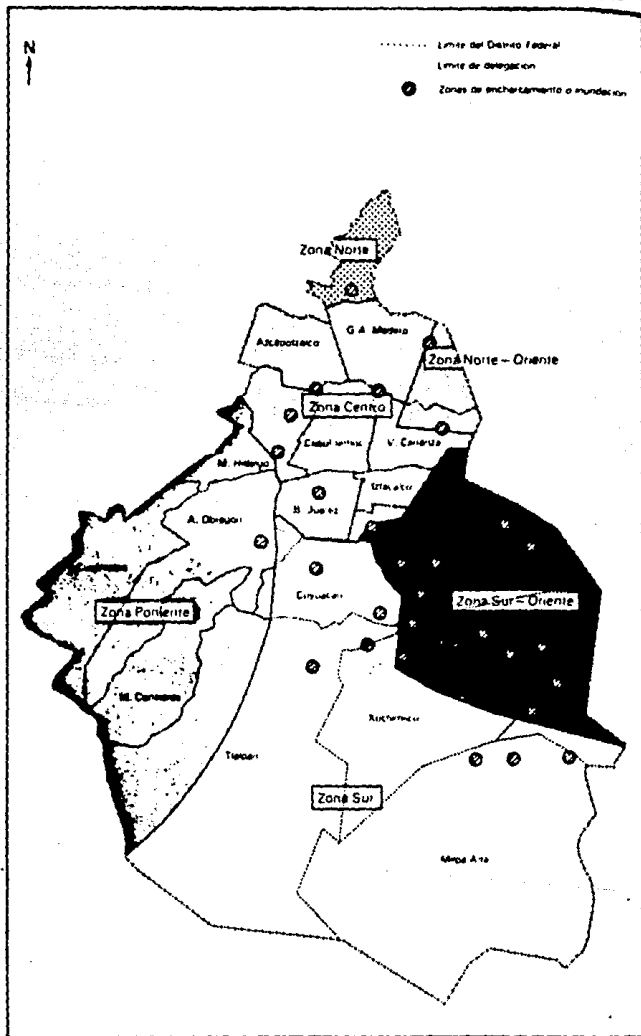
Ecatepec - (Integrada por pueblos antiguos).

Nezahualcoyotl - (Está después del D.F., la de mayor importancia poblacional).

La figura 7 ilustra las distintas zonas clasificadas.

Con lo anteriormente descrito cabe mencionar que ahora más que nunca el objetivo primordial es el de reducir la demanda de agua potable, pues los costos de traerla a la capital y satisfacer la demanda día con día son más altos, por lo tanto se debe restringir el uso del suelo con el fin de satisfacer las demandas de una manera justa y equitativa, puesto que mientras mejor se planeen los asentamientos se tendrán zonas bien definidas e identificadas de habitación.

FIG.6 PRINCIPALES ZONAS DE INUNDACIONES Y ESTANCAMIENTOS

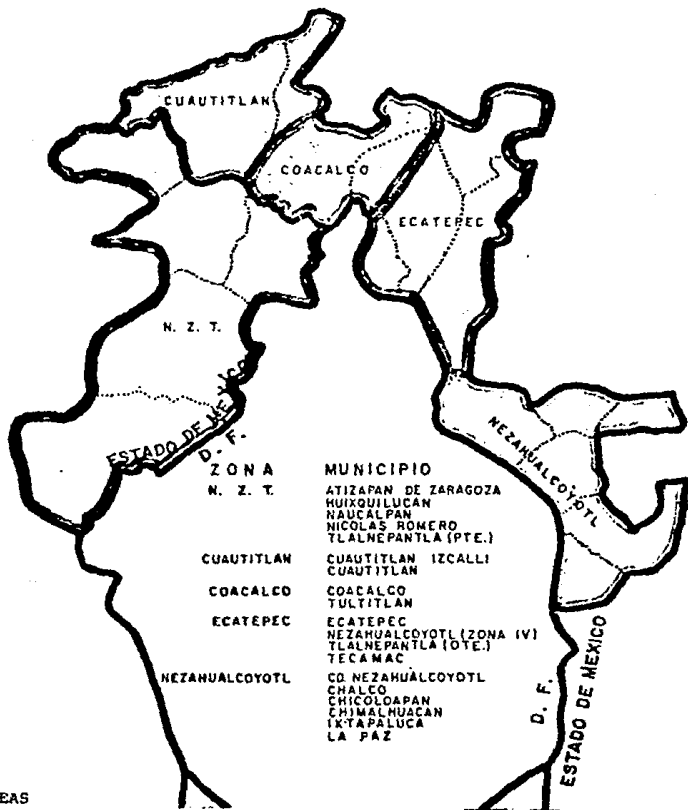


FUENTE DE INFORMACION DGCOR.

FIG. 7.



ZONA METROPOLITANA
VALLE CUAUTITLAN - TEXCOCO



Se debe pensar y actuar en tratar cada vez mayores volúmenes de aguas residuales y así reutilizarlas para abatir la demanda y desperdicio de agua potable.

Los habitantes de la Ciudad de México tienen sed y cada vez es más difícil mitigarla, para ello se requiere de la participación conjunta y no aislada de la ciudadanía ya que se están sobreexplotando los acuíferos existentes pese a las distintas acciones que se han implementando.

Hoy en día seguimos teniendo los mismos problemas de hace 30 años, se está trayendo agua de lugares cada vez más lejanos a la Ciudad de México, a un mayor costo, con un grado de contaminación mayor, debido a los desalojos domésticos e industriales de aguas residuales cada vez más contaminadas de manera indiscriminada.

Las pérdidas de aguas pluviales son mayores, ya que la tierra ha sido cambiada por pavimentos, las alcantarillas son más ineficientes debido al hundimiento de nuestra Ciudad y a las obras viales, ahora más que nunca se debe pensar en complementar las acciones inconclusas llevadas a cabo, así como contar con financiamientos públicos y privados.

1.2 DEMANDA Y OFERTA ACTUAL.

Para satisfacer la demanda de agua potable de la Ciudad de México, siempre se han tenido problemas que enfrentar, como se vió en el capítulo anterior.

Por tal motivo la demanda siempre ha sido mayor que la ofer-

ta, en la actualidad se dispone de un caudal de 40 m³/s, el cual distribuido entre los 10 millones de habitantes del Distrito Federal; dá un promedio de 346 l/hab./día. La figura 8 ilustra su distribución.

El caudal disponible según estimaciones, está distribuido de la siguiente manera:

Para uso doméstico.	55.0 % que equivale a 22 m ³ /s.
Para la industria.	12.5 % que equivale a 5 m ³ /s.
Para servicios.	10.0 % que equivale a 4 m ³ /s.
Para comercios.	2.5 % que equivale a 1 m ³ /s.
Usos no contabilizados.	20.0 8 m ³ /s.

	T O T A L 40 M ³ /s.

▪ Fuente de información DGCOH.

Estas cifras son aproximaciones, ya que son difíciles de cuantificar los consumos y distribución exactos del agua potable para cada tipo de consumidor, puesto que existen fugas, tomas sin medidor y pérdidas incuantificables imposibles de detectar.

Así se tiene en un muestreo totalmente aleatorio, hecho por la DGCOH que el consumo máximo promedio por habitante es de 650 l/hab/día para personas con altos recursos económicos y para personas de bajos recursos resultó ser el consumo de 40 l/hab/día.

Esto nos daría como resultado un consumo promedio de 345 l/hab/día, como una distribución equitativa del vital li-

FIG.8 DISTRIBUCION DE LA OPERTA DE AGUA POTABLE 1989.

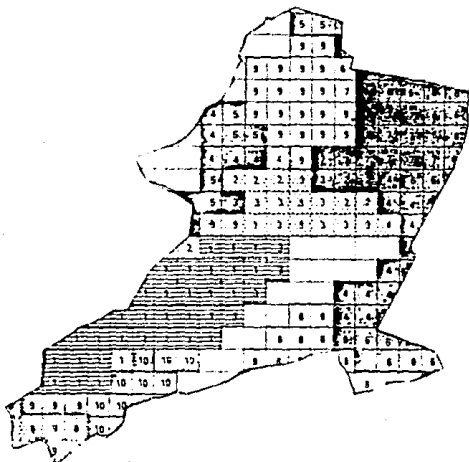
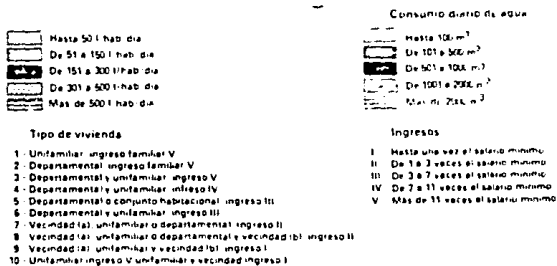
GASTOS MEDIOS EN M³/SEG

USUARIO

	D.D.F.	EDO. DEMEXICO METROPOLITANO	ZMCM	HIDALGO	TOTAL
D.D.F.	25.0		25.0		25.0
EDO. MEX.		14.0	14.0		14.0
CAVM	17.2	10.0	27.2	0.8	28.0
TOTAL	42.2	24.0	66.2	0.8	67.0
AGUA POTABLE	40.6	22.6	63.2	0.8	64.0
REUSO	1.6	1.4	3.0		3.0

FUENTE DE INFORMACION SARH.

FIG.9 CONSUMO DOMESTICO DE AGUA POR ZONA ECONOMICA



FUENTE DE INFORMACION DCCOH.

quido.

Por otro lado se detectó que la gente de escasos recursos, era quien más desperdicio de agua tenía, al carecer de estanques, tomas y depósitos adecuados de agua, así mismo las personas de altos recursos económicos utilizan en exceso el agua, al contar con aparatos domésticos de alto consumo de agua como son lavadoras, lavavajillas, jacuzzis, etc. (Ver figura 9).

Si no es uno es otro, pero siempre existe un uso desmedido del vital líquido, que es lo que realmente ocasiona una demanda excesiva del mismo y por lo tanto es difícil satisfacerla.

Los esfuerzos que se han hecho para abastecer de agua potable a la mayoría de la población de la Ciudad de México, han sido considerables, se han elaborado programas de emergencia sin embargo todo parece indicar que mientras de más agua se provee a la población, más agua se desperdicia.

Se ha tratado de abatir en 200 l/s el caudal de agua potable para uso de riego de áreas verdes, reutilizando un volumen igual de aguas residuales para tal fin.

Estos han sido puntos que se han fijado con el fin de abatir en algo la demanda de agua potable, sin embargo se siguen extrayendo grandes volúmenes de agua del subsuelo, los cuales se deben reducir, pues la demanda estimada para el año 2000 es de 72 m³/s, contra una oferta de 50 m³/s, es lógico pensar después de haber leído las páginas anteriores que es mucho más económico reducir la demanda que seguir

incrementando la oferta.

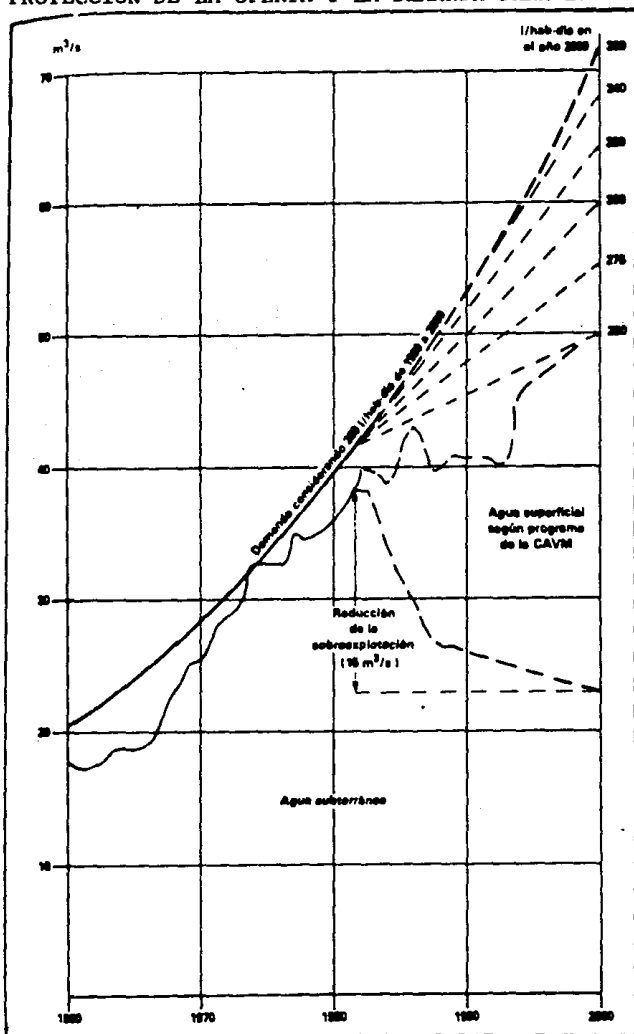
Si se redujeren explotaciones de acuíferos en 15 m³/s utilizando aguas tratadas, se incorporarían 2.6 m³/s cada año, manteniendo la dotación promedio de 346 l/hab/día, como se puede observar en la figura 10.

Por lo que parece bastante justificable abatir la demanda con el fin de eliminar a los enemigos de la Ciudad de México, que son el hundimiento, el crecimiento demográfico, la contaminación y el costo de traer cada vez más lejos el agua para consumo.

Las aguas residuales día con día resultan más agresivas para su tratamiento, de aquí que sea necesario estudiar a fondo el tipo de aguas residuales para seleccionar el mejor tratamiento para su reuso, de manera eficiente y confiable, así se estaría logrando un desarrollo armónico entre el hombre, la naturaleza y el medio ambiente que lo rodea.

Como ya se había mencionado anteriormente, a medida que las demandas de agua potable son satisfechas, éstas crean un volumen mayor de aguas residuales, por lo que un problema de suministro de agua se convierte en un problema de desalojo de la misma. La oferta que se tiene en la zona metropolitana de la Ciudad de México, es de 15,675 L.P.S., de éstos 10,628 L.P.S., provienen de fuentes federales. La demanda de poco más de 5'655,000 habitantes que integran los 17 municipios conurbados, es de 23,460 L.P.S., (Datos proporcionados por CEAS), que de acuerdo con la oferta dejan un déficit de 7,785 L.P.S., para que la demanda sea satisfecha debe ser

FIG.10 PROYECCION DE LA OFERTA Y LA DEMANDA PARA EL AÑO 2000



FUENTE DE INFORMACION DGCOH.

necesario incrementar anualmente el abastecimiento de agua potable con fuentes externas en un promedio antes mencionado de 2.6 m³/s. La figura 11 señala las ubicaciones de las distintas fuentes externas de abastecimiento.

Para poder ser disminuida la demanda de agua potable, se debe seguir muy de cerca el Plan del Programa Nacional de Control de Pérdidas y el Uso Eficiente del Agua en las Ciudades, así como el Plan del Programa de Aprovechamiento de Aguas Residuales.

Se debe apoyar también el Plan del Establecimiento del Sistema Financiero del Agua, el cual permitirá la obtención de recursos económicos para desarrollar programas subsecuentes encaminados al mismo objetivo, el ahorro de agua.

Actualmente se tienen estimaciones que el consumo medio de agua potable por vivienda es de 1,120 l/día y por habitante es de 224 l/día. (Según la DGCOH).

Si después de haber leído estos párrafos se tiene duda de si se debe seguir satisfaciendo la demanda o no, sugerimos sea analizado la complejidad y costo que se tendrían al seguir extrayendo grandes volúmenes de agua de una Ciudad cuyo fondo se está hundiendo constantemente, por lo tanto se debe llegar a la determinación de que ya no es posible retrasar la sobreexplotación de los acuíferos, ya que mientras más pueda reducirse dicha sobreexplotación mejores soluciones duraderas se estarán dando a los problemas de suministro de agua potable.

Grande es el esfuerzo que se debe hacer, pero aún lo es más

FIGURA 11

ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE CUENCAS EXTERNAS M³/SEG



FUENTE DE INFORMACION SARH

el costo de no hacerlo.

1.3 FUENTES DE ABASTECIMIENTO.

Normalmente el abastecimiento de agua potable a la Ciudad de México, es a través de dos tipos de fuentes, una subterránea que es a base de pozos profundos y otra superficial que es regularizada en vasos y potabilizada en plantas adecuadas para tal fin, la figura 12 ilustra los sistemas de abastecimiento de agua potable.

En la figura 13 se muestra el macrosistema de distribución de agua en bloque a la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.

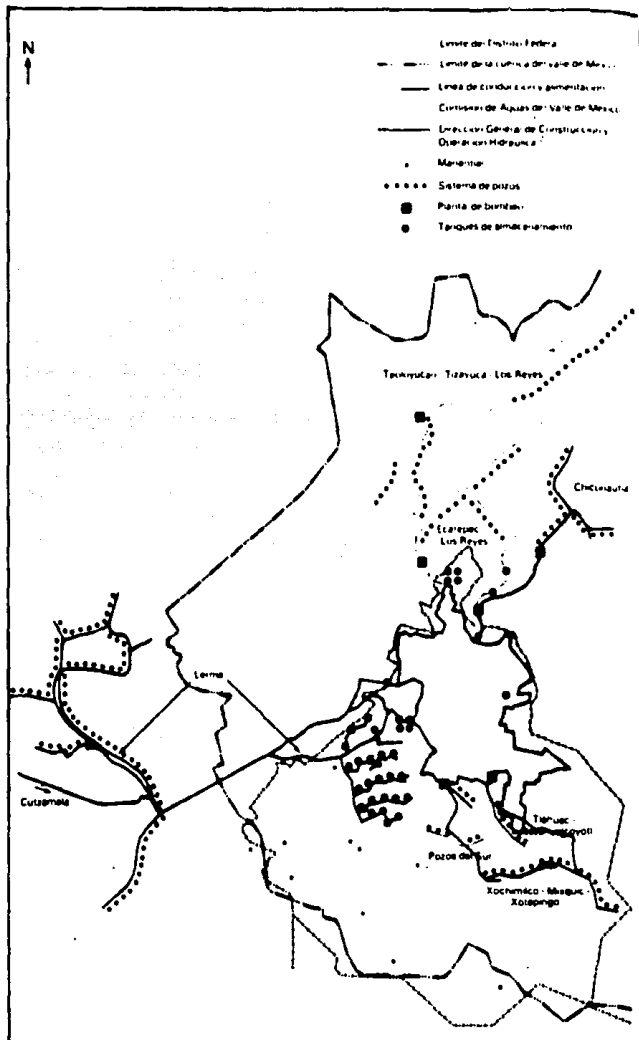
Como se vió en el capítulo anterior, siempre la oferta ha sido menor que la demanda, lo que obliga a no permitir el dispendio de este producto.

Tanto las Fuentes Municipales y Estatales están integradas en su totalidad de pozos profundos, a través de los cuales se explota el acuífero del Valle de Cuautitlán, Texcoco y Valle de Lerma.

Las Fuentes Federales están integradas por baterías de pozos profundos en el Valle de México y aguas superficiales como son la Presa Madín y la Cuenca del Cutzamala. (Figura 14).

El proyecto del Cutzamala se inició en mayo de 1982, hubo necesidad de tender redes con el fin de distribuir equitativamente el vital líquido, entonces se tenían llaves sin agua y la gente estaba obligada a comprar el agua a pipas que la vendían muy cara.

FIG. 12 FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE



FUENTE DE INFORMACION DGOH.

FIG. 13 MACROSISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA EN BLOQUE A LA ZMCM.

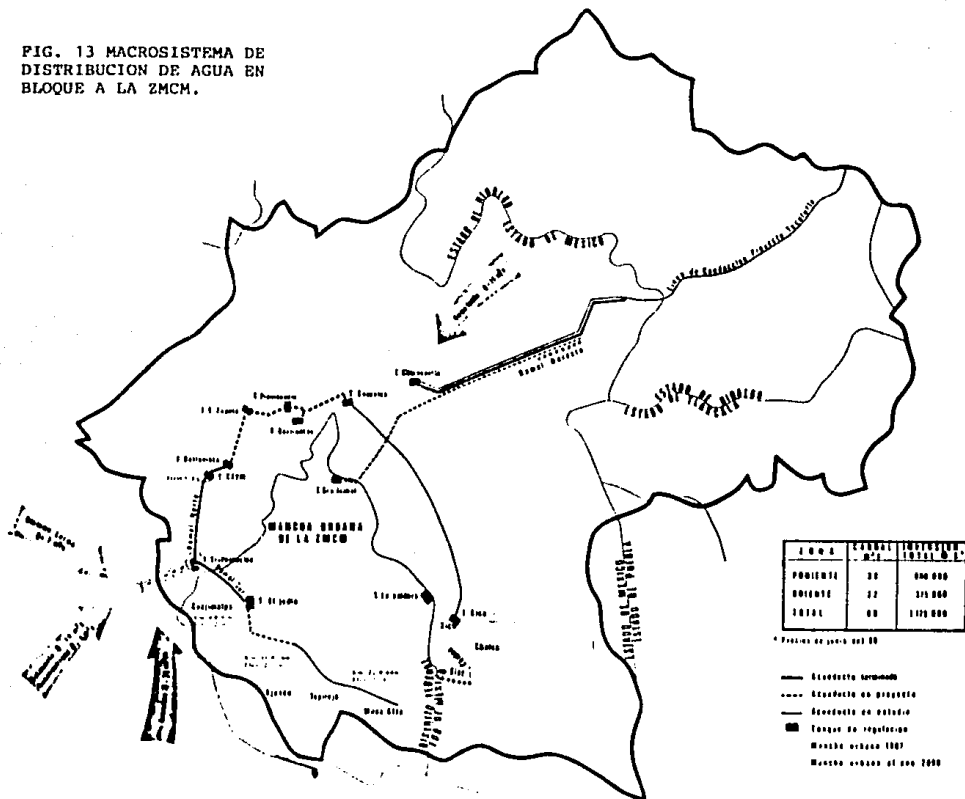


FIGURA 14

**ABASTECIMIENTO AGUA POTABLE A LA ZMCM
DISTRIBUCION 28 M³/SEG
(CAVM 1989)**

CAUDALES PROVENIENTES DE:

FUENTES SUPERFICIALES CUTZAMALA	12.0
MADIN	<u>0.6</u>
SUBTOTAL	12.6
FUENTES SUBTERRANEAS	<u>15.4</u>
SUMA	28.0M ³ /SEG.

DISTRIBUCION A:	SUP.	SUB.	TOTAL
D. D. F.	8.0	9.2	17.2
G. E. M.	4.6	5.4	10.0
G. E. H.		0.8	<u>0.8</u>
	SUMA		28.0M ³ /SEG.

FUENTE DE INFORMACION SARH.

Para abatir el problema, se tuvieron que perforar pozos cercanos a las Colonias que les era difícil abastecerse de las fuentes comunes.

Las fuentes de abastecimiento que están contempladas para el programa de agua en bloque son: Cutzamala, Amacuzac y Tecolutla. También se consideran proyectos de abastecimiento más cercanos y menos costosos, que son el Acuífero de Apan, la Presa de Guadalupe, el Sistema Tepeji -Tlautla -Rosas en la Cuenca del Río Tula, el Acuífero de Libres-Oriental en el Estado de Puebla.

Actualmente se tienen 234 pozos, Chiconautla al Norte con 39 pozos y 23 municipales; al Sur se tiene Xochimilco-Mixquic, Xotepingo con 122 pozos; al Oriente 41 pozos municipales; al Poniente 18 pozos municipales, manantiales; 538 pozos particulares; 209 pozos y el Río Cutzamala. Esto se sintetiza en la figura 15.

Los pozos Xochimilco-Mixquic, Xotepingo fueron los primeros en funcionar como sistema.

Las fuentes de abastecimiento han ido bajando su nivel poco a poco, por lo que se debe abatir la demanda con el fin de que sea compatible con la oferta, se debe tener conciencia y pugnar porque los caudales disponibles sean repartidos en forma óptima.

Al tratar las aguas residuales con probabilidad para reuso, se estará protegiendo en forma práctica las fuentes de abastecimiento y de esta manera estarían disponibles en caso necesario en sequías prolongadas.

FIG. 15 FUENTES DE ABASTECIMIENTO

Dependencia que controla los sistemas	Número de pozos	Caudal promedio (m ³ /s)
Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica (DDF)		
Lerma	234	9.4
Norte . Chiconautla	39	2.5
. Pozos municipales	23	
Sur . Xochimilco-Mixquic- Xotepingo	122	7.7
. Pozos municipales	21	
Centro . Pozos municipales	96	3.4
Oriente . Pozos municipales (Peñón de los Baños)	41	1.7
Poniente . Pozos municipales	18	0.5
	. Río Magdalena (agua superficial)	-
Manantiales	-	0.3
Pozos Particulares	538	1.7
Sub-Total	1 132	27.4 (68 %/o)
Comisión de aguas del Valle de México (SARH)		
Cinco sistemas de pozos	209	10.6
Río Cutzamala (agua superficial)	-	2.0
Sub-Total	209	12.6 (32 %/o)
Total	1 341	40.0 (100 %/o)

FUENTE DE INFORMACION DGCOH.

El agua es distribuida por tuberías que se denominan redes primarias de distribución y van conectadas al túnel del Río Lerma, el cual funciona desde el año de 1951.

Se han detectado algunos problemas estructurales con respecto a las líneas de alimentación, debido a su deterioro y a los constantes hundimientos, esto provoca fisuras que ocasionan fugas y pérdidas incuantificables además el tipo de válvulas obsoletas en las cuales su vida útil ya dió de sí. Las aguas para consumo humano cada vez están siendo más contaminadas, esto ha hecho necesario contar con plantas potabilizadoras, así se tiene que en la zona Lerma se cuentan con las Plantas de Almoloya del Río y Santa María atarasquillo que son de cloración, la Del Venado, El Conejo, El Cartero, Campamento Palmas y Río Magdalena, se encuentran situadas al Poniente y son de rechloración a excepción de la de Río Magdalena que es de clarificación y cloración.

Las Plantas de Cerro de la Estrella y Xotepingo son de rechloración, la Planta de Manantiales es de cloración y la de Ing. Francisco Garay que es de aereación forzada-ozonación y cloración; la de Ing. Manuel Marroquín y Rivera que es de clarificación y cloración y la de Ing. Roberto Vega Gayol que es de aereación forzada y cloración, en el Centro se tienen pozos municipales que son de cloración. (Figura 16).

Como se mencionó anteriormente, el objetivo básico de estas Plantas, es el de mejorar la calidad de las aguas para consumo humano, ya que cada vez se están extrayendo aguas con mayor cantidad de contaminantes, puesto que las aguas ex-

FIG. 16 PLANTAS POTABILIZADORAS

Zona	Planta	Capacidad instalada m ³ /s	Proceso				
			Clarificación	Aireación forzada	Ozonación	Cloración	Recloración
Lerma	Almoleya del Río	5.2				•	
	Sta. Ma. Atrasquillo	9.3				•	
Poniente	El Venado	22.0					•
	El Conejo	5.2					•
	• El Cartero	3.0					•
	• Campamento Palmas Río Magdalena	22.0					•
Norte	Río Magdalena	0.2	•			•	
	San Juanico	5.2				•	
Sur	Sn. Luis Tlaxialtemalco	5.2				•	
	La Noria	4.5				•	
	Cerro de la Estrella	8.6					•
	Xotepingo	6.7					•
	Ing. Francisco de Garay Manantiales	0.5		•	•	•	
Centro	Manantiales	1.0				•	
	Pozos municipales	15.0				•	
Oriente	El Peñón	2.0				•	
	Ing. Manuel Marroquín y Rivera	0.3	•			•	
	Ing. Roberto Vega Gayol	0.1		•	•	•	

FUENTES DE INFORMACION DGCOH.

traídas han tenido contacto con formaciones ecológicas que contienen sustancias químicas que alteran sustancialmente la calidad de las aguas.

A últimas fechas se ha dado más importancia al aspecto cuantitativo del agua y el aspecto cualitativo ha pasado a segundo término. Se han detectado en algunos pozos grados fuertes de contaminación, aunque la calidad de agua potable que se está suministrando a la Ciudad, está dentro de los parámetros mínimos que marcan las leyes de salubridad.

En repetidas ocasiones los usuarios cuentan con tinacos y cisternas donde almacenan el agua por periodos largos de tiempo y es en este tipo de depósitos donde no se tiene control alguno sobre su almacenamiento y cuidado, lo cual provoca mayor consumo y despilfarro del vital líquido.

Por lo tanto es de esperarse que en un futuro no lejano se apliquen políticas eficientes, basadas en una planeación adecuada de desarrollo urbano, con sus respectivas restricciones con el único fin de contar con agua de calidad a un precio que realmente refleje los costos que se tienen.

CAPITULO 2

2. ESTUDIO TECNICO Y DE PROCESOS DE TRATAMIENTOS.

Normalmente al hacerse el estudio de un proyecto de tratamiento de agua residual, lo que se requiere es tener conocimiento amplio y vasto del problema a solucionar. En ocasiones se cuentan con datos suficientes para la selección y tipo de tratamiento de aguas, sin embargo hay veces en que no se tienen datos concretos del tipo de agua que se pretende tratar; esto es, no se conoce el grado de contaminación del agua ni mucho menos el tipo de tratamiento que se debe efectuar.

En el presente capítulo daremos a conocer en forma breve los diferentes tipos de tratamientos que existen para aguas residuales.

En estos tratamientos se llevan a cabo procesos unitarios en los cuales se remueven los contaminantes con un cierto grado de eficiencia, los cuales se detallarán más adelante.

2.1 TIPOS DE TRATAMIENTOS.

Un sistema de tratamiento, es aquél que está formado por varios procesos debidamente seleccionados de manera tal que se obtenga el efluente deseado para el fin correspondiente.

Los sistemas de tratamiento se dividen en dos tipos que

son: biológicos y físico-químicos.

La función principal de los sistemas biológicos es la de oxidar la materia orgánica por medio de microorganismos.

En los sistemas biológicos algunas técnicas son más económicas que en los sistemas físico-químicos, donde sea necesario la remoción de grandes cantidades de materiales orgánicos biodegradables.

Los sistemas físico-químicos, como su nombre lo indica se basan en operaciones físicas o reacciones químicas.

También los procesos físico-químicos tienen relativa ventaja económica con respecto a los biológicos, en donde el terreno sea limitado o muy costoso, además de que pueden entrar en operación y estabilizarse en forma rápida y sencilla sin afectar su eficiencia, así también no requieren de aclimatación pues no les afecta gravemente la temperatura.

Como desventaja de estos sistemas, se tiene el costo, puesto que es mayor que el de los sistemas biológicos, pues los costos de operación son relativamente altos debido al uso de sustancias químicas, además producen mayores volúmenes de lodo y son más difíciles de tratar para su disposición final y se requiere de una preparación técnica mayor por parte de los operarios de la planta de tratamiento.

En la actualidad se están tratando de integrar ambos sistemas de tratamiento que puedan tratar combinadamente aguas residuales que se creían intratables, esto desgraciadamente a un alto costo.

Básicamente existen 3 tipos de tratamientos; primario, se-

cundario y terciario o avanzado, como se muestra en la figura 17., en los cuales van involucradas una serie de operaciones unitarias cuya aplicación es seleccionada de acuerdo al tipo de contaminantes que llevan consigo las aguas residuales.

Podríamos decir en general que el tratamiento de las aguas residuales domésticas no tiene mayores complicaciones técnicas, debido a que su origen es únicamente doméstico.

La purificación del agua puede ser muy compleja o simple de acuerdo con sus características físico-química-biológicas, todos los procesos sin embargo, tienen el objetivo de eliminar impurezas y sustancias tóxicas del agua dependiendo de la aplicación que se le dará posteriormente en base a la calidad deseada.

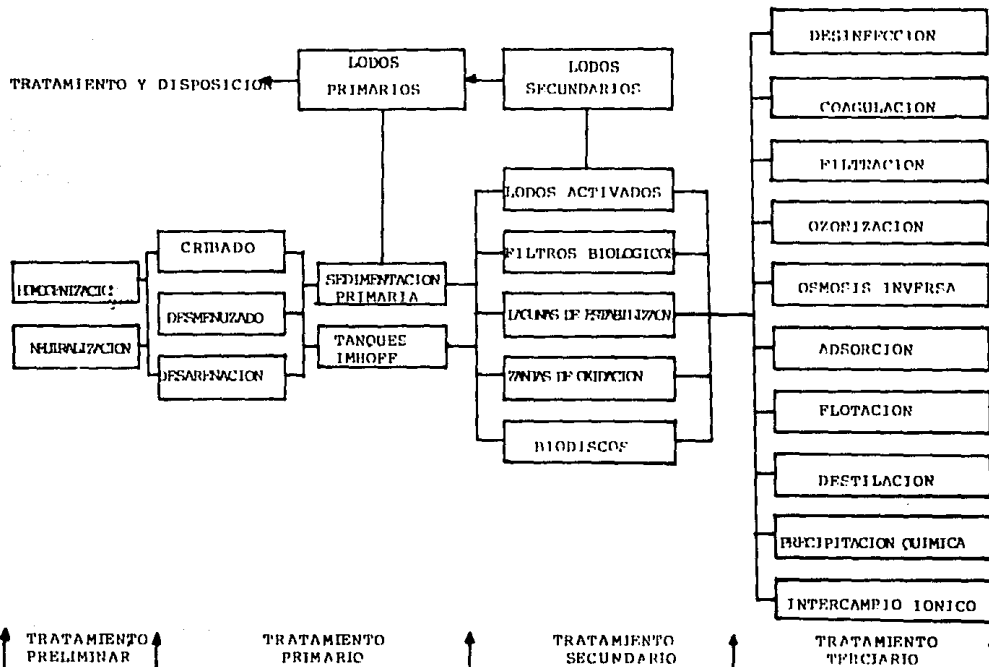
A continuación se dará una breve explicación para qué se aplica cada tratamiento, así como de las diferentes operaciones unitarias que lo integran, dependiendo del tipo de aguas a tratar y la calidad que se desea.

PRETRATAMIENTO.

Se le dá el nombre de pretratamiento, al sistema aplicado a las aguas residuales con el fin de dejarlas en condiciones aceptables para ser manejadas en tratamientos posteriores y así evitar daños a los equipos electromecánicos.

El objetivo principal de este sistema, es el de separar los objetos que pudiesen obstruir el paso del agua y provocar atascamiento y desborde de los influentes.

FIGURA 17
 SISTEMAS DE TRATAMIENTO EXISTENTES PARA AGUAS RESIDUALES



Aquí es donde se separan sólidos voluminosos como son madera, plásticos, telas, papel, basura, vidrio, etc., para después separar los sólidos inorgánicos pesados que son arenas, metales, piedras y posteriormente se separa materia orgánica de densidad mayor que el agua, como huesos, semillas, cáscaras, etc.

Para lograr éstas separaciones, el pretratamiento se auxilia de varias operaciones unitarias que a continuación se mencionan y se detallan en páginas posteriores.

Las operaciones unitarias más comúnmente utilizadas son las siguientes: cribado, donde se utilizan rejas gruesas, medianas y pequeñas; desmenuzado, que puede ser a base de molinos, cortadoras y trituradores; desarenado, el cual puede ser en forma de tanque o de canal; estos procesos están encaminados a la separación de sólidos gruesos.

Los procesos de neutralización, igualación y homogeneización, están encaminados a ajustar el ph y gasto de las aguas residuales.

Estos son los procesos más comúnmente usados, sin embargo existen autores que incluyen otros procesos como son la preaereación y la floculación.

TRATAMIENTO PRIMARIO:

Aplicado el proceso de pretratamiento más adecuado, se llega al sistema de tratamiento primario, el cual está enfocado a la remoción de los contaminantes por medios físicos correspondientes al primer nivel de tratamiento y que se usa para

retirar de las aguas residuales los sólidos orgánicos e inorgánicos sedimentables, auxiliándose de las operaciones unitarias de sedimentación primaria, separador y desnatador, flotación y tanque IMHOFF.

En general las operaciones unitarias que involucra el tratamiento primario logran un 90% de remoción de sólidos suspendidos, así como una reducción en el contenido de DB05 del 25%

De esta manera el agua puede ser usada en irrigación de cultivos con una adecuada desinfección, y reusada excepto para abastecimiento público o ciertos procesos industriales.

TRATAMIENTO SECUNDARIO.

Se denomina tratamiento secundario a la remoción de contaminantes de las aguas residuales por medios biológicos (que resultan ser los más económicos), de materia orgánica soluble y en suspensión, aunque algunos autores lo clasifican también como medios físicos-biológicos.

El parámetro fundamental con el cual se diseñan este tipo de sistemas de tratamiento, es el de la demanda bioquímica de oxígeno (DB05) que es la cantidad de oxígeno requerido por los microorganismos, para estabilizar, degradar, oxidar o transformar la materia orgánica, por procesos biológicos.

En este nivel, la materia orgánica de las aguas residuales es descompuesta por acción anaerobia o aerobia según el grado deseado para su descomposición. Casi invariablemente el tratamiento secundario es del tipo aeróbico, puesto que en

este la descomposición es estable e inofensiva, mientras que en el tipo anaeróbico se debe explotar en un sistema cerrado en donde la materia orgánica es demasiado concentrada.

Las operaciones unitarias más comunes que intervienen en el tratamiento secundario son:

Lagunas de estabilización, filtros biológicos, discos biológicos, lodos activados, canales de oxidación, sedimentación secundaria, lagunas aereadas y contacto anaerobio.

Aunado a los procesos de tratamiento secundario se lleva a cabo la desinfección, la cual puede remover 85% de la DBO, así como sólidos suspendidos y casi todos los organismos patógenos, no así otros contaminantes como son nitrógeno, fósforo, DQO soluble, metales pesados, etc., que son removidos en cantidades mínimas con este tipo de tratamiento y estos contaminantes suelen ser riesgosos para el hombre y el medio ambiente, por lo que es necesario un tratamiento avanzado.

TRATAMIENTO TERCIARIO O AVANZADO.

El tratamiento terciario o avanzado corresponde al tercer nivel de tratamiento, en donde se remueven los contaminantes de las aguas residuales por medios químicos aunque algunos autores lo clasifican como la aplicación de procesos físicos, biológicos y químicos.

Con este nivel de tratamiento se logra que cualquier agua residual se convierta en agua potable o de una mejor calidad.

El tratamiento terciario involucra las operaciones unitarias

de filtración, desinfección, intercambio iónico, adsorción con carbón activado, coagulación y floculación, ozonación, osmosis inversa, flotación, destilación, adsorción de amoníaco, diálisis, electrodiálisis y cloración. Este tipo de operaciones unitarias son aplicables para resolver problemas de contaminación y mejoran sustancialmente la calidad del agua tratada para dejarla lista para su reuso en bastantes aplicaciones.

A continuación se mencionará cada uno de los procesos de tratamiento en forma superficial como una mera forma de darlos a conocer y no profundizar en su diseño, ya que el mismo se elabora en base a los datos de gasto y tiempos de retención en estanques, además que no es la intención del presente estudio.

PROCESOS DE PRETRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.

El objetivo básico del pretratamiento, es el de evitar el paso de los sólidos arrastrados de gran y mediano tamaño con el fin de no provocar daños a equipos electromecánicos, y evitar al máximo atascamientos e inundaciones en el sistema. A continuación se mencionan las operaciones unitarias más comunes que intervienen en el pretratamiento de aguas residuales.

CRIBADO.

Esta operación se lleva a cabo mediante rejillas de distintos tipos, básicamente tres; rejillas gruesas (con separaciones de

5 cm.), rejas medianas (con separaciones de 2-5 cm.) y rejillas (con separaciones de 1-2 cm. entre claros libres).

Las rejas van sumergidas en el agua a una profundidad que varía según lo profundo del canal, con alturas sobre el espejo del agua de 30-70 cm. para evitar el paso de sólidos parcialmente sumergidos.

La limpieza de las rejas se lleva a cabo por medios manuales o automáticos, dicha limpieza debe ser un proceso continuo para evitar atascamiento de las rejas y de las aguas residuales, de esta manera se impiden sedimentaciones que ocasionan malos olores y formación de ácido sulfhídrico, el cual ataca al concreto y a las estructuras metálicas. (ver figura 18 y 19).

El material sólido desalojado de las rejas debe ser enterrado o incinerado, ya que es altamente ofensivo.

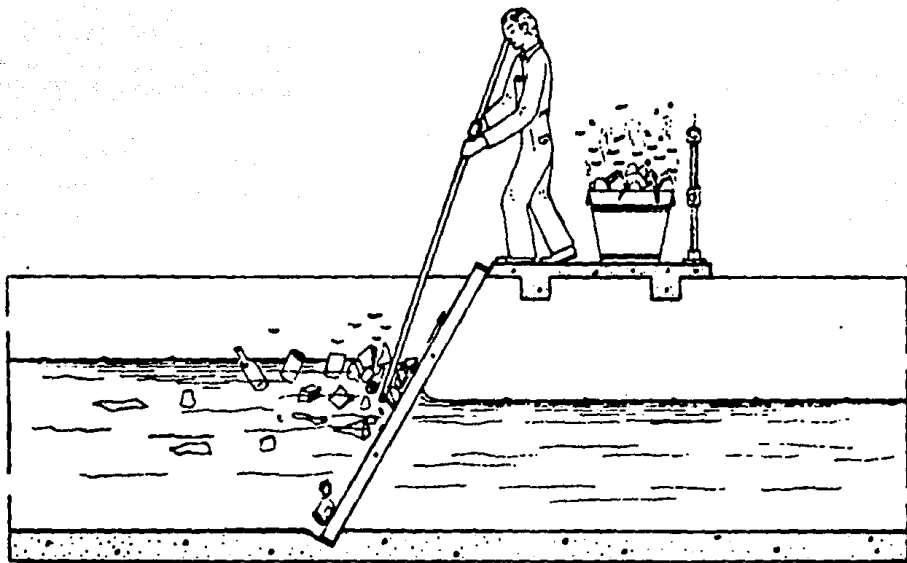
Este tipo de rejas está normalmente patentado así que el Ingeniero no diseña sino selecciona el equipo deseado en base a sus necesidades, así el ancho del canal tendrá que ajustarse a las dimensiones de la reja.

Independientemente de que las rejas sean de operación manual o automática, rectas o curvas, el fin es el mismo, el de impedir el paso de sólidos en suspensión.

Los datos básicos para una buena selección de rejas son:

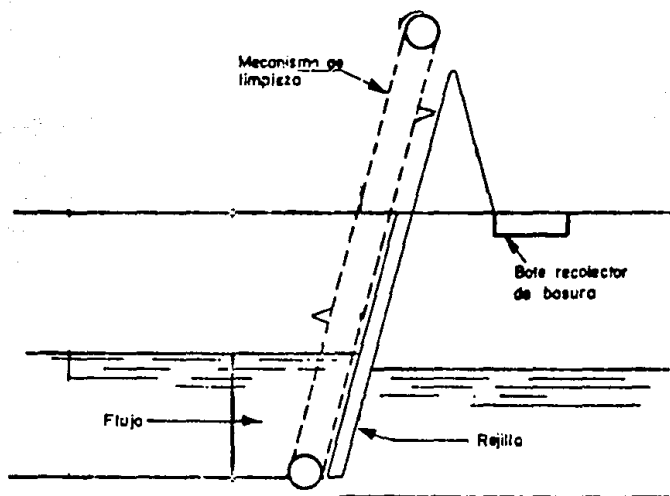
- Abertura entre barras (2.5 - 5 cm. para limpieza manual y 1.5 - 2 cm. para limpieza mecánica).
- Inclinación sobre la horizontal de 30 a 45°.
- Velocidad de 60 - 75 cm./seg.

FIG.16 LIMPIEZA MANUAL DE REJILLAS



CORTESIA DE IMTA

FIG.19 LIMPIEZA MECANICA DE REJILLAS



FUENTE DE INFORMACION SARH

NEUTRALIZACION.

Es el proceso que se emplea para aguas muy ácidas o alcalinas las cuales son neutralizadas a un ph de 7, el cual es neutro y permite cualquier tratamiento posterior más eficiente.

HOMOGENIZACION.

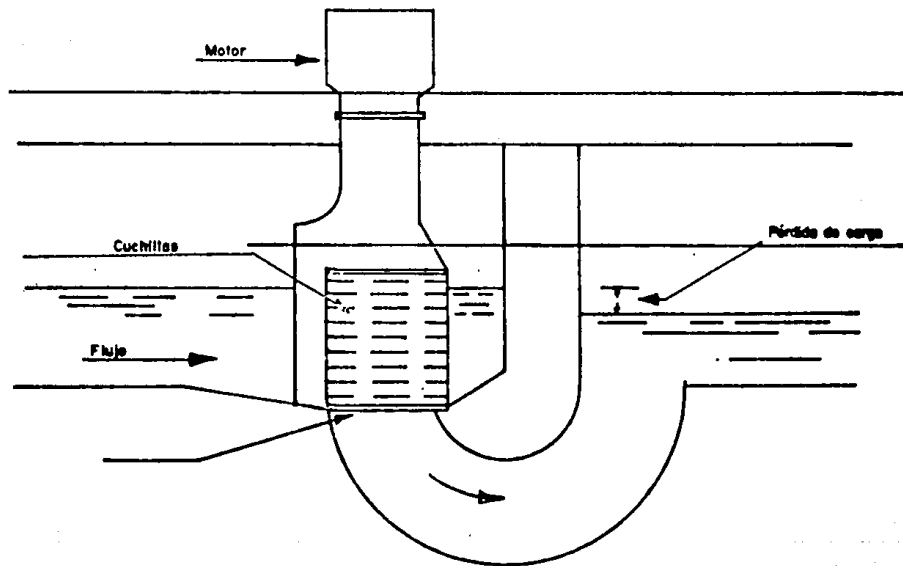
Como su nombre lo indica, este proceso se emplea para uniformizar la concentración de un contaminante.

DESMENUZADORES.

El proceso de desmenuzado, es una operación que tiene el fin de desintegrar todos aquellos sólidos hasta cierto tamaño, de tal manera que las aguas a tratar en otro proceso sean adecuadas y así evitar daños a equipos. Se pueden combinar cribado y desmenuzado, esto a base de rejillas que constan de hojas afiladas, ya sean fijas o móviles que actúan en forma continua para ir desmenuzando ciertos sólidos hasta dejarlos de un tamaño aproximado de 6 mm. Esto se hace con el propósito de disminuir el proceso de limpieza de las rejillas y así las aguas puedan bombearse y ser manejadas sin dificultad en los procesos subsecuentes.

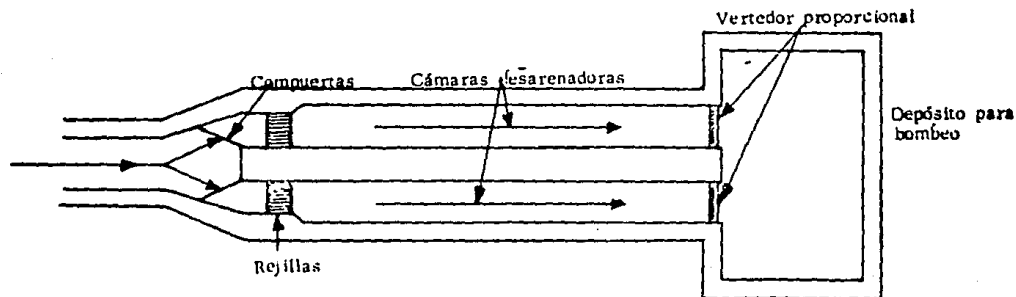
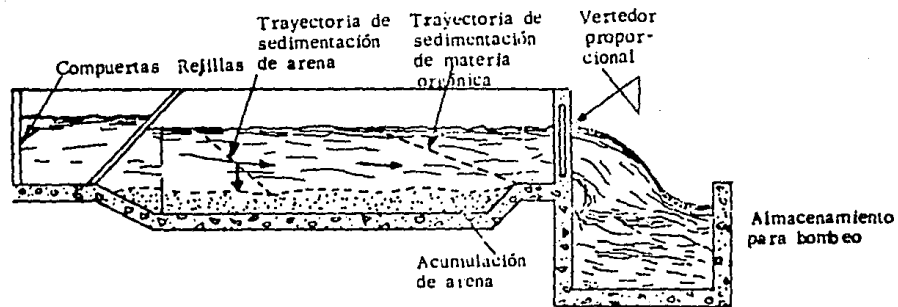
Los desmenuzadores Trituran el material flotante que acarrean las aguas residuales, enviándolo nuevamente a la corriente de las mismas una vez ya triturado, su colocación puede ser a nivel del agua y sumergidos. (ver figura 20).

FIG.20 DESMENUZADOR



FUENTE DE INFORMACION IHTA

FIG.21 DESARENADOR SENCILLO Y DOBLE



DESARENADORES.

Normalmente las aguas residuales contienen cierta cantidad de arenas, cenizas y hasta grava, a las cuales se les ha clasificado como arenas.

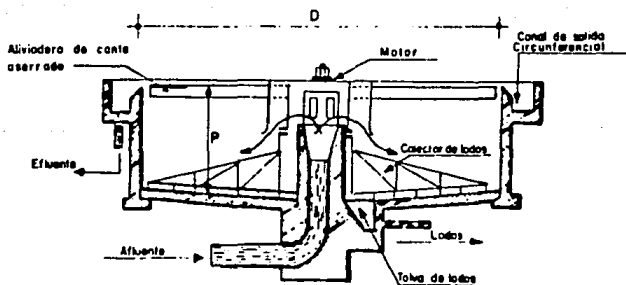
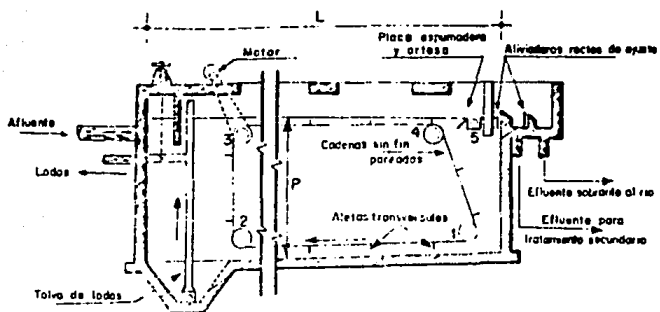
Para ser separados estos contaminantes de las aguas, es necesario auxiliarse de los desarenadores que son en forma de canal o de tanque ciclónico y ayudan a regular la velocidad del flujo de las aguas residuales, con el fin de que las partículas mayores de 2 mm., sean sedimentadas. También ayudan a reducir las posibles obstrucciones en los cambios de dirección de tuberías y eliminan la abrasión de las mismas, además también disminuyen la frecuencia de evacuación de lodos de los sedimentadores y su objetivo principal, es el de evitar la circulación de arenas que pueden dañar los equipos de bombeo.

Los tanques o cámaras desarenadoras (figura 21), generalmente van localizados antes de las bombas o de los desmenuzadores y van precedidos por cribado. Normalmente los desarenadores se diseñan en forma de grandes canales, en estos la velocidad de las aguas residuales se ve lo suficientemente disminuida con el fin que ahí se depositen los sólidos sedimentables.

Normalmente las cámaras desarenadoras se construyen en paralelo para facilitar la limpieza normal de una, mientras que la otra continúa operando.

Se diseñan tanto para ser limpiados a mano o mecánicamente, la aplicación de uno u otro dependerá del volumen de agua

FIG.22 TANQUES DE SEDIMENTACION RECTANGULAR Y CIRCULAR



FUENTE DE INFORMACION UNAM

residual a tratar y del aspecto económico.

Los desarenadores de limpieza manual deben limpiarse cuando las arenas depositadas ocupen un espacio del 50-60% del tanque desarenador. En el caso de desarenadores de limpieza mecánica, se deben limpiar a intervalos regulares con el fin de evitar sobrecargas en el mecanismo limpiador.

El mal olor en las arenas significa una sobrecarga de materia orgánica en el mismo, lo cual nos indica que se debe hacer un desalojo y limpieza total del equipo.

IGUALACION.

Es el proceso de uniformización para que sean constantes las variaciones de gasto, puesto que la mayoría de las plantas de tratamiento de aguas residuales, son diseñadas considerando gasto y concentración de contaminantes uniformes. Las variaciones de estos parámetros influyen negativamente en las eficiencias de los diversos procesos, por lo tanto es importante llevar a cabo el proceso de igualación, el cual consiste en poner un tanque en línea entre los desarenadores y sedimentador primario.

PROCESOS UNITARIOS QUE SE APLICAN EN EL TRATAMIENTO PRIMARIO DE AGUAS RESIDUALES.

Como ya se comentó anteriormente, el tratamiento primario está enfocado a la eliminación de sólidos suspendidos, apoyándose en operaciones físicas que a continuación se mencionan.

SEDIMENTACION PRIMARIA.

Es un proceso físico de separación de partículas sólidas (menores de 2 mm) en suspensión por caída libre como arena, cenizas u otros sólidos, que van a dar al sistema de drenaje municipal por las coladeras y resquebrajamientos en las tuberías o a través de los drenajes habitacionales.

Se requiere una cámara desarenadora para su remoción, ya que como se mencionó anteriormente la presencia de arenas significa desgaste por abrasión en las bombas y otros equipos, así como obstrucciones y taponeamiento en los conductos. (ver figura 22).

Cuando las líneas de drenaje son muy profundas, no es práctico colocar dispositivos de remoción de arenas, en tales casos se requieren bombas resistentes a los abrasivos.

TANQUES AEREADOS.

Son unidades que cuentan con un dispositivo de aereación en el tanque para provocar, mediante el control de la cantidad de aire inducido, que se mantenga en suspensión la materia orgánica y sedimenten las arenas en el fondo del tanque (este sistema requiere de equipo y controles para el aire inducido, su costo y mantenimiento es alto).

DESGRASADO.

El desgrasado se lleva a cabo por flotación de microburbujas desde la profundidad de los sedimentadores primarios, estas burbujas suben a la superficie arrastrando grasas y aceites

siendo recolectadas en la superficie por medio de palas giratorias que depositan las grasas y aceites en tolvas para su disposición final.

En caso necesario las grasas y aceites pueden ser removidas por medio de procesos más sofisticados como los de flotación, coagulación y filtración rápida.

La disposición de grasas y aceites es poca en el tipo de aguas residuales domésticas y su valor comercial es nulo, las natas flotantes pueden ser incineradas o enterradas para evitar malos olores.

FLOTACION.

Existen dos procesos de flotación que es la natural y la provocada; flotación natural es un proceso físico de separación de partículas sólidas menos pesadas que el agua, que por su naturaleza o forma al estar en reposo tienden a concentrarse en la superficie que los contiene.

En la flotación provocada se aprovecha la facilidad que tienen ciertas partículas para unirse con burbujas de gas (generalmente aire) inducido artificialmente y formar conjuntos "partícula-gas" concentrándose éstas en la superficie libre del líquido del que se trata de separar.

Los flotadores generalmente son tanques o canales de forma rectangular o circular y de baja velocidad a donde se reposan las aguas, controlando la alimentación y descarga del líquido. La capa de fangos acumulada en la superficie, se elimina por barrido de rasquetas que los conducen hacia un

canal de evacuación dispuesto en uno de los extremos, en el caso de ser rectangular, y a un canal radial de evacuación cuando son circulares.

Las aplicaciones de la flotación en el tratamiento de aguas son múltiples, a continuación se mencionan algunas de ellas:

- Separación y recuperación de fibras en aguas de papelera.
- Separación de aceites, floculados o no, en aguas residuales de refinerías, aeropuertos, metalurgia, etc.
- Separación de hidróxidos metálicos o de pigmentos en tratamientos de aguas residuales industriales.
- Espesamiento de fangos activados procedentes del tratamiento de aguas residuales orgánicas.

TANQUES IMHOFF.

Este tipo de procesos fué desarrollado por el Dr. Karl Imhoff. Son tanques de doble acción y su objetivo principal es el de impedir que los sólidos que se han separado de las aguas negras se mezclen nuevamente con ellas, permitiendo la retención de estos sólidos para su descomposición en la misma unidad, además de proporcionar un efluente aceptable para un tratamiento posterior.

Existen dos formas de tanques, rectangulares y circulares y generalmente van provistos de una cámara superior por la cual pasan las aguas negras en su periodo de sedimentación, además de una cámara inferior donde la materia sedimentada permanece estática para su digestión anaerobia, contiene también una trampa para impedir que los gases producidos por

la descomposición de los sólidos arrastren a estos en su ascenso a la superficie, de esta forma los gases y partículas ascendentes de lodo son desviadas hacia la cámara de natas y respiradero.

Los tanques IMHOFF son utilizados para comunidades de 5000 habitantes o menos, estos tanques ofrecen ventajas para el tratamiento de aguas residuales domésticas por su operación pues es muy simple y no tiene partes mecánicas.

A nivel rural y especialmente en clima caluroso son convenientes, pues esto facilita la digestión de lodos, aunque hay que tener en cuenta que con ello se producen olores desagradables. Este equipo se muestra en la figura 23.

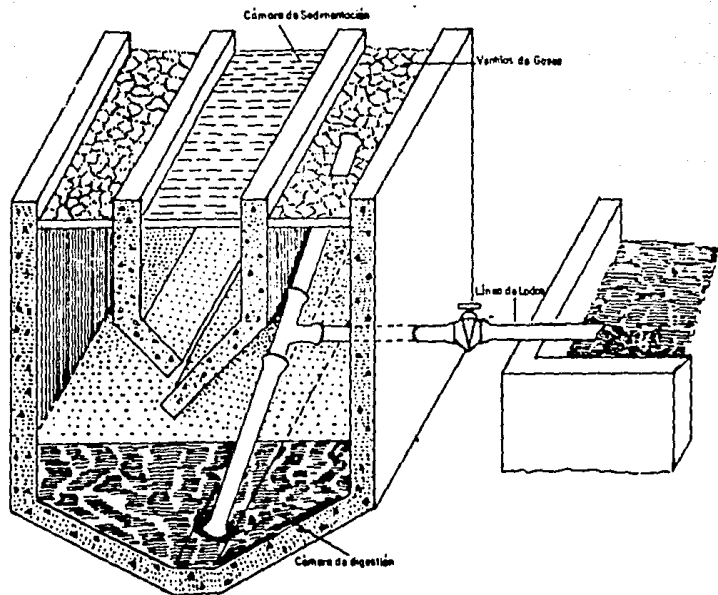
PROCESOS UNITARIOS QUE SE APLICAN EN EL TRATAMIENTO SECUNDARIO DE AGUAS RESIDUALES.

Todo aquél tratamiento que realice la remoción de contaminantes empleando medios biológicos, se le clasifica como secundario: a continuación se menciona los procesos unitarios que intervienen en dicho tratamiento.

PROCESO DE LODOS ACTIVADOS.

Se le denomina proceso de lodos activados, al procedimiento que pone en contacto al agua residual con una masa biológica preformada en un tanque de aereación, logrando que la materia orgánica presente en el agua residual sea degradada o descompuesta a sustancias más simples e inocuas para el me-

FIG.23 TANQUE IMHOFF



dio ambiente.

Es un proceso biológico que se desarrolla con una población microbiana, la cual se forma al aerear en forma intensa el agua residual en un estanque por difusión o por medios mecánicos, ahí los microorganismos toman el oxígeno de la atmósfera después de un tiempo de aireación de 4-8 horas, para posteriormente pasar a la sedimentación secundaria donde se separan por gravedad los lodos (células) y el agua sin materia orgánica, a los lodos mezclados y aerados se les ha dado el nombre de licor mezclado; de este tanque el licor fluye al sedimentador en el cual conforme se va efectuando la sedimentación, se descarga por la parte superior el líquido clarificado y por la parte inferior el lodo es evacuado. (Ver figura 24).

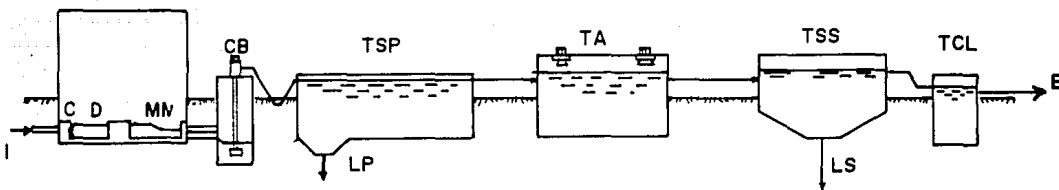
El proceso descrito anteriormente corresponde al sistema convencional y se han tenido que desarrollar variantes a dicho sistema con el fin de mejorar ciertos resultados operacionales, algunas de estas variantes son:

MEZCLA COMPLETA. - En este proceso el agua residual y los lodos de retorno son introducidos al tanque de aireación en diversos puntos a lo largo de un canal central, lográndose así la característica de operación de mezcla completa.

En este proceso la eficiencia de remoción de DBO5 es de 85 a 95% y el sistema de aireación puede estar constituido por difusores o aeradores mecánicos.

FIGURA 24

DIAGRAMA DE FLUJO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE LODOS ACTIVADOS



I - Influyente

C - Cribado

D - Desarenador

M - Medidor Parshall

CB - Carcamo de Bombeo

TA - Tanques Aerados

LP - Lodos Primarios

LS - Lodos Secundarios

TSP - Sedimentación Primaria

TSS - Sedimentación Secundaria

TCL - Cloración

E - Efluente

AERACION GRADUADA, ESCALONADA Y EXTENDIDA.- La aereación graduada tiene como objetivo el suministrar solo la cantidad de aire que es demandada por los microorganismos conforme el liquido atraviesa el tanque de aereación, en la aereación escalonada, se introduce en distintos puntos del tanque de aereación el agua residual y el mismo está dividido en cuatro o más cámaras por medio de deflectores, siendo cada cámara una fase que se conectan entre si.

La aereación extendida se conoce tambien como de oxidación total, y tiene por objeto minimizar la cantidad de lodo, lo cual se consigue incrementando el tiempo de residencia del agua residual en el tanque manteniendo una baja cantidad de materia orgánica, de esta manera se logra consumir casi todo el lodo degradable.

ESTABILIZACION POR CONTACTO.- Esta variante realiza la eliminación de la DBO en dos etapas. La primera es de adsorción, la cual se realiza en un tanque llamado de contacto, donde se adsorben la mayor parte de materia orgánica.

La segunda etapa se realiza en un tanque llamado de estabilización, llevándose a cabo la asimilación metabólica de la materia orgánica.

El uso de este proceso permite una reducción en la capacidad de aereación.

LAGUNAS DE ESTABILIZACION.

Es uno de los sistemas de tratamiento más económico que se

conoce y son grandes estanques de agua en reposo (15-30 días) relativamente superficiales, hechos de tierra de forma y tamaño controlados.

Las lagunas de estabilización son comunidades biológicas, en las que se desarrolla un proceso continuo de cambios de poblaciones orgánicas, donde se lleva a cabo la degradación de la materia orgánica. Los principales microorganismos que participan en la estabilización de los desechos son algas, bacterias y hongos. (Ver figura 25).

Dichas lagunas se clasifican de acuerdo al tipo de actividades biológicas que desarrollan, de la siguiente manera:

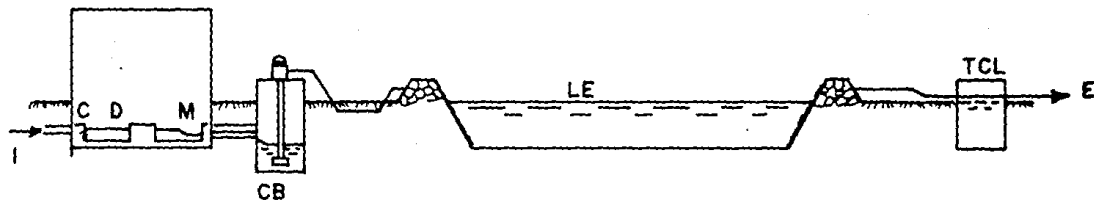
LAGUNAS AEROBICAS.- En este tipo de lagunas las sustancias degradables suspendidas y disueltas se estabilizan por medio de las poblaciones aeróbicas microbianas, las cuales están abastecidas del oxígeno necesario, por medio de la fotosíntesis de las algas, así como por la transferencia de aire en la superficie de la laguna.

La profundidad de la laguna podrá ser modificada según las necesidades, si se desea la remoción de nutrientes, se deberá tener una alta producción de algas; por lo que la profundidad deberá fluctuar entre 15 y 45 cm. En cambio, si el objetivo es la producción de oxígeno, la profundidad podrá ser de hasta 1.50 m.

Estas lagunas se utilizan en áreas urbanas donde el terreno es insuficiente para aplicar lagunas facultativas. El efluente de estas lagunas puede contener una concentración

FIGURA 25

DIAGRAMA DE FLUJO DE UNA LAGUNA DE ESTABILIZACION



I - Influyente

C - Cribado

D - Desarenador

M - Medidor Parshall

TCL - Cloración

CB - Carcamo de Bombeo

LE - Laguna de Estabilización

E - Efluente

considerable de sólidos suspendidos, los cuales deben ser sedimentados en el caso de requerirse alta calidad del afluente.

LAGUNAS ANAEROBICAS.- Estas lagunas son capaces de funcionar con grandes cargas orgánicas, en este tipo las sustancias degradables se estabilizan por las poblaciones microbianas anaeróbicas, en ausencia continuada de OD.

Generalmente tienen una profundidad de 3.05 mts., y para no tener olores desagradables, se deben mantener en condiciones alcalinas. Los efluentes de estas lagunas se tratan en forma aeróbica antes de descargarlos a las aguas receptoras.

Estas lagunas son las más indicadas para mitigar los efectos de las temperaturas bajas pues tienen mayores temperaturas en su interior debido a su profundidad.

LAGUNAS FACULTATIVAS.- Son las más comunes y tienen una profundidad de 3 m. cuentan con algas creciendo en las capas superiores del agua, así como bacterias facultativas y aerobias en la parte intermedia y en la zona inferior bacterias anaerobias del lodo sedimentado. En la capa superior la materia orgánica es estabilizada por las bacterias aerobias y facultativas que usan el oxígeno producido por la actividad fotosintética de las algas. Los sólidos sedimentables forman una capa en el fondo de la laguna y sufren descomposición anaerobia que produce compuestos orgánicos solubles que pasan a la capa facultativa por difusión, entonces son

estabilizadas por las bacterias allí presentes.

FILTROS BIOLÓGICOS.

Uno de los procesos económicos y eficientes desarrollados para el tratamiento de aguas residuales, es el de filtros biológicos o percoladores.

En este proceso se usan medios filtrantes hechos generalmente de plástico o grava y se construyen con profundidades que van de 1 a 2 m.

El agua residual es distribuida por encima del lecho por medio de distribuidores giratorios, los cuales tienen dos o cuatro brazos, el lecho del filtro es de forma circular. El agua tratada se colecta generalmente en la parte inferior del filtro y es enviada a un sedimentador con el fin de separar los sólidos en suspensión que pudiese llevar.

La materia orgánica que contiene el agua residual es degradada por los microorganismos que se encuentran adheridos a la superficie del medio filtrante, llevándose a cabo en condiciones aerobias en la parte externa y en condiciones anaerobias en la parte interna.

El espesor de la capa microbiana es controlado por la velocidad del flujo, así como por la resistencia mecánica de la misma capa, ya que es más débil cuando es más gruesa, puesto que cerca del medio filtrante existe la presencia de metabolismo endógeno, lo cual provoca su desprendimiento y la formación de una nueva capa. (Ver figura 26).

De acuerdo a las cargas orgánicas o hidráulicas, los filtros

biológicos se clasifican en:

DE BAJA CARGA.- El funcionamiento de este tipo de filtro es sumamente seguro y la calidad del efluente es muy estable, es pobre en amoníaco y rico en nitritos debido a la población predominante de bacterias nitrificantes.

DE ALTA CARGA: Aquí la recirculación del efluente del filtro permite la aplicación de cargas orgánicas mayores, que alcancen la misma eficiencia de eliminación que en los filtros normales o de baja carga. La recirculación evita la obstrucción del filtro y reduce los problemas generados por el olor y las moscas.

DISCOS BIOLÓGICOS.

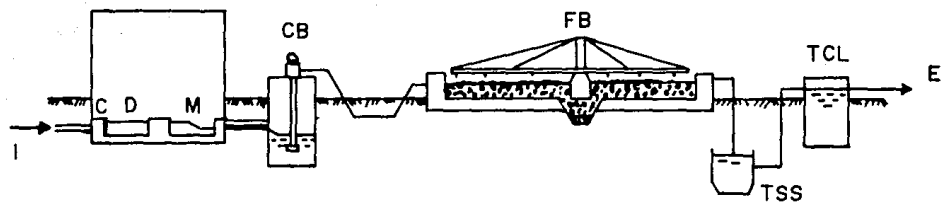
Este es un sistema de tratamiento mucho más económico que el de lodos activados, el cual proporciona un tratamiento efectivo a medianos volúmenes de agua residual.

Comúnmente se les llama biodiscos, en donde se hace pasar el efluente lentamente a través de un tanque horizontal cilíndrico y son instalados en forma transversal al mismo una serie de discos rotativos comunes a un eje, los cuales giran lentamente manteniendo en contacto el 40% de su superficie con la corriente del efluente.

Al girar los discos el efluente impregna la superficie de los mismos, de esta manera se forma una película (1-4 cm.) que al entrar en contacto con el aire, provoca que el oxígeno se transfiera a la película y dé lugar a la biooxidación de la materia orgánica.

FIGURA 26

DIAGRAMA DE FLUJO DE UN FILTRO BIOLÓGICO



I - Influyente

CB - Cárcamo de Bombeo

C - Cribado

FB - Filtro Biológico

D - Desarenación

TCL - Cloración

M - Medidor Pershall

E - Efluente

TSS - Tanque de Sedimentación Secundaria

Una de sus principales ventajas de este proceso es el de evitar los gastos de bombeo excesivos que tienen otros sistemas, ya que la caída de presión en los discos es mínima y solo es necesario un equipo motriz para hacer girar los mismos. El diagrama de flujo se muestra en la figura 27.

CANALES DE OXIDACION.

Los canales de oxidación, suministran el oxígeno a base de rodetes que circulan el agua en un circuito cerrado.

Este proceso de tratamiento biológico fué desarrollado con la intención de disminuir el costo y hacer la operación más fácil, puesto que se eliminan los desarenadores, digestores y sedimentadores primarios (en muchos casos también los secundarios).

Con este proceso es posible reducir la DBO en 90 a 98%.

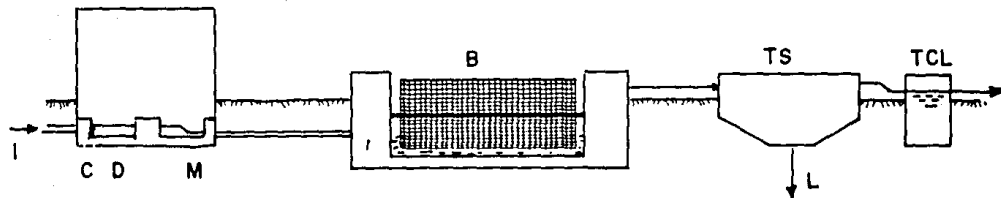
En general los canales de oxidación son una excavación del suelo en forma de un foso largo y angosto cerrado sobre si mismo, semejante a las pistas de los hipódromos. La única pieza móvil consiste en el equipo de aereación superficial, conocido como rotor de paletas. Ver figura 28.

PROCESOS UNITARIOS QUE SE APLICAN EN EL TRATAMIENTO TERCIARIO O AVANZADO DE AGUAS RESIDUALES.

Las operaciones que involucra el tratamiento terciario son las que dan un grado de pureza al agua residual, para que

FIGURA 27

DIAGRAMA DE FLUJO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO CON BIODISCOS



I - Influyente

C - Cribado

D - Desarenador

M - Medidor Parshall

TCL - Cloración

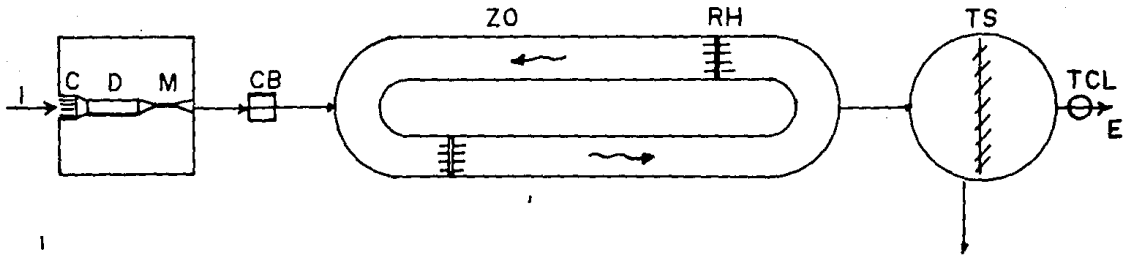
TS - Tanque Sedimentador

B - Biodisco

L - Lodos

FIGURA 28

DIAGRAMA DE FLUJO DE UNA ZANJA DE OXIDACION



I - Influyente

C - Cribado

D - Desarenación

M - Medidor Parshall

CB - Carcamo de Bombeo

ZO - Zanja de Oxidación

RH - Rotor Horizontal

TS - Tanque Sedimentador

TCL - Cloración

L - Lodos

E - Efluente

así sea aplicada a bastantes usos, a continuación se mencionan algunas de ellas.

ADSORCION CON CARBON ACTIVADO.

Este proceso ha demostrado ser eficiente en la tratabilidad de las aguas residuales, ya que está enfocado a remover compuestos orgánicos complejos, nutrientes como el fósforo y nitrógeno, así como turbiedad y sólidos suspendidos.

El carbón activado granular generalmente tiene el tamaño de la arena para filtros (0.1 - 1 mm. de diámetro), y puede obtenerse a partir de turba, lignito y carbón de las fábricas de papel.

Por métodos experimentales se ha determinado que su poder de adsorción es suficientemente bueno para ser aplicado como proceso de tratamiento terciario, ya que es mucho mejor que las arcillas, puesto que es un cuerpo puro. La estructura del carbón activado es tan porosa que el volúmen de los vacíos es del orden del 80 al 90% de su volúmen total, y es ampliamente utilizado para la adsorción de colores y sabores.

Los lechos de carbón activado granular se pueden aplicar como filtros o absorbentes. Los tiempos de contacto entre el agua residual y el carbón activado son de 1.7 minutos aproximadamente, un tiempo de contacto más largo no proporciona mayor remoción de contaminantes.

A medida que el carbón activado adsorbe los contaminantes de las aguas residuales, sus poros se saturan y por lo tanto el

carbón debe regenerarse para su reuso. Este proceso se ilustra en la figura 29.

FILTRACION.

Este proceso es una aplicación física en la cual se remueven partículas suspendidas del agua en un medio poroso fino.

Uno de los ejemplos más típicos y naturales de filtración es la claridad de las aguas de pozos y manantiales, que proporcionaron al hombre la idea de filtración de agua a través de medios porosos tales como la arena.

A la combinación de medios filtrantes como la arena, el carbón de antracita triturado, la tierra de diatomeas, el carbón activo y la perlita, se le dá el nombre de filtros de medios dobles y múltiples.

Los de medio doble pueden ser de antracita y arena; carbón activo y arena; lechos de resina y arena; y lechos de resina y antracita.

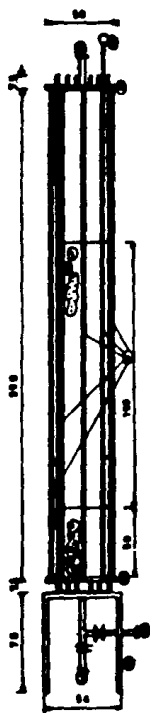
Los de medios múltiples son más prometedores y se integran de: antracita, arena y granate; carbón activo, arena y granate.

En la actualidad los más usados son los filtros de arena en sus dos modalidades, rápidos y lentos.

Los filtros que están descubiertos a la atmósfera se conocen como de gravedad y los que están encerrados en un tanque a presión se les conoce como de presión.

Los filtros lentos de arena básicamente consisten en un estanque de concreto cubierto, de unos 3 - 4 metros de profun-

FIG.29 UNIDAD DE ADSORCION EN CARBON ACTIVADO



- 1-BOVEDILLA.
 2-VALVULA DE ADSORCION EN CARBON
 ACTIVADO. 200 G.
 3-PLACOTE.
 4-MANOMETRO.
 5-PISTON DE ACERO.
 6-FERRETE.
 7-PLACOTE.
 8-DE VITR. ALCO.
 9-VALVE.
 10-LECHE DE CARBON
 11-LECHE DE SALVA.

didad, éste es operado con alturas de agua de 90 - 150 cm., y se van cubriendo con capas de grava gruesa (desde 5 cm.) y poco a poco con capas de grava hasta de unos 3 mm., que quedan en la parte superior.

Los filtros rápidos tienen la capacidad de filtrar 30 veces más rápido flujos de aguas y a mayor velocidad que los filtros lentos, este tipo de filtro requiere de un tratamiento preparatorio, aunque su costo es bajo con respecto al lento, no así su costo de operación.

Existen otros tipos de filtros, los de precapa, que consisten en una capa delgada de tierra de diatomeas o perlita, la cual se desecha al final de cada ciclo de tratamiento. Debido a que requieren de menos espacio, estos filtros se aplican en la filtración industrial y de albercas.

El costo es más bajo en este tipo de filtros con respecto a los de arena, pero sus costos de operación son altos.

La filtración con arena da un efluente estable, transparente y cristalino, casi completamente oxidado y nitrificado.

No contiene sólidos sedimentables, la eficiencia en la eliminación de bacterias está entre el 98 y el 99%, la reducción de la DBO es del 90% y la de los sólidos en suspensión es del 75%.

Los filtros rápidos son aplicables aún en aguas altamente contaminadas y son sumamente eficientes con tratamiento previo de coagulación y sedimentación, puesto que no son tan efectivos como los filtros lentos. Ambos filtros requieren de cierto grado de turbidez en las aguas, para evitar su

obstrucción y así entregar un efluente de mayor calidad.

La limpieza se hace normalmente aplicando agua en sentido ascendente a alta velocidad o utilizando agua y aire.

El problema práctico de la filtración se plantea considerando las condiciones de turbiedad y color de las aguas crudas.

La filtración se puede aplicar como tratamiento avanzado con el fin de remover flóculos biológicos residuales de un tratamiento secundario, así como para la remoción de remanentes de la coagulación química antes del paso de adsorción con carbón activado. El proceso se ilustra en la figura 30.

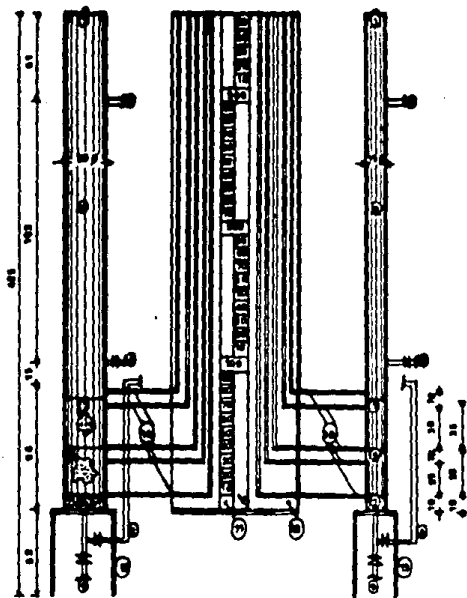
OSMOSIS INVERSA.

Es un proceso de purificación del agua por medio de separación por membranas, una membrana puede definirse como una fase que actúa como una barrera al flujo de especies moleculares.

El fenómeno físico que interviene en la ósmosis inversa, recibe el nombre de difusión, el cual consiste en el movimiento de moléculas de un medio de mayor concentración a otro de menor concentración, de tal manera que las moléculas quedan repartidas homogéneamente. Por lo tanto el efecto de la ósmosis es siempre el de diluir una solución más concentrada.

Este proceso se asemeja bastante al de filtración, ya que ambos implican una separación de un sólido y un líquido a partir de ciertos dispositivos que retienen algunos componentes de las aguas tratadas, por tal motivo al proceso de ósmosis inversa también se le conoce como hiperfiltración,

FIG.30 UNIDAD DE FILTRACION



LEGENDA:

- 1-CONDUITO
- 2-COLUMNA DE FILTRACION
- 3-VALVULA DE REGULACION A OROLOGO
- 4-TUBERIA DE UNIONES Y DE BRIDAS
- 5-APORTE DE ARRIBA
- 6-APORTE DE ARRIBA SIN
- 7-APORTE DE ARRIBA
- 8-CONDUITO
- 9-RETENCION
- 10-REJILLA DE MALLAS DE LAS PERFORAS DE CARRA EN LOS SUPORTES LIDOS.
- 11-ESTRADA
- 12-TABLA
- 13-ESTRUCTURA DE SOPORTE

ESCALA: 1:25
AUT. 626

que se usa bastante en la desalación de aguas marinas y salobres.

Los tipos de membranas que se utilizan, son de varios materiales naturales semipermeables como son: el coloidón, los celofanes, fibras de vidrio porosas y precipitados inorgánicos tales como el zinc y fosfato orgánico.

El proceso de ósmosis inversa, remueve un alto porcentaje de materia orgánica, turbidez, bacterias y virus, así como materia inorgánica.

Para evitar pérdidas de flujo ocasionadas por el ensuciamiento de las membranas, se recomienda llevar a cabo pretratamientos del agua tratada, como el de adsorción con carbón activado, seguido de filtración, puesto que este proceso tiene altos costos de operación y mantenimiento, así como la poca durabilidad de las membranas. Ver figura 31.

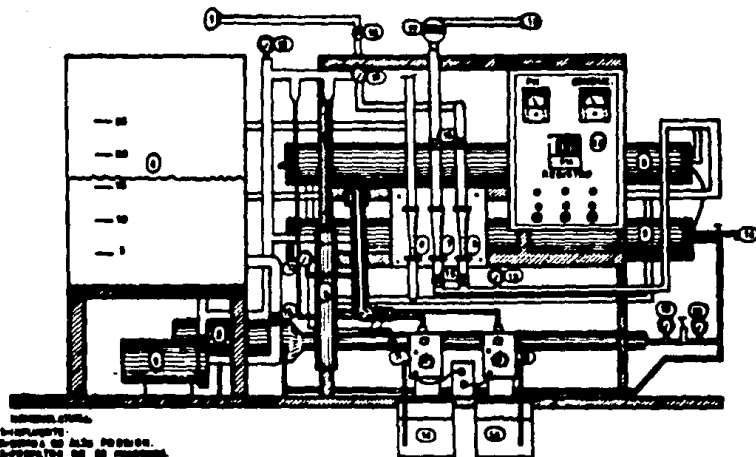
INTERCAMBIO IONICO.

Este proceso es uno de los que más avances tecnológicos ha tenido en el campo de tratamientos de aguas.

El intercambio iónico es un proceso mediante el cual los iones que entran en contacto con determinadas sustancias sólidas son absorbidos por estos, cediendo a su vez otros iones.

Esto solo puede realizarse entre iones que tengan la misma naturaleza eléctrica, los materiales insolubles que se utilizan para llevar a cabo el intercambio iónico, pueden ser compuestos inorgánicos u orgánicos, naturales o sintéticos.

FIG.31 UNIDAD DE OSMOSIS INVERSA



INDICACIONES:
 1- MOTOR
 2- SERVIDOR DE ALTA PRESION.
 3- SERVIDOR DE BAJA PRESION.
 4- TAMBOR DE MEMBRANAS.
 5- CONTROLADOR DE P.D.
 6- SERVIDOR DE REGULACION DE FLUJO.
 7- SERVIDOR DE REGULACION DE PRESION.
 8- SERVIDOR DE REGULACION DE TEMPERATURA.
 9- SERVIDOR DE REGULACION DE PH.
 10- SERVIDOR DE REGULACION DE CONDUCTIVIDAD.
 11- SERVIDOR DE REGULACION DE DUREZA.
 12- SERVIDOR DE REGULACION DE OXIGENO DISUELTO.
 13- SERVIDOR DE REGULACION DE CLORO.
 14- SERVIDOR DE REGULACION DE AMONIACO.
 15- SERVIDOR DE REGULACION DE NITROGENO DISUELTO.

16- SERVIDOR DE REGULACION DE PH.
 17- SERVIDOR DE REGULACION DE TEMPERATURA.
 18- SERVIDOR DE REGULACION DE CONDUCTIVIDAD.
 19- SERVIDOR DE REGULACION DE OXIGENO DISUELTO.

Los primeros tienen el inconveniente de ser suaves y poco resistentes a la abrasión.

El proceso de intercambio iónico es ampliamente usado para la suavización del agua, en procesos industriales que requieren de aguas suaves.

En general este proceso es uno de los más usados con el fin de desmineralizar tanto las aguas potables como las aguas residuales, principalmente se utiliza en el tratamiento de aguas de calderas y de procesos. Las resinas que intervienen una es de aniones y otra de cationes el proceso es costoso, y por lo tanto no es muy aplicado.

NITRIFICACION Y DESNITRIFICACION.

Podemos decir que la conversión de amoniacos a nitritos y nitratos se conoce como nitrificación y este proceso es llevado a cabo en sistemas de tratamientos biológicos con cargas orgánicas bajas y altas temperaturas. Por otro lado la desnitrificación se lleva a cabo bajo condiciones anaeróbicas para reducir los nitratos a nitritos y estos a gas nitrógeno, normalmente la nitrificación se realiza en el tanque de aeración y la desnitrificación en el clarificador.

Es muy importante llevar a cabo este proceso, ya que una concentración de 0.25 - 0.30 mg/l de nitrógeno amoniacal en las aguas residuales vertidas en las aguas receptoras, podría ser letal para los peces, así mismo los nitratos son fáciles de asimilar causando crecimiento de algas, también cuando el agua para consumo humano está contaminada por ni-

tratos excesivos, produce a los infantes lo que se conoce como la metahemoglobinemia (niños azules).

Los métodos principales para la remoción de nitrógeno son: la desorción del amoniaco, intercambio iónico y cloración al punto de ruptura.

CLORACION.

Es un proceso en donde se determina la cantidad necesaria de cloro que habrá que aplicar a una agua residual tratada.

Si se añade una pequeña cantidad de cloro, este reacciona con los compuestos de las aguas transformándose en cloruros y no hay desinfección, si se añade un poco más formará cloraminas que tienen cierta acción desinfectante, añadiéndosele más cloro se obtiene cloro combinado que tiene mayor acción desinfectante, aún si se le agrega más para que reaccione con la totalidad de los compuestos de las aguas, se forma el cloro libre disponible que es el que finalmente tiene la mayor acción desinfectante.

Por lo tanto la cantidad de cloro que se debe agregar a ciertas aguas residuales es variable, y a esto se le define como demanda de cloro.

La cantidad que sobre después de satisfacer la demanda de cloro se define como cloro residual, y su valor es de 0.5 PPM que es un valor eficaz que puede tomarse como guía.

La cantidad de cloro que se requiere para producir un cloro residual de 0.5 mg/l, varia de 12 - 24 kg., por cada mil metros cúbicos.

La cloración residual libre, es la aplicación del cloro a un agua para producir un residuo de cloro libre disponible y mantenerlo en toda la planta de tratamiento o en la red de distribución.

La cloración al punto de ruptura, es la cantidad requerida de cloro para que el amoniaco sea oxidado, y es aplicable en donde la calidad del agua cruda es pobre y la inactivación de los virus está indicada. También se aplica para oxidar el fierro y magnesio, así como cuando el tiempo de contacto no es el suficiente para obtener la desinfección o cuando persisten sabores y olores desagradables después del tratamiento.

Se tienen distintas definiciones de cloración según su punto de aplicación, así tenemos:

CLORACION SIMPLE.- Es cuando se aplica cloro a un agua que no recibe otro tratamiento.

PRECLORACION.- Es la aplicación del cloro al agua antes de cualquier otro proceso de tratamiento, con esto se obtiene un mejor funcionamiento de los filtros, así como la reducción de olores y sabores malos.

POSTCLORACION.- Es cuando se aplica cloro enseguida de cualquier otro proceso de tratamiento, la forma más común es cuando se sigue la filtración para la desinfección.

RECLORACION.- Es cuando se aplica cloro después de cloraciones previas, en uno o más puntos del sistema de tratamiento.

FLOCULACION.

La floculación, puede ser producida por efecto del calor de la electricidad, de agentes químicos, etc., y consiste en la precipitación de las partículas sólidas, las cuales, sin fundirse unas con otras permanecen aprisionadas en una masa, formando así conglomerados (flóculos), los cuales entrapan a los contaminantes formando complejos insolubles, precipitándolos en la solución y separándolos por gravedad (sedimentación, flotación o filtración).

COAGULACION.

Consiste en la adición de un agente químico a una dispersión coloidal, la cual resulta de desestabilizar las partículas disminuyendo la carga eléctrica de las partículas coloidales y formando hidróxidos complejos, es decir aquí se utilizan fuerzas electrostáticas o interiónicas.

La coagulación es el paso del estado líquido al de coágulo de un agente físico (como el calor) o químico (ácido, alcohol, sal mineral, etc.) en virtud de la cual una sustancia coloidal se agrega y solidifica.

La coagulación parece ser un fenómeno de deshidratación y se distingue de la floculación en que no es reversible como ésta, permite separar las materias coloidales por coagulación del líquido que los contiene. Las sustancias como sulfato de aluminio o cloro férrico adsorben partículas coloidales y materia orgánica y después por sedimentación son removidos los flóculos.

Los sólidos pequeños que no pueden ser removidos por un simple proceso de sedimentación son denominados coloides y el objetivo de la coagulación es convertir los coloides en partículas más grandes que sedimenten rápidamente.

Algunos autores definen el proceso de coagulación en tratamiento de agua, como un proceso físico químico, en el cual la colisión entre las partículas de turbidez y los coagulantes químicos resultan en su cohesión y su eventual sedimentación en forma de aglomerado.

Operacionalmente la coagulación se refiere a las reacciones que ocurren cuando se agrega un coagulante al agua, dando origen a la formación de productos insolubles, la floculación se refiere, en la definición operacional, al proceso de crecimiento de las partículas coaguladas, dando origen a un flóculo suficientemente grande y pesado.

La mayoría de los flóculos se asientan fácilmente, de manera que con el uso de equipos apropiados para su manejo, la carga de los filtros es reducida grandemente.

Si un agua turbia o coloreada se pasa a través del filtro esto se debe a que el color o la turbidez está formada por partículas coloidales que pasan por el medio filtrante. De aquí que sea necesario tratar el agua antes de filtrarla, de manera que estas partículas se aglomeren formando grumos que pueden ser retenidos por los filtros.

En relación a una planta de tratamiento de agua residual doméstica, la mayor parte de la información y datos disponibles que se tienen para la remoción de compuestos químicos

inorgánicos son referentes a coagulación convencional o ablandamiento con cal; los estudios de estos procedimientos demuestran que la eficiencia depende de varios factores tales como ph del agua tratada, tipo y dosis de coagulantes y concentración del contaminante, siendo el más importante el ph por su influencia en los límites de solubilidad de los hidróxidos metálicos y de los carbonatos.

De los procedimientos de remoción de compuestos químicos inorgánicos, el de coagulación es el más económico, siguiéndole en este renglón el intercambio iónico; otros métodos como ósmosis inversa, destilación y electrodiálisis son igualmente efectivos pero muy costosos.

Cabe indicar que no existe una sola técnica aplicable para la remoción que afecte a todos los contaminantes.

Los coagulantes deben usarse previo análisis del agua a tratar, de este modo podremos adecuarlos según las necesidades que se tengan.

Los coagulantes pueden ser ácidos o alcalinos, los de uso comercial más común son por ejemplo: sulfato de amonio, sulfato férrico, sulfato ferroso, coperas clorinadas (casi siempre son sulfatos) alumbre de potasio o amonio, aluminato de sodio, productos inorgánicos, coagulantes poliméricos orgánicos, etc.

DESINFECCION.

La desinfección tiene como objetivo evitar que los agentes infecciosos permanezcan en el agua tratada, ya que se emplea

para matar bacterias patógenas.

Para lograr esto se requiere que un desinfectante tenga la capacidad de destruir cualquier agente patógeno en un periodo de tiempo práctico, dentro de los parámetros adecuados de composición de las aguas tratadas. Por lo tanto un desinfectante no debe ser tóxico ni desagradable, debe tener un costo razonable y proporcionar una protección residual contra cualquier contaminante de las aguas de uso.

El proceso de desinfección del agua involucra un tratamiento especializado para destruir por tiempos largos y temperaturas relativamente altas, cualquier agente patógeno y esto se logra mediante la aplicación de agentes físicos y químicos a saber:

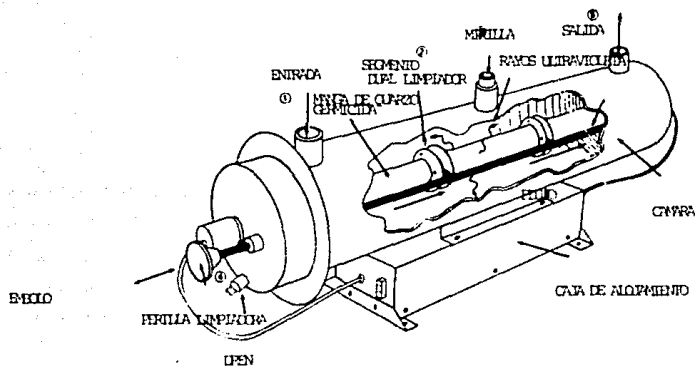
AGENTES FISICOS.

CALOR.- Este proceso se lleva a cabo haciendo hervir el agua hasta su punto de ebullición.

LUZ ULTRAVIOLETA.- Es un proceso mediante el cual los efectos biológicos de la radiación se hacen intensos, mediante ondas electromagnéticas, esto se hace mediante la lámpara de vapor de mercurio. Con dosis relativamente grandes de radiación, así los microorganismos son inactivados y ya no pueden reproducirse o producir infección. Si pasan rayos de luz ultravioleta en capas delgadas de agua con características claras se lleva a cabo la eliminación de virus.

Esto se ilustra en la figura 32.

FIG.32 PROCESO DE DESINFECCION POR MEDIO DE LUZ ULTRAVIOLETA



AGENTES QUIMICOS.

DESORCION DE AMONIACO: Es un proceso quimico donde se aplica cal por lo general para elevar el ph. De esta manera el nitrógeno amoniacal presente en el agua se reduce a amoniaco (gas), disipándolo a la atmósfera.

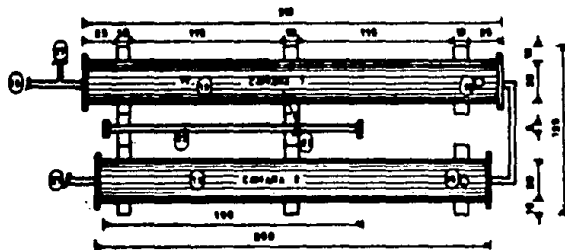
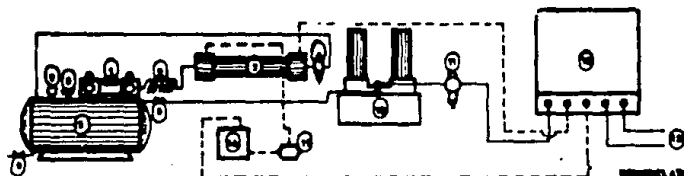
El equipo más frecuentemente usado es la torre de relleno, que no es más que una columna con una entrada, una cámara de distribución, una salida de gas en la parte inferior y un lecho de partículas sólidas inertes que rellenan la columna y que reciben el nombre de relleno.

OZONO.- El proceso de ozonación emplea gas ozono que es de color azul, este gas es inestable y es descompuesto fácilmente en oxígeno, por lo que resulta ser un potente oxidante, que en concentraciones altas es un bactericida bastante efectivo.

La producción de ozono se hace en un aparato cerrado llamado ozonizador, este proceso es demasiado costoso y debe ser controlado por expertos, por lo tanto su aplicación práctica como desinfectante en plantas de tratamiento de aguas es muy limitado y su uso principal es para controlar olores y sabores. Se utiliza como paso final en el tratamiento de aguas, ya que como oxidante poderoso no produce compuestos tóxicos a diferencia del cloro. Ver figura 33.

CLORO.- Es un proceso anteriormente comentado y es bien aplicado como desinfectante.

FIG.33 UNIDAD DE OZONACION



- 1. MOTOR A VELA.
- 2. MOTOR DE COMPRESION.
- 3. VENTILADOR.
- 4. MOTOR ELÉCTRICO DE BOMBEO.
- 5. PLETAS ELÉCTRICAS DE ALUMINIO.
- 6. TUBERÍA DE ALMACENAMIENTO.
- 7. VÁLVULA DE REGULACIÓN DE PRESIÓN.
- 8. INTERRUPTOR.
- 9. VENTILADOR DE EXHAUSTIÓN.
- 10. VENTILADOR DE PURGA.
- 11. MOTOR DE AIRE.
- 12. TUBERÍA ELÉCTRICA DE ALUMINIO.
- 13. INTERRUPTOR DE BOMBA.
- 14. TUBERÍA DE AIRE.
- 15. MOTOR DE AIRE DE EXHAUSTIÓN.
- 16. TUBERÍA PARA EXHAUSTIÓN.
- 17. MOTOR DE AIRE.
- 18. MOTOR DE AIRE.
- 19. MOTOR DE AIRE.
- 20. MOTOR DE AIRE.
- 21. MOTOR DE AIRE.
- 22. MOTOR DE AIRE.
- 23. MOTOR DE AIRE.
- 24. MOTOR DE AIRE.
- 25. MOTOR DE AIRE.
- 26. MOTOR DE AIRE.
- 27. MOTOR DE AIRE.
- 28. MOTOR DE AIRE.
- 29. MOTOR DE AIRE.
- 30. MOTOR DE AIRE.

2.2 TIPOS DE PLANTAS.

La mayoría de los países del mundo a la década 1980-1990, la han denominado la década del abastecimiento y saneamiento del agua.

El objetivo principal que se han fijado es el de abastecer a la humanidad de agua segura, valiéndose para ello de la adopción de tecnologías adecuadas y eficientes, en base a la divulgación de conocimientos sobre los avances experimentales que se hayan tenido en el campo de tratamiento de aguas. En este capítulo se darán a conocer algunos diagramas de plantas de tratamiento más comunes que existen en nuestro país.

No obstante existen diseños de plantas de tratamiento bastante económicos que normalmente son para bajos gastos de agua.

Se han desarrollado en varias partes del mundo algunos tipos de plantas, los cuales incluyen pretratamiento, filtración lenta en arena, filtración directa e inclusive filtración rápida, para pequeñas comunidades con problemas de suministro de agua de primer uso.

Dichos sistemas son de fácil aplicación y entendimiento, que ahorran dinero, debido a la escasez del agua potable así como a las fuertes restricciones tanto de financiamientos como de recursos humanos, es precisamente lo que está obligando a la adopción de innovaciones que faciliten el diseño, construcción y operación de los sistemas de tratamientos de aguas.

En la mayoría de las plantas de tratamiento, la cloración de las aguas es ya un proceso común para la desinfección de las mismas, así también la adición de compuestos químicos para la remoción de contaminantes agresivos, esto es realmente lo que lleva a diseños costosos de plantas de tratamiento, así como a la necesidad de dar una mayor capacitación técnica a los operarios.

Los diagramas de flujo que se presentan a continuación, no se deben considerar como proyectos completos, sino como ideas generalizadas que ayuden a culminar un proyecto específico y son el resultado de un cuidadoso estudio de diseño económico y eficiente, en el cual se tomaron en cuenta aspectos técnicos como son: el tipo de agua, eficiencias de los procesos unitarios, su viabilidad económica y algunos factores administrativos.

En la figura 34 se muestra un diagrama general que incluye las operaciones unitarias mínimas necesarias para llegar a obtener agua potable inclusive, esto como se comentó en capítulos anteriores, a un precio sumamente alto.

En la actualidad se está experimentando con tratamientos avanzados para la obtención de agua potable a través de aguas residuales, optimizando algunas operaciones unitarias con el fin de abatir costos.

En este diagrama general de tratamiento de aguas residuales se puede observar en cada operación la aplicación que se tiene de las aguas tratadas.

La figura 35 nos muestra el diagrama de flujo de un sistema

CICLO GENERAL DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

FIGURA 34
CORTESIA DE OXO, S.A.

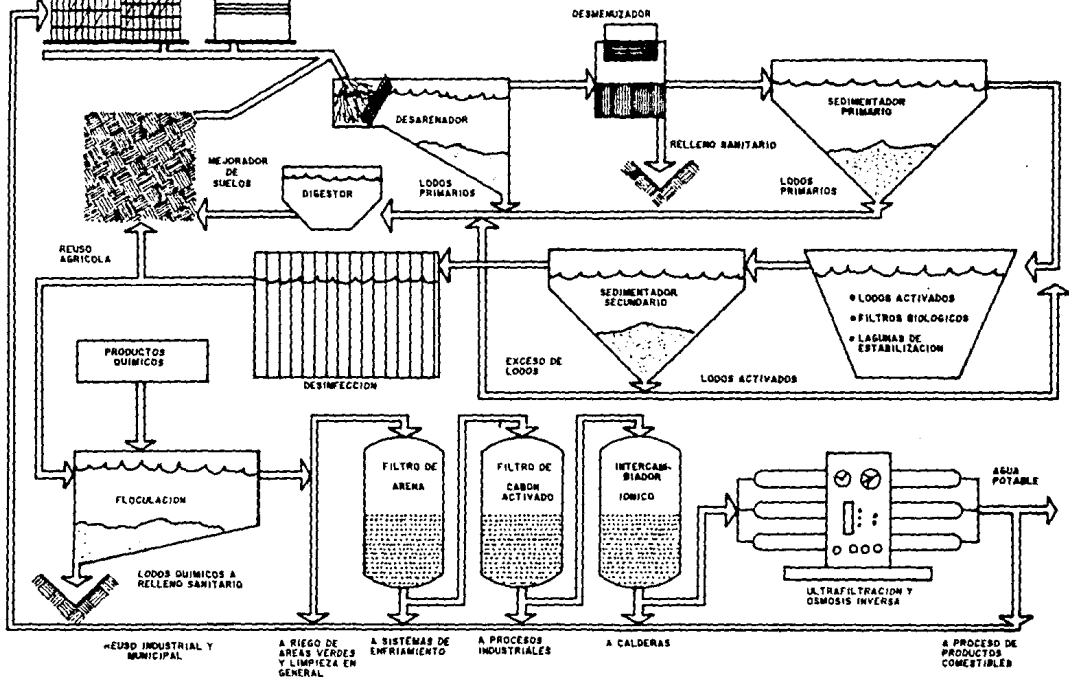
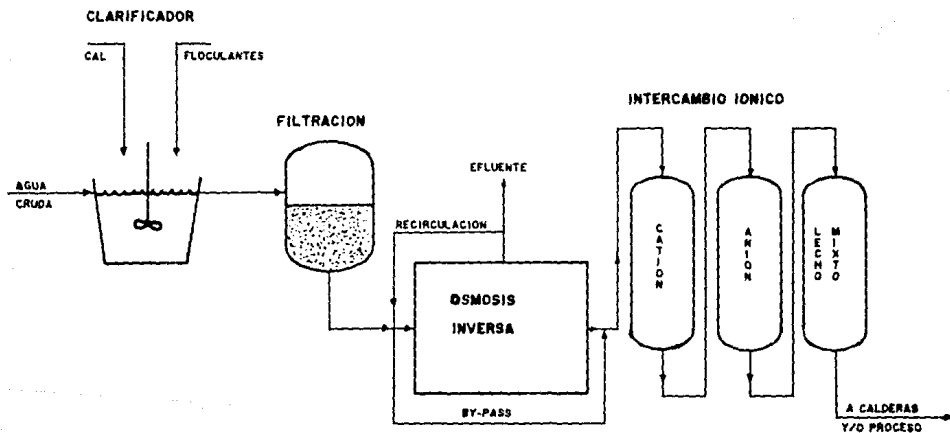


FIGURA 35

SISTEMA DE TRATAMIENTO COMBINADO PARA AGUAS TURBIAS CON ALTO CONTENIDO DE SOLIDOS DISUELTOS



CORTESIA DE OXO S.A.

combinado para aguas residuales con alto contenido de sólidos disueltos, en el cual intervienen operaciones unitarias específicas para determinada aplicación.

En este caso se puede apreciar que el sistema propuesto es el óptimo económico para el uso deseado, sin embargo se puede ampliar tanto como se desee para obtener la calidad esperada.

En la figura 36 se muestra el diagrama típico que se usa en las plantas de tratamiento de aguas negras estatales, en este caso se tiene una capacidad de 40 lps.

El volumen que se va a manejar es uno de los principales parámetros para el diseño de la planta, pues en base al mismo, se diseñan tanques, tiempos de retención y se determina el volumen de lodos.

Este diagramas contempla lechos de secado y disposición de lodos.

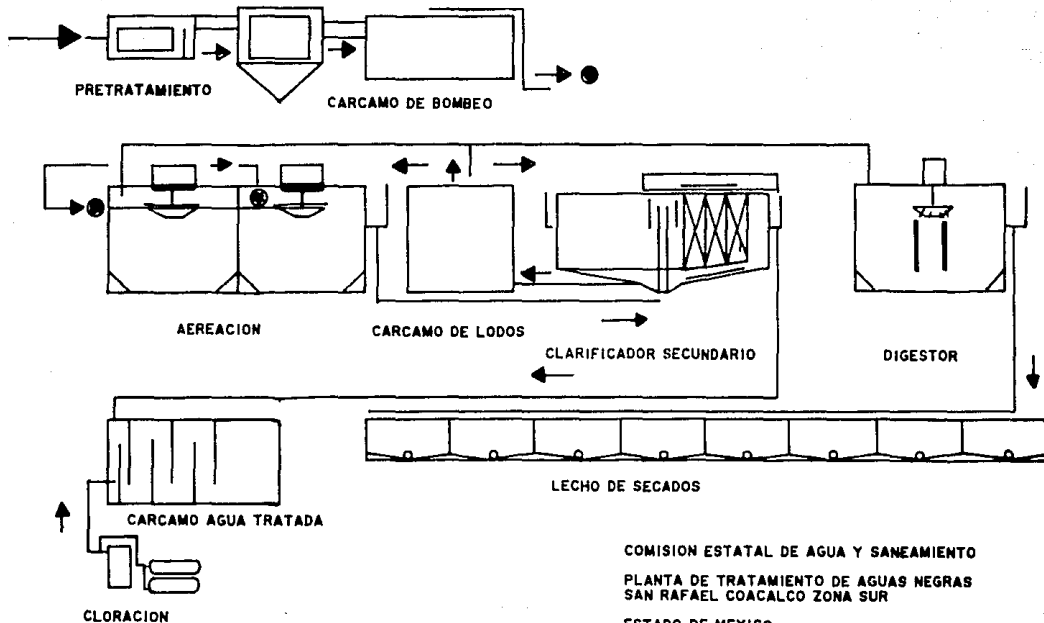
La figura 37 nos muestra un arreglo general de una planta con tratamiento secundario, con la variante de regulación de flujos.

En el diagrama de la figura 38 se presenta el arreglo del proceso de tratamiento por medio de lodos activados.

Con este tipo de tratamiento, se obtiene un efluente de buena calidad para diversos usos en el riego de áreas verdes y demás.

Finalmente en la figura 39 se tiene un sistema de tratamiento, que se pudiera decir que es una variante al de lodos activados.

FIGURA 36



COMISION ESTATAL DE AGUA Y SANEAMIENTO

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS
SAN RAFAEL COACALCO ZONA SUR

ESTADO DE MEXICO
CAPACIDAD 40 L.P.S.
COTIZACION Nº 6010/88

CORTESIA DE DEGREMONT DE MEXICO S.A. DE C.V.

FIGURA 37

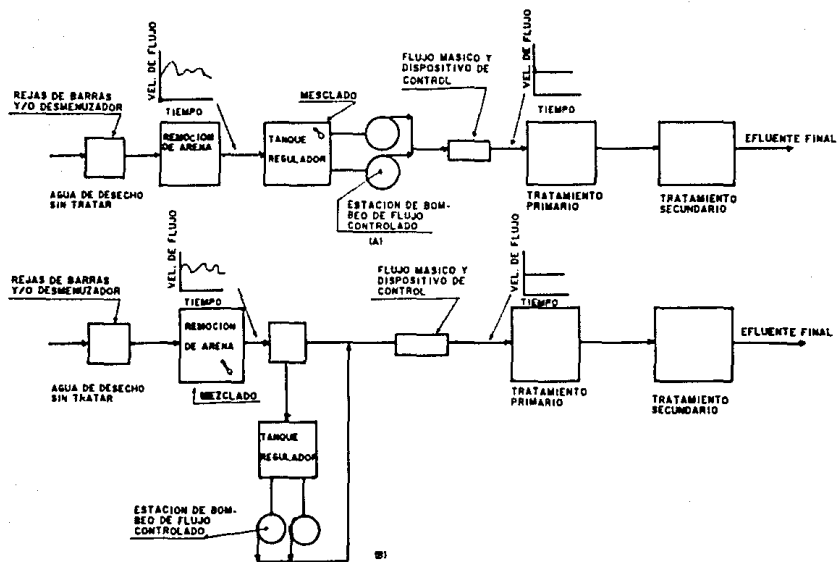
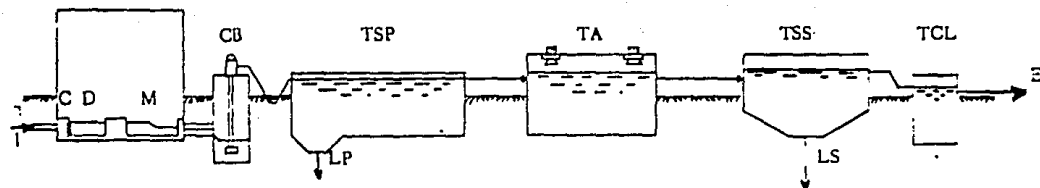


DIAGRAMA DE FLUJO TÍPICO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES QUE INCORPORAN LA REGULACION DE LA VELOCIDAD DE FLUJO: (A) DISPOSICION EN LINEA, (B) DISPOSICION NO LINEAL

CORTESIA DELIMTA

FIGURA 38

DIAGRAMA DE FLUJO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE LODOS ACTIVADOS



I - Influyente
 C - Cribado
 D - Desarenador

M - Medidor Parshall
 CB - Cárcamo de Bombas
 TSP - Sedimentación Primaria

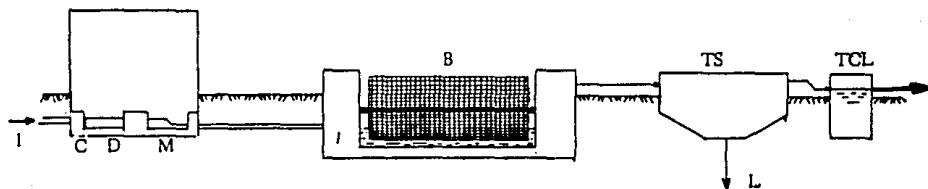
TA - Tanques aerados
 LP - Lodos Primarios
 TSS - Sedimentación Secundaria

LS - Lodos Secundarios
 TCL - Cloración
 E - Efluente

CORTESIA DE IPN

FIGURA 39

DIAGRAMA DE FLUJO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO CON BIODISCOS



I - Influyente

C - Cribado

D - Desarenador

M - Medidor Parshall

B - Biodisco

TS - Tanque Sedimentador

TCL - Cloración

L - Lodos

Este sistema de biodiscos es nuevo relativamente en nuestro país y se está implementando con muy buena aceptación por parte de los usuarios.

Como se mencionó anteriormente, un sistema de tratamiento puede hacerse tan económico como se quiera en base a la calidad deseada, por lo tanto se omiten los sistemas de tratamiento de bajo costo, ya que estamos considerando sistemas para poblaciones superiores a los 15,000 habitantes.

2.3 SELECCION DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO Y TIPO DE PLANTA.

En la actualidad en nuestro país, se cuentan con plantas de tratamiento de aguas residuales con fines de reuso para riego de áreas verdes, llenado de lagos y acuíferos, y también para usos industriales. Se están haciendo rehabilitaciones en las plantas de tratamiento, con el objetivo de aumentar el caudal disponible de aguas residuales suficiente, para cubrir la demanda para el riego de áreas verdes.

El D.D.F. ha hecho estimaciones de las 28 zonas industriales dentro del D.F., que en dichas zonas se pueden emplear 1,850 l/s de agua residual tratada, por lo que es de suma importancia considerar el reuso de agua a un nivel generalizado y para más diversidad de aplicaciones, haciendo innovaciones en las plantas de tratamiento actuales, ya que en determinadas ocasiones se tienen demandas pico no previstas.

El diseño eficiente y económico de una planta de tratamiento de aguas residuales, requiere de un cuidadoso estudio basado

en aspectos técnicos y factores administrativos.

A continuación se hará una pequeña síntesis de lo que se ha venido comentando en el presente trabajo y de esta manera dar a conocer el proceso de selección de la planta de tratamiento propuesta, así como de su metodología.

Basados en la definición de sistema de tratamiento, que es el que está formado por un grupo de operaciones unitarias interactuadas de tal modo que se obtenga un agua tratada conforme a los usos que se le desee dar.

En capítulos anteriores se clasificaron los sistemas de tratamiento en biológicos; los cuales tienen la capacidad de oxidar la materia orgánica en base a microorganismos y son adecuados para tratar aguas residuales domésticas en nuestro país, debido a las condiciones climatológicas que imperan en él. En cambio los sistemas de tratamiento físico-químicos, basan su funcionamiento en separaciones físicas o en reacciones químicas específicas.

Cada uno de ellos como todo, tienen sus ventajas y desventajas en base y debido a la cantidad de compuestos presentes en las aguas residuales y a su variado comportamiento en términos de biodegradabilidad, por tal motivo es muy importante seleccionar el proceso más adecuado y económico, hablando en términos de calidad del efluente deseado.

Los sistemas de tratamiento biológico son los más económicos para remover grandes cantidades de materia orgánica biodegradable, sin embargo donde el terreno es limitado o muy costoso, los sistemas de tratamiento físico-químicos son los

más recomendados.

El costo inicial de ambos tipos de tratamiento es muy semejante, sin embargo el costo de operación de los sistemas físico-químicos es más elevado debido a los reactivos que se deben agregar, al control automático y a la disposición de lodos que es mucho mayor en cantidad que en los sistemas biológicos.

Entre más estudios y parámetros se tomen en cuenta en la selección del tipo de tratamiento a emplear, mejores sistemas de bajo costo se tendrán, además se deben considerar condiciones de operación muy particulares según sea el caso.

Como se mencionó anteriormente no necesariamente el sistema más económico puede resultar el menos costoso, así se ve que las lagunas de estabilización son los sistemas más económicos comparados con las zanjas de oxidación y los tanques Imhoff son aún más económicos, sin embargo si no hay terreno disponible suficiente las lagunas de estabilización serán no viables como sistema de tratamiento, puesto que si el costo de terreno es elevado, podría resultar más económico un sistema de lodos activados.

Así se tiene que la selección de un sistema de tratamiento de aguas residuales, debe estar basada en los siguientes criterios:

- Costos.
- Cantidad y calidad del agua a tratar.
- Area disponible.
- Disposición de lodos.

- Capacitación de personal.
- Operación y mantenimiento.

No es tan sencillo la selección de un sistema de tratamiento, pues todos y cada uno de los factores que intervienen en ello son de capital importancia, el sitio seleccionado no debe ser en base únicamente del tratamiento, sino desde el pretratamiento, para ubicar eficientemente la toma de agua residual por tratar.

La topografía del terreno debe procurarse que sea lo más inclinada posible, con el fin de que la alimentación del agua sea por gravedad y de esta manera eliminar al máximo la utilización de equipos de bombeo, así se podrá evaluar el costo de la sobreelevación del terreno, contra el costo de la adquisición de los equipos de bombeo y su mantenimiento.

Así también debe optimizarse la ubicación de las tomas receptoras del agua tratada para su reutilización.

Tanto las obras de toma como las receptoras, deben quedar lo más cerca posible de la planta de tratamiento, el área donde se ubique la planta debe ser lo más extensa posible con el fin de tolerar posibles crecimientos de población, además se deben contemplar por estética ciertas áreas verdes.

Una vez localizada la exacta ubicación del terreno, se tiene que conocer el grado de contaminación del agua a tratar. Como se mencionó anteriormente, el origen de las aguas residuales domésticas no tiene gran complicación, por lo tanto el proceso seleccionado de tratamiento de aguas residuales por medio discos biológicos es el idóneo para este tipo de

aguas.

Conocidas las características de las aguas por tratar, es de suma importancia conocer el caudal que se va a manejar para saber si el sistema soportará los gastos picos, puesto que en base a ello el tratamiento seleccionado puede o no resultar económico en función a las cargas de microorganismos que se tengan, ya que los tanques se diseñan en función al gasto que se vá a manejar, de esta manera se deteminan volúmenes de los tanques y tiempos de retención adecuados.

En lo que respecta a la mano de obra, se debe preveer el tipo de capacitación que se les dará a los operarios, normalmente en los sistemas de biodiscos, no es de gran complejidad su operación y mantenimiento, por lo que no se requiere un personal calificado.

Por otro lado nos queda el determinar el equipo necesario para el funcionamiento de la planta de tratamiento, así como la facilidad de conseguir refacciones, si es que son equipos de importación o de fabricación nacional.

En cuanto a las condiciones climatológicas, en el D.F., no hay extremosas temperaturas por lo tanto no es un factor que debe ser tomado muy en cuenta.

El desarrollo futuro que se tenga en la planta debe ser en función al crecimiento poblacional, en nuestro caso se considera que esto no ocurra, puesto que es una zona habitacional ya terminada y poblada totalmente.

Los recursos económicos y técnicos son factores que van íntimamente ligados, de los recursos técnicos no es tanto el

problema sin embargo los recursos económicos son fundamentales y su estudio será tratado en otro capítulo.

En lo que respecta al uso que se le dará al agua tratada, el sistema de tratamiento seleccionado es el adecuado para reuso a nivel doméstico, ya que la eficiencia que ha demostrado en la práctica no deja lugar a duda. Pues los sistemas de tratamiento biológicos, han demostrado su conveniencia sobre los procesos fisico-químicos debido a sus altas eficiencias para remover materia orgánica con bajos costos, especialmente con aguas de origen doméstico.

La mayor experiencia en diseño, construcción y operación se tiene en estanques de estabilización, lagunas aereadas y lodos activados, pero en la actualidad, la tendencia general es el empleo con procesos en medio fijo, tal como los contactores biológicos rotatorios, mejor conocidos como biodiscos, los cuales son los sistemas que presentan mayores ventajas en el tratamiento de aguas residuales a nivel secundario para aplicaciones a reuso doméstico.

El sistema propuesto consiste en una serie de discos de malla de polietileno soportados en estructuras metálicas y montados en una flecha que gira a 3 RPM; estos paquetes de discos, se encuentran parcialmente sumergidos en un tanque que contiene el agua en proceso de tratamiento. Sobre la malla se va formando una capa de microorganismos, los cuales se alimentan de la materia orgánica, la que es adsorbida cuando se sumergen y respiran cuando están en la superficie. Con la materia orgánica removida del agua se forman más mi-

croorganismos, por lo que crece el espesor de la biomasa, la cual se desprende debido a los esfuerzos cortantes y a la fuerza centrífuga y es removida en el sedimentador secundario.

En los últimos años se ha reportado a nivel mundial que este proceso presenta grandes ventajas sobre los demás, tales como:

- Tiempos de retención menores, con el correspondiente ahorro en obra civil y superficie empleada.
- No se requiere recirculación de lodos.
- No forman aerosoles que contaminen el aire de zonas aledañas.
- Crecen fácilmente en módulos.
- Consumen menor cantidad de energía.
- Forman flóculos con alta velocidad de sedimentación, por lo que se requieren sedimentadores más pequeños.
- No producen olores desagradables ni proliferación de insectos.
- Menores requerimientos de personal calificado.
- La eliminación del sedimentador primario no afecta la capacidad de remoción de materia orgánica.
- No producen excesos de espuma.
- Debido a su cubierta, resisten los cambios bruscos de condiciones climáticas y son más aceptados estéticamente.

Los aspectos a considerar, dado que es un proceso de vanguardia y totalmente desarrollado en el mundo entero son:

- Es un sistema que requiere una mayor inversión inicial (aproximadamente 20% sobre lodos activados), pero sus costos de operación son mucho más bajos.
- Tarda en estabilizarse de 3 a 4 semanas una vez arrancado el sistema, pero una vez estabilizado, es más resistente a cambios en la cantidad y calidad del influente, lo que no sucede con los lodos activados, que son muy susceptibles a estos cambios.

BASES DEL PROYECTO.

Las bases que se consideraron para seleccionar la planta de de tratamiento y que serán las mismas para desarrollar el proyecto ejecutivo y la construcción, son:

- El caudal a manejar será de 30 l/s en el influente, en promedio diario.
- La operación de la planta será semiautomática, con controles centralizados en un tablero colocado dentro de una caseta de control; la única instrumentación consistirá en electroniveles de paro automático e indicadores luminosos de operación.
- El tren de tratamiento consistirá en un pretratamiento por medio de rejillas, cribas y (2) desarenadores, una preaeración en el cárcamo de agua cruda, un separador centrífugo de partículas, un proceso biológico principal a base de (6) reactores de contactores biológicos rotatorios, un sedimentador secundario circular con remoción mecánica de lodos y natas; desinfección con cloro gaseoso.

- El agua tratada tendrá la calidad para ser empleada en el riego de áreas verdes, lavado de autos, riego de patios y uso a W.C., siempre y cuando no exista ninguna influencia de origen industrial en el agua residual del colector de captación.

DESCRIPCION DE ACTIVIDADES.

La planta de tratamiento de aguas residuales (COBACO), se propone ubicarla en los límites del parque ecológico Los Coyotes y la Unidad Habitacional ISSTE Margarita Maza de Juárez, en el ejido de San P. Tepetlapa. La ubicación de la Unidad Habitacional se muestra en la figura 40.

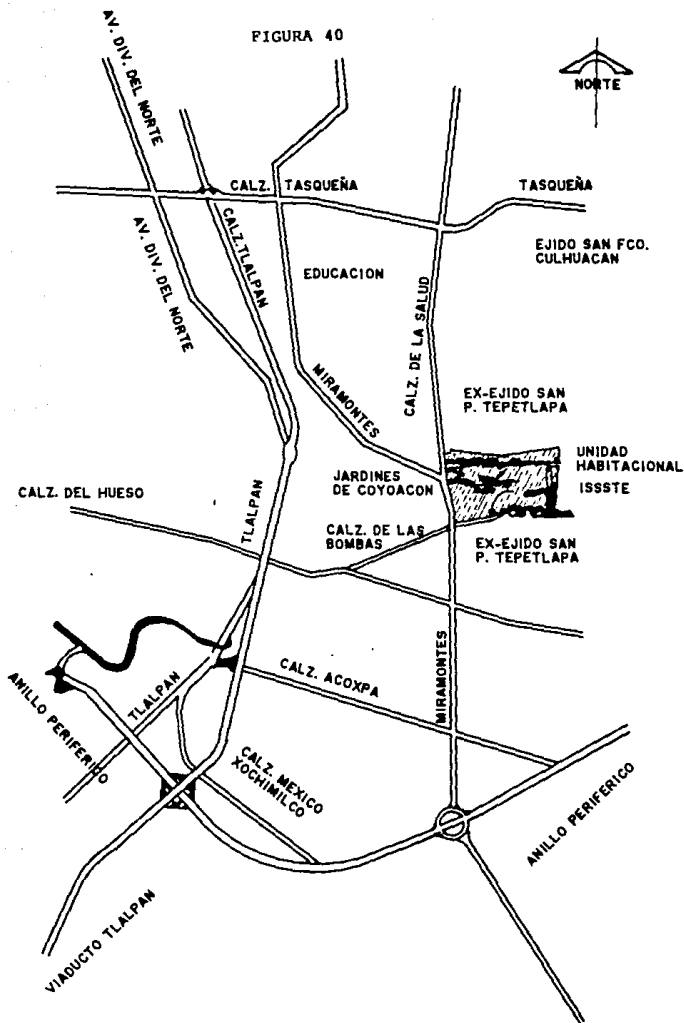
La figura 41 nos muestra la ubicación precisa de la planta "COBACO" en la Unidad Habitacional, y la figura 42 nos muestra el perfil hidráulico del colector de alimentación y vista de planta.

DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO.

Como ya ha sido comentado en párrafos anteriores, el tipo de planta que se ha elegido es precisamente la de Biodiscos, la cual se presenta esquematizada en la figura 43.

En la misma se observa el diagrama de flujo donde en el tanque de captación es realmente cuando se inicia el pretratamiento, pasando el flujo de agua por las rejillas donde son separadas las partículas sólidas, para después ser removidas por medios manuales y ser enterradas o incineradas. Poste-

FIGURA 40



CROQUIS DE LOCALIZACION

FIGURA 41

UBICACION DE LA PLANTA

[PARQUE ECOLOGICO LOS COYOTES]



PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS

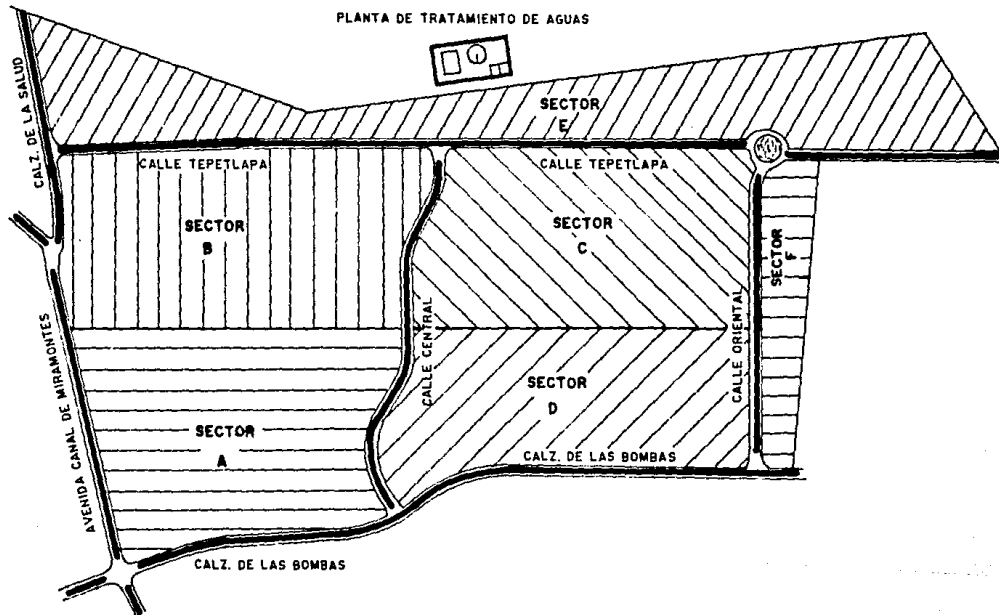


FIGURA 42.- VISTA DE PLANTA Y PERFIL HIDRAULICO DEL COLECTOR DE ALIMENTACION

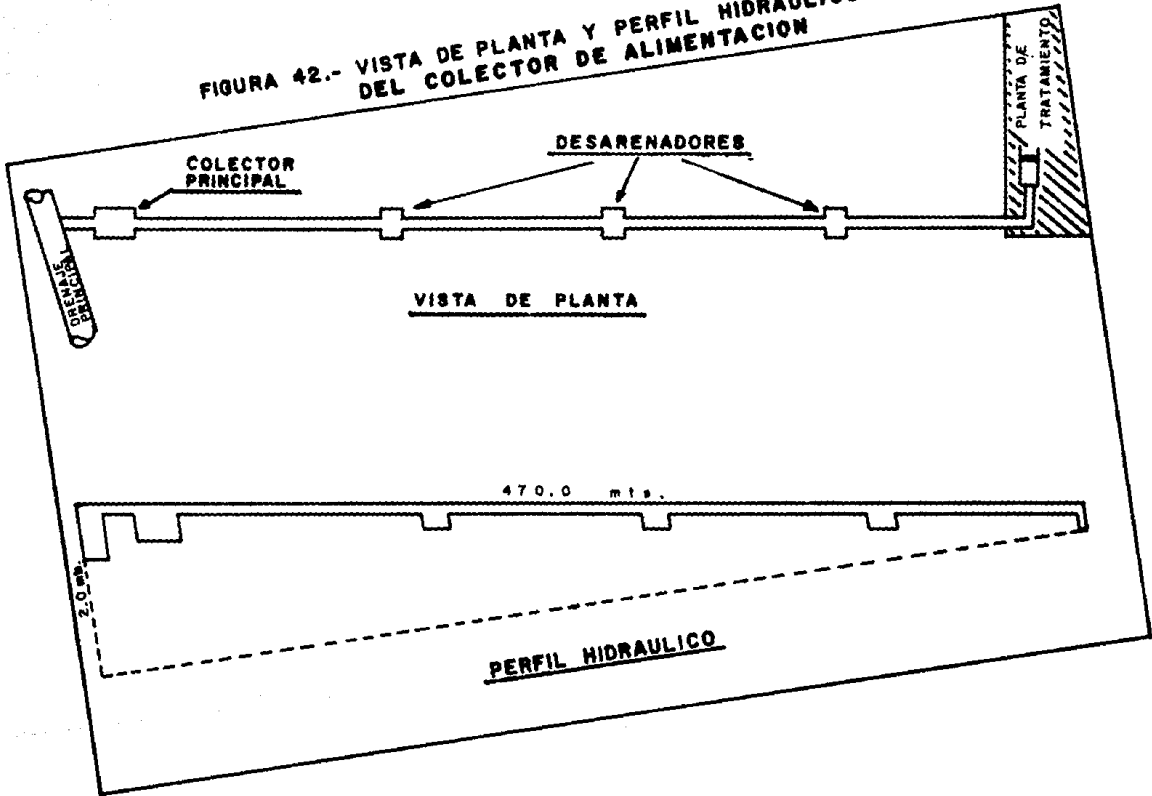
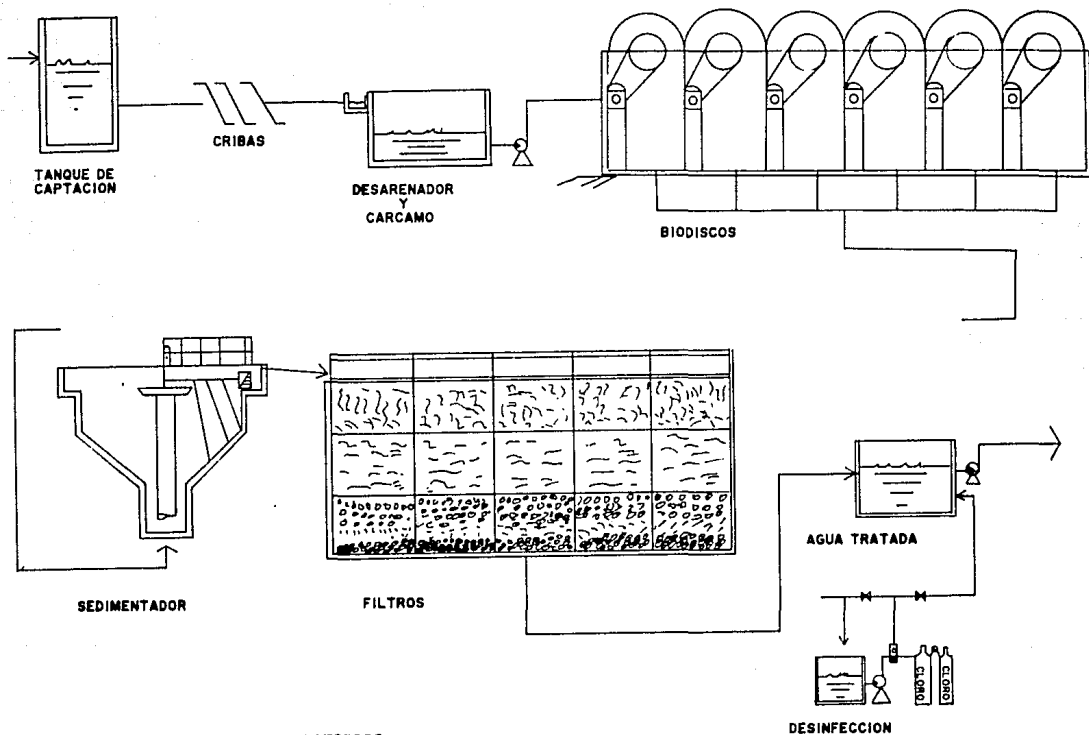


FIGURA 43
DIAGRAMA DE FLUJO



CORTESIA DE APC LABORATORIOS

riormente el agua pasa por los desarenadores (los cuales cuentan con reguladores de flujo), para que ahí sean depositadas las arenas que pudiesen dañar los equipos de bombeo, que es el paso siguiente del tratamiento de las aguas residuales domésticas.

El líquido es enviado del cárcamo de bombeo al separador centrífugo de partículas, en donde son separadas partículas que no pudieron ser sedimentadas, de ahí se pasa a los biodiscos, los cuales tienen varias secciones transversales al flujo del agua, y en cada sección es precisamente donde entra el disco de malla y empieza la acción biológica aerobia del tratamiento de aguas.

En estos discos es donde se forma la biomasa por adsorción, la cual al ir aumentando su espesor, se vá desprendiendo y así sucesivamente se van formando nuevas colonias de microorganismos. Al estar girando los biodiscos (3 RPM), una buena parte del disco permanece sumergida en el influente y otra parte fuera de él, llevando así a cabo la acción aerobia.

Aquí es donde se empieza a observar cierta claridad en el influente; posteriormente el agua sale al sedimentador donde realmente empieza la acción de clarificación. El sedimentador cuenta con una rastra que gira muy lentamente (0.25 RPM aproximadamente), la cual hace una especie de barrido y separa los lodos en la parte inferior del tanque (que son enviados a secado y disposición final) y en la parte superior son recolectadas las natas.

En la periferia del sedimentador es donde se obtiene el agua clarificada, la cual es enviada al sistema de filtrado en donde son eliminadas partículas excedentes, para posteriormente llevar a cabo la desinfección con gas cloro y finalmente enviar el agua para su distribución y uso.

La figura 44 nos muestra la distribución física de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas COBACO.

A continuación se mencionan las actividades que se deben llevar a cabo en el diseño de la planta.

Se debe efectuar la Ingeniería de detalle de cada elemento que compone la planta y de su conjunto, donde se aplicarán las normas y criterios nacionales e internacionales específicas para cada caso.

- **DISEÑO CIVIL.**

- . Arquitectónicos.
- . Estructurales y cimentaciones.
- . Drenaje.

- **DISEÑO MECANICO DE RECIPIENTES.**

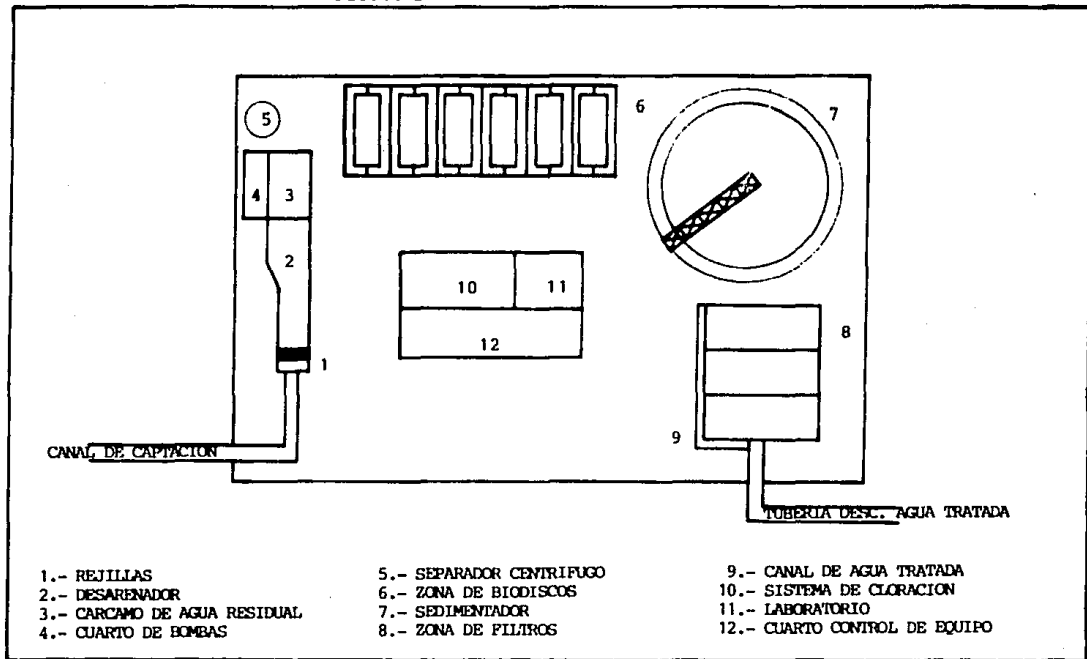
- **DISEÑO DE TUBERIAS.**

- . Isométricos.
- . Perfil hidráulico.
- . Arreglos de equipo y tuberías.

- **DISEÑO ELECTRICO.**

- . Distribución de fuerza y tierras.
- . Alumbrado.
- . Lista de cables y conduits.

FIG.44 DISTRIBUCION FISICA DE LA PLANTA



- DISEÑO DE PROCESO.

- . Diagrama de tubería e instrumentación.
- . Memorias de cálculo y especificaciones de:
Bombas, sopladores, agitadores, sedimentadores, dosificadores, instrumentos, etc.

TRABAJOS PRELIMINARES.

Se debe efectuar el levantamiento topográfico detallado del sitio destinado para la construcción de la planta, correr la nivelación desde este punto hasta el colector principal de agua residual, buscando el trazo óptimo de la línea de descarga del agua tratada. Se debe determinar la mecánica de suelos del sitio destinado para la planta, para definir con detalle la cimentación requerida y la cota de desplante de los tanques.

ADQUISICIONES DE EQUIPO MAYOR.

De acuerdo con las especificaciones generadas en la Ingeniería de detalle, se seleccionan los proveedores y se fincan los pedidos del equipo mayor, así como de los principales materiales hidráulicos y eléctricos para la realización del proyecto constructivo. La lista tentativa del equipo mayor y sus características, se presenta en seguida. La marca de los equipos y materiales de responsabilidad, deberán ser las de mayor prestigio en el mercado.

- + Compuerta Miller, para el control del flujo del agua cruda en el colector principal.

- + Rejillas y cribas de acero al carbón con recubrimiento epóxico, para el pretratamiento.
- + Compuertas Miller y vertedores proporcionales para el control del flujo en los desarenadores.
- + (2) Bomba centrífuga horizontal para cárcamo seco de 5 Hp para alimentación de agua pretratada al separador centrífugo.
- + Separador centrífugo de partículas, con 3 m de diámetro, de acero al carbón con recubrimiento interior epóxico y esmalte anticorrosivo en el exterior.
- + (6) Contactores biológicos rotatorios (biodiscos) de cuatro etapas (la primera doble) con estructuras de soporte de acero al carbón de 3 metros de diámetro; medio de contacto de malla de polietileno de media densidad y flecha maciza de acero Cold Rolled de 4 pulgadas de diámetro, sistema de tracción formado por chumaceras con baleros de doble hilera de rodillos autoalineables. Tapas de fibra de vidrio, divididas en secciones con escotillas de observación y ventilas.
- + Rastras, puente móvil y desnatador, correspondientes al sedimentador secundario de 10 metros de diámetro, movido por un motorreductor de 0.25 Hp.
- + Sistema dosificador de gas cloro, con cambio automático de tanques de 65 Kg., báscula, bomba de ayuda y equipo de emergencia.
- + 2 Bombas centrífugas verticales de 40 HP para enviar el agua tratada a la red hidráulica de distribución.

- + Planta de emergencia de 200 Kw., para alimentar de energía, en caso de paros eléctricos.
- + Centro de control de motores con estación de botones e indicadores luminosos.
- + Lote de equipo, materiales y reactivos de laboratorio para el control de operación.

OBRA CIVIL.

Se utilizará concreto con una FC = 100 kg/cm² en plantillas y para muros con FC = 250 Kg/cm² con agregado máximo de 3/4 de pulgada de diámetro y varilla con FY = 4,200 Kg/cm².

(Fuente de información ABC laboratorios).

OBRA DE CAPTACION.

Consiste en la construcción de una caja que estará situada sobre el colector perpendicular a la construcción de la planta de donde se sacará una línea de asbesto-cemento de 15.5 cm., de diámetro, a partir de la cual se conducirá el agua residual a la planta de tratamiento.

DESARENADORES Y CARCAMO DE AGUA CRUDA.

El Agua llegará por la línea de conducción al canal de rejillas para eliminación de sólidos, de limpieza manual, que contendrá un módulo de rejas gruesas, otro de rejillas finas y uno de cribas; de aquí pasará a los canales desarenadores con dos unidades que funcionarán alternadamente, de donde el agua caerá hacia el cárcamo húmedo, que es un tanque con

preaeración, de donde será bombeada el agua al separador centrifugo de partículas; las bombas se contendrán en un cárcamo seco, este tanque se complementa con escaleras marinas, compuertas, vertedores y barandales.

SEPARADOR CENTRIFUGO DE PARTICULAS.

Este tanque es fabricado en acero al carbón, por lo que requiere de una cimentación para su anclado.

CONTACTORES BIOLÓGICOS ROTATORIOS.

Estos son los seis tanques de los reactores, CBR, con paredes y cimentación comunes donde sea posible y pasillo para control de la operación. Cada tanque tiene tres mamparas de concreto y requiere de fijación de bases de chumaceras y una base de concreto para el motorreductor.

SEDIMENTADOR SECUNDARIO.

Este es un tanque circular de 10 m. de diámetro, parcialmente enterrado, con pendiente en el fondo hacia el centro y una canaleta perimetral para recolección del agua clarificada.

CASETA DE CLORACION.

En esta caseta se tendrá el equipo de cloración.

CASETA DE CONTROL Y LABORATORIO.

Esta caseta estará dividida en cuatro partes: cuarto de con-

trol de motores, oficina de operación, laboratorio de control y baño con vestidores.

CARCAMO DE AGUA TRATADA.

Es un lago artificial con el que se cuenta en la unidad habitacional y será aprovechado como cárcamo de bombeo de agua tratada.

REGISTROS, TRINCHERAS ELECTRICAS Y DRENAJE INTERIOR.

Se construirán los registros y trincheras necesarios para la colocación del conduit y tubos de drenaje de la planta.

TUBERIA EN PLANTA.

Este concepto incluye la tubería necesaria para la interconexión de los diferentes tanques para la conducción del agua en proceso de tratamiento; se utilizarán, aproximadamente, 150 m. de tubería de acero al carbón con costura, cédula 40, considerando las respectivas válvulas, conexiones y accesorios en diferentes diámetros, así como compuertas y vertederos para los canales de conducción.

TUBERIA DE DISTRIBUCCION.

Para el sistema de riego de áreas verdes, se considera cegar la alimentación de agua potable y conectar el sistema ya existente a la red de agua tratada, utilizándose todas las instalaciones en operación; por lo tanto sólo se considera en este concepto, la tubería de alimentación a los WC., de

agua tratada. (Ver anexo 3 y figura 45).

INSTALACION ELECTRICA E ILUMINACION.

Se considera en este proyecto la distribución desde el transformador exterior y su conexión al tablero de control en gabinete nema 12 y no se contempla la acometida al transformador. La instalación, distribución, control e iluminación se efectuarán de acuerdo a normas oficiales mexicanas existentes.

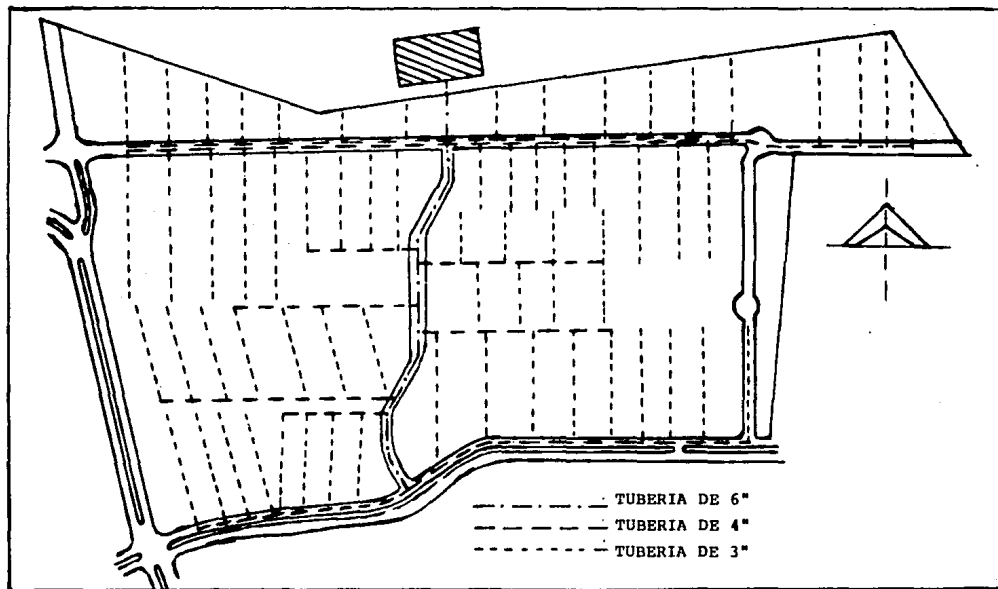
TRANSPORTE Y MONTAJE.

Esta actividad corresponde al transporte de los equipos mayores hasta el sitio del proyecto y el respectivo montaje. También se incluye el montaje y conexión de los equipos electromecánicos, tales como bombas, motorreductores, catarinas, tapas y cadenas, así como el tendido de la tubería de acero al carbón para la interconexión de los tanques, y la red hidráulica de distribución de agua tratada a la Unidad Habitacional.

2.4 ANALISIS TECNICO Y DE COSTOS.

El desarrollo de tecnologías para tratamiento de aguas residuales ha ido cada día avanzando más a pasos acelerados, con el propósito de adaptar la tecnología más adecuada hacia el tratamiento de aguas residuales y aprovecharlas a costos que compitan con los del agua potable.

FIG.45 RED HIDRAULICA DE DISTRIBUCION AGUA TRATADA



En la figura 46 se muestra un esquema típico de aprovechamiento de aguas residuales, así como sus alternativas de uso.

Las técnicas aplicadas para el tratamiento de aguas residuales, se enfocan a la prevención y control de la contaminación con el fin de reuso, con calidad de agua aceptable en cuanto a sus características físico-química-biológicas dependiendo de la aplicación que se les dé a dichas aguas tratadas.

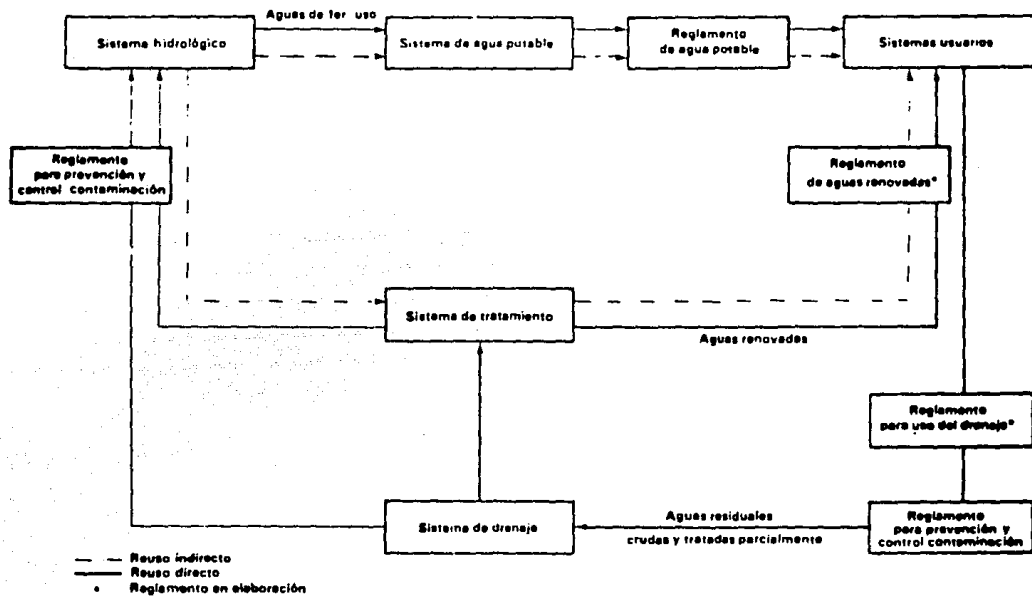
En la figura 47 se listan los procesos unitarios normalmente llevados a cabo para los distintos contaminantes.

Así mismo en la figura 48 se muestran los procesos más comunes de tratamiento.

Aquí en esta figura se enumeran los procesos de tratamiento que permitan la producción de aguas renovadas.

En la figura 49 se muestra una comparación económica para cada proceso, tomando en cuenta el área requerida, equipo, energía eléctrica, personal necesario, refacciones y mantenimiento. De esta manera prácticamente se está en condiciones de poder seleccionar el proceso más adecuado y razonable para el tratamiento de aguas residuales para su reuso.

FIG. 46 APROVECHAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES



FUENTE DE INFORMACION DGCOH

FIG.47 PROCESOS UNITARIOS PARA LA REMOCION DE CONTAMINANTES

Grupo de contaminantes y/o parámetros FQB	Operación y/o proceso unitario																							
	Sedimentación	Flotación	Remoción de disueltos	Filtros rápidos	Lodos activados	Lagunas de aeración	Lagunas de estabilización	Contacto anaeróbico	Biológicos	Cloración	Ozonación	Irradiación	Microfiltrado	Clarificación	Filtros rápidos	Filtros con diafonias	Adsorción	Oxidación química	Electrólisis	Intercambio iónico	Ósmosis inversa	Precipitación química	Nitrificación - denitrificación	Desalación
Físicos	●	○		●	●	●	●	●	○				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Minerales	●	○	—	○	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Sólidos	●	○	—	○	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Nutrientes	○	○	—	○	A	A	●	●	A	○	○	○	○	C	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Metales alcalinotérminos y alcalinos sólidos	○	○	—	○	○	○	○	○	○	—	—	—	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Metales pesados tóxicos	○	○	—	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Biológicos	●	○	—	A	A	A	●	A	A	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Materia orgánica	○	○	—	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Grasas y aceites	○	○	—	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	A	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Substancias activas al azul de metileno	○	○	—	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Hidrocarburos alifáticos halogenados	○	○	—	○	○	○	○	○	○	A	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Hidrocarburos aromáticos halogenados	○	○	—	○	○	○	○	○	○	A	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Hidrocarburos aromáticos	○	○	—	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Hidrocarburos poliaromáticos	○	○	—	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Hidrocarburos poliaromáticos halogenados	○	○	—	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Esteres halogenados	○	○	—	○	○	○	○	○	○	A	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Nitrocompuestos alifáticos	○	○	—	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Nitrocompuestos aromáticos	○	○	—	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Fenoles	○	○	—	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Fenoles clorados	○	○	—	○	○	○	○	○	○	A	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Pesticidas bifenílicos	○	○	—	○	○	○	○	○	○	A	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Pesticidas clorados	○	○	—	○	○	○	○	○	○	A	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Esteres del ácido fúlvico	○	○	—	○	○	○	○	○	○	A	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

Remoción

○ = 0% ● = 25% ○/○ = 50% ●/● = 75% ○/○ = 90%

— No se tiene información

A = aumento I = interferencia

FIG. 48 LIMITACIONES FUNCIONALES DE LOS PROCESOS DE TRATAMIENTO

Nivel	Descripción del sistema	Capacidad de tratamiento [m³/d]	Capacidad de tratamiento		Sensibilidad del proceso a variaciones del		[m³/d]	
			[m³/d]	[m³/d]	[m³/d]	[m³/d]		
Preliminar	Remoción de sólidos gruesos	1. Cribado 2. Desarenación	10 10	10 10	10 10	10 10	10 10	
	Remoción de grasas y aceites	1. Separador de placas paralelas 2. Flotación con aire diámeto	20 40	20 20	20 20	20 20	40 70	
Primario	Remoción de sólidos sin uso de reactivos	1. Sedimentación 2. Cribado fino	10 30	10 20	10 30	40 10	20 40	
	Remoción de sólidos con uso de reactivos	1. Coagulación y sedimentación 2. Coagulación y flotación	10 10	30 30	10 10	20 30	20 20	
Secundario	Remoción de materia orgánica	1. Aireación extendida	10	20	100	10	10	20
		2. Aireación convencional	10	30	30	30	40	20
		3. Aireación de alta tasa	10	20	20	50	20	40
		4. Aireación modificada	10	20	20	100	100	20
		5. Estabilización por contacto	30	30	70	50	70	20
		6. Zona de oxidación*	40	10	10	10	10	20
		7. Leguna aerada mecánicamente	10	20	20	20	20	20
		8. Leguna de estabilización	10	30	10	30	20	20
		9. Leguna con plantas acuáticas*	20	100	40	20	20	20
		10. Filtro rápido*	40	30	20	20	20	20
		11. Disco biológico*	70	10	30	30	20	100
Terciario	Remoción de nitrógeno por medios biológicos*	1. Medio suspendido-fuente de carbón externo	20	20	30	20	20	20
		2. Medio suspendido-fuente de carbón interno	20	10	20	20	20	20
		3. Medio fijo-fuente de carbón externo	20	20	30	20	20	20
		4. Medio fijo-fuente de carbón interno	20	20	20	20	20	20
	Remoción de nitrógeno por medios físico-químicos	1. Tortas de levado de amoníaco	20	10	10	20	10	20
		2. Cloración al punto de quiebra	40	40	20	30	30	20
		3. Intercambio iónico	30	20	10	20	100	40
	Remoción de Metafo por medios biológicos*	1. Absorción en medio suspendido	20	10	20	20	20	20
	Remoción de fósforo por medios físico-químicos	1. Coagulación y sedimentación	10	10	10	20	20	10
		2. Carbón activado*	100	30	10	40	20	20
	Remoción de partículas sólidas finas	1. Filtración en medio mixto (arena-arcilla)	10	20	10	20	20	10
		2. Filtración mecánica	40	20	10	20	20	20
Remoción de micro-organismos patógenos	1. Cloración convencional	10	20	20	20	20	10	
	2. Cloración con éxodo de cloro*	20	30	30	20	20	20	
	3. Ozonación	20	100	20	20	20	20	
Remoción de materiales refractarios (alúmina, sílice, metales pesados y otros)	1. Intercambio iónico	20	20	10	20	100	40	
	2. Carbón activo*	20	20	100	20	100	100	
	3. Coagulación-sedimentación	10	20	10	20	20	10	
	4. Carbón activado*	100	20	10	20	20	20	

*De oxidación en el sitio.

10 = oxidación a procesos que presentan pocas restricciones funcionales.

100 = oxidación a procesos que presentan restricciones funcionales muy restringidas.

FIG.49 EVALUACION ECONOMICA DE LOS PROCESOS DE TRATAMIENTO

Nivel	Descripción del sistema		Area	Equipo	Energía	Personal	Mantenimiento
Preliminar	Remoción de sólidos gruesos	1. Cribado	10	30	20	10	10
		2. Desarenación	20	20	20	10	10
	Remoción de grasas y aceites	1. Separador de placas paralelas	30	20	10	30	20
		2. Flotación con aire disuelto	40	60	80	10	30
Primario	Remoción de sólidos sin uso de reactivos	1. Sedimentación	50	20	30	20	30
		2. Cribado fino	20	80	10	30	20
	Remoción de sólidos con uso de reactivos	1. Coagulación y sedimentación	30	40	40	20	30
		2. Coagulación y flotación	40	60	60	20	40
Secundario	Remoción de materia orgánica	1. Aireación extendida	80	100	80	40	40
		2. Aireación convencional	70	60	60	40	30
		3. Aireación de alta tasa	50	40	40	40	30
		4. Aireación modificada	30	30	30	40	30
		5. Estabilización por contacto	60	50	50	50	40
		6. Zanja de oxidación *	100	90	100	50	40
		7. Laguna airtada mecánicamente	100	40	40	40	20
		8. Laguna de estabilización *	100	10	10	30	10
		9. Laguna con plantas acuáticas *	80	10	10	40	30
		10. Filtro rotatorio *	30	80	50	40	20
		11. Disco biológico	30	100	30	40	10
Terciario	Remoción de nitrógeno por medios biológicos	1. Medio suspendido-fuente de carbón externa	50	70	60	60	60
		2. Medio suspendido-fuente de carbón interna	50	50	40	70	30
		3. Medio fijo-fuente de carbón externa	30	90	30	50	30
		4. Medio fijo-fuente de carbón interna	30	70	20	60	20
	Remoción de nitrógeno por medios físico-químicos	1. Torres de lavado de amoníaco	60	40	30	50	30
		2. Cloración al punto de quiebre	30	50	30	60	70
	Remoción de fósforo por medios biológicos *	3. Intercambio iónico	20	80	50	80	80
		1. Absorción en medio suspendido	50	50	30	50	30
	Remoción de fósforo por medios físico-químicos	1. Coagulación y sedimentación	30	40	40	80	30
		2. Carbón activado *	20	80	90	60	70
	Remoción de partículas sólidas finas	1. Filtración en medio mixto (arena/antracita)	60	20	20	70	20
		2. Filtración mecánica	10	60	50	70	70
	Remoción de micro-organismos patógenos	1. Cloración convencional	30	40	40	30	40
2. Cloración con dosis de cloro		40	60	70	80	70	
3. Ozonación		20	70	80	85	40	
Remoción de materiales refractarios (incluye metales pesados y virus)	1. Intercambio iónico	20	80	40	80	80	
	2. Ósmosis inversa *	10	100	60	100	100	
	3. Coagulación-sedimentación	80	50	30	80	50	
	4. Carbón activado *	30	60	30	80	70	

*Se aplican en el caso

10 = alta inversión o procesos que presentan características de mucho consumo

100 = alta inversión o procesos que son muy económicos

FUENTE DE INFORMACION DGCOH

PROYECTO EJECUTIVO

En esta actividad se considera el personal que intervendrá en la ingeniería de detalle de la planta; los precios por hora-hombre incluyen indirectos, gastos de administración, prestaciones, materiales y viáticos.

CATEGORIA	H-H	\$/H-H	PRECIO
-----	-----	-----	-----
GERENTE DE PROYECTO	300	30,000	9'000,000.-
JEFE DE DEPARTAMENTO	500	16,000	8'000,000.-
PROFESIONISTA PROCESOS	400	11,000	4'400,000.-
PROFESIONISTA CIVIL	530	11,000	5'830,000.-
PROFESIONISTA ELECTRICO	384	11,000	4'224,000.-
PROFESIONISTA MECANICO	384	11,000	4'224,000.-
PROFESIONISTA HIDRAULICO	520	11,000	5'720,000.-
DIBUJANTES	1400	5,000	7'000,000.-
-----	-----	-----	-----
T O T A L			\$ 48'398,000.-

TRABAJOS PRELIMINARES DE CAMPO

Los costos incluyen al personal especializado, equipo y viáticos.

CONCEPTO	COSTO
-----	-----
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO	11'380,000.-
NIVELACION TOPOGRAFICA Y TRAZO	13'600,000.-
MECANICA DE SUELOS	5'600,000.-
-----	-----
T O T A L	\$ 30'580,000.-

ADQUISICION DE MATERIALES Y EQUIPO

Los costos que se presentan a continuación son los proporcionados directamente por los proveedores, por lo que el precio de venta se formará añadiendo el porcentaje de gastos de administración e indirectos (15%).

CONCEPTO	COSTOS
T U B E R I A S	
-TUBERIA DE ACERO AL CARBON	8'486,240.-
-TUBERIA DE ASBESTO CEMENTO	175'366,969.-
-TUBERIA DE COBRE TIPO-M	25'796,764.-
-TUBERIA DE PLOMO	12'290,159.-
-TUBERIA PARA DRENAJE	312,000.-
S U B T O T A L	
	\$ 222'252,132.-
V A L V U L A S	
-LLAVE DE BANQUETA	17'816,505.-
-LLAVE DE INSERCIÓN	9'757,193.-
-VALVULAS DE CHECK Fo.Fo.	1'830,000.-
-VALVULAS DE COMPUERTA BRONCE	432,960.-
-VALVULAS DE COMPUERTA Fo.Fo.	39'080,000.-
-VALVULAS DE FLOTADOR	132,800.-
-VALVULAS DE GLOBO	17'635,540.-
-VALVULAS DE PICHANCHA	234,432.-
-VALVULAS ELIMINADORAS DE AIRE	3'960,000.-
S U B T O T A L	
	\$ 90'878,430.-

CONCEPTO

COSTOS

C O N E X I O N E S Y A C C E S O R I O S

-ABRAZADERA PARA TOMA	12'292,800.-
-BOTA HIERRO FUNDIDO	12'233,700.-
-BRIDA SNIP ON	2'083,200.-
-CAJA DE OPERACION DE FIERRO FUNDIDO	7'747,000.-
-CARRETE Fo.FO. BRIDADO	3'850,000.-
-CODO DE A.C. CEDULA 40	617,500.-
-CODO DE COBRE	2'685,054.-
-CODO Fo.FO.	5'071,000.-
-CONECTORES DE COBRE	454,400.-
-COPLE DE COBRE	263,644.-
-CRUZ Fo.Fo. BRIDADO	1'170,000.-
-EMPAQUE DE PLOMO	1'314,100.-
-EXTREMIDAD Fo.Fo. CON BRIDA	13'120,000.-
-JUNTA DE EXPANSION A.I. BRIDADA	5'304,024.-

C O N T I N U A .

-JUNTA GIBAULT COMPLETA	96'508,000.-
-LIJA CINTA	332,000.-
-MARCO CON TAPA DE Fo.Fo.	21'838,000.-
-PASTA PARA SOLDADURA DE ESTAÑO	310,500.-
-REDUCCION CAMPANA DE COBRE	28,800.-
-SOLDADURA ESTAÑO PLOMO	7'591,320.-
-TAPA CIEGA PARA TOMA DE AGUA	1'392,000.-
-TEE DE ACERO CEDULA 40	288,400.-
-TEE DE COBRE	5'880,038.-
-TEE DE Fo.Fo. BRIDADA	4'520,000.-
-TORNILLOS CON TUERCAS	4'970,400.-
-TUERCA UNION DE COBRE	950,400.-
-YEE DE COBRE	81,536.-

S U B T O T A L\$ 212'897,816.-

M A T E R I A L E L E C T R I C O

-ACCESORIOS	3'500,000.-
-CABLE DESNUDO	620,000.-
-CABLE THW	5'886,550.-
-CONTROL DE NIVEL DOS TANQUES	1'120,000.-
-INTERRUPTOR DE NAVAJAS	992,000.-
-LAMPARAS	713,000.-
-TUBO CONDUIT	2'178,200.-

S U B T O T A L\$ 15'009,750.-

CONCEPTO

COSTOS

EQUIPO ELECTRICO

-PLANTA DE EMERGENCIA 200 KW	84'000,000.-
-TABLERO DE CONTROL	10'000,000.-

SUBTOTAL	\$ 94'000,000.-

EQUIPO DE BOMBEO

-BOMBAS DE 2 HP	1'569,250.-
-BOMBAS DE 3 HP	24'640,000.-
-BOMBAS DE 5 HP	5'492,000.-
-BOMBAS DE 40 HP	39'000,000.-
-MOTOBOMBA DE GASOLINA 2 HP	2'168,000.-

SUBTOTAL	\$ 72'869,250.-

CONCEPTO

COSTOS

CONCEPTO	COSTOS
EQUIPO MECANICO	
-BIODISCOS	84'000,000.-
-CHUMACERAS	15'120,000.-
-COMPUERTA MILLER PARA CAPTACION	3'500,000.-
-COMPUERTAS MILLER PARA VERTEDEROS	3'760,000.-
-CUBIERTAS DE FIBRA DE VIDRIO	15'780,750.-
-DOSIFICADOR DE CLORO GASEOSO	6'235,000.-
-EQUIPO, MATERIALES REACTIVOS LABORATORIO	2'000,000.-
-MATERIAL FILTRANTE	3'250,000.-
-MOTORREDUCTORES Y CATARINAS	54'355,000.-
-RASTRAS, PUENTE MOVIL Y DESNATADOR	22'368,200.-
-REJAS, REJILLAS Y CRIBAS	3'900,000.-
-SEPARADOR CENTRIFUGO DE PARTICULAS	15'000,000.-
S U B T O T A L	\$ 229'268,950.-

O B R A C I V I L

El costo de cada concepto estará basado en el volúmen de obra determinado en el proyecto ejecutivo, aplicando los precios unitarios respectivos, de materiales necesarios para su construcción por lo que a continuación se presenta un estimado preliminar de estos:

CONCEPTO	PRECIO
-BIODISCOS SEIS TANQUES	100'800,000.-
-CAJA RECOLECCION SUBPRODUCTOS	4'800,000.-
-CARCAMO Y DESARENADORES	15'960,000.-
-CASETA CLORACION Y TANQUE ELEVADO	19'200,000.-
-CASETA CONTROL Y LABORATORIO	9'400,000.-
-CIMENTACION DE SEPARADOR CENT.	4'600,000.-
-DRENAJE, REGISTROS Y TRINCHERAS	8'300,000.-
-MATERIALES DE CONTRUCCION P/RESANES	1'815,000.-
-OBRA DE CAPTACION	18'400,000.-
-SEDIMENTADOR SECUNDARIO	43'200,000.-
-TRAMPAS EN LINEA DE ALIMENTACION DE AGUA	6'200,000.-
T O T A L	\$ 232'675,000.-

M A N O D E O B R A

CONCEPTO	PRECIO
-----	-----
TUBERIAS	46'369,249.-
VALVULAS	27'399,261.-
CONEXIONES Y ACCESORIOS	41'015,622.-
EQUIPO	89'435,285.-
MATERIAL ELECTRICO	8'993,048.-
OBRA CIVIL	192'217,633.-

T O T A L	\$ 405'430,098.-

COORDINACION, SUPERVISION Y PRUEBAS

Este concepto incluye el personal que supervisará y coordinará los trabajos de campo, de gabinete y las adquisiciones; los precios por hora-hombre incluyen indirectos, gastos de administración, prestaciones y viáticos.

CATEGORIA	H-H	\$/H-H	PRECIO
-----	-----	-----	-----
GERENTE DE PROYECTO	480	30,000	14'400,000.-
RESIDENTE DE OBRA	1260	20,000	25'200,000.-
TECNICO EN CONSTRUCCION	2520	11,000	27'720,000.-
TECNICO DE OPERACION	135	15,000	2'025,000.-
PROFESIONISTA ELECTRICO	135	15,000	2'025,000.-
AUXILIAR DE CAMPO	1260	3,000	3'780,000.-

	T O T A L		\$ 75'150,000.-

RESUMEN DE COSTOS

CONCEPTO	PRECIOS
1. PROYECTO EJECUTIVO	48'398,000.-
2. TRABAJOS PRELIMINARES	30'580,000.-
3. ADQUISICION MATERIALES Y EQUIPO	937'176,328.-
4. MANO DE OBRA INSTALACIONES	213'212,465.-
5. MATERIAL DE CONSTRUCCION	232'675,000.-
6. MANO DE OBRA CIVIL	192'217,633.-
7. FLETES Y MANIOBRAS	35'095,540.-
8. HERRAMIENTAS Y MAQUINARIA	12'162,903.-
9. COORDINACION, SUPERVISION Y PRUEBAS	75'150,000.-
10. INDIRECTO 10% 2,3,4,5,6,7 y 8	165'311,987.-
11. UTILIDAD 5% 1,2,3,4,5,6,7,8 y 9	88'833,393.-
T O T A L \$ 2,030'813,249.-	

El costo total del proyecto es de dos mil treinta millones ochocientos trece mil doscientos cuarenta y nueve pesos antes de IVA. y en Moneda Nacional.

CALENDARIO DE ACTIVIDADES

CONCEPTO	1	2	3	4	5	6	7
1. PROYECTO EJECUTIVO	XXXX	XXXX					
2. TRABAJOS PRELIMINARES	XX	XXXX	XXX				
3. ADQUISICIONES DE EQUIPO		XXXX	XXXX	XXXX	XX		
4. OBRA CIVIL		XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	X	
5. TUBERIA EN PLANTA			XX	XXXX	XXXX	XX	
6. INSTALACION ELECTRICA				XX	XXXX	XXXX	XX
7. TRANSPORTE Y MONTAJE				XXXX	XXXX	XXXX	
8. SUPERVISION Y PRUEBAS	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
9. ENTREGA FINAL							XXX

NOTA: CADA X REPRESENTA UNA SEMANA.

CALCULO DEL EQUIPO DE BOMBEO.

De acuerdo a los datos proporcionados, la unidad habitacional cuenta con 4,858 departamentos, los cuales tienen 3 recámaras cada uno, considerando 5 habitantes por departamento se obtiene que:

$$(4,858 \text{ Deptos}) (5 \text{ Personas/Depto}) = 24,290 \text{ Personas en la unidad habitacional.}$$

Como se menciona en el tema 1.2, el consumo promedio por vivienda es de 1,120 l/día, y por habitante 224 l/día, así tenemos que el suministro de agua potable para nuestro caso es de 224 l/hab./día, por lo tanto el total de agua potable promedio, suministrada a la unidad habitacional es de :

$$(24,290 \text{ Hab}) (224 \text{ l/Hab/Día}) = 5'440,960 \text{ l/Día (62.97 LPS)}$$

Según tablas, se considera que el 25% del suministro de agua es empleado en los excusados, por lo que el consumo total para este servicio será de:

$$(62.97 \text{ LPS}) (0.25) = 15.74 \text{ LPS}$$

La unidad habitacional tiene en áreas verdes 134,014 m², considerando también por tablas, que el gasto recomendado para el riego de áreas verdes es de : 7.33×10^{-5} LPS/m² de superficie sembrada de césped, por lo tanto el gasto requerido para este servicio es de:

$$(134,014 \text{ m}^2) (7.33 \times 10^{-5} \text{ LPS/m}^2) = 9.82 \text{ LPS}$$

La superficie ocupada por andadores y banquetas es de 140,430 m², y el consumo recomendado es de: 2.93×10^{-5} LPS/m² para riego de patios, por lo tanto el suministro para este servicio será de:

$$(140,430 \text{ m}^2) (2.93 \times 10^{-5} \text{ LPS/m}^2) = 4.12 \text{ LPS}$$

Así se tiene que sumando todos los consumos obtenidos, el gasto total requerido de agua tratada está dado por:

$$Q \text{ a.t} = 15.74 + 9.82 + 4.12 = 29.68 \text{ LPS (470.43 GPM)} \text{ --(I)}$$

$$\text{por lo tanto } Q \text{ a.t} = 30 \text{ LPS (475.5 GPM)}$$

Con este gasto total de agua tratada, se procede a calcular el diámetro de la tubería principal de la red hidráulica para este servicio. De acuerdo a la ecuación de continuidad se tiene que:

$$Q = V \times A. \text{ ----- (1)}$$

Donde Q = Gasto (m³/seg)

V = Velocidad (m/seg)

A = Area (m²)

Se recomienda que la velocidad del agua que circula en una tubería debe andar en el rango de 1 a 3 mts/seg; para el caso que nos ocupa, se tomará el promedio que es de 2 mts/seg. Una vez que se conoce el gasto y la velocidad del agua tratada, se despeja de la ecuación de continuidad (1) el área, quedando la ecuación de la siguiente manera:

$$A = \frac{Q}{V} = \frac{(30 \text{ LPS}) (1 \text{ m}^3/1000 \text{ L})}{(2 \text{ mts/seg})} = 0.015 \text{ m}^2 \quad \text{--- (2)}$$

Por otro lado el área de una tubería está dada por:

$$A = \frac{\pi}{4} D^2 \quad \text{--- (3)}$$

Despejando D de la ecuación (3) se tiene:

$$D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} \quad \text{--- (4)}$$

Sustituyendo (2) en (4) se obtiene:

$$D = \sqrt{\frac{4(0.015 \text{ m}^2)}{3.1416}} = 0.138 \text{ mts (5.42")}$$

De acuerdo a este cálculo la tubería principal debe ser de 6". El paso siguiente es el cálculo de la carga dinámica total que deberán vencer las bombas.

Los edificios de 17 niveles contarán con bombas independientes por lo que estos no se consideran para el cálculo de la carga dinámica total, por lo tanto el nivel más alto a considerar, serán los edificios de 5 niveles, considerando 3 mts. de altura por nivel, se tiene una altura total de 15 mts.

Tomando en cuenta que la red hidráulica de distribución es muy grande y que se tendrán tuberías de 6", 4" y 3", se manejarán en estas flujos que no excedan un coeficiente de fricción mayor a $H_f = 0.21$.

De acuerdo al anexo No. III donde se indica la longitud total de cada una de las tuberías, tenemos que las pérdidas por fricción son de:

DIAM.	LONG. TOT. (MTS)	HF	PERDIDAS POR	
			FRICCIÓN EN C/100 MTS	
3"	6,495	0.21	13.64	MTS
4"	5,413	0.21	11.37	MTS
6"	750	0.21	1.58	MTS
T O T A L			26.59	MTS

También del anexo No. III. se obtiene el total de accesorios, debido a la variedad y a la diferencia de longitudes equivalentes de cada uno de ellos, se toma como longitud equivalente el valor promedio de los mismos, el cual es de:

$$\text{Long Eq P/Acc} = 2.59 \text{ MTS}$$

El número total de accesorios con que cuenta la red hidráulica de distribución para el suministro de agua tratada, es de 487, por lo tanto las pérdidas por fricción debido a accesorios serán de:

$$(487 \text{ Accs})(2.59 \text{ mts/Accs})(0.21/100)=2.65 \text{ MTS}$$

La carga dinámica total que deben vencer las bombas, es la suma de todas las pérdidas por fricción generadas, más el punto más alto al que se tenga que bombear el agua, así también como la presión de descarga necesaria a la entrada del W.C., la cual es de 1.02 Kg/cm², por lo tanto se tiene que:

$$\text{CDT} = 15 + 26.59 + 2.65 + 10.2 = 54.44 \text{ mts (178.56 ft)}$$

Una vez calculado el gasto y la carga dinámica total, se procede a seleccionar el equipo de bombeo, considerando que el mismo estará integrado por dos bombas (1 en operación y otra de reserva).

Por medio de la fórmula abajo descrita, la cual nos da el cálculo del BHP requerido, el que nos orientará sobre la potencia de las bombas.

$$\text{BHP} = \frac{Q \times \text{CDT} \times \text{p.e}}{76 \times \text{ef}} \quad \text{----- (A)}$$

Donde: BHP = Potencia requerida por la bomba.

y/o potencia al freno (H.P)

Q = Gasto a bombear (LPS)

CDT = Carga dinámica total a vencer (M.C.A.)

p.e = Peso específico del líquido bombeado.

76 = Constante de transformación de unidades para obtener C.P. (H.P)

ef = eficiencia de la bomba.

Sustituyendo valores en A, se tiene:

$$(30 \text{ LPS}) (54.44 \text{ MTS}) (1.1)$$

$$\text{BHP} = \frac{\quad}{(76) (0.81)} = 29.18 \text{ H.P.}^*$$

Por lo que se sugiere que la potencia del motor eléctrico sea aproximadamente de 30 H.P.

* más adelante se detallará el cálculo real por medio de gráficas de bombas.

Del catálogo de bombas de la Cía. Manufacturera Fairbanks-Morse, se selecciona una bomba centrífuga vertical tipo turbina de 4 pasos, modelo 10 M. de la serie: 7000 a 1770 Rpm, de lubricación por agua. (ver curva de operación figura No. 50). De la curva de operación de esta bomba para el punto requerido de acuerdo a los datos obtenidos, se tiene una eficiencia del 81%, así podemos calcular la potencia requerida por la bomba.

Las bombas deberán ser accionadas por motores verticales flecha hueca con trinquete de no retroceso, de 40 H.P., 1800 RPM, 220/440 Volts, 3 fases, 60 Hz, TCCVE (totalmente cerrado con ventilación exterior), debido a que el BHP obtenido está muy cercano a 30 H.P., por lo que se sugiere meter el motor inmediato superior.

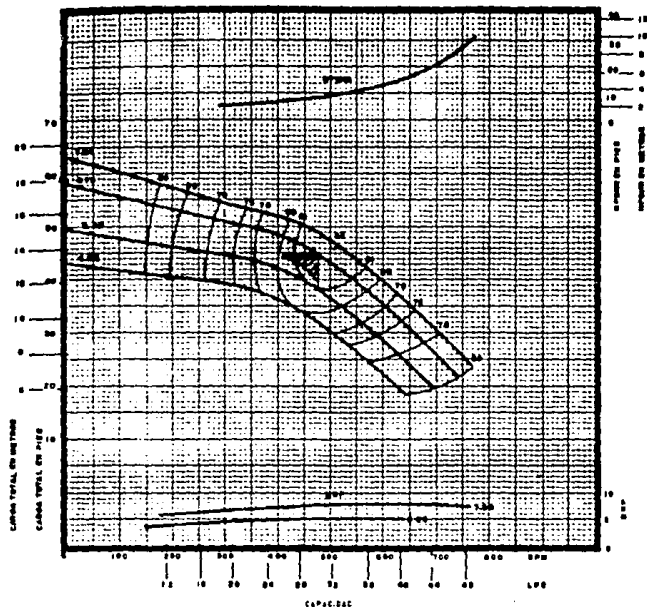
Este equipo de bombeo absorberá el agua tratada del lago artificial, donde será descargado el efluente de la planta de tratamiento.

El gasto mínimo que debe entregar la planta de tratamiento al lago está dado por (I), el cual es : $Q \text{ a.t.} = 30 \text{ LPS}$

FIGURA 50



MANUFACTURERA FAIRBANKS MORSE, S.A. de C.V.



**10M
7000
1770
RPM
IMPULSOR
T7DA92**

CORRECCIONES DE EFICIENCIA

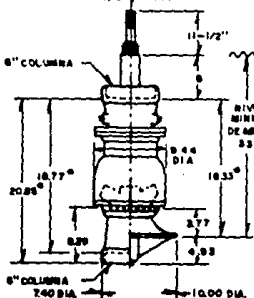
NUMERO CAMBIO DE PASOS EFICIENCIA	
1	-8 PUNTOS
2	-20 PUNTOS
3	-10 PUNTOS
4	NO CAMBIA
5	NO CAMBIA
6 O MAS	NO CAMBIA

MATERIAL CAMBIO DE DEL TAZON EFICIENCIA	
ACERO A.C. 22	-2 PUNTOS
FoFo Esmerilado	NO CAMBIA

MATERIAL DEL CAMBIO DE IMPULSOR EFICIENCIA	
Fierro Imita de	-10 PUNTOS
Fierro	NO CAMBIA
FoFo Esmerilado	NO CAMBIA

1) Referirse a Datos de Aplicación y Referencia para corrección de carga

DIMENSIONES (pulgadas)



*) AUMENTAR 0.29 POR CADA PASO ADICIONAL.

DATOS TECNICOS

DATOS	VALOR
VELOCIDAD MAXIMA DE CARGA	3000 RPM
NUMERO MAXIMO DE PASOS	18**
DIAMETRO MAXIMO DE LA BOMBA	11-7/16"
AREA DEL DUC. DE IMPULSOR	11.19"
PES. MAXIMO DE ESFERA	6.8"
P. TRAZO CARGA 25 A 1.	639 LBS./FT.
NO. PES. CARGA 25 A 1.	15.75 LBS.
PES. TAZON 25 A 1.	180 LBS.
PES. TAZON 25 A 1. CUENA	40 LBS.
A. ARGUMENTO DEL C. LECHA PERMITIDO	.60"
W. (PRIMER PASO)	.82 LBS.-PT.
W. (CADA PASO ADICIONAL)	.80 LBS.-PT.
TOLERANCIA DEL ANILLO DEL TAZON	0.147, 0.18"

** Estos son valores nominales. Referirse a Datos de Aplicación y Referencia para información adicional limitando a amplitud estas datos.

(475.5 GPM), con este dato se calcula el consumo máximo promedio día.

$$\begin{aligned}\text{Cons Máx Prom Dia} &= (Q \text{ a.t.}) (\text{No. de seg/dia}) \\ &= (30.00 \text{ LPS}) (86,400 \text{ seg}) \\ &= 2'592,000 \text{ Lts } (2'592 \text{ m}^3)\end{aligned}$$

La reserva de agua tratada, es en base al consumo diario previendo fallas en el sistema de abastecimiento, por lo que se estima que debe ser como mínimo el 50%, de dicha dotación por lo cual el volúmen mínimo de agua que debera contener el lago artificial sera de:

$$\begin{aligned}\text{Vol. agua lago} &= \text{cons máx prom día} + 50\% \\ &= (2'592 \text{ m}^3) + (1'296 \text{ m}^3) \\ &= 3'888 \text{ m}^3\end{aligned}$$

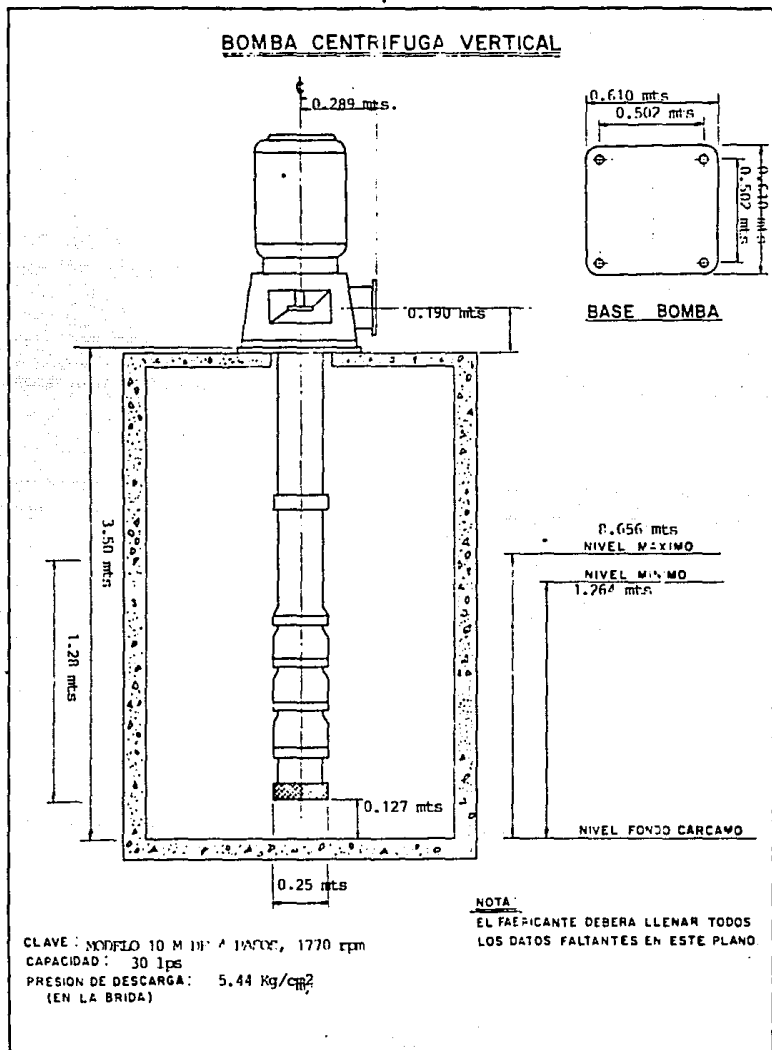
La longitud mínima de las bombas verticales que estaran en el lago de agua tratada es de: 3.00 mts. (ver fig. No. 51), por lo cual el lago debe tener una profundidad mínima de 3.5 MTS., en la misma fig. 51, se observa que el espacio comprendido entre el nivel máximo y el nivel mínimo de agua es de 1.375 mts, que es la altura obtenida para el cálculo del volúmen útil en el lago.

Ahora se procederá a calcular el consumo de agua tratada para los edificios de 17 niveles.

En estos edificios se tienen 4 departamentos por nivel y cada departamento tiene 3 recámaras, por lo tanto el consumo

FIGURA 51

DIMENSIONES GENERALES DE BOMBA VERTICAL Y NIVELES MÁXIMO Y MÍNIMO DE AGUA TRAZADA



de agua potable es de:

$$(17 \text{ Niveles}) (4 \text{ Deptos/Nivel})(5 \text{ Hab/Depto}) = 340 \text{ Hab}$$

$$(340 \text{ Hab}) (224 \text{ L/Hab/Día}) = 76,160 \text{ L/Día}$$

$$(0.88 \text{ LPS})$$

El 25% de este consumo se destina a los W.C., por lo tanto.

$$\text{QWC} = 0.22 \text{ LPS} (13.2 \text{ LPM})$$

De acuerdo a este gasto y siguiendo el mismo procedimiento anterior para el cálculo del diámetro de tubería, se obtiene que el diámetro de la tubería de alimentación al tinaco de agua tratada es de: $D = 1/2"$.

Se calcula ahora el volumen del tinaco de acuerdo al procedimiento del consumo máximo promedio día.

$$\begin{aligned} \text{Cons Máx Prom Día} &= (0 \text{ a.t.}) (\text{No. de seg /da}) \\ &= (0.22 \text{ LPS}) (86,400 \text{ seg}) \\ &= 19,008 \text{ Lts} (19 \text{ m}^3) \end{aligned}$$

Cada uno de estos edificios cuenta con 4 tinacos con una capacidad de 19 m³ c/u, por lo cual se destinara uno de ellos para el suministro de agua tratada.

El volumen que debera tener la cisterna para el almacenamiento de agua tratada en estos edificios, es de:

$$\begin{aligned} \text{Vol min agua cisterna} &= \text{cons máx prom día} + 50\% \\ &= (19.00 \text{ m}^3) + (9.5 \text{ m}^3) \\ &= 28.5 \text{ m}^3 (28,500 \text{ Lts}) \end{aligned}$$

La carga dinámica total que deberán vencer las bombas para llevar el agua tratada desde la cisterna hasta el tinaco, considerando: 3 mts. por nivel, una presión de descarga = 1.5 Kg/cm² a la entrada del tinaco, pérdidas por fricción en tubería recta y accesorios del 5% de la carga estática + presión de descarga en el tinaco.

$$\begin{aligned} \text{Cdt} &= (17 \text{ Niveles})(3 \text{ mts/nivel}) + (15 \text{ mts}) + (0.05)(66 \text{ mts}) \\ &= 51 \text{ mts} + 15 \text{ mts} + 3.3 \text{ mts} \\ &= 69.3 \text{ mts} \end{aligned}$$

Con los datos obtenidos de gasto y carga dinámica total se procede a seleccionar las bombas para este servicio.

$$Q = 0.22 \text{ LPS (13.2 LPM)}$$

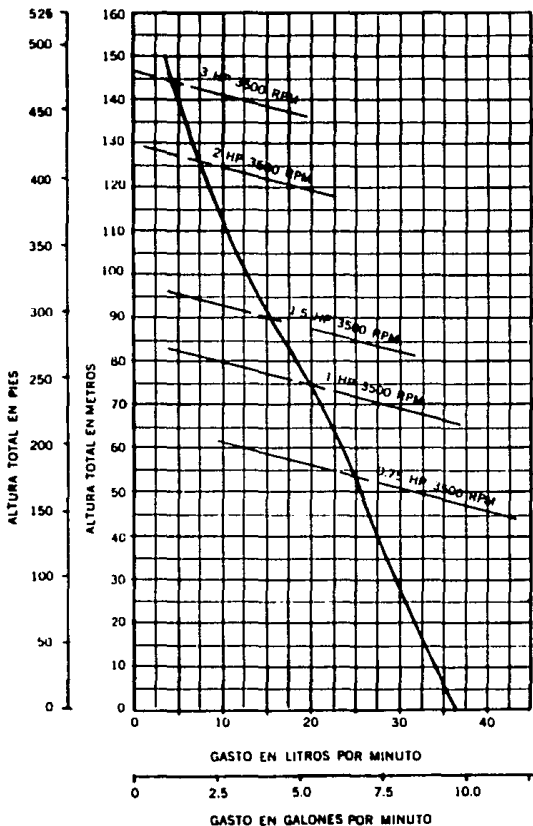
$$\text{CDT} = 69.3 \text{ MCA}$$

Del catálogo del fabricante de bombas Sentinel, se selecciona la bomba de turbina regenerativa, modelo T-5 con motor de 3 HP 3600 rpm, ver figura 52.



BOMBA TURBINA MODELO T-5 SM

SUCCION Y DESCARGA 25.4 mm. (1")



CAPITULO 3

ANALISIS FINANCIERO

3.1 COSTOS DE CONSUMO DE AGUA POTABLE.

En Mexico el agua ha sufrido deterioros considerables en su calidad, por lo tanto presenta serios problemas que están constituidos por diversos factores que impiden tener soluciones generalizadas.

Nuestro país no ha podido desligarse de las consecuencias de un desarrollo mal planeado y desordenado, el cual ha ocasionado fallas y deficiencias que incrementan sustancialmente los costos de los servicios, de suministro de agua potable. Hasta ahora la red hidráulica de nuestro país se ha venido financiando en base a subsidios, ya que los recursos provenientes de los cobros por suministro de agua potable siempre han sido inferiores con respecto a los costos reales que se tienen.

El déficit ha sido cubierto por impuestos y créditos tanto Nacionales como Internacionales, por tal motivo es difícil evaluar efectivamente si las tarifas actuales pagan realmente los costos de manera equitativa y proporcional, basados en el beneficio otorgado.

Quizá este sea el motivo principal por lo que los usuarios no hayan sido motivados a ahorrar agua, ya que las cuotas

que pagan por el consumo de la misma no los concientiza de los altos costos que ocasiona el traerla a la Ciudad.

Las mediciones de consumo de agua se han visto un poco obstaculizadas debido al deterioro de las instalaciones, las cuales ocasionan deficiencias en la facturación y cobro de servicios por consumo de agua potable.

Podría pensarse que la autosuficiencia financiera del sistema hidráulico de D.F., pueda lograrse mediante el cobro de tarifas más reales, de tal manera que reflejasen los costos y así los subsidios actuales podrían destinarse a otras áreas de mayor importancia, también se podrían hacer cargos correspondientes por reparaciones e instalaciones de red hidráulica, de esta manera el usuario estaría más conciente del monto total de los subsidios y pagaría el valor real por consumo de agua potable.

Quizá con este tipo de acciones, se puedan mejorar los servicios de suministro de agua potable, siendo posible esto mediante el control de los egresos actuales del sistema hidráulico del Distrito Federal, reduciendo la compra de agua en bloque y también los costos de conservación, operación y mantenimiento de la red hidráulica, puesto que estos podrían ser repartidos entre los consumidores de agua potable en forma equitativa.

En la actualidad no se tienen costos históricos exactos de los servicios hidráulicos, los costos con que se cuentan son estimaciones que están basadas en datos hasta cierto punto particulares, ya que no se tiene una infraestructura admi-

nistrativa homogénea y cada dependencia maneja información diferente.

Esto ocasiona que los ingresos que se tienen por concepto de suministro de agua potable, no sean los más adecuados, puesto que las tarifas actuales distan mucho de los costos reales de abastecimiento del vital líquido, provocando el que no se tenga el mantenimiento preventivo adecuado en las instalaciones de las plantas potabilizadoras y en la misma red hidráulica.

Basándonos en lo antes expuesto, el panorama es nada prometedor, ya que existe una tendencia hacia el alza de costos en el suministro de agua potable, ocasionada principalmente por el incremento de precios de los insumos, además de que la mayor proporción de agua en bloque que usa el sistema hidráulico del Distrito Federal, también se están viendo incrementados sustancialmente sus costos.

Aunado a esto se tiene que las instalaciones actuales del sistema hidráulico del Distrito Federal, ya están en el límite de su vida útil, haciendo con ello mayor necesidad de recursos económicos por costos de reposición.

La necesidad económica es mucha, el beneficio de recibir el vital líquido, es incuantificable y el ingreso es bajo. La recomendación es la de abatir la demanda que se tenga en lo futuro, con ello se tendrían ahorros considerables en los costos de operación.

Tradicionalmente el sistema de tarifas de consumo de agua potable, ha estado encaminado al subsidio de un número cada

vez mayor de usuarios; en 1950 se estableció una cuota de \$0.20/m³ equivalentes a \$3.21/m³ a pesos de 1980, y esta tarifa no sufrió modificación alguna durante 10 años, siendo hasta 1960 en que se establecieron tarifas ascendentes, cobrando cuotas relativamente altas a quienes tuviesen mayores consumos, (fuente de información DGCOH) sin embargo esto no ha sido posible debido a que es sumamente difícil cuantificar con exactitud los consumos reales, así como establecer tarifas más apegadas a los costos reales, puesto que el padrón de usuarios que se tiene en la actualidad no contempla a la totalidad de los usuarios del servicio de agua, además de que en los casos de unidades departamentales se dificulta aún más la estimación de los consumos, puesto que en la mayor de las veces una sola cuenta incluye varios usuarios. Se tiene como consideración muy aproximada, un registro de más del 80% de las tomas totales de agua potable y se han hecho estudios que demuestran que más del 50% de los medidores instalados están descompuestos, esto según la DGCOH. Así mismo se ha investigado que el costo por factura de servicio medido, es mucho mayor que el precio de venta por consumo de agua potable, esto hace pensar que resulta más económico el cobro de cuota fija a los usuarios que consuman hasta 60 m³ al bimestre.

Todo lo expuesto en párrafos anteriores, nos obliga a pensar en la implantación de tarifas no al libre arbitrio, ya que ello podría acarrear costos injustificables para el usuario, así como en el servicio de medición.

Quizá con este tipo de acciones que se lleven a cabo, puedan ser fijadas tarifas idóneas para consumo de agua potable, las cuales reflejen exactamente los costos reales de traer el agua de fuentes cada vez más lejanas y extraerla de profundidades mayores.

De no lograrse esta situación, no se llegaría a la autosuficiencia financiera y las tarifas por consumo de agua potable deberán ser constantemente incrementadas en porcentajes anuales considerables.

Pero esto no es solo la única alternativa, también es necesario tener un control absoluto sobre los costos, con el fin de determinar a ciencia cierta el costo de distribución y extracción por cada metro cúbico de agua potable.

Todo esto parece difícil de lograr y más a un corto plazo, ya que debemos considerar que los recursos acuíferos no pueden ni deben seguir siendo más degradados, por lo que la reutilización del agua es la alternativa más viable inmediata posible, con el objetivo básico de reducir los costos de extracción y distribución, así como la reducción de la demanda y la contaminación del agua.

3.2 ANALISIS ECONOMICO DE AGUA TRATADA.

Para el asunto que nos ocupa de la planta de tratamiento de aguas residuales, es un caso un tanto particular, puesto que no es un proyecto que generará utilidades y por lo tanto el inversionista debe estar conciente de que la inversión no será para la generación de utilidades, sino para un benefi-

cio social.

En el presente capítulo se establecerán algunas técnicas de evaluación de proyectos, con el fin de aprovecharlas como herramientas para determinar que tan factible es o no el proyecto propuesto y en base a esto obtener un costo por m³ de agua tratada, y también un precio de venta el cual debe ser óptimo para que el proyecto sea autofinanciable y rentable (para los fines que se requieren).

Recordando los costos que intervienen en la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales (vistos en el capítulo anterior), basados en ellos a continuación se hará el análisis correspondiente al consumo de agua potable. Para hacer dicho análisis es necesario partir de la base del consumo promedio diario por habitante, el cual se había determinado de 224 l/hab/día, considerando que en la unidad habitacional se tienen 4,858 departamentos, con 5 habitantes promedio por departamento, (cifra promedio estimada por el INFONAVIT) se tiene una población total de 24,290 habitantes, con un consumo global de 5'440,960 l/día de agua potable (5,440.9 m³/día).

La cuota promedio de agua potable es de \$527/m³ (este dato fué obtenido haciendo estadísticas particulares, debido a que no se tiene un dato específico de cuota real por m³ consumido de agua potable).

Así cada departamento estaría pagando una cuota bimestral de \$35,414.00 por consumo de agua potable.

El volumen de agua residual doméstica que se manejará en la

planta de tratamiento es de 30 LPS (2,592 m³/día), y para obtener el costo por metro cúbico de agua tratada, es necesario mencionar los costos que intervienen en el análisis, los cuales se mencionan a continuación:

- A.- Costo total de la planta de tratamiento.
- B.- Costo anual financiero.
- C.- Costo anual de operación y mantenimiento.
- D.- Sueldos anuales.
- E.- Depreciación anual de la construcción y del equipo.
- F.- Periodo económico del proyecto (20 años).
- G.- Costo de energía eléctrica.

A.- El costo total de la planta, lo integran cada uno de sus componentes así como las actividades a desarrollar para la construcción de la misma.

En nuestro caso no se está considerando el costo del terreno puesto que se parte de la base que el Gobierno Federal cederá el terreno, puesto que el lugar en donde se propone la instalación de la planta, es precisamente en los límites de lo que será un parque ecológico.

En la tabla siguiente se detallan los costos que intervienen en la construcción de la planta, los cuales ya han sido descritos en el capítulo anterior.

1. PROYECTO EJECUTIVO	48'398,000.00
2. TRABAJOS PRELIMINARES	30'580,000.00
3. ADQUISICIONES MATERIALES Y EQPO.	937'176,328.00
4. MANO DE OBRA INSTALACION	213'212,465.00
5. MATERIAL DE CONSTRUCCION	232'675,000.00
6. MANO DE OBRA CIVIL	191'217,633.00
7. FLETES Y MANIOBRAS	35'095,540.00
8. HERRAMIENTAS Y MAQUINARIA	12'165,903.00
9. COORDINACION, SUPERVISION Y PRUEBAS	75'150,000.00
10. INDIRECTO (10% DE LOS CONCEPTOS 2, 3, 4, 5, 6, 7 Y 8)	165'311,987.00
11. UTILIDAD (5% DE LOS CONCEPTOS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 Y 9)	88'833,393.00

T O T A L	2,030'813,249.00

B.- El costo financiero se está considerando con una tasa del 28% anualizada, esto como una proyección en la baja de las tasas de interés y sobre el valor de la tasa de Cetes, considerando además que habrá ciertos tipos de motivaciones financieras hacia este tipo de proyectos, de esta manera el costo anual financiero queda determinado por:

$$Cfa = ia \times Cc$$

Donde:

ia = Tasa de interés anual.

Cc = Costo total de la planta.

Por lo tanto el costo financiero para el primer año es:

$$\begin{aligned} Cfi &= 0.28 \times 2,030'813,249.00 \\ &= \$ 568'627,710.00 \end{aligned}$$

Los costos financieros de los restantes años se muestran en el anexo I. los cuales han sido calculados sobre la base de saldos insolutos.

C.- El costo anual de operación y mantenimiento normalmente se establece como un porcentaje tanto del costo de la obra civil y el costo del equipo, en este caso el porcentaje se estima entre un 3% y un 5%, y dicho porcentaje se establece en base a la práctica, por tal motivo en este caso se tomará el 5% tanto en obra civil como en equipo, así se tiene que el costo de conservación y mantenimiento de la planta está dado por:

$$\begin{aligned} CCMP &= 0.05 \times 953'060,480.00 \\ &= \$ 47'653,024.00 \end{aligned}$$

Y el costo de conservación y mantenimiento del equipo está dado por:

$$\begin{aligned} CCME &= 0.05 \times 1,077'752,769.00 \\ &= \$ 53'887,639.00 \end{aligned}$$

D.- Sueldos.

En este concepto de costo, se está considerando el siguiente personal:

	SUELDO ANUAL
1 Supervisor (un turno de 8 horas)	9'600,000.00
4 Técnicos (un turno de 8 horas considerando Sábados y Domingos)	57'600,000.00
1 Ayudante General (un turno de 8 horas)	7'200,000.00
1 Laboratorista (un turno de 8 horas)	12'000,000.00

TOTAL	\$ 86'400,000.00

En estos sueldos está incluido el plan de prestaciones de Ley.

E.- Depreciación anual de la construcción y del equipo.

El término depreciación se aplica únicamente al activo fijo ya que este al transcurso del tiempo vale cada vez menos debido a su desgaste. Estos cargos se hacen en base a la Ley Hacendaria, la cual ya tiene fijado un porcentaje determinado, ocasionando con ello que el inversionista pague menos impuestos, ya que el costo por depreciación es totalmente deducible de utilidades, trayendo como consecuencia menor pago de impuestos.

Aprovechando esta política, en este caso se ha considerado una depreciación acelerada tanto de equipo como de construcción del 10%, haciendo con ello un mayor incentivo en este tipo de proyectos, de esta manera se tiene que la depreciación de obra civil queda de la siguiente manera:

$$\text{DOC} = 0.10 \times 1,953'060,480.00$$

= \$ 95'306,047.00 en cada uno de los 10 años.

Y la depreciación del equipo queda de manera similar:

$$\text{DE} = 0.10 \times 1,077'752,769.00$$

= \$ 107'775,279.00 en cada uno de los 10 años.

F.- Período económico del proyecto (20 años)

Este concepto nos indica la vida útil estimada de la planta, la cual se considera sea de 20 años, por lo tanto en el análisis económico que se presenta en el anexo II se hace durante los 20 años considerados de vida útil.

G.- Costo de energía eléctrica.

Este costo lo hemos separado de los de operación y mantenimiento, debido a que se ha hecho la consideración de que bien valdria la pena que la Comisión Federal de Electricidad tuviese algún tipo de subsidio en los proyectos de plantas, en base a los HP instalados y de esta manera establecer una cuota fija.

Así se tendría que los HP instalados son:

	TOTAL DE HP	KW
6 Motorreductores de 7.5 HP	45	60.34
2 Motobombas de 5 HP	10	13.41
2 Motobombas de 40 HP	80	107.28
2 Motobombas de 0.25 HP	0.50	0.67
1 Motorreductor de 0.5 HP	0.50	0.67
Alumbrado (se estiman 10W/m2 x 2000 m2)		20.0
Datos del Manual de alumbrado Phillips		-----
SUBTOTAL DE KW.		202.37
Protección del 10% sobre el subtotal		21.58

T O T A L		223.95

El consumo pico de energía que se tendría sería de 148.15 Kw, de esta manera se propone tener cuota fija anual de \$17'880,000.00, esta cuota se establece según experiencia en plantas similares en cuanto a capacidad instalada.

Una vez obtenidos todos los costos, lo que se hará es seguir con su análisis y clasificación, así se tiene:

ANALISIS Y CLASIFICACION DE LOS COSTOS

DE OPERACION DE LA PLANTA

CONCEPTO	TOTALES	COSTOS FIJOS	COSTOS VARIABLES
Sueldos	86'400,000.00	86'400,000.00	
Mto. Cons.			
Planta	47'653,024.00		47'653,024.00
Mto. Cons.			
Equipo	53'887,639.00		53'887,639.00
Prestaciones	42'949,440.00	42'949,440.00	
Energía	17'880,000.00	17'880,000.00	
Dep. O. Civil	95'306,047.00	95'306,047.00	
Dep. Equipo y			
Maquinaria	107'775,278.00	107'775,278.00	
Gastos Finan-			
cieros	568'627,710.00	568'627,710.00	
	-----	-----	-----
Totales	1,020'479,138.00	918'938,475.00	101'540,663.00

Considerando el volúmen de agua que va a manejar la planta de tratamiento que es de 30 LPS, lo que equivale a un volúmen total anual de 946,080 m3, por lo tanto el costo por m3 es de:

$$c/m3 = \text{Costos totales} / \text{Vol. anual de agua tratada}$$

$$c/m3 = 1,020'479,138.00 / 946,080.00$$

$$c/m3 = \$ 1,078.64 / m3.$$

Aquí se hará un breve paréntesis.

Puesto que en realidad no se encontró una fuente fidedigna

de información sobre el costo real de extracción y distribución por m3 de agua. lo unico que se pudo investigar en la DGCOH es que el costo de extracción estimado era de \$1,200 /m3 y el de distribución andaba sobre un 100% del costo de extracción, por lo tanto se ha considerado a simple estimación que el precio de venta de agua potable por metro cúbico debiera ser alrededor de unos \$3,310.00.

Por lo que entonces se estima un porcentaje sobre el costo de agua tratada del 50% para establecer el precio de venta por m3, así se tiene:

$$PV = c/m3 \times 1.50$$

$$PV = 1,078.64 \times 1.50$$

$$= \$1,617.96 / m3$$

Haciendo el mismo análisis que se hizo con agua potable, respecto a la cuota que cada departamento debe pagar por consumo de agua se tiene lo siguiente:

En base al consumo anual de 946.080 m3.. este dá un promedio mensual de 78,840 m3 que dividido entre el total de departamentos, se tiene que cada departamento consume un promedio de 16.23 m3 mensuales, al precio de \$1,617.96 /m3 estaría pagando una cuota mensual de \$26,259.49 por consumo de agua tratada.

Ahora bien el ahorro mensual de agua potable que se tendria o que se dejaría de consumir sería de 78.840 m3., por consumo de agua tratada, por lo tanto se consumirían 84,387 m3. de agua potable mensuales al precio de \$527.00 /m3, correspondiéndole una cuota mensual por departamento de \$9,154.37,

que sumado al pago mensual por consumo de agua tratada, nos dá un total de \$36,025.00 mensuales por departamento, contra \$17,707.00 mensuales que debería estar pagando por consumo de agua potable.

Si bien el costo por consumo de agua tratada es más alto, la diferencia no es tal como para no persuadir a la gente de ahorrar agua potable usando agua tratada.

Apoiados en las técnicas de valor presente y tasa interna de retorno, como técnicas de evaluación de proyectos, a continuación se hará el estudio de factibilidad correspondiente a dicho proyecto de plantas de tratamiento de aguas residuales.

En el Anexo II se presenta el desglose de los cálculos para valor presente, en base a ellos se llega a lo siguiente.

Apoiados en los Costos de Operación de la planta se llega a establecer un precio de venta, el cual nos dá un ingreso por venta anualizado (Col. 1), al cual se le van descontando los costos de operación, depreciación y financiamiento (Col. 2, 3 y 4), con esta operación se llega a la utilidad antes de impuestos (Col. 6), posteriormente se aplica un impuesto que es sobre las utilidades, el cual lo hemos considerado máximo del 35% como preferente y motivante hacia este tipo de proyectos, inclusive se piensa que pudiese ser mucho menor o nulo, lo cual podría disminuir considerablemente el precio de venta del agua tratada calculado.

Dicho impuesto se resta de las utilidades antes de impuestos y así se llega a las utilidades después de impuesto (Col.8),

a la cual se le agregan los gastos de depreciación (Col.9) y se obtiene el flujo neto de efectivo (Col. 10), que multiplicado por el factor correspondiente de flujos desiguales a una tasa del 28% (Col. 11), se obtiene finalmente el valor presente para cada año (Col. 12).

De esta manera la sumatoria de los Valores presentes menos la inversión inicial nos dá el valor anual neto considerando una tasa del 28%.

$$VAN = \sum_{n=1}^{20} \frac{FNE\ n}{(1+i)^n} - \text{Valor de la Inversión}$$

$$VAN = 2,053'695.985.00 - 2,030'813.249.00$$

$$VAN = \$22'882.736.00$$

Esto nos indica que el proyecto es factible, ya que es positivo, con una tasa del 28%.

Ahora se procederá a calcular la tasa interna por ensayo y error, ya que se tienen flujos de efectivo variables.

Tomando como base la inversión inicial de \$2,030'813,249.00 y con una tasa del 28% nos dá una sumatoria de flujos de efectivo de \$2,053'695,985.00, con el 29% la sumatoria de flujos de efectivo es de \$1.954'252,132.00, esto nos indica que la tasa interna en donde los flujos de efectivo se igualan con la inversión está entre 28% y 29%, por lo tanto se tiene lo siguiente:

Flujos de efectivo con el 28%	=	\$2,053'695,985.00
Flujos de efectivo con el 29%	=	\$1,976'535,783.00

Diferencia 1%	=	\$ 77'160,202.00
Flujos de efectivo con el 28%	=	\$2,053'695,985.00
Valor inicial de la inversión	=	\$2,030'813,249.00

Diferencia	\$	22'882,736.00

Por simple regla de tres se tiene:

77'160,202.00 - 1%

22'882,736.00 - X

Por lo que $X = 0.2894\%$

Así se tiene que $28\% + 0.2894\% = 28.28\%$ que es la tasa interna mayor a la deseada del 28%, por lo que hace factible el proyecto.

Con respecto a las técnicas de evaluación empleadas en el análisis anterior, cabe mencionar que el método de Valor Presente, es una de las técnicas de evaluación más comúnmente usadas en la práctica, ya que este método trae todos los flujos de efectivo a valor actual y los compara con la inversión inicial, así es como va considerando el valor del dinero a través del tiempo, suponiendo reinversiones de las utilidades.

Bien podría hacerse el análisis mostrado anteriormente, bajo ciertas consideraciones más favorables hacia este tipo de proyectos, como podrían ser la exención de impuestos sobre

la renta, cuotas preferenciales por consumo de energía eléctrica, mejores planes de financiamiento, etc., ya que con la generación de mayor número de plantas de tratamiento de aguas residuales, se tendrían más fuentes de trabajo para un beneficio social incalculable.

ANALISIS ECONOMICO

4.1 BENEFICIO - COSTO.

Este tipo de proyectos se consideran de beneficio social, por lo tanto el tomar en cuenta tanto los beneficios como los costos en que se incurrirán durante el proyecto y aún en su operación, resulta de mucha ayuda el realizar esta clase de análisis.

Normalmente los análisis son hechos en base a necesidades sociales y no a criterios económicos, puesto que no son proyectos con fines de lucro, sino que son satisfactores sociales los cuales están encaminados a la solución de problemas de la población.

Resulta un poco difícil elaborar un estudio bien definido del proyecto en cuestión, puesto que el primer paso para elaborar el análisis beneficio-costos, es precisamente la clasificación de los beneficios y los costos.

Como beneficio se puede tomar todas las ventajas que recibe la comunidad, también se deben tomar en cuenta las desventajas que se tengan durante el proyecto, así como en su operación.

Aunque parezca sencilla la forma de clasificación de los

distintos conceptos que intervienen en este tipo de análisis, depende en mucho del criterio de los analistas ya que normalmente en estos casos siempre se deben comparar con proyectos previos, los cuales deben ser muy semejantes.

En este caso es bastante difícil elaborar un análisis beneficio-costos, ya que no se cuentan con datos fidedignos reales para la clasificación de los costos por concepto de agua potable, por lo tanto no pueden ser comparados con los costos obtenidos de agua tratada.

Por este motivo sólo se mencionan muy someramente las técnicas para llevar a cabo un análisis de beneficio-costos.

Como se mencionó anteriormente, la propuesta de la planta de tratamiento de aguas residuales se considera como un proyecto público donde se subrayan los beneficios sociales, en base a ciertos gastos propuestos, eliminando con ello cierta demanda de agua potable con sus consecuentes costos.

Estos beneficios expresados en moneda, pueden ser comparados con el costo de que no se llevase a cabo el proyecto y se continuará con la demanda y contaminación del agua potable.

El análisis beneficio-costos tiene la ventaja de enfatizar los beneficios recibidos por la comunidad, además de que estos pueden o no corresponder a los intereses de los inversionistas, esto hace de este método el más apropiado puesto que los beneficios son la acumulación de ventajas para la comunidad y el Gobierno.

Una contabilidad inadecuada de los beneficios y de los costos ocasiona errores considerables, que nos pueden llevar a

conclusiones equivocadas por lo tanto es de suma importancia clasificar perfectamente cada uno de los conceptos.

Concluyendo se puede decir que la relación beneficio-costo no es una razón de aumento de ingresos o reducción de costos, sino que simplemente es una expresión de los distintos conceptos que intervienen en proyectos destinados para el público en general.

4.2 COSTO SOCIOECONOMICO.

Se piensa que para la aprobación de la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas, además de tomar en cuenta el costo económico, también sea considerado el costo que para nuestra economía representa el no controlar la contaminación del agua, pues los efectos que esto ocasiona son costos intangibles, como son la salud en el hombre, el impacto ambiental y social, etc.

Las enfermedades hidricas están siendo cada vez más frecuentes debido a la presencia de contaminantes en los cuerpos de aguas residuales, las enfermedades transmitidas por los organismos patógenos son la primera causa de morbilidad y la segunda causa de mortalidad general en nuestro país.

En el año de 1975 el número de muertes por origen hidrico fué de 51,061 personas, lo que equivalía a 114 muertes por cada 100,000 habitantes. (Fuente de información IMTA).

Los problemas de abastecimiento de agua potable inadecuada se ven acrecentados al producirse alimentos insalubres, a esto se le auna la falta de educación sanitaria en donde no

se ha despertado una conciencia plena hacia la población, pues los desechos de origen domestico son la fuente contaminante más importante que se tiene en las aguas, que es uno de los problemas principales de nuestra Ciudad.

En realidad para evaluar la posibilidad de reuso planteada en el presente trabajo, no hay análisis convincente más que la aplicación de metas específicas para dar solución a este tipo de problemas, ya que estas metas no son cuantificables en términos económicos, como podrian ser los riesgos a la salud.

Los impactos positivos que realmente pueden ser cuantificados en términos monetarios, son la creación de empleos a corto plazo, pues se requerirá de mano de obra para la construcción y operación de los sistemas de tratamiento de aguas residuales, con la consecuente derrama de ingresos locales, también se pueden tener ahorros considerables por consumo de agua tratada, pues la tendencia de las cuotas por m3 de agua potable es hacia el alza.

Los impactos positivos que no pueden ser medidos en términos monetarios son el mejoramiento de la salud y el medio ambiente, así como la conservación y preservación de bosques, ríos y lagos, también la belleza escénica de sitios históricos.

Además se eliminarían los costos de reubicación de personas o grupos de habitantes que su asentamiento ocasiona cierta contaminación de las aguas residuales en determinado lugar. Debido a la sociedad de consumo en que nos movemos, constan-

temente aplicamos la palabra económico y asociamos su significado al aspecto monetario. En el caso del elemento agua como recurso económico está destinado a cubrir las necesidades que se satisfacen con medios escasos y además cuando estas necesidades son generalizadas.

Como bien o recurso económico se entiende que son todos aquellos que resultan de un esfuerzo humano para satisfacer las necesidades comunes.

La falta de factores elementales para poder medir los beneficios de los proyectos de plantas de tratamiento de aguas residuales, dificultan bastante las evaluaciones para este tipo de proyectos destinados a prevenir y controlar la contaminación de aguas y por consecuencia no hay razones económicas y financieras convincentes para demostrar a los inversionistas los beneficios que acarrearán estos proyectos.

Como podrían ser la productividad agrícola con el mejor desarrollo de cultivos, regeneración estética de zonas turísticas, reducción de enfermedades hídricas con la consecuente disminución de gastos médicos generados por tal concepto.

Además de que las diferencias de precios entre el agua tratada y el agua potable serían positivas, con fuentes de abastecimiento más cercanas, seguras y crecientes, así como mayor disponibilidad de agua potable para abastecimiento público debido al ahorro de la misma por consumo de agua tratada en los usos en que no se requiera agua potable.

Se abatirían los gastos por desahorro de drenajes, pues así como crece la demanda de agua potable, así crecen los volú-

menes de aguas residuales. por lo que liberar agua de primera calidad que bien podría aprovecharse para abastecer a otras zonas aledañas. ocasiona menores costos por mantenimiento del drenaje.

También se abate la demanda de energía eléctrica, con la reutilización de las aguas tratadas, puesto que al abatir la demanda de agua, automáticamente se tendría que dejar de sacar volúmenes de agua potable a mayores profundidades con el ahorro de energía correspondiente.

La demanda de agua potable es mayor cada día y sus costos igual, por lo que se ha establecido una legislación cada vez más estricta para el control de la contaminación, esto ocasionará incrementos constantes en los costos y tarifas de suministro de agua potable, y conforme se vaya presentando este fenómeno, más atractiva será la inversión hacia este tipo de proyectos.

4.3 IMPLICACIONES DEL RECICLAJE DE AGUA TRATADA.

Debido al incremento de la demanda de agua potable en el Distrito Federal durante las últimas décadas, ha sido necesario establecer ciertos planes para optimizar el manejo y aprovechamiento de dicha agua. Uno de los planes es el tratamiento y reuso de las aguas residuales, el cual se apoya en el Plan Maestro de Tratamiento y Reuso, cuyo objetivo básico es el de rescatar volúmenes considerables de aguas de primer uso, sustituyéndolas por aguas residuales tratadas

para aplicación en el riego de áreas verdes y llenado de lagos y acuíferos, así como también para el consumo humano, esto a largo plazo.

La aceptación o rechazo del público al agua renovada es una tarea de concientización y educación sanitaria, puesto que se han hecho investigaciones que han complementado los conocimientos que se tenían de la aplicación del agua renovada, siendo esta confiable y segura, siempre y cuando hayan sido tratadas bajo las técnicas recomendadas conforme a los usos que se le pretende dar.

El uso cada vez más frecuente de agua tratada en el D.F., es una consecuencia del aumento demográfico acelerado y a la escasez del agua potable, debido a estas circunstancias será más necesario recurrir al empleo de aguas residuales tratadas según el uso que se requiera de las mismas.

En la Ciudad el aprovechamiento de las aguas residuales es mínimo si se compara con los volúmenes desplazados de las mismas, esto es debido quizá a la falta de planeación que permita el desarrollo de ciertas medidas técnicas que pudieran ser: la calidad físico-químicas-biológica de las aguas, riesgos para la salud, etc.

Partiendo de la base de los usos a que se destina el agua potable, podemos decir que el principal uso es el doméstico y aún así todavía se está proyectando que para el año 2000 la Ciudad de México se desenvuelva como una Ciudad prestadora de servicios y con poca industria consumidora de agua. Se desarrollarán más áreas verdes por lo que la demanda de agua

tratada para esta aplicación incrementará considerablemente. La figura 53 señala las distintas aplicaciones que se tienen con aguas renovadas, en la actualidad en nuestro país el uso principal que se les da es para uso agrícola.

FIGURA 53

AGUA RESIDUAL UTILIZADA ACTUALMENTE

USO	TIPO	PORC. DE AGUA RESIDUAL UTILIZ. DEL TOTAL GEN.
AGRICOLA	CRUDA	39
	TRATADA	6
		45
INDUSTRIAL	TRATADA	3
SERV. MUNC.	TRATADA	3
TOTAL		51

* FUENTE DE INFORMACION SARH.

Anteriormente únicamente se tenían criterios para sancionar la calidad del agua potable, ahora también los hay para determinar el Índice de Calidad del Agua Renovada, con el fin de tener una idea aproximada de las características físico-químicas-biológicas de dichas aguas. Sin embargo no se ha llegado a la Norma que rija o elabore criterios toxicológicos de las aguas tratadas.

En el caso del tratamiento de las aguas residuales domésti-

cas. este no presenta problema alguno, puesto que el origen de estas aguas como su nombre lo indica, es solamente doméstico. por lo que la técnica recomendada es la idónea para entregar un agua de calidad bastante aceptable con un nivel de tratamiento secundario para los fines de uso que se le pretende dar.

Los estudios que se deben hacer para aplicar una buena tecnología de tratamiento de aguas residuales se presentan en la figura 54.

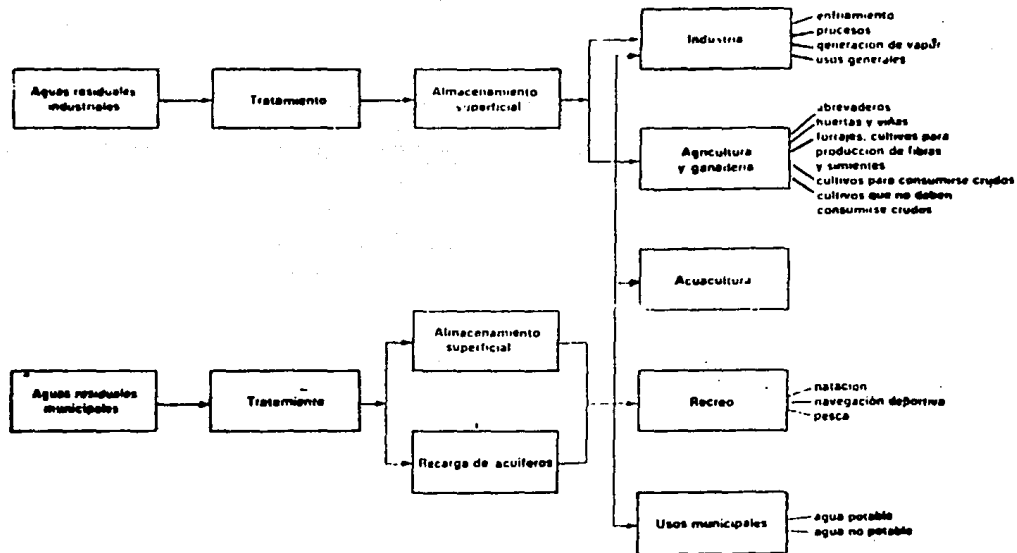
Conforme a dicho estudio se evaluará el proyecto y se podrá determinar la calidad del agua tratada, con el fin de asegurarse de las propiedades físico-químicos y biológicos del agua tratada, y estas no sean agresivas para su uso.

De esta manera podemos estar seguros que el reuso de aguas residuales no implica mayor problema que el aspecto psicológico de las personas que desconocen el tema. Para esto es necesario auxiliarse de los proyectos de demostración para solventar un poco los problemas de aceptación o rechazo de aguas tratadas.

La evaluación del comportamiento de los sistemas de tratamiento de aguas residuales es muy necesaria para medir el impacto que producirán tales aguas tratadas, y los subproductos que se obtengan de ellas deben ser manejados eficientemente para evitar daños ambientales, que repercutirían en el ánimo (de usar agua tratada) de las personas.

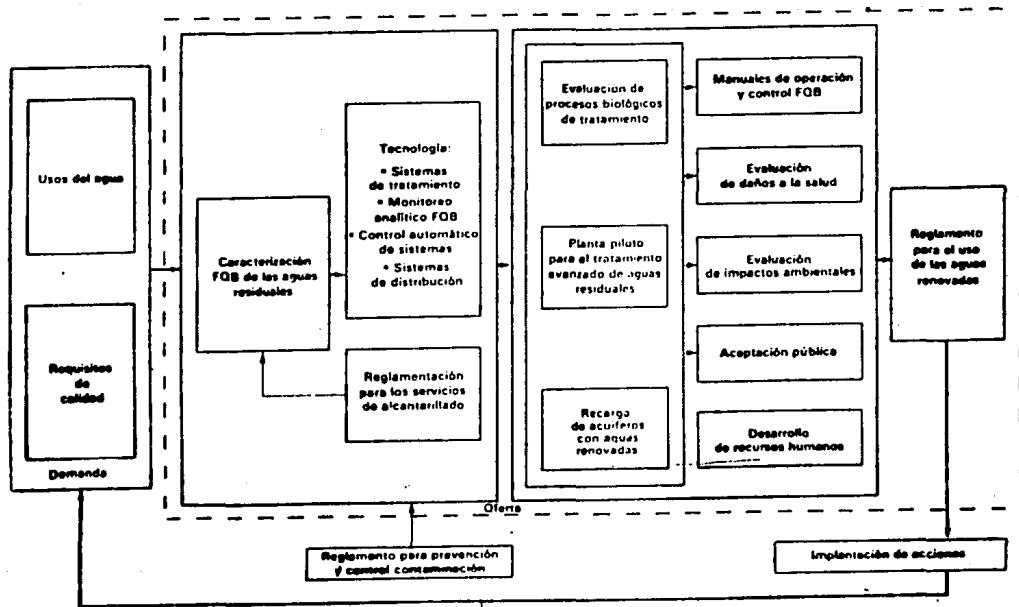
En la medida en que se le vaya dando confianza a la gente del uso sin peligro de infección de las aguas tratadas y se

FIGURA 54 USOS DE LAS AGUAS RENOVADAS.



FUENTE DE INFORMACION : DGCCH

FIGURA 54 A POSIBILIDADES DE REUSO



FUENTE DE INFORMACION : DGCCH

le demuestre de su calidad, automáticamente irá aceptando el uso y reciclaje de la misma participando activamente en la no contaminación y abuso del agua potable.

Los usos de aguas residuales crudas están siendo básicamente para riego agrícola y uso recreativo, sin embargo estas aguas no tienen la calidad apropiada y hasta la fecha no se tienen reportes de daños a la salud de los campesinos que la usan, ni tampoco de los daños ocasionados a los suelos, por lo que conviene aplicar el reglamento correspondiente para sancionar a los contaminadores de dichas aguas, así como establecer medidas de protección y estructuras políticas de riego para preservar la calidad de los cultivos y la fertilidad de los suelos.

Se han hecho estudios y encuestas que han demostrado que las personas con asentamientos irregulares y cercanos a los canales de desagüe a cielo abierto, padecen de enfermedades gastrointestinales debido a lo insalubre de la zona donde se encuentran asentados. Esto nos demuestra que el uso y reuso de las aguas residuales tratadas, no implica mayor problema que el de las aguas residuales no tratadas, puesto que las primeras se consideran para uso de riego de jardines, lavado de autos y descarga de sanitarios, con tratamiento secundario con desinfección para contacto primario, por lo tanto el reciclaje no implica mayor problema que el aspecto psicológico de los habitantes para con el agua tratada.

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

Al término del presente trabajo podríamos sintetizar bajo la panorámica detallada en el mismo, que se están llevando a cabo acciones concretas por parte del Gobierno, puesto que se le está dando especial importancia al control de la calidad del agua, mediante la implantación de programas promocionales para el empleo de aguas residuales tratadas en aplicaciones en donde no se requiere de agua potable, esto con la supervisión de la Secretaría de Salud y por parte del Departamento del Distrito Federal.

Además se ha implementado el Programa Nacional de Control de Pérdidas, con la participación de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos que coordina el uso eficiente del agua.

También se han diseñado nuevos muebles sanitarios y a partir del año 1991 se llevará a cabo un programa Nacional para bajar el consumo de los W.C., de 20 lts. a 6 lts., por descarga.

Este tipo de programas y acciones, están encaminados a inducir a la población a utilizar de manera eficiente el agua. Como se comentó a lo largo de este trabajo, debido a los insesantes asentamientos irregulares poblacionales y a una ma-

la planeación, el problema de suministro de agua se está haciendo cada vez más crítico lo cual obliga a adoptar medidas a corto plazo, puesto que es necesario contar con el vital líquido en cantidad y calidad adecuadas para satisfacer la demanda cada día más creciente. Por lo tanto se tiene que controlar y abatir la contaminación de los mantos acuíferos con el fin de contar con los volúmenes de agua potable solicitados.

Para ello es necesario construir bastantes plantas de tratamiento a todo nivel (Industrial, Municipal, doméstico etc.) para lo cual se requiere de financiamientos e incentivos atractivos para este tipo de plantas. con el fin de que cada vez se tengan más usuarios interesados en tratar y recircular el agua utilizada.

El Gobierno Federal para dar cabal cumplimiento a la Ley Federal de Protección al Ambiente, de fecha 6 de Julio de 1981, ha creado el Fondo Nacional para prevenir y controlar la contaminación ambiental, este fondo evalúa y apoya financieramente proyectos de Inversión enfocados a abatir la contaminación, además asesora a los acreditados poniendo a su disposición personal técnico capacitado en el saneamiento ambiental a cualquier nivel.

Afortunadamente se tiene en vigencia una Legislación que está orientada a fijar las normas de calidad del agua para cada uso en especial, así como a impulsar el reuso en las industrias, para con ello reducir considerablemente la sobreexplotación de los mantos acuíferos y de esta manera conser-

var nuestros recursos hidráulicos.

Además de los incentivos fiscales que están encaminados a la reducción de la carga tributaria basada en la adquisición de equipo y la construcción de plantas de tratamiento, se tiene otra ventaja adicional en el reuso del agua, que es la creación de fuentes de trabajo ya que el fomento de la fabricación de equipo Nacional para este tipo de plantas, obviamente generará bastantes plazas de trabajo, así como la capacitación constante y actualizada de cada uno de los operarios y usuarios, de esta manera se evita una dependencia total del extranjero, y así se reducirían altamente los costos por importaciones y transferencia de tecnología, así es como cada vez se ve factible el reuso del agua tratada, mediante plantas de tratamiento eficientes.

Si la Legislación actual es aplicada con eficacia, se evitarán las consecuencias desagradables de un desarrollo mal planeado e irracional, que tanto daño ha causado a nuestro país.

Debemos reconocer que México tiene problemas ambientales, los cuales han ocasionado graves daños que en la mayoría de los casos estos son irreversibles y difíciles de controlar, por ello es que dentro de la Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental, se tienen tres etapas a saber:

- 1.- Registro ante la SARH de todas las descargas residuales provenientes de usos Municipales, Industriales, Comerciales, Agrícolas o Pecuarios.

2.- Realización por parte de los responsables de las descargas, un informe preliminar de Ingeniería Sanitaria, con el fin de que todas las descargas al menos cuenten con un tratamiento primario, el cual es requerido por la SARH, que será la que vigile el cumplimiento de dicho reglamento.

3.- Clasificación generalizada de las descargas y establecimiento de las condiciones particulares de las aguas vertidas.

La contaminación es un medio de alteración desfavorable para todos los elementos de la sociedad, se requiere para su control y abatimiento, de acciones constantes conjuntas y activas, puesto que no podemos conocer a ciencia cierta las implicaciones de la misma, al menos en lo que respecta a aspectos fisiológicos y psicológicos.

Por lo tanto es indispensable planear actividades concretas, con el fin de que esto nos permita la búsqueda de las mejores alternativas de solución.

Ya se han tomado este tipo de acciones, afortunadamente algunos países están desarrollando detergentes con menor contenido de fosfatos, que son un 60% más degradables en los procesos de tratamiento biológicos, además se ha demostrado que estos no tienen efectos de toxicidad, también se están haciendo esfuerzos por evitar el uso de plaguicidas, que son los causantes del arsénico en el agua y contenidos de 0.6 mg/l dan lugar a la intoxicación endémica denominada pie negro, el cual es un cáncer.

De contaminantes en las aguas residuales se podría enumerar una lista bastante amplia de ellos, sin embargo está por demás enumerarlos puesto que no es el fin del presente capítulo, además que ya se está viendo que hay un cierto grado mayor de concientización por parte de la población a este respecto, pero esto no basta, se tendrán que emprender acciones concretas y precisas para de una vez por todas abatir la contaminación.

Hablando un poco de los riesgos que se tienen en una planta de tratamiento de aguas residuales, estos son mínimos si se siguen las recomendaciones de seguridad y cuidado dentro de la planta, los riesgos más comunes que se tienen son los de contraer enfermedades infecciosas debido a la presencia de bacterias y hongos, por tal motivo es de vital importancia el recomendar a los operarios que se provean de los equipos de seguridad recomendados.

El tratamiento de las aguas residuales se hace cada vez más atractivo, debido a que es prácticamente imposible satisfacer el constante aumento de la demanda de agua potable, además de la magnitud de inversiones que se requieren para tal fin.

Si nos basamos a que anteriormente se desconocían y a la vez se tenían dudas con respecto a las características físicas, químicas y biológicas de las aguas residuales, y que por tal motivo únicamente se aplicaban las aguas tratadas al riego de áreas verdes, esto era debido a que no se conocían las distintas técnicas y tipos de tratamiento existentes para

dar la calidad requerida por el usuario.

Hoy en día se tienen diversas aplicaciones de aguas tratadas, tales como llenado de lagos y canales, riego de áreas verdes, en ciertos procesos industriales, en la industria de la construcción, garzas que abastecen a pipas para el riego de parques y camellones, así como para ciertos lugares donde se lavan autos, en fin con gusto vemos que cada vez existen más aplicaciones de agua tratada y si esto cada vez se va haciendo más frecuente, en breve tiempo estaremos viendo realizado el sueño de contar con mantos acuíferos de calidad y cantidad suficientes para el abastecimiento racionalizado de agua potable.

En la zona Sur del Distrito Federal se ve menos incidencia de aguas industriales, existen áreas bien detectadas en las cuales únicamente se tienen aguas residuales domésticas, es aquí en donde se puede tener agua tratada de muy buena calidad solo con tratamiento secundario.

Hablando en lo que a tarifas se refiere, estas deben ser realmente las que reflejen el costo real de traer el agua de fuentes cada vez más lejanas, puesto que de continuar con las tarifas actuales se seguirá cayendo en el despilfarro y difícilmente será abatida la demanda, los subsidios deben ser eliminados ya que definitivamente tal y como se vió en el presente trabajo, cada vez se está extrayendo de mayor profundidad el agua, la cual contiene ciertos componentes contaminantes difíciles de eliminar, por lo que se requiere de una mayor vigilancia de la calidad del agua potable, lo

cual encarece aún más el costo de extracción y distribución de la misma y las tarifas actuales definitivamente no reflejan los costos reales, quizá de esta manera se concientizaría al usuario a no malgastar el agua.

Debido a lo anterior cada tipo de agua es tratada según la región de la cual proviene, así tenemos que el agua del Río Lerma requeriría de un tratamiento de oxidación química y filtración para eliminar hierro y manganeso, así como materia orgánica; el agua que proviene del Norte del Distrito Federal se debería tratar con procesos de ablandamiento; la del Sur se requeriría desgasificación y así por el estilo.

Hasta ahora se ha comentado de lo que se puede hacer en el futuro y quizá estemos pensando "a lo mejor lo haremos", sin embargo es necesario recordar lo que se ha hecho en poco más de 30 años, que ha sido bastante y esto no ha bastado, puesto que se tienen los problemas ya vistos, entonces surge la pregunta ¿cuanto tiempo más será necesario?. Puesto que de nada han servido campañas publicitarias para el ahorro de agua, en parte se han visto con buenos ojos algunas prácticas para economizar agua, aún así seguimos cayendo en el abuso y descuido del vital líquido, ¿hasta cuando?

Los datos de consumo real de agua por habitante, no son los realmente exactos, pues existen tomas clandestinas, medidores descompuestos y fugas difíciles de cuantificar, lo cual impide tener datos reales que reflejen exactamente la situación actual.

El concepto economizador de agua, debe ser parte íntegra de

nuestra cultura y debemos predicar con el ejemplo a los niños para que crezcan con esta idea y la perfeccionen.

La recirculación es el uso repetido de las aguas residuales dentro de un mismo sistema y no debe contemplarse únicamente para los lugares con escasez de agua, aún para lugares con abundancia de agua, debe ser prevista la recirculación, puesto que ahorrar es bueno.

Ya que el agua que se encuentra en el globo terraqueo se estima en un volumen total de 1,500 millones de kilómetros cúbicos, de los cuales el 97% aproximadamente son de agua salada que se encuentra en el hemisferio Sur debido a las grandes profundidades ahí existentes. El 3% restante es de agua dulce y aproximadamente el 2.25% se encuentra en los casquetes polares en forma sólida y el resto son aguas subterráneas, lagos y lagunas. (Datos proporcionados por el IMTA). Por lo tanto es muy aconsejable no abusar del agua aún en los lugares donde supuestamente existe en demasía, así de esta manera estaremos llevando a cabo una buena administración de nuestros recursos hídricos.

Las ventajas del tratamiento de agua son innumerables e incuantificables, por enumerar algunas de ellas es que se abate la contaminación de ríos lagos y lagunas, se conservan los mantos acuíferos, sirve de ayuda a la reutilización en ciertos procesos industriales abatiendo la demanda de agua potable, etc.

La concientización a la población de lo costoso que nos resulta contaminar las aguas es una tarea difícil pero no im-

posible, por ejemplo el recomendar evitar arrojar el papel sanitario al inodoro, los desperdicios alimenticios al fregadero, arrojar basura, astillas y hojas a la coladera y en general cualquier elemento sólido al drenaje. Estos mensajes deben ser hechos en forma urgente y sutil, con el fin de que los ciudadanos vean con buenos ojos este tipo de sugerencias para que realmente valoren el beneficio del reuso del agua, ya sea en su consumo o descarga. también podrá evaluar las acciones causantes de la contaminación y tratará de evitarlas contribuyendo así a mantener un ambiente sano.

Esta situación no es única de nuestro país, ya que debemos recordar los factores que intervienen en la problemática mundial que son:

Sobrepoblación, alimentación, industrialización, escasez de recursos y contaminación. Cada uno de ellos debe ser analizado en función de un único interés, el de la humanidad, indudablemente que de aquí debe resultar un plan específico que frene la negatividad de la humanidad. En años anteriores aun prevalecía la idea de que los desechos humanos diluidos eran la solución a la contaminación y que desalojarlos al cuerpo receptor más cercano sin tratamiento alguno, el problema estaba resuelto. Esto era cuando se "tenía en demasía agua" para absorber los materiales de desecho, entonces la naturaleza se ocupó de los problemas del hombre. hoy en día hay que reconocer que debemos darle una mano a la naturaleza, y los esfuerzos que se tengan que hacer para la prevención de la contaminación serán mínimos comparados con

los beneficios obtenidos. Puesto que la contaminación de las aguas actualmente constituye el factor limitativo más importante para el hombre, esto lo podemos analizar con el siguiente comentario:

Los países subdesarrollados forman el 70% de la población mundial y tienen escasez de alimentos y recursos, aunado a esto va la contaminación ocasionada por desechos humanos y animales, en tanto que los países desarrollados (30% de la población mundial) a pesar de su riqueza, tienen contaminación química debido al desarrollo industrial y esta es más peligrosa que la contaminación orgánica. Esto es una seria limitante, puesto que aún los países pudientes padecen del fenómeno de la contaminación.

Existen cientos de provincias que basan su actividad económica en la agricultura y ganadería, las cuales no cuentan con algún tipo de tratamiento y dejan a la naturaleza que haga el tratamiento primario, secundario y terciario de los desechos de los comederos y animales, ya que debe recordarse que existen 5 veces más número de animales, que de población de personas.

Con lo anteriormente expuesto podemos concluir que en base al estudio aquí presentado y conforme a las consideraciones contempladas, se puede decir que hoy en día existen bastantes probabilidades que este tipo de proyectos sean factibles, más aun con la divulgación de los incentivos que para tal efecto existan.

(A)

AGUA POTABLE. Toda aquella cuya ingestión no cause efectos nocivos a la salud y sea atractiva a los sentidos, para lo cual debe llenar los requisitos que señalan las Normas Mexicanas de Calidad para Agua Potable, en cuanto a caracteres físicos, químicos y bacteriológicos.

AGUAS RESIDUALES. Toda aquella agua que ha sido alterada en su calidad original por algún uso específico a que ha sido destinada, y que se descarga en un sistema de alcantarilla-corriente superficial o subterránea, o algún cuerpo receptor determinado. Dependiendo de su origen y estado de septicidad; las aguas residuales se pueden dividir en los siguientes tipos:

- **ALCALINAS.** Agua que contiene cantidad suficiente de sustancias alcalinas para elevar el ph por encima de 7.0. o para dañar los cultivos.
- **CRUDAS.** Aguas residuales antes de recibir cualquier tratamiento.
- **DOMESTICAS.** Aguas residuales que se generan y provienen de las casas habitación. (pueden o no contener aguas subterráneas, aguas superficiales y agua de lluvia).
- **ESTABLES.** Aguas residuales en las que la materia orgánica

ha sido estabilizada.

- **FRESCAS.** Aguas residuales de origen reciente que aún contienen oxígeno disuelto en el momento de su examen.
- **INDUSTRIALES.** Aguas residuales que se generan y provienen de industrias o zonas industriales.
- **MUNICIPALES.** En su acepción más amplia, el agua suministrada a una población, que habiéndose aprovechado para diversos usos, ha sido impurificada. Desde el punto de vista de su origen, es una combinación del líquido o desechos arrastrados por el agua de las casas habitación edificios comerciales e instituciones, son las procedentes de los establecimientos industriales a los que se agregan las aguas subterráneas, las superficiales y las de lluvia, nieve, etc.
- **NEGRAS.** Aguas residuales generadas en zonas habitacionales y comerciales y que no han sido utilizadas con fines industriales, agrícolas o pecuarios.
- **SANITARIAS.** (1) Aguas residuales domésticas que no están mezcladas con aguas de lluvia o aguas superficiales. (2) aguas residuales que por conveniencia sanitaria son descargadas de las casas habitación (incluyendo casas de apartamentos y hoteles), edificios de oficinas, fábricas o instituciones.
- **SEDIMENTADAS.** Aguas residuales en las que los sólidos sedimentables han sido eliminados por gravedad.
- **SEPTICAS.** Aguas residuales en estado de putrefacción bajo condiciones anaerobias.

ALCALINIDAD. Término usado para representar el contenido de carbonatos, bicarbonatos, hidróxidos y ocasionalmente boratos, silicatos y fosfatos en el agua. Se expresa en ppm de carbonato de calcio.

ALCANTARILLADO. Tubería o conducto, generalmente cubierta, usada para transportar las aguas residuales municipales y pluviales combinadas o separadas, hasta su disposición final. De acuerdo a su uso específico en un sistema de alcantarillado pueden recibir las siguientes denominaciones:

- **CASERA.** Albañal que transporta aguas negras de un solo edificio al alcantarillado común o al lugar de su disposición inmediata.
- **COLECTORA.** Alcantarilla que recibe muchos ramales tributarios y da servicio a una área determinada.
- **COMBINADA.** Alcantarilla que recibe tanto aguas residuales municipales como pluviales.
- **DE DESCARGA.** Alcantarilla que recibe aguas residuales de un sistema de recolección y las lleva al punto final de disposición.
- **DE SALIDA.** El lugar de descarga final de las aguas residuales o del efluente de una planta de tratamiento.
- **INTERCEPTORA.** Alcantarilla que recibe y conduce las aguas residuales y/o pluviales de los colectores, en un sistema de alcantarillado municipal: para reducir el número de descargas finales de una determinada población.

- **LATERAL.** Un albañal que descarga en un ramal o en otro albañal y que no tiene otro drenaje tributario.
- **PLUVIAL.** Alcantarillado que acarrea agua de lluvia y aguas superficiales del lavado de las calles y riego de zonas verdes, excluyendo aguas residuales y desechos industriales.
- **PRINCIPAL.** (1) Una alcantarilla con uno o más ramales tributarios. También se le llama colector. (2) En plomería, al alcantarillado público de calles, paseos o de cualquier otra posesión bajo la jurisdicción del municipio.
- **RAMAL.** Albañal que recibe aguas residuales de una área relativamente pequeña y que va a descargar al colector o alcantarilla principal.
- **SANITARIA.** Albañal que acarrea aguas residuales únicamente.

ALGAS. Plantas rudimentarias, de una o varias células, usualmente acuáticas y capaces de elaborar sus propios alimentos mediante procesos fotosintéticos.

ALGICIDA. Cualquier sustancia que mata o inhibe el crecimiento de las algas.

ALUMBRE. Nombre vulgar del sulfato de aluminio.

AMORTIGUADORA, ACCION. Acción que ejercen ciertas soluciones contra los cambios de composición, especialmente en la alte-

ración de la concentración de iones hidrógeno (ph).

ARENA. Materia mineral pesada que arrastra el agua o las aguas residuales y que se elimina fácilmente por sedimentación.

AUTOPURIFICACION. El proceso natural de purificación de una masa de agua, en movimiento o en reposo, en virtud del cual la materia orgánica que contiene es estabilizada y el contenido de oxígeno disuelto vuelve a su concentración normal.

(B)

BACTERIAS. Plantas rudimentarias, generalmente no pigmentadas, las cuales se reproducen por división en uno, dos o tres planos. Se encuentran como células aisladas, en grupos, en cadenas o filamentos y no requieren luz para su proceso vital. Pueden desarrollarse en medios de cultivos especiales fuera de su hábitat natural. Dependiendo de la forma en que tomen el oxígeno como fuente de energía, libre o combinado y su hábitat particular; pueden subdividirse en los siguientes grupos:

- **AEROBIAS.** Bacterias que requieren oxígeno libre (elemental) para su desarrollo.
- **ANAEROBIAS.** Bacterias que se desarrollan en ausencia de oxígeno libre y que toman oxígeno, de las sustancias com-

plejas, que descomponen.

- **FACULTATIVAS.** Son bacterias que se adaptan por sí mismas. al desarrollo tanto en presencia. como en ausencia. de oxígeno no combinado.
- **GRUPO COLIFORME.** Grupo de bacterias. que habitan predominantemente en el intestino del hombre. pero que también se encuentran en los vegetales. incluyéndose todos los bacilos aerobios. anaerobios o facultativos Gram negativos. que no esporulan y fermentan la lactosa desprendiendo gases. Este grupo incluye cinco familias. de las cuales la mayor es la Escherichia. Esta última comprende tres géneros y 10 especies. de las cuales las predominantes son la Escherichia coli y el Aerobacter aerogenes. La Escherichia coli es un habitante normal del intestino del hombre y de los vertebrados. mientras que el Aerobacter aerogenes normalmente se encuentra en las semillas y en las plantas y solamente en una proporción variable. en el intestino del hombre y de los animales. Antes se denominaba B. coli. Grupo B. coli. Grupo coli-aerogenes.
- **PARASITAS.** Bacterias que medran en otros organismos vivos.
- **PATOGENAS.** Bacterias que pueden causar enfermedades.
- **SAPROFITAS.** Bacterias que medran sobre materia orgánica muerta.

BIODEGRADACION. Se define así a la oxidación de compuestos orgánicos complejos. llevada a cabo por microorganismos que

los transforman a sustancias orgánicas estables, dióxido de carbono y agua.

BIOMASA. Designa al conjunto de microorganismos precedentes en el tratamiento secundario y que se encargan de realizar la biodegradación de la materia orgánica a la que utilizan como sustrato.

BIOQUIMICA. La resultante de una actividad o desarrollo biológico y medida o expresada en función de los cambios químicos experimentados.

BOMBA. Equipo usado para incrementar la presión de un líquido. Según la función que se quiera desarrollar tenemos los siguientes tipos:

- **AUXILIAR O DE ALTA PRESION.** Bomba instalada en una tubería para elevar la presión del agua en el lado de la descarga de la bomba.
- **CENTRIFUGA ABIERTA.** Bomba centrífuga en la que el impulsor consiste en un juego de aspas independientes.
- **CENTRIFUGA ENCERRADA.** Bomba centrífuga en la cual el impulsor va instalado con las paletas encerradas en discos circulares.

BORDO LIBRE. La distancia vertical entre el máximo nivel de la superficie del líquido, en un conducto, depósito, tanque.

canal. etc., y los extremos de los bordos en un conjunto abierto: el coronamiento de una presa, embalse o dique, etc. que sirve para que las olas y otros movimientos del líquido no rebasen los límites de la construcción.

(C)

CAL CLORADA. Una combinación de cal apagada y gas cloro llamada también polvo blanqueador, cloruro de cal, hipoclorito de cal, etc. Cuando se disuelve en agua desprende cloro.

CAL VIVA. Material calcinado, constituido en su mayor parte por óxido de calcio, en asociación natural con una pequeña cantidad de óxido de magnesio: mezclada con agua se denomina cal apagada.

CAPACIDAD DE CARGA. Concentración, en peso por volumen, de cualquier substancia mezclada en el agua, que en una unidad de tratamiento es factible de remover, sin disminuir su eficiencia de diseño.

CAPACIDAD DE UN FILTRO. Los kilos o libras de DBO de un líquido por tratar por unidad de superficie de lecho filtrante, o volumen de piedra y por día.

CAPACIDAD DE VERTEDERO. Litros o galones que se derraman, por día y por metro o pie lineal de cresta del vertedero.

CAPACIDAD DE DERRAME. Es una de las bases para el diseño de tanques de sedimentación en las plantas de tratamiento: se expresa en metros cúbicos por día y por metro cuadrado de área superficial del tanque.

CARGA. Energía por unidad de peso de un líquido, en un punto especificado. Se expresa en pies, o en metros de columna de agua.

- **DE FRICCIÓN.** La pérdida de carga debido al flujo del agua en una corriente o una tubería y que es el resultado de la turbulencia ocasionada por el contacto entre el agua en movimiento y el conducto que la contiene y por fricción intermolecular.
- **DINAMICA.** La carga contra la cual trabaja una bomba.
- **DINAMICA TOTAL.** La diferencia entre la elevación correspondiente a la presión en el punto de descarga de una bomba y la elevación correspondiente al vacío o presión en el punto de succión de la bomba, corregida al mismo nivel de referencia, más la carga debida a la velocidad en el punto de succión de la bomba. Se incluye la carga por fricción.
- **ESTATICA.** La distancia vertical entre el nivel libre de una fuente de abastecimiento y el punto de descarga libre o el nivel de la superficie libre.
- **PERDIDA DE.** La disminución o merma de la carga entre dos puntos.

CENTRIFUGA. Aparato mecánico que utiliza la fuerza centrífuga para separar sólidos de líquidos o para la separación de emulsiones líquidas.

CLARIFICADOR. Ver tanques de sedimentación.

CLORACION. Aplicación de cloro.

CLORAMINAS. Compuestos de aminas orgánicas o amoníaco inorgánico con el cloro.

CLORO. Elemento que, cuando no está combinado, se presenta en forma de gas amarillo verdoso, que es cerca de 2.5 veces más pesado que el aire. A la presión atmosférica y a la temperatura de (- 30.1 C) el gas se transforma en un líquido amarillento que es cerca de 1.5 veces más pesado que el agua. El símbolo químico del cloro es Cl, su peso atómico es de 35.457 y su peso molecular es de 70.914.

- **DEMANDA DE.** Es la diferencia entre la cantidad de cloro agregada al agua, agua residual o desecho industrial, y la cantidad de cloro residual que permanece al final de un período de contacto específico. La demanda para un tipo de agua en particular puede variar con la cantidad de cloro aplicado, el tiempo de contacto y la temperatura.
- **DISPONIBLE.** Un término usado para valorar la cal clorada y los hipocloritos en cuanto a su poder oxidante total.

- **DOSIS DE.** La cantidad de cloro aplicada a un líquido, usualmente expresada en partes por millón, o libras por millón de galones.
- **IODOMETRICA, PRUEBA.** La determinación del cloro residual en el agua, aguas residuales o desechos industriales, por la adición de yoduro de potasio y la valoración del iodo liberado con una solución valorada en Tiosulfato de Sodio, usando solución de almidón como indicador. Colorimétrico.
- **LIQUIDO.** Es como se encuentra en el comercio. El cloro gaseoso se obtiene generalmente por electrólisis de una solución de sal común. El gas obtenido es secado y purificado para luego licuarlo combinando la compresión y el enfriamiento. El cloro líquido es envasado a presión en recipientes de acero.
- **ORTOTOLIDINA, PRUEBA.** La determinación del cloro residual en el agua, empleando el reactivo de ortotolidina y patrones colorimétricos.
- **RESIDUAL.** Es la cantidad total de cloro (combinado o libre) que permanece en el agua, aguas residuales o desechos industriales, al final de un periodo de contacto específico después de la aplicación del cloro.
- **RESIDUAL LIBRE DISPONIBLE.** La porción del cloro residual total que permanece en el agua, aguas residuales o desechos industriales, al final de un periodo de contacto específico, y el cual reaccionará química y biológicamente como las cloraminas o cloraminas orgánicas.

CLORURO DE CAL. Término obsoleto. Ver Cal Clorada.

COAGULACION. (1) La aglomeración de materia suspendida, coloidal o finalmente dividida, por la adición al líquido de un coagulante químico apropiado, por un proceso biológico o por otros medios. (2) El proceso de agregar un coagulante y los reactivos químicos necesarios.

COLECTOR DE ARENA. Dispositivo colocado en una cámara desarenadora para recoger la arena depositada en el fondo de la cámara, para su remoción.

COLI-AEROGENES, O GRUPO COLIFORME. Ver bacterias. Grupo coliforme.

COLOIDES. Sólidos finamente divididos, que no se sedimentan, pero que pueden ser separados por coagulación o por acción bioquímica.

CONCENTRACION DE IONES HIDROGENO. Ver pH.

CONCENTRADOR DE LODOS. Tanque de sedimentación donde se dejan asentar los lodos, equipado usualmente con raspadores que se arrastran por el fondo del tanque, los cuales empujan a los lodos hacia una tolva de la que se descargan por gravedad o por bombeo.

CONEXION CRUZADA. En plomería, una conexión a través de la cual un abastecimiento de agua potable puede ser contaminado por infiltraciones del sistema de alcantarillado. Una conexión entre abastecimientos de agua de diferentes sistemas.

CONO IMHOFF. Recipiente de vidrio de forma cónica, graduado, que usa para medir, aproximadamente, el volumen de sólidos sedimentables en líquidos derivados de las aguas residuales.

CONTAMINACION. La adición al agua de aguas residuales, desechos industriales o cualquier otro material dañino u objetable.

CRIBA. Un artefacto con aberturas, generalmente de tamaño uniforme, usado para retener o separar los sólidos suspendidos o flotantes de una corriente de agua o aguas residuales y para prevenir que entren a la toma o pasen de un determinado punto, en un conducto. El elemento filtrante puede consistir en barras o barrotes paralelos, varillas, alambres, tela de alambre o placas perforadas y las aberturas pueden tener cualquier forma aunque generalmente son circulares o rectangulares. También se usa para separar por tamaños el material granular, como por ejemplo arena, pedacería de piedra y estiércol.

DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO (DBO). La cantidad de oxígeno utilizado en la oxidación bioquímica de la materia orgánica.

en un tiempo y a una temperatura específicas. No guarda relación con los requerimientos de oxígeno para la combustión química, dependiendo enteramente de la disponibilidad de materia utilizable como alimento biológico y de la cantidad de oxígeno utilizado por los microorganismos durante la oxidación.

DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO ESTANDARD. Es la Demanda Bioquímica de Oxígeno determinada por el procedimiento normal de laboratorio, en 5 días y a 20°C y usualmente expresada en partes por millón, de oxígeno consumido.

DESCOMPOSICION DEL AGUA NEGRA. La destrucción de la materia orgánica de las aguas negras, por medio de procesos aerobios y anaerobios.

DESINFECCION. La destrucción de la mayor parte (pero no necesariamente la totalidad) de los microorganismos dañinos o perjudiciales, que se encuentren en un medio, por la acción de productos químicos, calor, luz ultravioleta, etc.

DESMENUZADOR. Mecanismo para reducir el tamaño de las partículas sólidas en las aguas residuales.

- **DE REJILLAS.** Mecanismo de rejillas desintegradoras.
- **DE LODOS.** Equipo que deshace, en aire seco, los aglomerados de lodos digeridos.

DESOXIGENACION. Disminución del oxígeno disuelto en un líquido. En condiciones naturales, va asociada con la oxidación bioquímica de la materia orgánica.

DETRITUS. La arena, el cascajo, y otros materiales gruesos separados por sedimentación diferencial, en un período de retención relativamente corto.

DIFUSORES. Placas porosas o tubos perforados a través de los cuales el aire es forzado a circular, produciendo pequeñas burbujas para su difusión en líquidos. Ordinariamente están hechos de carburundum, alundum o arena de sílice.

DIGESTION. El proceso que ocurre en un digestor.

- **DE LODOS, SEPARADA.** La digestión de lodos en tanques separados a donde pasan después de que se han dejado sedimentar en otros tanques.
- **EN ETAPAS.** La digestión progresiva de los lodos, en varios tanques colocados en serie.
- **EN UNA ETAPA.** Digestión de lodos limitada a un sólo tanque durante el período de digestión.
- **MESOFILICA.** Digestión por acción biológica que se desarrolla a una temperatura de 35o C.
- **TERMOFILICA.** Digestión que se efectúa generalmente a temperatura de 45 a 63o C.

DILUCION. (1) Método de disposición de las aguas residuales,

desechos industriales o efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales, por su descarga en una corriente o en una masa de agua. (2) La relación de volúmen de flujo de una corriente al volúmen total de aguas residuales o efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales, descargadas en ella.

DISTRIBUIDOR. Dispositivo que se usa para distribuir un líquido en la superficie de un filtro o lecho de contacto: los hay fijos y móviles. Los fijos consisten en tubos perforados, regaderas, bordos de derrame o aspersores. Los tipos móviles, consisten en discos rotatorios, o tubos perforados o ranurados que giran por medios mecánicos o por reacción, los cuales proporcionan una dispersión o una capa delgada de líquido.

(E)

EFLUENTE. (1) Líquido que fluye hacia afuera del espacio confinado que lo contiene. (2) Aguas residuales, agua o cualquier otro líquido, parcial o totalmente tratado, o en su estado natural, como puede ser el caso de la corriente de salida de un depósito, estanque o planta de tratamiento o de alguna sección de ella.

ELEVACION CON AIRE. Dispositivo para elevar un líquido por inyección de aire, en y cerca del fondo de un tubo de eleva-

ción, sumergido en el líquido que ha de ser elevado.

ELUTRIACION. Proceso de acondicionamiento de lodos, en el cual ciertos constituyentes son eliminados por sucesivas decantaciones con agua limpia o efluente de la planta, disminuyendo así la demanda de sustancias químicas para su acondicionamiento.

(F)

FACTOR. Relación o razón que se usa frecuentemente para expresar condiciones de operación.

- **DE CARGA.** Es la relación que hay entre la carga media de una operación y su carga máxima, durante cierto periodo de tiempo, expresada en porcentajes. La carga puede ser de cualquier clase, como energía eléctrica, cantidad de agua que pasa por un conducto, etc.

FLOCULADOR. Dispositivo para la formación de flóculos en agua o aguas residuales.

FLOCULO. Pequeña masa gelatinosa formada en un líquido por la adición de coagulantes o por medio de procesos bioquímicos o por aglomeración.

FLOTACION. Un término para hacer subir a la superficie del

líquido de un tanque, la materia suspendida en forma de natas por: aeración, evolución de un gas, sustancias químicas, electrólisis, calor o descomposición bacteriana y la subsecuente eliminación de la nata por despumación.

(G)

GAS. Uno de los tres estados de la materia.

- **DE AGUAS RESIDUALES.** (1) El gas producido por la degradación de las aguas residuales. (2) El gas producido durante la digestión de los lodos de las aguas residuales; usualmente se capta y utiliza.
- **DE ALCANTARILLA.** El gas que se desprende de las alcantarillas por la descomposición de la materia orgánica de las aguas residuales. También cualquier gas que se encuentre en los sistemas de alcantarillado, aún cuando provenga de tuberías de gas combustible o de gasolina.
- **GASIFICACION.** La transformación de los sólidos de las aguas residuales en gases, por descomposición de estas últimas.
- **GRASA.** En aguas residuales, el término grasa incluye a las grasas propiamente dichas, ceras, ácidos grasos libres, jabones de calcio y de magnesio, aceites minerales y otros materiales no grasosos. Debe estipularse el tipo de solvente usado para su extracción.

INFLUENTE. Aguas residuales, agua u otro líquido crudo o parcialmente tratado, que entra a un depósito, estanque, o planta de tratamiento o alguna parte de ella.

LECHO DE LODOS. Una superficie natural confinada a lecho artificiales de material poroso, en los cuales son secados los lodos digeridos de las aguas residuales por escurrimiento y evaporación. Un lecho de lodos puede quedar a la intemperie o cubierto, usualmente, con una armazón del tipo de invernadero. También se les conoce como lechos de secado de lodos.

LODO. Los sólidos depositados por las aguas residuales, o de sechos industriales, crudos o tratados, acumulados por sedimentación en tanques o estanques y que contienen más o menos agua para formar una masa semilíquida.

LODOS ACTIVOS. Sólidos sedimentados en el tanque de sedimentación secundaria que contienen microorganismos adaptados a la biodegradación del desecho influente. Son recirculados al tanque de aeración para mantener una concentración constante de microorganismos.

MATERIA INORGANICA. Sustancias químicas de origen mineral. Por lo general no se volatilizan al ser calentadas.

MATERIA ORGANICA. Sustancia química de origen animal, vegetal e industrial, incluye a la mayor parte de los compuestos de carbono y combustibles y volatilizables por el calor.

METABOLISMO. Los nutrientes absorbidos por los microorganismos sufren diferentes reacciones, entre ellos las de oxidación y síntesis mediante las cuales los microorganismos desarrollan sus funciones vitales.

Durante la oxidación se libera energía que es aprovechada por la biomasa para sintetizar nuevas células. Estos dos procesos oxidación y síntesis, son denominados metabolismo.

NATA. Masa de material de las aguas residuales que flota en su superficie

NUTRIENTES. Sustancias utilizadas por los microorganismos para producir nuevas células en el proceso de síntesis. Usualmente se utiliza este término para designar al Nitro-

geno y al Fósforo.

(O)

OXIDACION. Una de las tres fases, junto con la síntesis y la respiración endógena de que consta la degradación de materia orgánica, consiste en su descomposición por la biomasa mediante el oxígeno disuelto produciendo energía, dióxido de carbono y agua.

(P)

PARTES POR MILLON. La concentración de un determinado componente en las aguas residuales, expresado en miligramos por litro. Una relación expresada en libras por millón de libras, gramos por millón de gramos, etc.

PENDIENTE. (1) La inclinación o declive del cauce de una corriente, de una tubería o de la superficie natural del terreno, usualmente expresada por la relación o porcentaje del número de unidades de elevación o caída vertical, por unidad de distancia horizontal. (2) La inclinación del fondo de una tubería, canal, acueducto, alcantarilla, etc. (3) La superficie acabada, del lecho de un canal, de un camino, del borde de una represa o fondo de una excavación. (4) En Plomería, la diferencia de nivel entre dos puntos en pulgadas o centímetros, por pie o metro de longitud de tubería.

PERIODO. Intervalo de tiempo.

- **DE RETENCION.** El tiempo teórico requerido para desalojar el contenido de un tanque o una unidad, a una velocidad o régimen de descarga determinado (volumen dividido por el gasto).

PH. Es el logaritmo del recíproco de la concentración de iones hidrógeno. No es lo mismo que la alcalinidad, ni puede ser calculado a partir de ella.

POBLACION EQUIVALENTE. (1) La población calculada que normalmente contribuiría con la misma cantidad de demanda bioquímica de oxígeno (DBO), por día. Una cifra usual es 54 gramos de DBOS, per cápita y día. (2) Para un desecho industrial, la cantidad calculada de personas que contribuirían con sus aguas residuales para igualar en fuerza, a la unidad de volumen del desecho, o a alguna otra unidad relacionada con la producción o manufactura de un producto en particular.

PREAERACION. Tratamiento preliminar de las aguas residuales, que incluye aeración para la remoción de gases, adición de oxígeno o favorecer la flotación de las grasas y ayudar la coagulación.

PRESION. Libras por pulgada cuadrada o por pie cuadrado; kilogramos o gramos por centímetro cuadrado.

PURIFICACION. La eliminación por métodos naturales o artificiales de la materia inconveniente en el agua.

(R)

RASPADOR. (1) Es un utensilio que generalmente tiene una punta o filo de hule blando, y que se usa para desprender o separar los sólidos depositados de las aguas residuales, de las paredes y fondos de los tanques de sedimentación. (2) Se llama así a las hojas metálicas fijadas a los brazos inferiores del mecanismo clarificador y que mueven los lodos por el fondo del tanque hacia tolvas colectoras.

REJAS. Disposición de barras paralelas.

RESPIRACION ENDOGENA. Respiración que se lleva a cabo a partir de la energía que tienen los microorganismos como reserva dentro de su célula al agotarse la materia orgánica disponible en el agua.

(S)

SANEAMIENTO. Término que abarca todos los recursos para recoger, bombear, tratar y evacuar las aguas residuales; el sistema de alcantarillado y los trabajos de tratamiento de las aguas residuales.

SEDIMENTACION. El proceso de asentar y depositar la materia suspendida que arrastra el agua, las aguas residuales u otros líquidos, por gravedad. Esto se logra usualmente disminuyendo la velocidad del líquido por debajo del límite necesario para el transporte del material suspendido. También se llama asentamiento. Ver precipitación química.

SINTESIS. Elaboración de moléculas complejas a partir de moléculas sencillas o pequeñas. Para que se lleve a cabo este proceso se requiere de energía.

SOLIDOS. Material en el estado sólido.

- **NO SEDIMENTABLES.** Sólidos suspendidos finamente divididos que no se asientan en el agua, aguas residuales, u otro líquido en reposo, en un período de tiempo razonable. Este período se considera generalmente, aunque arbitrariamente, igual a dos horas.
- **SEDIMENTABLES.** Sólidos suspendidos que se asientan en el agua, aguas residuales, u otro líquido en reposo, en un período razonable. Tal período se considera, aunque arbitrariamente, igual a una hora. También se les llama Sólidos Asentados.
- **SUSPENDIDOS.** Es la cantidad de material que se deposita, al filtrar cierta cantidad de agua, aguas residuales, u otro líquido, a través de una capa de asbesto en un crisol de Gooch.

TANQUE. Recipiente circular, rectangular o cuadrado.

- **DOSIFICADOR.** Tanque al que se introducen aguas residuales crudas o parcialmente tratadas. en cantidad determinada y del cual son descargadas después. en la proporción que sea necesaria, para el subsecuente tratamiento.
- **PARA FLOCULACION.** Tanque que se usa para la formación de flóculos en un proceso de precipitación química o biológica.
- **PARA SEDIMENTACION.** Tanque o depósito en el que el agua, o las aguas residuales, u otro líquido que contenga sólidos, se retiene durante el tiempo suficiente, y en el que la velocidad del flujo es la suficientemente baja para que se elimine por gravedad la mayor parte de la materia suspendida. En el tratamiento de aguas residuales, dicho período es lo suficientemente corto para evitar descomposición anaerobia. También se le llama tanque de Asentamiento o Sumersión.
- **PARA SEDIMENTACION PRIMARIA.** Es el primer tanque de sedimentación por el que pasan las aguas residuales en una planta de tratamiento.
- **SEPTICO.** Es un tanque de sedimentación de acción simple, en el que los lodos sedimentados están en contacto inmediato con las aguas residuales que entran al tanque, mientras los sólidos orgánicos se descomponen por acción bac-

teriana anaerobia.

TRATAMIENTO. Cualquier proceso definido, para modificar la condición de la materia.

- **DE AGUAS RESIDUALES.** Se llama así a cualquier proceso artificial a que se someten las aguas residuales, para eliminar o alterar sus constituyentes inconvenientes y hacerlas así menos molestas o peligrosas.
- **PRELIMINAR.** Es el acondicionamiento de cualquier desecho industrial, en el lugar donde se origina, antes de su descarga, para eliminar o neutralizar las sustancias perjudiciales para las alcantarillas y los procesos de tratamiento; o para disminuir parcialmente la carga del proceso de tratamiento. En el proceso mismo se llama así a las operaciones unitarias que preparan al licor para operaciones subsiguientes más intensas.
- **PRIMARIO.** Es la primera etapa de tratamiento intensivo (y a veces el único) en una planta de tratamiento de aguas residuales y usualmente consiste únicamente de sedimentación simple. Es la eliminación de un alto porcentaje de materia suspendida, pero de poca o ninguna materia coloidal y disuelta.

A N E X O I

CALCULO DEL COSTO ANUAL FINANCIERO

MEDIANTE SALDOS INSOLUTOS

P0= PRINCIPAL ORIGINAL.....\$2,030,813,249
 N = PERIODO EN MESES..... 180
 T = TAZA INTERES ANUAL..... 0.28
 I = TAZA INTERES MENSUAL..... 0.0233

G = PERIODO DE GRACIA MES.... /
 P = PRINCIPAL \$2,362,512,747
 A = ABONO MENSUAL A PRINCIPAL \$13,125,071

CAF =COSTO ANUAL FINANCIERO \$4,988,839,417

MES	P - A	I	C.M.F	MENSUALIDAD	C.A.F
8	\$2,362,512,747	X0.0233 =	\$55,125,297	\$68,250,368	
9	\$2,349,387,676	X0.0233 =	\$54,819,046	\$67,944,117	
10	\$2,336,262,605	X0.0233 =	\$54,512,794	\$67,637,865	
11	\$2,323,137,534	X0.0233 =	\$54,206,542	\$67,331,613	
12	\$2,310,012,463	X0.0233 =	\$53,900,291	\$67,025,362	
13	\$2,296,887,393	X0.0233 =	\$53,594,039	\$66,719,110	
14	\$2,283,762,322	X0.0233 =	\$53,287,788	\$66,412,858	
15	\$2,270,637,251	X0.0233 =	\$52,981,536	\$66,106,607	
16	\$2,257,512,180	X0.0233 =	\$52,675,284	\$65,800,355	
17	\$2,244,387,109	X0.0233 =	\$52,369,033	\$65,494,103	
18	\$2,231,262,039	X0.0233 =	\$52,062,781	\$65,187,852	
19	\$2,218,136,968	X0.0233 =	\$51,756,529	\$64,881,600	\$641,290,960
20	\$2,205,011,897	X0.0233 =	\$51,450,278	\$64,575,348	
21	\$2,191,886,826	X0.0233 =	\$51,144,026	\$64,269,097	
22	\$2,178,761,755	X0.0233 =	\$50,837,774	\$63,962,845	
23	\$2,165,636,685	X0.0233 =	\$50,531,523	\$63,656,593	
24	\$2,152,511,614	X0.0233 =	\$50,225,271	\$63,350,342	
25	\$2,139,386,543	X0.0233 =	\$49,919,019	\$63,044,090	
26	\$2,126,261,472	X0.0233 =	\$49,612,768	\$62,737,838	
27	\$2,113,136,401	X0.0233 =	\$49,306,516	\$62,431,587	
28	\$2,100,011,330	X0.0233 =	\$49,000,264	\$62,125,335	
29	\$2,086,886,260	X0.0233 =	\$48,694,013	\$61,819,084	
30	\$2,073,761,189	X0.0233 =	\$48,387,761	\$61,512,832	
31	\$2,060,636,118	X0.0233 =	\$48,081,509	\$61,206,580	\$597,190,722
32	\$2,047,511,047	X0.0233 =	\$47,775,258	\$60,900,329	
33	\$2,034,385,976	X0.0233 =	\$47,469,006	\$60,594,077	
34	\$2,021,260,906	X0.0233 =	\$47,162,754	\$60,287,825	
35	\$2,008,135,835	X0.0233 =	\$46,856,503	\$59,981,574	
36	\$1,995,010,764	X0.0233 =	\$46,550,251	\$59,675,322	
37	\$1,981,885,693	X0.0233 =	\$46,244,000	\$59,369,070	
38	\$1,968,760,622	X0.0233 =	\$45,937,748	\$59,062,819	
39	\$1,955,635,551	X0.0233 =	\$45,631,496	\$58,756,567	
40	\$1,942,510,481	X0.0233 =	\$45,325,245	\$58,450,315	
41	\$1,929,385,410	X0.0233 =	\$45,018,993	\$58,144,064	
42	\$1,916,260,339	X0.0233 =	\$44,712,741	\$57,837,812	
43	\$1,903,135,268	X0.0233 =	\$44,406,490	\$57,531,560	\$553,090,484
44	\$1,890,010,197	X0.0233 =	\$44,100,238	\$57,225,309	
45	\$1,876,885,127	X0.0233 =	\$43,793,986	\$56,919,057	
46	\$1,863,760,056	X0.0233 =	\$43,487,735	\$56,612,805	
47	\$1,850,634,985	X0.0233 =	\$43,181,483	\$56,306,554	

MES	P - A	I	C.M.F	MENSUALIDAD	C.A.F
48	\$1,837,509,914	X0.0233	= \$42,875,231	\$56,000,302	:
49	\$1,824,384,843	X0.0233	= \$42,568,980	\$55,694,050	:
50	\$1,811,259,773	X0.0233	= \$42,262,728	\$55,387,799	:
51	\$1,798,134,702	X0.0233	= \$41,956,476	\$55,081,547	:
52	\$1,785,009,631	X0.0233	= \$41,650,225	\$54,775,296	:
53	\$1,771,884,560	X0.0233	= \$41,343,973	\$54,469,044	:
54	\$1,758,759,489	X0.0233	= \$41,037,721	\$54,162,792	:
55	\$1,745,634,418	X0.0233	= \$40,731,470	\$53,856,541	\$508,990,246
56	\$1,732,509,348	X0.0233	= \$40,425,218	\$53,550,289	:
57	\$1,719,384,277	X0.0233	= \$40,118,966	\$53,244,037	:
58	\$1,706,259,206	X0.0233	= \$39,812,715	\$52,937,786	:
59	\$1,693,134,135	X0.0233	= \$39,506,463	\$52,631,534	:
60	\$1,680,009,064	X0.0233	= \$39,200,212	\$52,325,282	:
61	\$1,666,883,994	X0.0233	= \$38,893,960	\$52,019,031	:
62	\$1,653,758,923	X0.0233	= \$38,587,708	\$51,712,779	:
63	\$1,640,633,852	X0.0233	= \$38,281,457	\$51,406,527	:
64	\$1,627,508,781	X0.0233	= \$37,975,205	\$51,100,276	:
65	\$1,614,383,710	X0.0233	= \$37,668,953	\$50,794,024	:
66	\$1,601,258,639	X0.0233	= \$37,362,702	\$50,487,772	:
67	\$1,588,133,569	X0.0233	= \$37,056,450	\$50,181,521	\$464,890,008
68	\$1,575,008,498	X0.0233	= \$36,750,198	\$49,875,269	:
69	\$1,561,883,427	X0.0233	= \$36,443,947	\$49,569,017	:
70	\$1,548,758,356	X0.0233	= \$36,137,695	\$49,262,766	:
71	\$1,535,633,285	X0.0233	= \$35,831,443	\$48,956,514	:
72	\$1,522,508,215	X0.0233	= \$35,525,192	\$48,650,262	:
73	\$1,509,383,144	X0.0233	= \$35,218,940	\$48,344,011	:
74	\$1,496,258,073	X0.0233	= \$34,912,688	\$48,037,759	:
75	\$1,483,133,002	X0.0233	= \$34,606,437	\$47,731,508	:
76	\$1,470,007,931	X0.0233	= \$34,300,185	\$47,425,256	:
77	\$1,456,882,860	X0.0233	= \$33,993,933	\$47,119,004	:
78	\$1,443,757,790	X0.0233	= \$33,687,682	\$46,812,753	:
79	\$1,430,632,719	X0.0233	= \$33,381,430	\$46,506,501	\$420,789,770
80	\$1,417,507,648	X0.0233	= \$33,075,178	\$46,200,249	:
81	\$1,404,382,577	X0.0233	= \$32,768,927	\$45,893,998	:
82	\$1,391,257,506	X0.0233	= \$32,462,675	\$45,587,746	:
83	\$1,378,132,435	X0.0233	= \$32,156,423	\$45,281,494	:
84	\$1,365,007,365	X0.0233	= \$31,850,172	\$44,975,243	:
85	\$1,351,882,294	X0.0233	= \$31,543,920	\$44,668,991	:
86	\$1,338,757,223	X0.0233	= \$31,237,669	\$44,362,739	:
87	\$1,325,632,152	X0.0233	= \$30,931,417	\$44,056,488	:
88	\$1,312,507,082	X0.0233	= \$30,625,165	\$43,750,236	:
89	\$1,299,382,011	X0.0233	= \$30,318,914	\$43,443,984	:
90	\$1,286,256,940	X0.0233	= \$30,012,662	\$43,137,733	:
91	\$1,273,131,869	X0.0233	= \$29,706,410	\$42,831,481	\$376,689,532
92	\$1,260,006,798	X0.0233	= \$29,400,159	\$42,525,229	:
93	\$1,246,881,727	X0.0233	= \$29,093,907	\$42,218,978	:
94	\$1,233,756,657	X0.0233	= \$28,787,655	\$41,912,726	:
95	\$1,220,631,586	X0.0233	= \$28,481,404	\$41,606,474	:
96	\$1,207,506,515	X0.0233	= \$28,175,152	\$41,300,223	:
97	\$1,194,381,444	X0.0233	= \$27,868,900	\$40,993,971	:
98	\$1,181,256,373	X0.0233	= \$27,562,649	\$40,687,720	:
99	\$1,168,131,303	X0.0233	= \$27,256,397	\$40,381,468	:
100	\$1,155,006,232	X0.0233	= \$26,950,145	\$40,075,216	:
101	\$1,141,881,161	X0.0233	= \$26,643,894	\$39,768,965	:
102	\$1,128,756,090	X0.0233	= \$26,337,642	\$39,462,713	:

MES	P - A	I	C.M.F	MENSUALIDAD	C.A.F
103	\$1,115,631,019	X0.0233	= \$26,031,390	\$39,156,461	\$332,589,294
104	\$1,102,505,948	X0.0233	= \$25,725,139	\$38,850,210	
105	\$1,089,380,878	X0.0233	= \$25,418,887	\$38,543,958	
106	\$1,076,255,807	X0.0233	= \$25,112,635	\$38,237,706	
107	\$1,063,130,736	X0.0233	= \$24,806,384	\$37,931,455	
108	\$1,050,005,665	X0.0233	= \$24,500,132	\$37,625,203	
109	\$1,036,880,594	X0.0233	= \$24,193,881	\$37,318,951	
110	\$1,023,755,524	X0.0233	= \$23,887,629	\$37,012,700	
111	\$1,010,630,453	X0.0233	= \$23,581,377	\$36,706,448	
112	\$997,505,382	X0.0233	= \$23,275,126	\$36,400,196	
113	\$984,380,311	X0.0233	= \$22,968,874	\$36,093,945	
114	\$971,255,240	X0.0233	= \$22,662,622	\$35,787,693	
115	\$958,130,170	X0.0233	= \$22,356,371	\$35,481,441	\$288,489,057
116	\$945,005,100	X0.0233	= \$22,050,119	\$35,175,190	
117	\$931,880,028	X0.0233	= \$21,743,867	\$34,868,938	
118	\$918,754,957	X0.0233	= \$21,437,616	\$34,562,686	
119	\$905,629,886	X0.0233	= \$21,131,364	\$34,256,435	
120	\$892,504,815	X0.0233	= \$20,825,112	\$33,950,183	
121	\$879,379,745	X0.0233	= \$20,518,861	\$33,643,932	
122	\$866,254,674	X0.0233	= \$20,212,609	\$33,337,680	
123	\$853,129,603	X0.0233	= \$19,906,357	\$33,031,428	
124	\$840,004,532	X0.0233	= \$19,600,106	\$32,725,177	
125	\$826,879,461	X0.0233	= \$19,293,854	\$32,418,925	
126	\$813,754,391	X0.0233	= \$18,987,602	\$32,112,673	
127	\$800,629,320	X0.0233	= \$18,681,351	\$31,806,422	\$244,388,819
128	\$787,504,249	X0.0233	= \$18,375,099	\$31,500,170	
129	\$774,379,178	X0.0233	= \$18,068,847	\$31,193,918	
130	\$761,254,107	X0.0233	= \$17,762,596	\$30,887,667	
131	\$748,129,036	X0.0233	= \$17,456,344	\$30,581,415	
132	\$735,003,966	X0.0233	= \$17,150,093	\$30,275,163	
133	\$721,878,895	X0.0233	= \$16,843,841	\$29,968,912	
134	\$708,753,824	X0.0233	= \$16,537,589	\$29,662,660	
135	\$695,628,753	X0.0233	= \$16,231,338	\$29,356,408	
136	\$682,503,682	X0.0233	= \$15,925,086	\$29,050,157	
137	\$669,378,612	X0.0233	= \$15,618,834	\$28,743,905	
138	\$656,253,541	X0.0233	= \$15,312,583	\$28,437,653	
139	\$643,128,470	X0.0233	= \$15,006,331	\$28,131,402	\$200,288,581
140	\$630,003,399	X0.0233	= \$14,700,079	\$27,825,150	
141	\$616,878,328	X0.0233	= \$14,393,828	\$27,518,898	
142	\$603,753,257	X0.0233	= \$14,087,576	\$27,212,647	
143	\$590,628,187	X0.0233	= \$13,781,324	\$26,906,395	
144	\$577,503,116	X0.0233	= \$13,475,073	\$26,600,144	
145	\$564,378,045	X0.0233	= \$13,168,821	\$26,293,892	
146	\$551,252,974	X0.0233	= \$12,862,569	\$25,987,640	
147	\$538,127,903	X0.0233	= \$12,556,318	\$25,681,389	
148	\$525,002,833	X0.0233	= \$12,250,066	\$25,375,137	
149	\$511,877,762	X0.0233	= \$11,943,814	\$25,068,885	
150	\$498,752,691	X0.0233	= \$11,637,563	\$24,762,634	
151	\$485,627,620	X0.0233	= \$11,331,311	\$24,456,382	\$156,188,343
152	\$472,502,549	X0.0233	= \$11,025,059	\$24,150,130	
153	\$459,377,479	X0.0233	= \$10,718,808	\$23,843,879	
154	\$446,252,408	X0.0233	= \$10,412,556	\$23,537,627	
155	\$433,127,337	X0.0233	= \$10,106,305	\$23,231,375	
156	\$420,002,266	X0.0233	= \$9,800,053	\$22,925,124	
157	\$406,877,195	X0.0233	= \$9,493,801	\$22,618,872	

MES	P - A	I	C.M.F	MENSUALIDAD	C.A.F
:158 :	\$393,752,124	x0.0233 =	\$9,187,550 :	\$22,312,620 :	:
:159 :	\$388,627,054	x0.0233 =	\$8,881,298 :	\$22,006,369 :	:
:160 :	\$367,501,983	x0.0233 =	\$8,575,046 :	\$21,700,117 :	:
:161 :	\$354,376,912	x0.0233 =	\$8,268,795 :	\$21,393,865 :	:
:162 :	\$341,251,841	x0.0233 =	\$7,962,543 :	\$21,087,614 :	:
:163 :	\$328,126,770	x0.0233 =	\$7,656,291 :	\$20,781,362 :	\$112,088,105 :
:164 :	\$315,001,700	x0.0233 =	\$7,350,040 :	\$20,475,110 :	:
:165 :	\$301,876,629	x0.0233 =	\$7,043,788 :	\$20,168,859 :	:
:166 :	\$288,751,558	x0.0233 =	\$6,737,536 :	\$19,862,607 :	:
:167 :	\$275,626,487	x0.0233 =	\$6,431,285 :	\$19,556,356 :	:
:168 :	\$262,501,416	x0.0233 =	\$6,125,033 :	\$19,250,104 :	:
:169 :	\$249,376,345	x0.0233 =	\$5,818,781 :	\$18,943,852 :	:
:170 :	\$236,251,275	x0.0233 =	\$5,512,530 :	\$18,637,601 :	:
:171 :	\$223,126,204	x0.0233 =	\$5,206,278 :	\$18,331,349 :	:
:172 :	\$210,001,133	x0.0233 =	\$4,900,026 :	\$18,025,097 :	:
:173 :	\$196,876,062	x0.0233 =	\$4,593,775 :	\$17,718,846 :	:
:174 :	\$183,750,991	x0.0233 =	\$4,287,523 :	\$17,412,594 :	:
:175 :	\$170,625,921	x0.0233 =	\$3,981,271 :	\$17,106,342 :	\$67,987,867 :
:176 :	\$157,500,850	x0.0233 =	\$3,675,020 :	\$16,800,091 :	:
:177 :	\$144,375,779	x0.0233 =	\$3,368,768 :	\$16,493,839 :	:
:178 :	\$131,250,708	x0.0233 =	\$3,062,517 :	\$16,187,587 :	:
:179 :	\$118,125,637	x0.0233 =	\$2,756,265 :	\$15,881,336 :	:
:180 :	\$105,000,567	x0.0233 =	\$2,450,013 :	\$15,575,084 :	:
:181 :	\$91,875,496	x0.0233 =	\$2,143,762 :	\$15,268,832 :	:
:182 :	\$78,750,425	x0.0233 =	\$1,837,510 :	\$14,962,581 :	:
:183 :	\$65,625,354	x0.0233 =	\$1,531,258 :	\$14,656,329 :	:
:184 :	\$52,500,283	x0.0233 =	\$1,225,007 :	\$14,350,077 :	:
:185 :	\$39,375,212	x0.0233 =	\$918,755 :	\$14,043,826 :	:
:186 :	\$26,250,142	x0.0233 =	\$612,503 :	\$13,737,574 :	:
:187 :	\$13,125,071	x0.0233 =	\$306,252 :	\$13,431,322 :	\$23,887,629 :
:188 :	\$0	x0.0233 =	\$0 :	:	:
=====					
T O T A L E S =			\$4,988,839,417	\$7,351,352,164	\$4,988,839,417

A N E X O I I

CALCULO DE LOS FLUJOS DE EFECTIVO

VALOR PRESENTE Y TASA INTERNA DE RETORNO

AÑO	1 INGRESOS POR VENTAS	2 COSTOS DE OPERACION	3 DEPRECIACION 10%SGPU.YO.C.	4 COSTOS FINANCIEROS	5 = 2+3+4 TOTAL DE COSTOS	6 = 5-5 UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS	7 IMPUESTO ISR = 35%	8 = 6-7 UTILIDAD DESPUES DE IMPUESTOS	9 = 3 GASTOS DE DEPRECIACION	10 = 6+9 FLUJO NETO DE EFECTIVO	11 FACTOR T.P.A.	12 = 10x11 VALOR ANUAL V.A.N.	13 TIR = 28.2894 % 0.28289443715	14
0 :	80 :	80 :	80 :	80 :	82,030,813,249 :	80 :	80 :	80 :	80 :	(82,030,813,249) : 1.00000 :	(82,030,813,249) :	1.00000000000 :	(82,030,813,249) :	
1 :	81,530,718,706 :	8248,770,102 :	8203,081,325 :	8641,290,960 :	81,993,142,887 :	8437,576,318 :	8153,151,711 :	8284,424,807 :	8203,081,325 :	8487,505,932 :	0.78125 :	8380,864,009 :	0.77948736158 :	8380,004,713 :
2 :	81,530,718,706 :	8248,770,102 :	8203,081,325 :	8597,190,722 :	81,049,042,149 :	8461,676,556 :	8168,566,795 :	8313,089,762 :	8203,081,325 :	8516,171,087 :	0.610235 :	8215,045,829 :	0.60760054686 :	8313,625,834 :
3 :	81,530,718,706 :	8248,770,102 :	8203,081,325 :	8553,091,484 :	81,904,941,912 :	8525,776,794 :	8184,021,878 :	8341,754,918 :	8203,081,325 :	8544,836,241 :	0.47664 :	8259,798,165 :	0.47361694717 :	8258,043,677 :
4 :	81,530,718,706 :	8248,770,102 :	8203,081,325 :	8508,590,046 :	8190,861,674 :	8569,877,032 :	8199,456,981 :	8370,420,971 :	8203,081,325 :	8573,501,396 :	0.37253 :	8213,645,919 :	0.36917842455 :	8211,724,342 :
5 :	81,530,718,706 :	8248,770,102 :	8203,081,325 :	8484,899,008 :	8176,741,436 :	8613,977,270 :	8214,892,045 :	8399,085,226 :	8203,081,325 :	8602,166,551 :	0.29104 :	8175,253,532 :	0.28776991610 :	8173,285,418 :
6 :	81,530,718,706 :	8248,770,102 :	8203,081,325 :	8420,709,770 :	8472,041,198 :	8658,077,506 :	8246,327,128 :	8427,759,389 :	8203,081,325 :	8630,831,705 :	0.22737 :	8143,434,523 :	0.22431301265 :	8141,503,760 :
7 :	81,530,718,706 :	8248,770,102 :	8203,081,325 :	8376,889,532 :	8428,540,960 :	8702,177,046 :	8265,762,211 :	8456,415,525 :	8203,081,325 :	8659,496,960 :	0.17784 :	8117,150,176 :	0.17484915840 :	8115,312,471 :
8 :	81,530,718,706 :	8248,770,102 :	8203,081,325 :	8332,589,294 :	8384,440,722 :	8746,277,964 :	8261,197,294 :	8485,980,690 :	8203,081,325 :	8688,162,015 :	0.13878 :	8095,501,664 :	0.13629270915 :	8093,791,465 :
9 :	81,530,718,706 :	8248,770,102 :	8203,081,325 :	8288,489,957 :	8340,340,484 :	8790,378,222 :	8276,622,378 :	8513,745,844 :	8203,081,325 :	8716,827,169 :	0.10842 :	8077,178,357 :	0.10623844426 :	8076,154,603 :
10 :	81,530,718,706 :	8248,770,102 :	8203,081,325 :	8244,388,819 :	8296,240,246 :	8834,478,460 :	8292,087,461 :	8342,410,999 :	8203,081,325 :	8745,492,324 :	0.08470 :	8053,145,656 :	0.08281152461 :	8051,735,256 :
11 :	81,530,718,706 :	8248,770,102 :	8203,081,325 :	8200,288,581 :	8252,088,663 :	8881,061,620 :	8298,561,958 :	8370,979,015 :	8203,081,325 :	8773,079,015 :	0.06617 :	8046,525,866 :	0.06455053683 :	8045,384,128 :
12 :	81,530,718,706 :	8248,770,102 :	8203,081,325 :	8156,188,343 :	8207,988,445 :	8928,160,261 :	8304,018,951 :	8431,744,169 :	8203,081,325 :	8771,744,169 :	0.05170 :	8037,830,257 :	0.05031627654 :	8036,818,679 :
13 :	81,530,718,706 :	8248,770,102 :	8203,081,325 :	8112,088,105 :	8163,908,117 :	8979,300,499 :	8309,451,735 :	8489,489,324 :	8203,081,325 :	8760,489,324 :	0.04039 :	8029,712,688 :	0.03922094148 :	8029,323,970 :
14 :	81,530,718,706 :	8248,770,102 :	8203,081,325 :	8067,987,867 :	8119,791,869 :	9030,542,131 :	8314,986,558 :	8539,074,479 :	8203,081,325 :	8749,074,479 :	0.03155 :	8021,898,800 :	0.03057228219 :	8021,123,765 :
15 :	81,530,718,706 :	8248,770,102 :	8203,081,325 :	8023,887,629 :	8075,691,641 :	9081,684,283 :	8320,579,633 :	8598,169,418 :	8203,081,325 :	8737,169,418 :	0.02465 :	8014,188,838 :	0.02382064549 :	8013,487,280 :
16 :	81,530,718,706 :	8248,770,102 :	8203,081,325 :	7979,787,391 :	8031,591,403 :	9132,826,435 :	8326,070,665 :	8647,259,563 :	8203,081,325 :	8725,259,563 :	0.01926 :	8006,279,916 :	0.01857570257 :	8005,476,512 :
17 :	81,530,718,706 :	8248,770,102 :	8203,081,325 :	7935,687,153 :	7987,491,165 :	9184,970,587 :	8331,561,697 :	8696,350,690 :	8203,081,325 :	8713,350,690 :	0.01505 :	8000,371,000 :	0.01447952538 :	8000,065,305 :
18 :	81,530,718,706 :	8248,770,102 :	8203,081,325 :	7891,586,915 :	7943,390,927 :	9237,111,739 :	8336,052,731 :	8705,441,783 :	8203,081,325 :	8701,441,783 :	0.01175 :	7994,462,084 :	0.01125660704 :	7994,154,753 :
19 :	81,530,718,706 :	8248,770,102 :	8203,081,325 :	7847,486,677 :	7899,290,689 :	9289,252,891 :	8340,543,763 :	8716,531,876 :	8203,081,325 :	8699,531,876 :	0.00918 :	7988,553,168 :	0.00874767654 :	7988,246,386 :
20 :	81,530,718,706 :	8248,770,102 :	8203,081,325 :	7803,386,439 :	7855,190,451 :	9340,394,043 :	8345,034,795 :	8727,621,969 :	8203,081,325 :	8687,621,969 :	0.00717 :	7982,644,252 :	0.00685774861 :	7982,336,603 :

TAR = 822,882,736

ANEXO III

DESGLOCE DE COSTOS

CLIENTE:

FLETES INT. 0.02

FECHA: PUEBLO D.F., AL 06 DE OCTUBRE DE 1990

PAGINA INT. 076.665 0.03 HERRAMIENTA

UTILIDAD 0.05

SUMA 0.15

PART NO	CONCEPTO	CANT. U	MATERIAS P.U.	IMPORTE	FLETES		MADO DE OBR	HERRAMIENTA P.U.	TOTAL COSTO		INDICADORES Y UTILIDAD		TOTAL VENTA					
					P.U.	IMPORTE			P.U.	IMPORTE	P.U.	IMPORTE	P.U.	IMPORTE				
"RED HIDRAULICA"																		
TUBERIAS																		
1	TUBO A.C. CLASE A-1/2" DE 70 M	8495 MTS	111.2669	947,889.150	2.50	21,122.250	0.1279	12.136	113,879.120	864	8415.680	114.425	957,690.375	12.164	814,055.180	816.589	8107,745.555	
2	TUBO A.C. CLASE A-1/2" DE 191 M	5413 MTS	113.170	614,971.214	2.60	14,121.850	0.1287	14.254	117,742.022	871	8364.123	115.895	866,079.635	12.264	812,904.592	813,479	896,944.227	
3	TUBO A.C. CLASE A-1/2" DE 152 M	750 MTS	122.530	91,997.500	2.60	1,967.000	0.1292	8.405	11,941.250	612	6110.500	127.380	107,383.250	14.107	83,080.250	810,290	827,617.500	
4	TUBO DE CEMENTO TIPO H DE 1.000	3.603 MTS	12.991	46,946.715	8.00	28,984.800	0.132	11,072	45,429.280	830	8160.850	14.123	122,119.895	8618	83,315.570	84,741	825,435.465	
5	TUBO DE CEMENTO TIPO H DE 1.900	1.253 MTS	84.851	106,513.105	8.00	10,071.840	0.1361	11,217	11,862.365	837	8130.135	16.261	108,483.655	9739	81,272.345	87,200	879,756.000	
6	TUBO DE CEMENTO TIPO H DE 2.000	296 MTS	86.647	25,702.114	8.251	2,474.888	0.1380	12.530	17,68.880	876	8122.496	111.306	33,346.576	81,626	15,022.016	813,002	83,848.592	
7	TUBO DE CEMENTO TIPO H DE 2.500	44 MTS	115.378	5,076.844	8.661	379.264	0.1462	12.542	2155.848	8106	84.664	8657.428	82,923	8128.612	822.410	8966.040		
8	TUBO DE PLASTICO DE 1.000	817 MTS	111.930	91,753.246	8.50	6,926.406	0.134	11,127	8879.550	831	825.227	113.254	101,919.218	82,003	81,836.451	815.357	812,546.669	
9	TUBO DE PLASTICO DE 1.500	142 MTS	116.181	16,507.863	8.251	1,169.449	0.1361	11,227	1591.822	837	841.551	120.588	17,527.224	83,988	8379.824	823.676	812,911.148	
10	TUBO DE PLASTICO DE 2.000	10 MTS	142.870	1,428.700	8.719	86.874	0.1479	12.119	120.214	864	851.1	126.795	1,527.232	84,019	830.582	830.814	8295.814	
				*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	
				8,924,884.762	*****	86,985,517	*****	8,861,979	*****	8,160,245	*****	8248,774,588	837,313,422	*****	8286,088,010	*****	*****	*****
TALVULAS																		
1	LAMINA DE BANQUETA P/P/PLUM 1.000 1023 PEA	114.743	114.033.863	8412	8427.852	0.0430	83.067	83,131.467	852	893.932	817.314	117,677.594	82,597	87,651.537	819.911	820,329.131		
2	LAMINA DE BANQUETA P/P/PLUM 1.900 153 PEA	822.762	83,483.646	8663	8104.499	0.0500	83.833	858.469	8115	817,595	827.413	84,194.189	84,112	8629.136	831.525	84,823.325		
3	LAMINA DE BANQUETA P/P/PLUM 2.000 9 PEA	821.427	8299.296	81122	86.978	0.0224	86.317	856.536	8190	811,320	845,036	8360.288	86.755	854.041	851.751	8414.228		
4	LAMINA DE INSULACION P/PLUM 1.000 1023 PEA	81.372	17,422.812	8215	8219.515	0.0400	83.067	83,131.467	8192	893.932	8104.546	102,767.466	81,582	816,525.222	812,128	812,382.648		
5	LAMINA DE INSULACION P/PLUM 1.900 153 PEA	814.301	82,186.053	8429	865,637	0.0500	83.833	858.469	81115	817,595	818,678	82,851.734	82,802	8428.796	8121.680	81,296.440		
6	LAMINA DE INSULACION P/PLUM 2.000 9 PEA	820.810	8246.256	8244	81,794	0.024	86.317	856.536	8190	811,320	838,247	8305.976	85,737	845.896	843,964	8251.972		
7	VALVULA CUADRA A SOLDADA 3.000 16 PEA	827.060	842,960	8162	814.992	0.0860	86.133	890.138	8184	824.944	834,189	8547,024	85,128	882,048	837,317	8629,072		
8	VALVULA DE PLASTICO DE 1.000 16 PEA	86.300	8124.880	8249	81,804	0.0262	84.309	868.944	8129	812,064	812,987	8207,792	81,918	831.168	814,824	8238.960		
9	VALVULA DE GOMERO P/COMBA 1.000 4838 PEA	83.830	817,834.540	8160	8259.522	0.0000	82.300	811,174.400	869	8335.202	8186	829,672.664	8194	84,449.928	87,024	834,122.592		
10	VALVULA ELIMINADORA DE BOLA 22 PEA	8100.000	81,980.000	85.400	8119.800	0.0245	81.819	841,310	856	81,232	8187.204	84,121.348	820.100	8618.200	8215.434	84,739.548		
11	VALVULA P/COMBA 2.000 18 PEA	818.652	8258.422	8640	81,040	0.0212	82.558	842.648	8118	811,888	819,138	8206.208	82,871	845.926	822.009	8352.144		
12	VALV. COMPTA. 10 P.O. IND. 10.000 48 PEA	8410.000	819,880.000	812.300	8294.400	0.0000	86.999	83,311.862	82,070	849.360	8433.368	823,681.712	874.005	83,552.240	8567.374	827,233.952		
13	VALV. COMPTA. 10 P.O. IND. 10.000 12 PEA	8490.000	86,990.000	817.400	8208.800	1.8000	817,977	81,655.864	84,140	849.880	8729.527	86,874.444	8110.931	81,331.172	8856.468	810,205,616		
				*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	
				876,806,430	*****	82,296,209	*****	82,949,136	*****	8718.464	*****	8103,574,439	815,525,229	*****	8119,109,668	*****	*****	
COMBUSTIBLES Y ACCESORIOS																		
1	ANILLADORA P/PLUM A-1/2" 191 M	1041 PEA	810.400	810,816.400	8114	8116.552	0.0425	81.295	83,228.416	898	8100.956	814.968	814,363.428	82.110	82,154.310	816.178	816,517,738	
2	ANILLADORA P/PLUM A-1/2" 152 M	153 PEA	8114.400	811,591.200	8112	847.768	0.0425	82.226	848,474	898	814.994	812,154.694	82.110	8222.830	816.178	82,476.234		
3	ANILLADORA P/PLUM A-1/2" 2.000 9 PEA	810.400	863.200	8112	82.498	0.0425	82.226	828.264	898	8194	814.968	8112,544	82.110	816.880	816.178	8129.424		
4	MOTA DE P.O. 11622 PEA	810.250	812,437.700	8137	837,062	0.0360	82.867	81,771.306	880	894.560	813.424	115,867.168	82.014	82,380.548	815.438	818,247,716		
5	CANAS OPERACION VALV. TIPO T-1 61 PEA	8127.000	87,147.000	83.810	822,410	0.1900	814.566	8888.526	8437	826,657	8145,813	88,894.593	821,872	81,334.192	8167,665	810,228,785		
6	CANETE P.O. IND. 10 PEA 25.000 48 PEA	846.000	82,464.000	81.440	869,120	0.1147	86.840	8414,720	8259	812,432	858.320	82,800.272	88,751	8420.048	867,090	83,220.320		
7	CANETA P.O. IND. 10 PEA 25.000 11 PEA	862.000	81,294.000	82.860	81,420	0.1925	81.786	8250.220	8443	817,531	899,163	81,694.271	814,949	8254.133	8114.612	81,948.404		
8	CANETE P.O. IND. 10 PEA 25.000 16 PEA	8124.000	8152.000	84.360	84,360	0.2125	81.671	81,671	8489	8489	8173,340	8160.001	826.001	8199.341	81,948.404			
9	CLAVO CROMO 45 X 2.000 16 PEA	81.000	830.176	857	8192	0.0211	82.369	818,176	872	81,152	84,401	870.416	8666	810,560	85.061	888,976		
10	CLAVO CROMO 45 X 2.000 24 PEA	84.575	8109.850	8117	81,288	0.0450	84.450	862,800	8194	82,496	8196.284	81,240	829.740	819.586	8238.144			
11	CLAVO CROMO 45 X 2.000 3994 PEA	8241	82,841,954	8110	859,940	0.0990	84.266	81,125.860	823	8125.874	81,963	86,365.628	8159	8193,046	81,221	87,318,674		
12	CLAVO CROMO 45 X 2.000 5094 PEA	8279	8475,412	822	813,176	0.1180	81,380	8701,040	841	820,828	82,182	81,104,456	8327	8166.116	82,509	81,674,572		
13	CLAVO CROMO 45 X 2.000 24 PEA	81.800	845,286	857	81,368	0.0311	82.384	857,216	872	81,728	84,999	8105,576	8660	815,840	85,059	81,211,416		
14	CLAVO CROMO 45 X 2.000 16 PEA	85,028	880,448	8151	82,416	0.0380	82,913	846,609	887	81,792	88,179	8130,864	81,227	819,632	89,406	8150,496		

PART NO	CONCEPTO	CANT. U	MATERIALES		PLATOS		MANO DE OBRA		MANEJO DE HERRAMIENTAS		TOTAL COSTO		INDIRECTOS Y UTILIDAD		TOTAL VERBA			
			P.V.	IMPORTE	P.V.	IMPORTE	IMPORTE	P.V.	IMPORTE	P.V.	IMPORTE	P.V.	IMPORTE	P.V.	IMPORTE	P.V.	IMPORTE	
POTENCIAL DE CONSTRUCCION																		
1	ARMAZON AZUL	10 MTS	\$3,000	\$30,000	\$1,050	\$10,500	0.0022	\$6,300	\$63,000	\$109	\$1,090	\$42,539	\$425,390	\$6,301	\$63,010	\$48,920	\$489,200	
2	CONCRETO GRIS	4180 M3	\$250	\$1,045,000	\$0	\$0	0.0006	\$45	\$189,000	\$1	\$4,180	\$304	\$1,270,720	\$46	\$1,892,280	\$350	\$1,463,000	
3	GRASA AZUL	12 MTS	\$35,000	\$420,000	\$1,050	\$12,600	0.0022	\$6,300	\$75,600	\$109	\$1,090	\$42,539	\$420,468	\$6,301	\$75,572	\$48,920	\$587,040	
			*****		*****		*****		*****		*****		*****		*****		*****	
			\$1,015,000		\$12,600		\$81,000		\$1,100		\$1,206,578		\$132,662		\$2,539,240			
OBRA CIVIL																		
I.- OBRA DE ESCAVACION, RELLENO Y COMPACTACION SUELO TIPIANO																		
11-0	MTS	1120					0.0030	\$6,517	\$7,148,075	\$106	\$12,229,500	\$6,713	\$76,360,375	\$1,007	\$11,454,625	\$7,720	\$87,815,000	
II.- OBRA DE CORTA, ESCAVACION, RELLENO, COMPACTACION Y CULADO SOBRE CONCRETO																		
11-0	MTS	430					0.1305	\$10,695	\$4,546,650	\$21	\$1,38,030	\$11,016	\$4,736,680	\$1,652	\$710,360	\$12,668	\$5,447,240	
III.- OBRA DE CORTA, ESCAVACION, RELLENO, COMPACTACION Y SUELO CAPA ASFALTICA																		
11-0	MTS	823					0.1320	\$10,120	\$8,632,360	\$204	\$259,312	\$10,424	\$8,891,672	\$1,564	\$1,334,092	\$11,988	\$10,225,764	
			*****		*****		*****		*****		*****		*****		*****		*****	
							\$87,262,085		\$2,628,842		\$89,988,927		\$13,499,077		\$103,488,004			
" P L A N T A "																		
TUBERIAS																		
1	TUBO ACERO CULADA 40 DI 101 m	150 MTS	\$34,000	\$5,100,000	\$9,620	\$143,500	0.0023	\$10,076	\$4,511,400	\$92	\$135,360	\$86,548	\$12,989,700	\$12,990	\$1,948,500	\$99,588	\$14,938,200	
2	TUBO ALUMINIO CULADA 40 DI 152 m	4 MTS	\$96,200	\$386,240	\$4,897	\$11,366	0.0000	\$229,995	\$919,980	\$6,900	\$12,600	\$38,352	\$1,345,408	\$50,453	\$201,812	\$386,805	\$1,547,220	
3	TUBO ALUMINIO DI 152 m (6")	120 MTS	\$4,600	\$552,000	0.08	\$9,120	0.0000	\$3,067	\$368,040	\$32	\$111,040	\$5,837	\$700,440	\$876	\$105,120	\$6,713	\$805,560	
4	TUBO A.C. CLASA A-7 DI 152 m	610 MTS	\$22,580	\$13,781,000	\$6,76	\$117,720	0.0529	\$4,055	\$1,905,850	\$122	\$57,340	\$27,383	\$12,870,010	\$4,107	\$1,930,290	\$31,490	\$14,800,300	
			*****		*****		*****		*****		*****		*****		*****		*****	
			\$19,387,240		\$181,666		\$7,705,270		\$231,280		\$21,905,558		\$4,185,722		\$32,091,280			
VALVULAS																		
1	VALV. CUMPTA. FO. 10. BRID. 101mm	10 PZA	\$386,000	\$3,860,000	\$17,400	\$172,200	0.0090	\$137,997	\$2,482,980	\$4,140	\$14,540	\$7,99,537	\$12,311,666	\$10,343	\$1,996,758	\$250,468	\$15,208,424	
2	VALV. CUMPTA. FO. 10. BRID. 152mm	2 PZA	\$1,000,000	\$2,000,000	\$30,000	\$60,000	0.0000	\$229,995	\$459,990	\$6,900	\$12,600	\$1,206,895	\$2,533,790	\$190,034	\$380,068	\$1,456,929	\$2,913,858	
3	VALV. CHECK FO. 10. BRID. 101mm	2 PZA	\$260,000	\$520,000	\$15,800	\$31,600	0.0000	\$137,997	\$275,994	\$4,140	\$14,540	\$6,280	\$677,137	\$1,355,474	\$103,661	\$203,322	\$779,798	
4	VALV. CHECK FO. 10. BRID. 152mm	1 PZA	\$760,000	\$760,000	\$23,700	\$23,700	0.0000	\$229,995	\$229,995	\$6,900	\$12,600	\$1,050,595	\$1,050,595	\$157,589	\$157,589	\$1,208,184	\$1,208,184	
			*****		*****		*****		*****		*****		*****		*****		*****	
			\$14,270,000		\$428,100		\$5,449,925		\$101,500		\$18,251,525		\$2,737,737		\$20,989,262			
ACCESORIOS Y MENSURAS																		
1	BRIDA SUMP FO. 10. BRID. 101mm	40 PZA	\$39,000	\$1,560,000	\$1,170	\$46,800	0.0080	\$25,913	\$1,036,520	1777	\$31,090	\$66,866	\$2,874,400	\$10,029	\$403,160	\$76,889	\$3,075,560	
2	BRIDA SUMP FO. 10. BRID. 152mm	2 PZA	\$65,400	\$130,800	\$1,962	\$3,924	0.0060	\$34,499	\$68,998	\$1,025	\$4,100	\$102,896	\$203,168	\$15,434	\$308,472	\$118,330	\$236,802	
3	BRIDA A.C. W. 8 101 mm	19 PZA	\$34,500	\$655,500	\$975	\$18,525	0.0000	\$23,066	\$1,019,654	\$1,610	\$6,520	\$68,751	\$1,686,260	\$12,313	\$252,947	\$102,064	\$1,939,216	
4	BRIDA DE PLASTO 101mm 101mm	40 PZA	\$2,800	\$112,000	\$114	\$4,560	0.0040	\$3,067	\$122,680	\$92	\$3,680	\$7,073	\$282,920	\$1,061	\$42,440	\$6,014	\$235,360	
5	BRIDA DE PLASTO 152mm	6 PZA	\$5,700	\$34,200	\$171	\$1,026	0.0080	\$6,133	\$36,798	\$104	\$1,472	\$12,168	\$67,504	\$1,828	\$114,624	\$14,016	\$112,128	
6	JUNTA EXPANSION BRIDA 101mm 152mm	2 PZA	\$4,050,314	\$8,100,628	\$4,260	\$8,520	0.0000	\$263,325	\$526,650	\$11,900	\$23,800	\$37,26,397	\$6,252,794	\$468,960	\$937,920	\$5,365,257	\$7,190,714	
7	JUNTA SIMBOLIC COMPACTA DI 152mm	110 PZA	\$30,000	\$3,300,000	\$1,800	\$19,800	0.2500	\$119,106	\$13,101,660	\$375	\$807,850	\$77,421	\$9,125,878	\$11,613	\$1,279,234	\$89,034	\$10,508,212	
8	TIE ACERO C-40 101 mm	7 PZA	\$41,200	\$288,400	\$1,226	\$8,582	0.1000	\$114,996	\$804,960	\$3,450	\$24,150	\$160,884	\$1,126,118	\$24,133	\$168,931	\$185,917	\$1,295,119	
9	TUBO C/UBRA. DI 10 15.9 x 1mm	240 PZA	\$2,000	\$480,000	\$60	\$14,400	0.0200	\$1,150	\$276,000	\$35	\$8,400	\$3,245	\$778,800	\$407	\$116,880	\$3,732	\$895,680	
10	TUBO C/UBRA. DI 10 19.1 x 1mm	48 PZA	\$4,400	\$169,200	\$102	\$4,096	0.0200	\$1,533	\$73,584	\$46	\$2,208	\$5,081	\$243,888	\$762	\$36,576	\$5,843	\$280,464	
			*****		*****		*****		*****		*****		*****		*****		*****	
			\$15,741,924		\$472,207		\$6,686,718		\$200,710		\$23,101,609		\$3,465,284		\$26,566,893			

PAIS NO	CONCEPTO	CANTO	MATERIALES		PLASTAS		PAPEL DE OMBRA		HERRAMIENTA		TOTAL CIENTO		INDIRECTOS Y UTILIDAD		TOTAL VENTA			
			P.U.	IMPORTE	P.U.	IMPORTE	NO	P.U.	IMPORTE	P.U.	IMPORTE	P.U.	IMPORTE	P.U.	IMPORTE			
BAUPIO POLIMEROS																		
1	BAHIA SILECA, GRATA Y ANTICRISTO	1 LIT	\$3,250.000	\$3,250.000	\$97.500	\$97.500	12.0000	\$119.960	\$119.960	\$27.599	\$27.599	\$4,295.079	\$4,295.079	\$644.262	\$444.262	\$4,939.341	\$4,939.341	
2	BIBULOSOS	6 JAR	\$1,000.000	\$6,000.000	\$40.000	\$240.000	33.0000	\$4,080.000	\$4,080.000	\$11.000	\$66.000	\$10,180.000	\$10,180.000	\$270.771	\$162.462	\$10,342.771	\$10,342.771	
3	CHORREABAS	48 PEA	\$1,800.000	\$13,120.000	\$18.000	\$864.000	1.5000	\$11,160.000	\$11,160.000	\$2.750.000	\$2.750.000	\$16,874.000	\$16,874.000	\$115.102	\$69.548	\$17,033.548	\$17,033.548	
4	COMBUSTA RILLAS PLANTACION	1 JAR	\$1,500.000	\$1,500.000	\$100.000	\$100.000	12.0000	\$1,200.000	\$1,200.000	\$1,000.000	\$1,000.000	\$3,700.000	\$3,700.000	\$700.000	\$700.000	\$4,400.000	\$4,400.000	
5	COMBUSTA RILLAS Y VENTANAS	10 JAR	\$25.000	\$1,500.000	\$7.000	\$70.000	4.0000	\$1,400.000	\$1,400.000	\$4,000.000	\$4,000.000	\$5,900.000	\$5,900.000	\$83.667	\$1,338.992	\$6,238.992	\$6,238.992	
6	CUBIERTA DE FIBRA DE FIBRO	1 JAR	\$4,830.120	\$15,796.750	\$78.900	\$473.424	12.0000	\$119.960	\$119.960	\$2,519.000	\$27.599	\$185.594	\$3,656.600	\$12,929.648	\$484.491	\$3,290.946	\$4,205.099	\$4,205.099
7	DISPOSITIVO DE CLORO GASEOSO	1 JAR	\$6,420.000	\$6,420.000	\$187.000	\$187.000	14.0000	\$1,071.310	\$1,071.310	\$52.199	\$52.199	\$7,679.559	\$7,679.559	\$1,129.134	\$1,129.134	\$8,808.693	\$8,808.693	
8	BAUPIO, MATERIALES Y QUANTIDAD	1 LIT	\$2,000.000	\$2,000.000	\$60.000	\$60.000	9.4122	\$331.699	\$331.699	\$948	\$948	\$2,992.557	\$2,992.557	\$313.884	\$313.884	\$3,306.441	\$3,306.441	
9	MATERIALES Y CANTIDADES	7 JAR	\$7,763.000	\$54,251.000	\$222.950	\$1,560.650	15.0000	\$1,149.915	\$1,149.915	\$8,049.825	\$34.499	\$241.493	\$9,182.424	\$64,276.966	\$1,277.364	\$9,641.548	\$1,053,788	\$73,918.516
10	BASTAS, PUENTE MUEL, DESMANTAZA	1 JAR	\$2,300.000	\$2,300.000	\$67.000	\$67.000	10.0000	\$6,700.000	\$6,700.000	\$2,300.000	\$2,300.000	\$10,300.000	\$10,300.000	\$1,750.809	\$1,750.809	\$12,050.809	\$12,050.809	
11	BELAS, REJILLAS Y GRISAS	10 JAR	\$7,000.000	\$10,500.000	\$11.700	\$117.000	1.0000	\$2,200.000	\$2,200.000	\$2,200.000	\$2,200.000	\$15,900.000	\$15,900.000	\$76.789	\$57.800	\$16,478.800	\$16,478.800	
12	SEPARADOR CENTRIFUGO PARTICULAS	1 JAR	\$15,000.000	\$15,000.000	\$450.000	\$450.000	22.0000	\$2,452.200	\$2,452.200	\$73.950	\$73.950	\$17,526.150	\$17,526.150	\$2,696.532	\$2,696.532	\$20,222.682	\$20,222.682	
				\$25,206.950		\$6,878.078			\$61,860.343		\$1,825.995		\$259,869.558		\$44,960.436		\$344,849.994	
BAUPIO DE ALUMBO																		
1	BURBO 3 H.P. TIPO CENTRIFUGO	1 PEA	\$1,300.000	\$1,300.000	\$47.078	\$47.078	2.0000	\$214.564	\$214.564	\$6.440	\$6.440	\$1,637.420	\$1,637.420	\$275.815	\$275.815	\$1,913.235	\$1,913.235	
2	BURBO 5 H.P. TIPO CENTRIFUGO	2 PEA	\$1,748.000	\$3,496.000	\$62.360	\$124.720	30.0000	\$2,290.950	\$2,290.950	\$66.999	\$133.998	\$3,787.320	\$3,787.320	\$739.599	\$1,559.198	\$5,346.518	\$5,346.518	
3	BURBO 40 H.P.	2 PEA	\$6,200.000	\$12,400.000	\$265.900	\$1,143.600	30.0000	\$4,299.900	\$4,299.900	\$199.000	\$199.000	\$12,600.000	\$12,600.000	\$1,444.870	\$2,889.740	\$15,489.740	\$15,489.740	
4	RECOMBINA GASOLINA 5 H.P.	1 PEA	\$2,100.000	\$1,100.000	\$65.540	\$65.540	0.0000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$2,233.040	\$2,233.040	\$334.956	\$334.956	\$2,567.996	\$2,567.996	
				\$46,229.420		\$1,468.078			\$14,014.362		\$44.432		\$64,110.922		\$9,816.639		\$73,927.561	
BAUPIO ELECTRICOS																		
1	PLANTA EMERGENCIA 200 KW	1 PEA	\$6,000.000	\$6,000.000	\$1,500.000	\$1,500.000	9.0000	\$9,999.950	\$9,999.950	\$206.999	\$206.999	\$13,206.949	\$13,206.949	\$14,044.917	\$14,044.917	\$107,670.873	\$107,670.873	
2	TABLEROS DE CONTROL	1 PEA	\$10,000.000	\$10,000.000	\$300.000	\$300.000	30.0000	\$1,800.000	\$1,800.000	\$114.998	\$114.998	\$11,914.998	\$11,914.998	\$1,137.237	\$1,137.237	\$13,052.235	\$13,052.235	
				\$16,000.000		\$1,800.000			\$11,800.000		\$221.997		\$25,121.947		\$15,182.154		\$40,304.101	
MATERIAL ELECTRICOS																		
1	CABLE TIM CALIBRE 6	96 MTS	\$1.300	\$126.000	\$41	\$1,116	0.9140	\$997	\$95,712	\$30	\$2,880	\$2,428	\$233,088	\$364	\$34,944	\$2,792	\$288,032	
2	CABLE TIM CALIBRE 10	430 MTS	\$870	\$372,600	\$79	\$11,130	0.9090	\$690	\$11,540	\$21	\$1,650	\$1,710	\$179,500	\$257	\$115,650	\$1,967	\$288,150	
3	CABLE TIM CALIBRE 12	250 MTS	\$600	\$150,000	\$18	\$1,140	0.9070	\$613	\$59,250	\$19	\$1,425	\$1,487	\$146,750	\$214	\$98,750	\$1,701	\$178,500	
4	CABLE TIM CALIBRE 14	195 MTS	\$400	\$78,000	\$14	\$1,420	0.9070	\$51	\$31,740	\$10	\$1,000	\$1,047	\$104,700	\$157	\$115,700	\$1,204	\$126,900	
5	CABLE OSMORUM CALIBRE 1/0	50 MTS	\$14,400	\$720,000	\$172	\$18,600	0.9060	\$164	\$136,050	\$194	\$19,200	\$119,089	\$954,450	\$2,863	\$143,150	\$21,952	\$1,097,600	
6	CABLE TIM CALIBRE 2/0	120 MTS	\$18,879	\$2,265,480	\$359	\$67,020	0.9060	\$90	\$820,000	\$207	\$24,840	\$26,305	\$3,156,600	\$3,946	\$473,520	\$30,251	\$3,630,120	
7	CABLE TIM CALIBRE 4/0	90 MTS	\$28,824	\$2,594,160	\$865	\$17,850	0.9120	\$9,200	\$628,000	\$276	\$24,840	\$39,194	\$3,524,760	\$5,875	\$528,750	\$45,026	\$4,053,510	
8	TUO OMBUIT 1"	190 MTS	\$4,900	\$931,000	\$147	\$17,130	0.9100	\$767	\$145,730	\$23	\$4,370	\$5,837	\$1,199,030	\$676	\$166,440	\$6,513	\$1,275,470	
9	TUO OMBUIT 1 1/2"	50 MTS	\$6,500	\$325,000	\$168	\$6,400	0.9080	\$613	\$30,650	\$18	\$400	\$6,379	\$319,950	\$960	\$48,000	\$7,339	\$377,950	
10	LAMPARAS	23 PEA	\$11,000	\$11,000	\$930	\$1,146	0.1000	\$9,200	\$211,600	\$276	\$6,348	\$41,406	\$952,338	\$6,211	\$42,853	\$47,617	\$1,004,191	
11	ACCESORIOS	1 LIT	\$3,500.000	\$105,000	\$105.000	\$105.000	30.0000	\$2,299.950	\$2,299.950	\$66.999	\$66.999	\$5,973.949	\$5,973.949	\$696.092	\$696.092	\$6,670.041	\$6,670.041	
				\$11,639.810		\$149.130			\$5,263,742		\$157,927		\$17,410,615		\$2,611,849		\$20,022,464	

PART NO	CONCEPTO	CANT. U	MATERIALES		PLATES		MANO DE OBRA	MEMORIALENTA		TOTAL COSTO		INDICADORES Y UTILIDAD		TOTAL VENTA			
			P.U.	IMPORTE	P.U.	IMPORTE		ALMO.	P.U.	IMPORTE	P.U.	IMPORTE	P.U.	IMPORTE			
MATERIALES DE OBRA CIVIL P.M. LEVIA																	
1	BIJUTERIAS Y 6 TAMPONES 1	1 LITRO	100,000,000	\$100,000,000	\$3,000,000	\$3,000,000	96.0029	\$7,360,000	\$40,320,000	\$220,802	\$220,802	\$111,404,862	\$110,710,729	\$110,710,729	\$128,115,591	\$128,115,591	
2	CAJA DE RECOLECTOR SUBMEDICATO	1 LITRO	\$4,000,000	\$4,000,000	\$100,000	\$100,000	96.0029	\$7,360,000	\$1,920,000	\$20,802	\$20,802	\$12,520,862	\$1,878,729	\$1,878,729	\$14,402,591	\$14,402,591	
3	CALCOMO Y DESMARRAJES	1 LITRO	\$15,960,000	\$15,960,000	\$470,800	\$470,800	96.0029	\$7,360,000	\$6,384,000	\$220,802	\$220,802	\$24,019,662	\$3,021,949	\$3,021,949	\$27,041,611	\$27,041,611	
4	CASITA CLIMATICA, TAMBOR ALIVADO	1 LITRO	\$19,200,000	\$19,200,000	\$576,000	\$576,000	96.0029	\$7,360,000	\$7,680,000	\$220,802	\$220,802	\$27,356,862	\$4,103,529	\$4,103,529	\$31,460,391	\$31,460,391	
5	CASITA CONTINUA Y LABORATORIO	1 LITRO	\$9,600,000	\$9,600,000	\$288,000	\$288,000	96.0029	\$7,360,000	\$1,760,000	\$220,802	\$220,802	\$17,262,862	\$2,589,429	\$2,589,429	\$19,852,291	\$19,852,291	
6	CLIMATIZACION SEPARADOR CANTERAS	1 LITRO	\$4,000,000	\$4,000,000	\$120,000	\$120,000	96.0029	\$7,360,000	\$1,840,000	\$220,802	\$220,802	\$12,318,862	\$1,847,829	\$1,847,829	\$14,166,691	\$14,166,691	
7	DEMAJES, REGISTROS Y TENDONES	1 LITRO	\$6,000,000	\$6,000,000	\$180,000	\$180,000	96.0029	\$7,360,000	\$3,220,000	\$220,802	\$220,802	\$16,129,862	\$2,419,479	\$2,419,479	\$18,549,341	\$18,549,341	
8	OBRA DE CAPTACION	1 LITRO	\$18,400,000	\$18,400,000	\$552,000	\$552,000	96.0029	\$7,360,000	\$7,860,000	\$220,802	\$220,802	\$26,532,862	\$3,979,929	\$3,979,929	\$30,512,791	\$30,512,791	
9	SEDIRIADOR SUDORARIO	1 LITRO	\$42,200,000	\$42,200,000	\$1,266,000	\$1,266,000	96.0029	\$7,360,000	\$17,280,000	\$220,802	\$220,802	\$52,076,862	\$7,811,529	\$7,811,529	\$59,888,391	\$59,888,391	
10	TAMPAS EN LINEA DE ALIMENTACION	1 LITRO	\$6,200,000	\$6,200,000	\$186,000	\$186,000	96.0029	\$7,360,000	\$2,480,000	\$220,802	\$220,802	\$13,966,862	\$2,095,029	\$2,095,029	\$16,061,891	\$16,061,891	
				\$239,660,000		\$6,942,800			\$92,344,000		\$2,296,940		\$113,594,420		\$47,039,160		\$360,633,580
OBRA CIVIL																	
1.	OBRA DE ESCAVACION, RELLENO Y COMPACTACION SOBRE TIERRA	400 MTS					0.4156	\$16,520	\$7,002,340	\$400	\$208,160	\$17,025	\$7,811,500	\$2,554	\$1,174,840	\$19,579	\$9,006,340
11.	OBRA DE CURTE, ESCAVACION, RELLENO, COMPACTACION Y CREADO SOBRE CONCRETO	12 MTS					2.9000	\$221,529	\$2,667,948	\$6,070	\$60,040	\$228,599	\$2,747,968	\$34,350	\$412,200	\$263,349	\$3,160,188
111.	OBRA DE CURTE, ESCAVACION, RELLENO, COMPACTACION Y SOBRE CAPA ASFALTICA	8 MTS					3.1200	\$239,195	\$1,913,560	\$7,176	\$57,408	\$246,371	\$1,970,968	\$36,956	\$295,648	\$283,327	\$2,266,616
									\$12,184,848		\$365,608		\$12,550,456		\$1,882,608		\$14,433,064

RESUMEN PORMENORIZADO COSTOS RED HIDRAULICA

1	PROYECTO EJECUTIVO	\$19,359,200
2	TRABAJOS PRELIMINARES DE CAMPO	\$6,116,000
3	TUBERIAS	\$202,864,792
4	VALVULAS	\$76,608,430
5	CONEXIONES	\$197,155,892
6	EQUIPO (BOMBAS)	\$24,640,000
7	MATERIAL ELECTRICO	\$3,369,940
8	MATERIAL CONSTRUCCION	\$1,815,000
9	MANO DE OBRA TUBERIAS	\$38,663,979
10	MANO DE OBRA VALVULAS	\$23,949,336
11	MANO DE OBRA CONEXIONES	\$34,328,904
12	MANO DE OBRA EQUIPO	\$2,821,280
13	MANO DE OBRA MATERIAL ELECTRICO	\$3,729,306
14	MANO DE OBRA CIVIL	\$87,688,785
15	FLETES Y MANIOBRAS	\$15,193,622
16	HERRAMIENTAS Y MAQUINARIA	\$5,735,448
17	COORDINACION SUPERVISION Y PRUEBAS	\$30,060,000
18	INDIRECTO 10% 2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15 y 16.	\$72,468,071
19	UTILIDAD 5% 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16y17	\$38,704,996
TOTAL		\$885,272,980

RESUMEN PORMENORIZADO COSTOS PLANTA DE TRATAMIENTO

1	PROYECTO EJECUTIVO	\$29,038,800
2	TRABAJOS PRELIMINARES DE CAMPO	\$24,464,000
3	TUBERIAS	\$19,387,340
4	VALVULAS	\$14,270,000
5	CONEXIONES	\$15,741,924
6	EQUIPO	\$371,498,200
7	MATERIAL ELECTRICO	\$11,639,810
8	MATERIAL CONSTRUCCION	\$230,860,000
9	MANO DE OBRA TUBERIAS	\$7,705,270
10	MANO DE OBRA VALVULAS	\$3,449,925
11	MANO DE OBRA CONEXIONES	\$6,686,718
12	MANO DE OBRA EQUIPO	\$86,614,005
13	MANO DE OBRA MATERIAL ELECTRICO	\$5,263,742
14	MANO DE OBRA CIVIL	\$104,528,848
15	FLETES Y MANIOBRAS	\$19,901,918
16	HERRAMIENTAS Y MAQUINARIA	\$6,427,455
17	COORDINACION SUPERVISION Y PRUEBAS	\$45,090,000
18	INDIRECTO 10% 2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15 y 16.	\$92,843,916
19	UTILIDAD 5% 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16y17	\$50,128,398
TOTAL		\$1,145,540,269

RESUMEN FORMENORIZADO COSTO OBRA

1	PROYECTO EJECUTIVO	\$48,398,000
2	TRABAJOS PRELIMINARES DE CAMPO	\$30,580,000
3	TUBERIAS	\$222,252,132
4	VALVULAS	\$90,878,430
5	CONEXIONES	\$212,897,816
6	EQUIPO	\$396,138,200
7	MATERIAL ELECTRICO	\$15,009,750
8	MATERIAL CONSTRUCCION	\$232,675,000
9	MANO DE OBRA TUBERIAS	\$46,369,249
10	MANO DE OBRA VALVULAS	\$27,399,261
11	MANO DE OBRA CONEXIONES	\$41,015,622
12	MANO DE OBRA EQUIPO	\$89,435,285
13	MANO DE OBRA MATERIAL ELECTRICO	\$8,993,048
14	MANO DE OBRA CIVIL	\$192,217,633
15	FLETES Y MANIOBRAS	\$35,095,540
16	HERRAMIENTAS Y MAQUINARIA	\$12,162,903
17	COORDINACION SUPERVISION Y PRUEBAS	\$75,150,000
18	INDIRECTO 10% 2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15 y 16.	\$165,311,987
19	UTILIDAD 5% 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16y17	\$88,833,393
TOTAL.....		\$2,030,813,249

RESUMEN GLOBAL COSTOS OBRA

1	PROYECTO EJECUTIVO	\$48,398,000
2	TRABAJOS PRELIMINARES DE CAMPO	\$30,580,000
3	EQUIPOS Y MATERIALES	\$937,176,328
4	MANO DE OBRA INSTALACIONES	\$213,212,465
5	MATERIAL CONSTRUCCION	\$232,675,000
6	MANO DE OBRA CIVIL	\$192,217,633
7	FLETES Y MANIOBRAS	\$35,095,540
8	HERRAMIENTAS Y MAQUINARIA	\$12,162,903
9	COORDINACION SUPERVISION Y PRUEBAS	\$75,150,000
10	INDIRECTO 10% 2,3,4,5,6,7 y 8	\$165,311,987
11	UTILIDAD 5% 1,2,3,4,5,6,7,8 y 9	\$88,833,393
TOTAL.....		\$2,030,813,249

COSTOS QUE INTERVIENEN EN LA CONSTRUCCION DE LA PLANTA

PROYECTO EJECUTIVO.....	\$50,817,900
TRABAJOS PRELIMINARES.....	\$35,167,000
@@EQUIPOS Y MATERIALES.....	\$1,077,752,777
MANO DE OBRA INSTALACIONES.....	\$245,194,335
MATERIAL DE CONSTRUCCION.....	\$267,576,250
MANO DE OBRA CIVIL.....	\$221,050,278
FLETES Y MANIOBRAS.....	\$40,359,871
HERRAMIENTAS Y MAQUINARIA.....	\$13,987,338
COORDINACION SUPERVISION Y PRUEBAS.....	\$78,907,500

T O T A L \$2,030,813,249

COSTO DE OPERACION Y MANTENIMIENTO

SUELDOS DIRECTOS	\$86,400,000	SUELDOS DIRECT	\$86,400,000
% MANTIENI PLANTA	0.05	CTO MANT. PLANT	\$47,653,024
% MANTIENI. EQUIPO	0.05	CTO. MANT. EQUIP	\$53,887,639
COSTO DE ENENIA	\$17,880,000	COSTO ENERGIA	\$17,880,000
% PRESTACIONES	0.4971	PRESTACIONES	\$42,949,440
% DEPREC. EQUIPO	0.10		
% DEPREC. O. CIVIL	0.10	TOTAL	\$248,770,102

ANALISIS DE COSTOS DE OPERACION DE LA PLANTA

CONCEPTO	TOTALES
SUELDOS DIRECTOS	\$86,400,000
CTO. MANTIEN. PLANTA	\$47,653,024
CTO. MANTIEN. EQUIPO	\$53,887,639
CTO. ENERGIA ELECT	\$17,880,000
PRESTACIONES	\$42,949,440
DEPREC. OBRA CIVIL	\$95,306,047
DEPREC. EQUI. MAQ.	\$107,775,278
GASTOS FINANCIERO	\$568,627,710

T O T A L E S \$1,020,479,137

CONSUMO ANUAL AGUA M3	946080	COSTO POR M3..	\$1,078.64
% UTILIDAD.....	0.50	PRECIO VTA. M3	\$1,617.96
% I.S.R.....	0.35	PCIO. ANUAL VTA	\$1,530,718,706

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

@ Contabilidad Administrativa

Ramírez Padilla David Noel.

@ El Sistema Hidráulico del Distrito Federal

(Secretaría de Obras y Servicios)

DGOCH.

@ El Tratamiento de las aguas residuales domésticas

(Técnicas de depuración)

Wolfgang Pürschel

@ Evaluación de Proyectos

Baca Urbina G.

@ Ingeniería Económica

Taylor George A.

@ Ingeniería Económica

Leland Blank, Anthony Tarquín.

@ Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

(Temas sobre aguas residuales)

CENCA

@ Manual Helvex

Manual de Instalaciones Hidráulicas

Zepeda C. Sergio

@ Manual de Operación Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Cerro de la

Estrella, DGOCH.

@ Manual Técnico del Agua

Degremont de México.

@ Operación de Plantas de Tratamiento Primario de aguas residuales (vol. I)
Dirección general de Protección y Ordenación ecológica, Subsecretaría de
Planeación.

SARH.

@ Planeación del abastecimiento de agua en bloque a la zona Metropolitana de
la Ciudad de México.

SARH

@ Revista Agua Potable

@ Riesgos Ambientales y Alternativas de Solución

(Curso de Actualización)

Centro de Investigación de Estudios Avanzados del IPN

(Departamento de Biotecnología y Bioingeniería)

@ Tablas de consumo de agua

Escuela Nacional de Arquitectura UNAM

Arq. R.M. Weatherbee

@ Tratamiento de Aguas Residuales municipales, Industriales y Reusos

División de Educación Continua UNAM