



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD

ESPECIALIZACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA

**OPTIMIZACIÓN DE DOS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS
RESIDUALES EN LA DELEGACIÓN XOCHIMILCO**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN EN LA ESPECIALIZACIÓN
EN BIOTECNOLOGÍA TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

ASPIRANTE : ING. HONORIO ENRIQUE RAMÍREZ NAVARRETE

TUTOR: DR. OSCAR A. MONROY HERMOSILLO

OPTIMIZACIÓN DE DOS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA DELEGACIÓN XOCHIMILCO

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN

OBJETIVO DE LA TESIS

ALCANCES

I ANTECEDENTES GENERALES DE LA ZONA EN ESTUDIO

1.1 Características generales del medio natural

1.2 Características del medio socioeconómico

1.3 Sistema de alcantarillado

1.4 Plantas de tratamiento existentes

2 INGENIERÍA BÁSICA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

2.1 Tratamiento preliminar

2.1.1 Cárcamo de bombeo de llegada

2.1.2 Cribado

2.1.3 Desarenador

2.1.4 Tanque homogenizador

2.1.5 Medidor de gasto

2.2 Tratamiento primario

2.2.1 Reactor anaerobio de flujo ascendente

2.3 Tratamiento secundario

2.3.1 Reactores aerobios de biomasa suspendida

2.3.1.1 1ª, 2ª, y 3ª etapas

2.3.2 Sedimentador secundario

2.3.3 Bombas del cárcamo de recirculación y purga de lodos

2.4 Tratamiento de los lodos

2.4.1 Digestión

2.4.2 Espesamiento

2.4.3 Deshidratación

2.4.4 Disposición

2.5 Línea de conducción a gravedad del efluente a la zona chinampera

2.6 Marco Legal

2.6.1 NOM-001-SEMARNAT-1996

2.6.2 NOM-003-SEMARNAT-1997

3 DIAGNOSTICO DE LAS CONDICIONES OPERATIVAS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

3.1 Diagrama de flujo del tren de tratamiento de proyecto

3.2 Muestreo y análisis de resultados.

3.3 Control de resultados

3.4 Identificación de la eficiencia total

4 MEDIDAS DE MEJORAMIENTO

4.1 Adecuación de la infraestructura actual

4.2 Tren de tratamiento resultante.

4.3 Muestreo y pruebas de laboratorio después de las adecuaciones realizadas

4.4 Resultados obtenidos en el laboratorio

4.5 Identificación de la eficiencia

5 CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA

INTRODUCCIÓN

A principio del siglo pasado la Delegación Xochimilco se caracterizaba por sus manantiales de agua potable que abastecían a la población de la Ciudad de México. Sin embargo, debido a la contaminación de los acuíferos y al crecimiento demográfico, actualmente algunos pozos están sobre explotados y en la zona chinampera ha disminuido el tirante de agua en los canales.

El consumo de agua potable de la Delegación es de aproximadamente $2.1 \text{ m}^3/\text{s}$ y se estima que la descarga de agua residual es de $1.60 \text{ m}^3/\text{s}$.

En este contexto, la recarga de los niveles de agua en pozos y zona chinampera, además del combate a la contaminación del agua, se ha convertido en un asunto prioritario.

Para mitigar el impacto de la sobreexplotación del acuífero y de la descarga de aguas residuales en Xochimilco, una de las acciones principales es la instalación estratégica de unidades de tratamiento que permitan la reutilización del recurso.

Existen en la Delegación algunas plantas de tratamiento con eficiencias y gastos variables, las hay con procesos biológicos (aerobios y anaerobios) así como físico químicos.

Una de las plantas en operación desde el año 2000 es la denominada Chabacano, que trata 5.5 lps mediante un proceso biológico. El efluente es vertido a la zona chinampera. Se considera que dicha planta opera con baja eficiencia al observarse características del efluente similares en apariencia a las del influente.

Para mantener la calidad del agua en la zona turística y canalera en la delegación de Xochimilco sin exceder la capacidad de autodepuración del cuerpo receptor y volver intolerables sus condiciones el agua residual tratada debe cumplir con los límites máximos permisibles especificados en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996 y NOM-003-SEMARNAT-1997. en el rubro de recarga a cuerpos receptores y contacto ocasional con humanos.

OBJETIVO DE LA TESIS

- La optimización de dos plantas de tratamiento de aguas residuales en la Delegación Xochimilco.
- Conocer los métodos de muestreo y análisis de laboratorio para comprobar que el efluente se ajusta a las normas

ALCANCES

Este trabajo contiene cuatro capítulos, cuya temática se describe a continuación:

Capítulo 1 Antecedentes Generales de la zona en estudio. Analizaremos la situación geográfica, medio físico natural, aspectos demográficos, aspectos socioeconómicos, actividad económica, vialidad y transporte, equipamiento y servicios, imagen urbana y por último un recuento de la infraestructura sanitaria de la Delegación Xochimilco de la red de atarjeas, de la red de colectores, plantas de tratamiento y otras obras relacionadas.

Capítulo 2 Ingeniería básica de la planta de tratamiento. Veremos que el tratamiento de las aguas residuales es el conjunto de operaciones y procesos unitarios por medio de los cuales es posible verificar las diferentes etapas que tienen lugar en el tratamiento de agua residual tipo doméstica, dentro de un área limitada, apartada, bajo condiciones controladas y aceleradas.

Capítulo 3 Diagnóstico de las condiciones operativas de la planta. Evaluaremos el grado de eficiencia de cada proceso y operación unitaria ordenados secuencialmente en el tratamiento del agua residual de la planta de Chabacano, a través de pruebas de laboratorio.

Los resultados de las mismas indicarán el grado y la eficiencia de los dispositivos de tratamiento.

Capítulo 4 Medidas de mejoramiento. Como los organismos biológicos son los que llevan a cabo el proceso de tratamiento en la planta de Chabacano nuestra tarea consistirá, en base a los capítulos 2 y 3, en procurar las condiciones ambientales adecuadas que mejor se ajusten a ellos, realizando las modificaciones necesarias a la infraestructura, y lo más importante llevar a cabo un programa de mantenimiento para conservar el equipo e instalaciones en condiciones apropiadas para el buen funcionamiento.

Capítulo 5 Conclusiones. Definiremos el progreso de nuestra planta en base a las pruebas de laboratorio previas y posteriores a las adecuaciones en la planta de tratamiento Chabacano.

I. ANTECEDENTES GENERALES DE LA ZONA EN ESTUDIO

1.1 Características generales del medio natural

La Delegación Xochimilco se localiza en el Valle de la Ciudad de México, las coordenadas geográficas son: al norte $19^{\circ}19'$, al sur $19^{\circ}09'$ de latitud norte; al este $98^{\circ}58'$ y al oeste $99^{\circ}10'$ de longitud oeste (*figura 1.1*). La altitud de esta demarcación es de 2,240 m sobre el nivel del mar. La superficie de la Delegación es de 12,517 hectáreas que representan el 8.40% del área total del Distrito Federal.



Figura 1.1 Localización y límites de la Delegación Xochimilco.

El 30% del terreno de la Delegación, en su parte norte, se localiza dentro de la zona geomorfológica II (de materiales granulares de baja a mediana permeabilidad). Es cubierto por un acuitardo alojado en las grallas lacustres que pueden tener hasta 30 m de espesor en Xochimilco-Chalco. El 70% restante se ubica en la zona hidrogeológica I, la cual se localiza en las porciones sur y oriente del Distrito Federal formando las sierras Chichinautzin y Santa Catarina. Esta constituida por rocas basálticas de alta permeabilidad .

En virtud de lo anterior, la cuenca hidrológica de Xochimilco es vital para el equilibrio ecológico de la Ciudad de México así como para la recarga de los acuíferos.

Sus características geológicas más importantes están representadas por las zonas plana o lacustre, de lomas y de transición.

En la zona plana o lacustre predominan sedimentos de tipo arcilloso intercalados con arenas de grano fino; en esta zona se formó el sistema de canales de Xochimilco ubicados en la parte norte de la Delegación, en donde se presentan basaltos fracturados de gran permeabilidad

La zona de transición está localizada entre las regiones altas y bajas, se compone de grava y arenas gruesas intercaladas con arcillas y pequeñas coladas de basalto (derrames líquidos producidos por erupciones volcánicas).

Por último, en la zona de lomas existen intercalaciones de basaltos, tobas y cenizas volcánicas. Esta zona es muy permeable debido a las fracturas y vesículas que se formaron en estos materiales por el enfriamiento de lava original.

La hidrología de la cuenca de Xochimilco (*figura 1.3*) está condicionada por una red de arroyos de escurrimiento intermitente, la que es determinada por la permeabilidad de los suelos y el fracturamiento de las rocas (basaltos, andesitas y otros materiales volcánicos). El nivel máximo de escurrimiento se alcanza en el vaso lacustre, lugar en el que las aguas son drenadas artificialmente al Lago de Texcoco vía el Canal Nacional, para de ahí ser dirigidas al tajo de Nochistongo y finalmente salir a la cuenca del Pánuco.



Figura 1.2 Hidrología de la cuenca de Xochimilco.

Las corrientes que configuran la cuenca de Xochimilco son: los arroyos San Buenaventura, Santiago, San Lucas y San Gregorio, así como numerosas corrientes que bajan a Nativitas, San Luis Tlaxialtemalco y Tulyehualco.

Los arroyos que bajan del Teuhtli se dirigen a los poblados San Gregorio, San Luis Tlaxialtemalco y Tulyehualco, recargando los acuíferos de esta zona.

En cuanto a su régimen pluviométrico mensual oscila alrededor de los 57 mm, acumulando 680 mm en promedio al año. Las corrientes principales circulan por los canales: Chalco, Nacional, Cuemanco, así como los de la chinampería y Santiago Tepalcatlalpan, Presa San Lucas.

La flora y fauna eran abundantes y muy variadas. La vegetación estaba formada principalmente por ahuejotes y Xochimilco es el único lugar en donde se puede apreciar este árbol de singulares características. La principal función del ahuejote es fijar las chinampas al fondo del lago, sin quitar demasiada luz a los cultivos, ya que su ramaje es vertical.

La fauna estaba constituida por un importante grupo de animales terrestres, peces y aves. En el lago hay carpas, acociles y ranas, también llegaban aves migratorias como las gallinas de agua, agachonas y patos silvestres.

1.2 Características del medio socioeconómico

Xochimilco se deriva del Náhuatl Xóchitl (flor), mili (sementera) y co (locativo): “en el sembradío de flores”; fue el asiento de las siete tribus nahuatlacas procedentes del legendario Chicomoztoc. Al parecer, los Xochimilcas llegaron al Valle de México hacia el 900 y fundaron su ciudad en 919.



Figura 1.3 Logo de Xochimilco

Xochimilco cuenta con 17 barrios y 14 pueblos, cada uno con su capilla. Además, existen nueve canales: Cuemanco, Aplataco, Cuahutémoc o Nacional, Tezhuilo, Apampilco o del Japón, Oxtotenco o La Noria, Amelaco y Atlitic; siete lagunas importantes: el Toro, la Virgen, Tlílac, Tlicutlli, Tezhuítzotl, Caltongo y Xaltocan.

Xochimilco ha sido históricamente un centro de actividad agrícola, dedicado principalmente al cultivo de legumbres y flores mediante el sistema de chinampas, legado indígena del imperio mexica. Las chinampas son “el último vestigio viviente de lo que fue el Valle de Anáhuac”. Sin embargo, de 400 kilómetros cuadrados originales hace más de 400 años, las chinampas se han reducido a 25 kilómetros cuadrados ubicadas precisamente

en Xochimilco, donde cientos de familias cultivan en ellas productos agrícolas que abastecen al Distrito Federal.

El territorio de Xochimilco en los últimos diez años ha presentado una dinámica de crecimiento y aumento de población que la ha distinguido de las otras delegaciones. Sobretudo considerando que este crecimiento se ha dado en su gran mayoría mediante la ocupación de tierras con vocación agrícola y ecológica.

En 1996 la población económicamente activa de la Delegación era de 91,005 habitantes, de la cual 88 830 estaba ocupada (97.6%) y 2,175 (2.4%) estaba desocupada. La población económicamente inactiva la constituían 102,011 habitantes; de ésta los porcentajes más altos los constituyen las personas dedicadas al hogar (47%) y los estudiantes (42%).

En cuanto a ingreso se presenta la siguiente característica: la población que gana menos de tres salarios es mayor con respecto al promedio del Distrito Federal mientras la que percibe más de tres salarios mínimos es mucho menor en la Delegación que en el Distrito Federal. Se puede concluir que no existe una polaridad marcada entre los niveles bajos y elevados de ingreso como sucede en otras delegaciones.

La actividad más representativa es el sector comercio con 5,882 unidades económicas censadas, seguido por el sector servicios con 2,234 y en tercer lugar las manufacturas con 496 unidades. El sector que ocupa más personal es el comercio con 35,791 empleados, continuando con el sector manufacturero con 22,966 trabajadores y por último servicios con 19,336 personas.

Las principales vialidades que comunican la Delegación con el resto de la Ciudad son:

- 1 Av. Prolongación División del Norte, que cruza transversalmente la Delegación desde su cruce con Periférico Sur y hasta el poblado de Tulyehualco y que interconecta a los poblados del sur de la zona chinampera.
- 2 Camino a Oaxtepec, que es la carretera libre que conecta con Milpa Alta y el estado de Morelos, esta carretera es una vía principalmente de paso de vehículos hacia el Distrito Federal y produce fuertes problemas de congestión a la Delegación que se agravan en el poblado de San Gregorio.
- 3 Periférico Sur, éste fue construido como parte del Rescate Ecológico de Xochimilco y da continuidad a los flujos de la zona sur del Distrito Federal.

Por ser Xochimilco una delegación que conserva poblados rurales, así como por sus canales y chinampas que la hacen sumamente atractiva, provoca gran afluencia de turismo los fines de semana.

Se observan corredores comerciales, tanto de establecimientos formales como del mercado informal a lo largo de calles, avenidas principales, y arterias del Centro Histórico.

Xochimilco se destaca por contar con mercados de plantas y flores, los cuales le han dado gran impulso comercial y turístico a la Delegación. También hay importantes mercados de verduras y comida en la cabecera principal saturándose los domingos y días

festivos por la gran concurrencia de visitantes de la propia delegación y de otras delegaciones circunvecinas.

Esta delegación cuenta con instalaciones educativas que dan atención a la población de la misma entidad o de las delegaciones vecinas, o incluso tiene cobertura metropolitana como es el caso de la Escuela Nacional de Artes Plásticas, la Preparatoria número 1 de la UNAM y la UAM Xochimilco, entre otras.

Para el desarrollo de actividades recreativas y culturales, en Xochimilco funcionan 12 centros sociales y culturales, y 19 centros comunitarios en los que se imparten talleres de capacitación para el trabajo en apoyo a la economía doméstica de los habitantes.

Para el acondicionamiento físico, existen 32 deportivos distribuidos en un centro deportivo, el Deportivo Ecológico de Cuemanco, 6 deportivos populares, 6 deportivos comunitarios y 18 módulos deportivos.

La red de abasto de la Delegación se compone por 11 mercados públicos, 2 mercados de plantas, flores y hortalizas, 25 tianguis, y se complementa con aproximadamente 4,487 establecimientos mercantiles que funcionan en su demarcación.

Respecto a lo servicios de salud, el ISSSTE tiene instalada una unidad médica y el Sector Salud y el Departamento del Distrito Federal 19, incluyendo el Hospital Pediátrico Infantil.

En cuanto al transporte, su cobertura es del 80%, quedando sin servicio algunas colonias al oriente de la Delegación; el servicio está cubierto por el sistema de transporte colectivo. Las condiciones de relieve sur no permiten proporcionar un servicio regular de transportes públicos de gran capacidad. La delegación Xochimilco cuenta con 27 paraderos de transporte público y cinco estaciones de tren ligero; se presta el servicio de microbuses, camiones y taxis. Es importante considerar que la mayoría de la población se desplaza utilizando autobuses.

Está pavimentada la mayor parte de las zonas urbanas en barrios y pueblos, así como carreteras y vialidades que las unen; sin embargo, existen lugares dentro de esta misma zona que por desbordamiento de la propia población ha originado asentamientos irregulares que no tienen calles pavimentadas.

En agua potable la Delegación de Xochimilco tiene una cobertura del 93%. Su abastecimiento proviene de pozos profundos ubicados al oriente, en la parte plana de la Delegación y a lo largo de la nueva carretera México- Tulyehualco. Existen plantas de bombeo que abastecen a los tanques de almacenamiento y redes para hacer llegar el líquido hasta los usuarios. Sin embargo, se ha detectado que los principales problemas para la dotación residen en las partes altas de la montaña y en la colindancia con la Delegación Tlahuac. La principal problemática en el suministro del agua se encuentra en la sobreexplotación del manto acuífero existente en la Delegación.

En energía eléctrica y alumbrado se cubre en un 90% el área urbana y en un 86.9% en los poblados rurales ya consolidados; sin embargo, en algunos asentamientos se carece de

estos servicios debido a su irregularidad y por la dispersión, factores que hacen incosteable introducir estos servicios.

La imagen urbana de Xochimilco se caracteriza fundamentalmente por edificaciones destinadas a vivienda unifamiliar y comercio básico con alturas no mayores a 3 niveles.

1.3 Sistema de alcantarillado

La Delegación Xochimilco cuenta con un nivel de cobertura en infraestructura de alcantar del 90 por ciento. El sistema está integrado por dos tipos de colectores: uno de tipo combinado y otro de tipo separado que conduce el agua pluvial hacia los canales de la zona chinampera de los pueblos de Santa María Nativitas, San Gregorio Atlapulco y San Luis Tlaxialtemalco; también existe un sistema de colectores marginales en los pueblos de la montaña para evitar la contaminación del acuífero. El *cuadro 1.1* presenta un resumen de información sobre el sistema de alcantarillado y la figura 1.x muestra la configuración del sistema.

Cuadro 1.1 Resumen de la infraestructura para el manejo de aguas residuales y pluviales.

Descripción	Cantidad	Unidad
Red de atarjeas (diámetros menores a 61 cm)	433.7	km
Red de colectores (diámetros iguales o mayores a 61 cm, y menores a 315 cm)	70.1	km
Planta de bombeo	10	Planta
Lagunas de regulación	2	Laguna
Presas	1	Presa
Estaciones pluviográficas	3	Estación

1.4 Plantas de tratamiento existentes

La delegación Xochimilco utiliza el agua tratada para el riego de sus áreas verdes así como para el llenado de canales y lagos recreativos manteniendo los niveles constantes de los mismos y para abastecer a un distrito de riego localizado al sur de Canal Nacional -Canal de Chalco. Para esto la delegación cuenta con plantas de tratamiento y una red de conducción y distribución de 24,950 m de longitud con diámetros variables. (*Cuadro 1.2*).

Cuadro 1.2 Plantas de tratamiento

Nombre	Ubicación		Capacidad (l/s)		Tipo de tratamiento	Recibe agua de:	Uso del agua producida
	Calle	Colonia	Instalada	Operación			
San Luis Tlaxialtemalco	Av. 5 de Mayo frente a los viveros de San Luis	San Luis Tlaxialtemalco	150	110	Terciario	Colector Madrina	Llenado de los canales para mantener el nivel de los canales de la zona turística chinampera
Reclusorio Sur	Reclusorio Sur	Reclusorio Sur	20	13	Secundario	Aguas esiduales del mismo reclusorio	Riego del Deportivo Xochimilco, Deportivo Cruz Azul
San Lucas	Capulines Esq. Antiguo camino a San Mateo	San Lucas Xochimanca	5.5	5.5	Secundario	Una parte del Pueblo San Lucas Xochimanca	Riego de áreas verdes

Nombre	Ubicación		Capacidad (l/s)		Tipo de tratamiento	Recibe agua de:	Uso del agua producida
	Calle	Colonia	Instalada	Operación			
Bosque de Nativitas	Carretera a Tulyehualco Esq. Carr. a Santa Cecilia Tepetlapa	Santa Maria Nativitas	5.5	5.5	Secundario	Una parte de Santa Maria Nativitas	Riego del Bosque de Nativitas
Chabacano	Ignacio Zaragoza Esq. Chabacano Santa Cruz Acapulxca	Santa Cruz Acapulxca	5.5	5.5	Secundario	A la Unidad habitacional	Es vertida al canal sobre Nuevo León y para riego.
Museo Santa Cruz	Carr. México-Tulyehualco s/n	Santa Cruz Acapulxca	5.5	5.5	Secundario	Una parte de Santa Acapulxaca	Riego de áreas verdes.
Barrio Caltongo	Prim. "Calpulli Caltongo" calle Roble	Barrio Caltongo	0.25	0.25	Secundario	Primaria "Calpulli Caltongo"	Riego de áreas verdes
Pueblo San Andrés Ahuayucan	Esc. Prim. "Agustín Banda Sevilla" Carr. San Pablo	Pueblo San Andrés Ahuayucan	0.25	0.25	Secundario	Esc. Primaria "Agustín Banda Sevilla"	Riego de áreas verdes
Pueblo San Andrés Ahuayucan	Sec. Tec. Calle Prol. Vicente Guerrero s/n.	Pueblo San Andrés Ahuayucan	0.25	0.25	Secundario	Secundaria Técnica	Riego de áreas verdes

Nombre	Ubicación		Capacidad (l/s)		Tipo de tratamiento	Recibe agua de:	Uso del agua producida
	Calle	Colonia	Instalada	Operación			
Barrio San Diego	Callejón 7 Vueltas ubicada en la parte de la laguna del barrio	Barrio San Diego	0.25	0.25	Secundario	Callejón 7 Vueltas	Riego de áreas verdes

2 INGENIERÍA BÁSICA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

La planta de tratamiento Chabacano se construyó en el 2000 conforme al plano de diseño mostrado en la *Figura 2.1.* (Véase también *Figura 2.2.*)

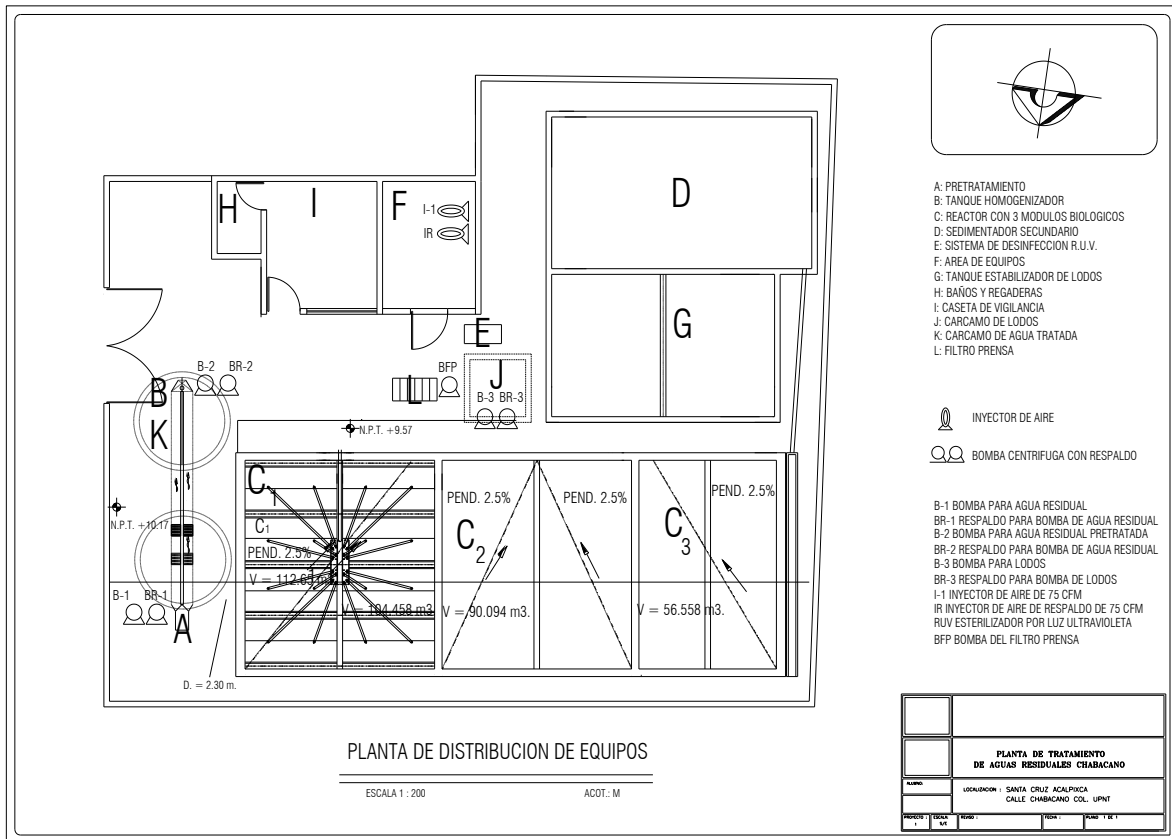


Figura 2.1. Arreglo general de la planta de tratamiento



Figura 2.2. Planta de tratamiento Chabacano

El agua residual a tratar proviene de la Unidad Habitacional Nueva Tenochtitlán a través de un colector de 30 cm. de diámetro y 1500 m de longitud, el cual recibe también aportaciones de calles aledañas (*Figura 2.3*)

Cuadro 2.1 Datos de la planta de tratamiento de aguas residuales Chabacano

Datos Generales	
Población beneficiada	= 2100 hab
Gasto de influente	= 1.5 lt/seg
Gasto de efluente	= 1.5 lt/seg
Agua tratada por día	= 130 000 lt = 130 m ³
Agua tratada por mes	= 3900 000 lt = 3 900 m ³
Agua tratada por año	= 47 450 000 lt = 47 450 m ³



Figura 2.3. Unidad Habitacional Nueva Tenochtitlán

El agua residual es de tipo doméstica, contiene desechos humanos y animales, así como basura, papel y otros residuos de las actividades cotidianas.

El *Cuadro 2.2* muestra los contaminantes principales que pueden estar presentes en las aguas residuales, así como su importancia ambiental.

Cuadro 2.2 Contaminantes principales que pueden estar presentes en las aguas residuales.

Contaminante	Fuente	Importancia Ambiental
Sólidos suspendidos	Uso domestico, desechos industriales y agua infiltrada	Causa depósitos de lodo y condiciones anaerobias en ecosistemas acuáticos
Compuestos orgánicos biodegradables	Desechos domésticos	Causa degradación biológica, que incrementa la demanda de oxígeno en los cuerpos receptores y ocasiona condiciones indeseables.
Microorganismos patógenos	Desechos domésticos	Causan enfermedades transmisibles
Nutrientes	Desechos domésticos e industriales	Pueden causar eutroficación
Compuestos orgánicos	Desechos industriales	Pueden provocar problemas de de sabor y olor, pueden ser tóxicos y carcinogénicos
Metales pesados	Desechos industriales, minería, etc.	Son tóxicos, pueden interferir con tratamiento y reuso del efluente
Sólidos inorgánicos disueltos	Debido al uso domestico e industrial se incrementan con respecto a su nivel en el suministro de agua	Pueden interferir con el reuso del efluente

Fuente: Cesar Valdez. Ingeniería de los sistemas de tratamiento y disposición de las aguas residuales

2.1 Tratamiento preliminar

El tratamiento preliminar sirve para proteger al equipo de bombeo y otros equipos electromecánicos del desgaste y atascamiento con sólidos de gran tamaño.

Los elementos del subsistema de tratamiento preliminar de la planta de tratamiento

Chabacano son:

1. Cárcamo de bombeo de llegada
2. Cribado
3. Desarenadores.
4. Tanque homogenizador
5. Medidor de gasto.

2.1.1 Cárcamo de bombeo de llegada

Las aguas residuales llegan por gravedad conducidas por el colector al cárcamo de bombeo, que es un tanque de sección circular de profundidad de 6.21 m y 2.65 m de diámetro con un volumen de 34.25 m³, localizado por debajo del nivel del terreno natural, y sirve para contener las aguas residuales a tratar (*Figura 2.5*)

De este cárcamo se hacen pasar las aguas residuales con un caudal constante a través de un arreglo en la tubería mediante una válvula que controla el gasto de la bomba de 5.5 lps, mandando 1.5 lps a través del desarenador y devolviendo 3.5 lps al cárcamo de bombeo. La bomba sumergible empleada es de 2 HP, 4.50 kW, 3 fases, amperaje máximo 6Ω, 1750 r.p.m, 220 volts, Ø 3” y con un gasto de 5 litros por segundo. (*Figura 2.6*)

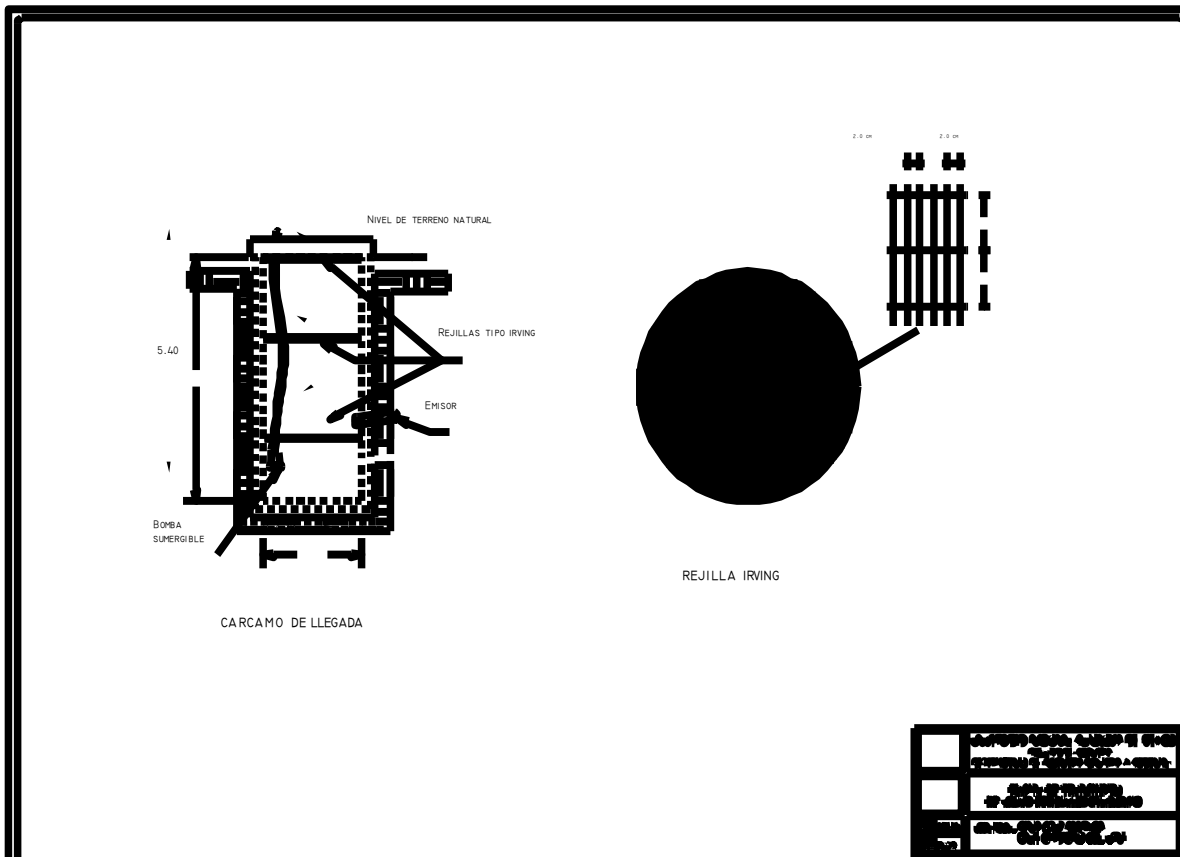


Figura 2.5 Cárcamo de llegada y detalle de la rejilla



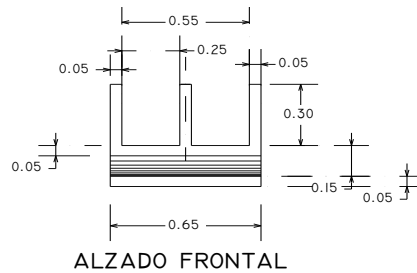
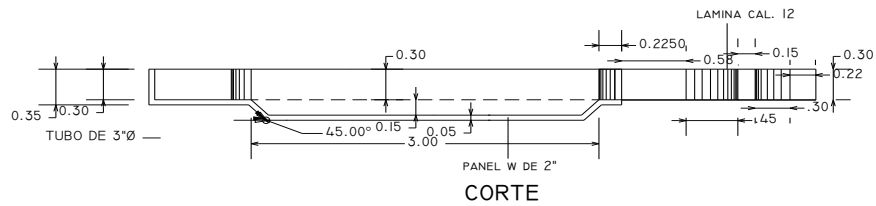
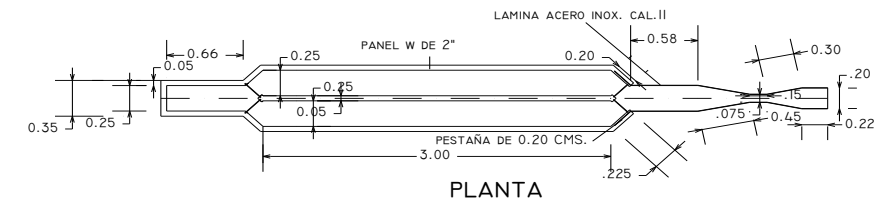
Figura 2.6 Bomba sumergible

2.1.2 Cribado

El cribado se realiza mediante una rejilla tipo Irving dentro de un anillo colocado transversalmente en el interior del tanque homogenizador (*Figura 2.5*). Son móviles y de limpieza manual. Las separaciones de las barras son de 3 cm con claros de 15 cm. El propósito es proteger las bombas, conductos y válvulas reteniendo objetos grandes para evitar el atascamiento. El cribado funciona como sigue: el colector descarga en el tanque homogenizador por el fondo a un nivel superior al de la rejilla, la cual retiene los sólidos grandes, mientras el agua pasa hasta el fondo del tanque donde se bombea empleando un equipo sumergible. Los plásticos, cáscaras y otros objetos de baja densidad flotan hacia la superficie, donde son retirados periódicamente.

2.1.3 Desarenador

El desarenador se ubica después del cárcamo de bombeo y las rejillas(*Figura 2.7 & Figura 2.8*). El propósito es eliminar las arenas con un tamaño de al menos 0.2 mm y densidad relativa de 2.65 del material orgánico susceptible de putrefacción, arrastradas por las aguas residuales y evitar así depósitos de arena en los tanques de aireación, obstrucción de tuberías, desgaste de bombas, etc. Para asegurar la sedimentación de las partículas, la velocidad del agua a su paso por el desarenador es regulada a una velocidad media de 0.25 a 0.30 m/s por medio de un canal Parshall localizado en el extremo de salida del desarenador. El tiempo de retención se basa en el tamaño de partículas que deben separarse y generalmente varía de 20 segundos a un minuto.



CANAL DESARENADOR

		PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CHABACANO	
ALUMNO:		LOCALIZACION: SANTA CRUZ ACALPIXCA CALLE CHABACANO COL. UPNT	
PROYECTO:	ESCALA:	REVISO:	FECHA: PLANO 1 DE 1
1	5/8		

Figura 2.7 Vistas del canal desarenador

Como la limpieza se hace manualmente el desarenador está provisto de espacios en el fondo de sus canales para el almacenamiento de las arenas sedimentadas.

El desarenador está dividido en dos canales, la capacidad de cada uno es de 2.5 litros a gasto máximo por segundo.

2.1.4 Tanque homogenizador.

Después de las rejillas y del desarenador el agua residual a gravedad pasa al tanque homogenizador de profundidad de 5.40 m y 2.30 de diámetro que la colecta y almacena; de aquí se bombea con un gasto constante de 1.5 lps hacia el primer proceso, que es el reactor anaerobio de flujo ascendente. Se proporciona aireación para realizar un mezclado. La agitación de las aguas residuales en presencia de aire, tiende a aglomerar o flocular los sólidos suspendidos más ligeros, formándose masas más pesadas que se asientan más rápidamente en el reactor anaerobio. Por la adición de aire, se restauran también las condiciones aerobias en las aguas negras sépticas, favoreciendo el tratamiento subsecuente. Los dispositivos y el equipo que se usan para introducir aire a las aguas negras son los mismos, o similares a los que se usa en el proceso de lodos activados. Las características del tanque homogenizador son similares a las del cárcamo de bombeo de llegada.

2.1.5 Medidor de gasto

El dispositivo de medición de gasto es esencial para la operación de la planta de tratamiento de aguas residuales Chabacano. Como el gasto que se maneja es pequeño se utiliza un medidor electrónico marca ENDRESS+HAUSER Promag F (*Figura 2.8*).



Figura 2.8 Medidor de flujo electromagnético

2.2 Tratamiento primario

Por este tratamiento se eliminan la mayoría de los sólidos suspendidos en las aguas residuales que son principalmente orgánicos mediante el proceso de sedimentación. La DBO debe disminuir en un 40 a 50 por ciento (la remoción de la DBO se refiere únicamente a la DBO de los sólidos removidos, dado que no se remueven orgánicos disueltos y la bioxidación de estos es despreciable) .

Estos sólidos orgánicos se descomponen en el fondo del tanque (lo cual se conoce como digestión de los lodos), produciendo metano y otros, los cuales escapan al medio ambiente.

El elemento del subsistema de tratamiento primario de la planta de tratamiento Chabacano es: el reactor de flujo ascendente.

2.2.1 Reactor anaerobio de flujo ascendente.

El reactor de flujo ascendente tiene la ventaja de introducir los sólidos por el fondo, donde son deseables, en lugar de irse depositando desde capas superiores. Las dimensiones de este reactor anaerobio son : ancho de 5.50m, largo de 5.10 m y con una altura de 4.10 m.

Restando el bordo libre a la altura se tiene un volumen efectivo de 109 m³.

La caja distribuidora junto con las mamparas profundas están diseñados para dispersar la corriente de alimentación, y difundir homogéneamente el flujo por todo el tanque evitando los puntos sin recirculación (*Figuras 2.9 & 2.10 & 2.11 & 2.12*)

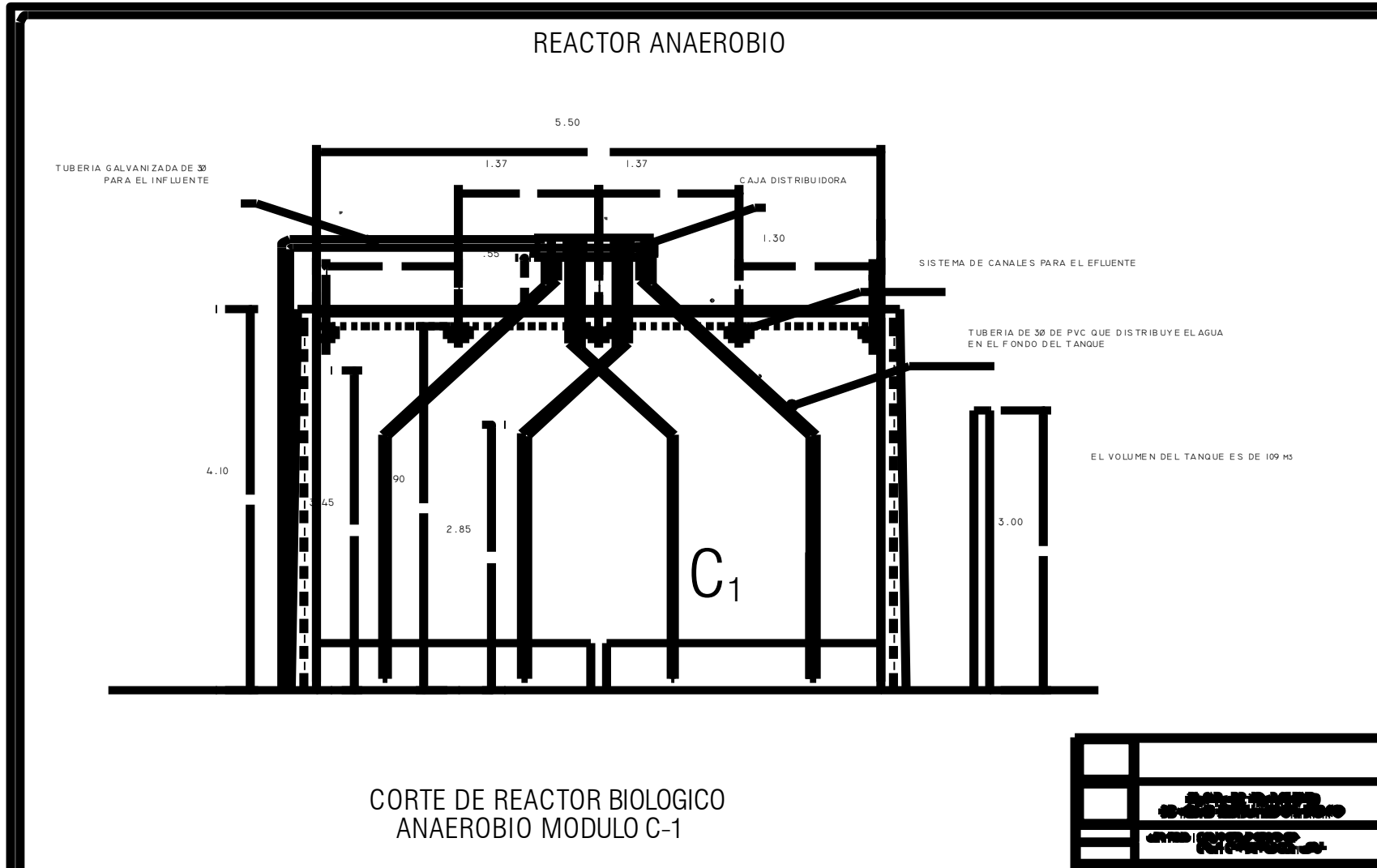
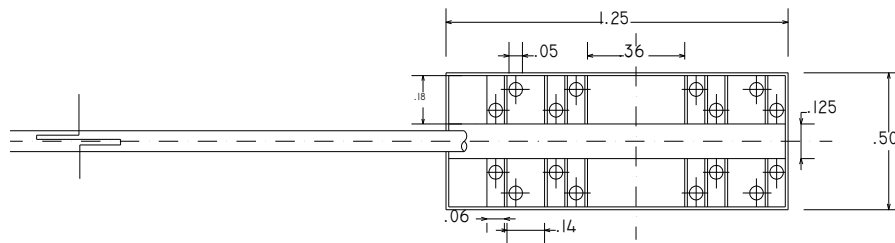
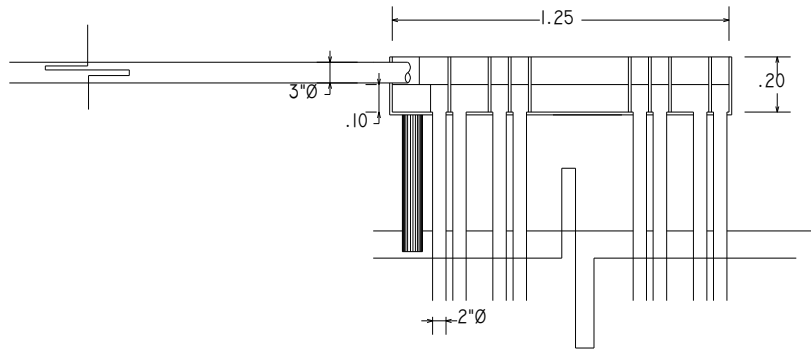


Figura 2.9 Reactor anaerobio con caja distribuidora y su tubería de PVC para el flujo ascendente

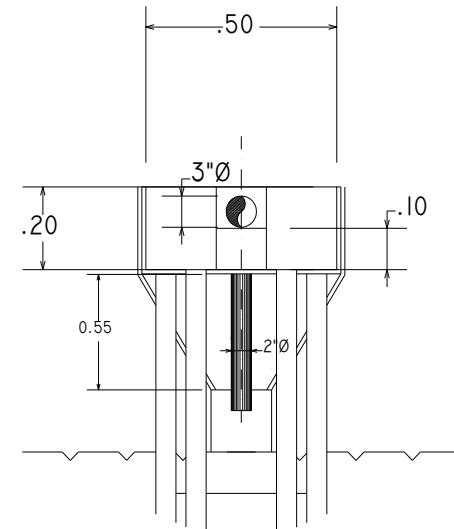
SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA
REACTOR ANAEROBIO



PLANTA



ALZADO FRONTAL



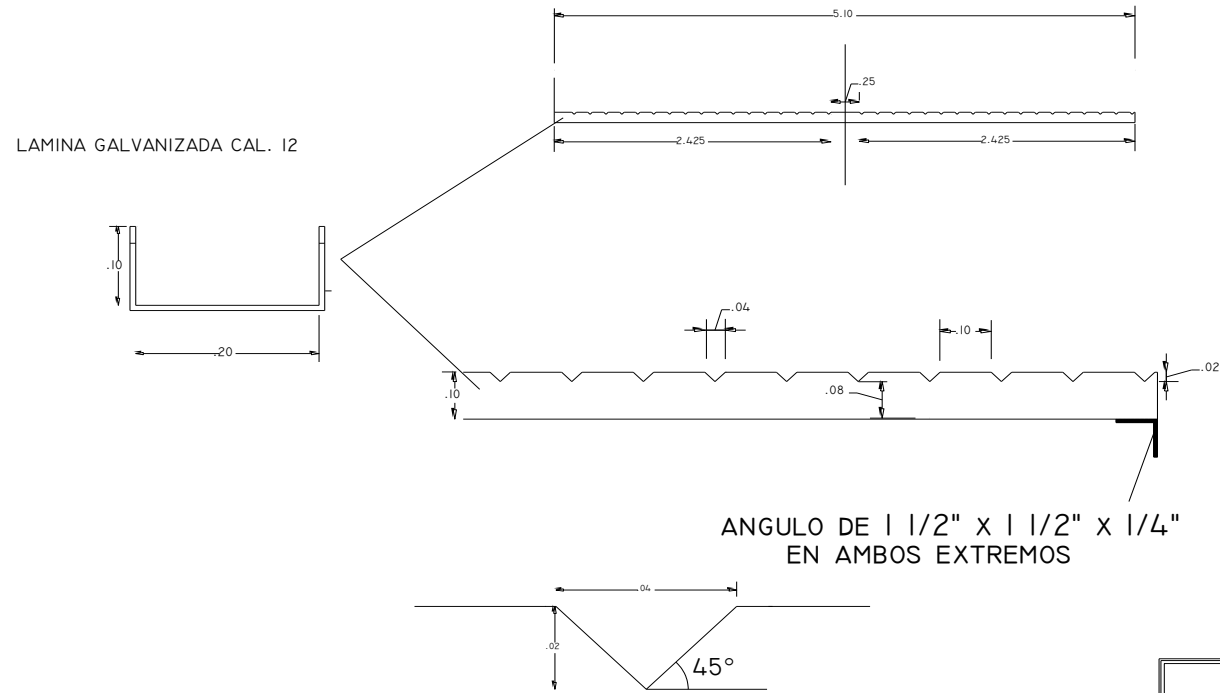
ALZADO LATERAL

CAJA DE DISTRIBUCION DE AGUA SOBRE MODULO C-1

		PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CHABACANO	
		LOCALIZACION : SANTA CRUZ ACALPIXCA CALLE CHABACANO COL. UPNT	
PROYECTO :	ESCALA :	REVISO :	FECHA :
1	5/4		AGOSTO 2004
		PLANO :	1 DE 1

Figura 2.10 Caja distribuidora del reactor anaerobio de la planta Chabacano

SISTEMA DE CANALES PARA CONDUCCION DE AGUA
REACTOR ANAEROBIO



		PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CHABACANO	
		LOCALIZACION : SANTA CRUZ ACALPIXCA CALLE CHABACANO COL. UPNT	
PROYECTO	ESCALA	REVISO	FECHA
1	1/4"		AGOSTO 2004
		FOLIO 1 DE 1	

Figura 2.11 Vertedores para el efluente del reactor anaerobio.

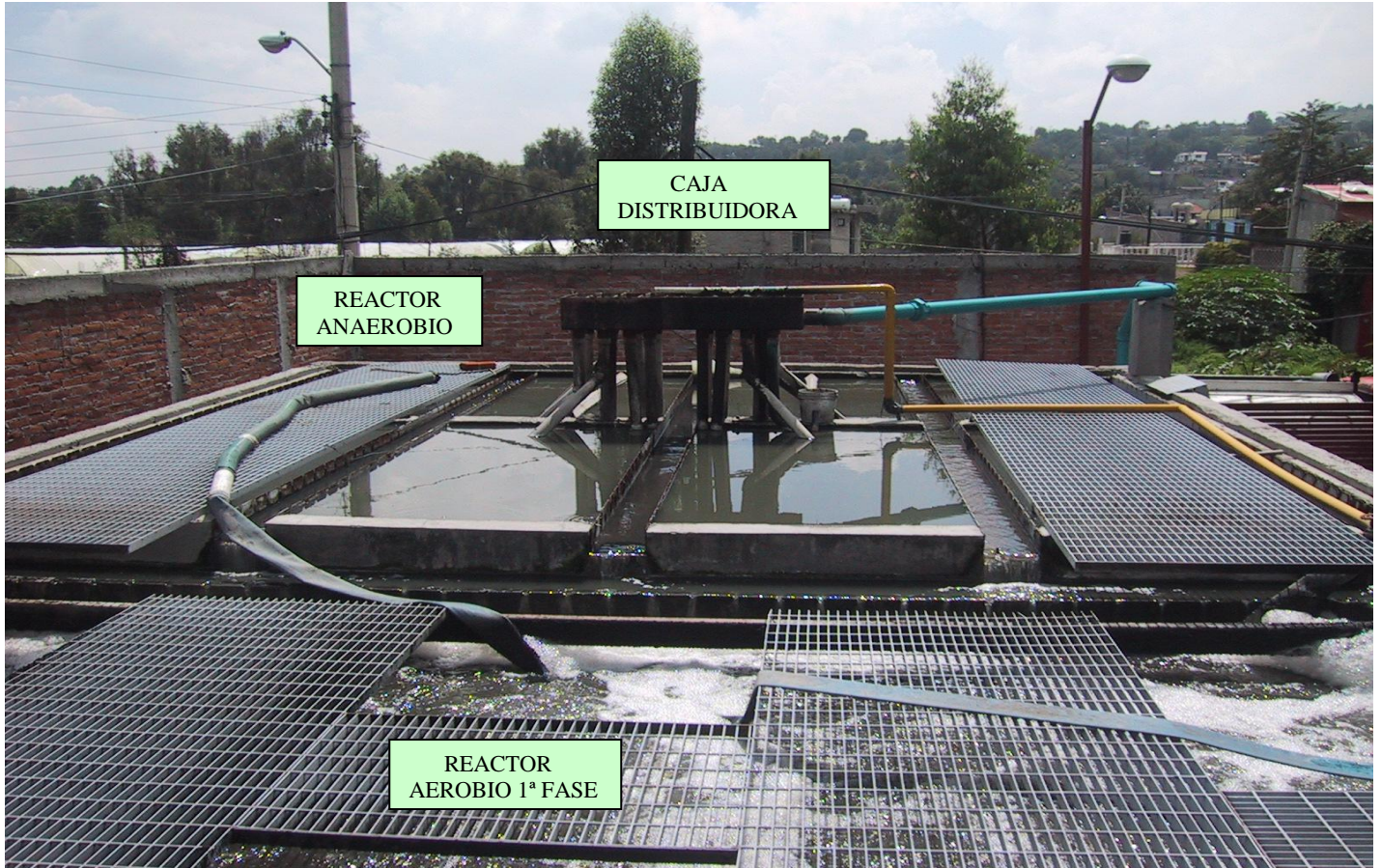


Figura 2.12 Vertedores para el efluente del reactor anaerobio.

2.3 Tratamiento secundario

El tratamiento secundario es un proceso biológico y depende principalmente de los organismos aerobios, para la descomposición de los sólidos orgánicos hasta transformarlos en sólidos inorgánicos o en sólidos orgánicos estables. Debido a que el agua contiene diversas sustancias orgánicas, para llevar a cabo el tratamiento se requieren diversos tipos de microorganismos, esto es, un cultivo mezclado. Cada tipo de microorganismo presente en el cultivo mezclado utiliza la fuente de alimento más adecuada a su metabolismo. Las

dos reacciones que conforman el proceso metabólico se conocen como reacciones catabólicas y reacciones anabólicas.

El tratamiento terciario está previsto ante todo para la eliminación de contaminantes no removidos por un tratamiento biológico convencional.

Los elementos del subsistema de tratamiento secundario de la planta de tratamiento Chabacano son:

1. Reactores aerobios.
2. Sedimentador secundario.
3. Cloración.
4. Tratamiento de lodos.

2.3.1 Reactores aerobios de biomasa suspendida

Se logra la proliferación de las bacterias aerobias mediante la oxigenación forzada en el reactor aerobio, las cuales al buscar su alimento formarán flóculos orgánicos (lodos activados) que al aumentar de diámetro y peso, se sedimentarán fácilmente en el sedimentador secundario. De ahí una parte se regresa a la 1ª etapa, con objeto de activar (mantener) una población bacteriana en los nuevos volúmenes por tratar. Porque los flóculos frescos o lodos activados generados espontáneamente, es decir, formados, sin el retorno de lodos previamente formados, durante el paso de las aguas residuales a través de las unidades de aireación, no son generalmente lo suficientemente grandes en volumen para que exista una transferencia considerable de las impurezas del líquido a la fase sólida; debido a esto y para alcanzar las concentraciones necesarias de microorganismos y las

intensidades de exposición, se bombean en retroceso lodos previamente formados en forma de lodos retornados.

Este es un proceso acumulativo por el que, eventualmente se producirá mayor cantidad de lodos de los que se requieren. Y una vez que se alcanza un estado estable, una parte de los lodos se desecha en vez de recircularlos.

Para plantas que operan con aire difundido la concentración de sólidos en el licor mezclado es de 1000 a 2500 ppm. La concentración óptima debe determinarse por tanteos y debe mantenerse cuidadosamente controlando la proporción de lodos recirculados

El proceso de lodos activados consta de las siguientes etapas:

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

2.3.1.1 Reactores aerobios 1ª, 2ª & 3ª fases

Los reactores son de volúmenes adecuados para proporcionar periodos de permanencia adecuados relativamente largos, generalmente de 4.5 a 6 horas para aguas residuales domésticas. (*Cuadro 2.3*)

En estos reactores el oxígeno se provee por medio de tuberías con airea presión; en la tubería se insertan difusores, cuyo numero depende del volumen de aguas negras y de la

cantidad de materia orgánica que contiene; el balance de oxígeno se mide en laboratorio determinándose la cantidad de aire mínima por mantener en el tanque y esto a su vez determina la cantidad de difusores, que provocan un constante burbujeo ocasionando que el agua tenga movimiento en todos los sentidos. (Figura 2.13)



Figura 2.13 Reactor aerobio.

La aireación se encarga de realizar principalmente tres funciones:

1. Proporcionar el oxígeno que es requerido por el metabolismo de los organismos vivientes, para sus funciones.

2. Provee la circulación y la agitación necesaria para prevenir la sedimentación de sólidos, y mantener los microorganismos del lodo en un contacto íntimo con la materia orgánica disuelta y suspendida.
3. Libera del agua productos de desecho, producidos por el metabolismo de los microorganismos, como lo sería el CO₂

Cuadro 2.3 Dimensiones de los reactores aerobios

Reactor aerobio 1	l=5.10 m; a= 5.50 m; h=3.90m; BL= 0.20m; vol= 104 m ³ *
Reactor aerobio 2	l=3.70 m; a= 5.50 m; h=3.70 m; BL= 0.20 m; vol = 71.0 m ³ *
Reactor aerobio 3	l=3.75 m; a= 6.00 m; h= 4.00 m; BL= 1.00 m; vol= 67.5 m ³ *

*vol reales descontando el bordo libre

Difusores y Sopladores . Los difusores son artefactos que introducen aire dentro de los líquidos. Hay muchos tipos de difusores pero en general en todos ellos, se busca que el aire salga en burbujas de volumen mas pequeño posible ya que de esta manera el aire en su recorrido ascendente tendrá mayor área de contacto con el agua y con las bacterias aerobias. La fuente del aire son los sopladores o inyectoros que operan a una presión suficiente para vencer la carga hidráulica sobre los difusores, aunados a las pérdidas. A fin de impedir que se obstruyan los difusores, se filtra el aire con que se alimentan, para quitarle el polvo u otras impurezas. (*Figura 2.14*)

La medición de estos equipos de aireación se realiza en función de la tasa de transferencia de oxígeno al agua residual la cual esta bien correlacionada con la energía disipada por el aereador, expresándose en Kg. de O₂/ kW-hr ó lb de O₂/hp-hr.



Figura 2.14 Soplador de lóbulos rotativo

2.3.2 Sedimentador secundario.

Antes de que pueda disponerse de las aguas residuales tratadas descargándolas en la zona canalera, se separan los lodos activados en el sedimentador secundario. Existe una mampara profunda para difundir el flujo y llevar los lodos al fondo que vienen de la 3ª etapa, este lodo y su carga de vida microscópica se posa rápidamente y arrastra consigo todos los sólidos en suspensión y gran parte de los que se hallan en estado coloidal.

2.4 Tratamiento de los lodos

Los lodos de las aguas residuales son una mezcla de aguas residuales y sólidos sedimentados. Como con la porción líquida los lodos deben someterse, a algún tratamiento que sea capaz de modificar sus características para que pueda disponerse de ellos. Así como con la porción líquida de las aguas residuales, debe disponerse de los sólidos contenidos en los lodos.

Este tratamiento tiene dos objetos, siendo el primero de estos eliminar parcial o totalmente el agua que contienen los lodos, para disminuir su volumen en fuerte proporción y, en segundo lugar, para que descompongan todos los sólidos orgánicos putrescibles transformándose en sólidos minerales o sólidos orgánicos relativamente estables.

Se considera como tratamiento de los lodos a aquellos procesos que se emplean en una planta hasta la disposición final de los productos de tratamiento

2.4.1 Digestión

El propósito de la digestión es lograr los dos objetivos del tratamiento de los lodos.

La digestión se lleva a cabo en el reactor anaerobio de flujo ascendente y en el digestor aerobio (tanque estabilizador de lodos), por lo tanto en ausencia de oxígeno y en presencia de oxígeno, respectivamente.

Los mejores y más rápidos resultados se logran cuando el valor del pH oscila de 6.8-7.4. Los lodos bien digeridos tienen color negro, olor alquitranoso no desagradable y, recogidos en una probeta de vidrio, deben presentar una estructura granular y mostrar canalizaciones bien marcadas causadas por el agua al subir a la superficie mientras los sólidos se asientan en el fondo. Durante la digestión se producen gases, los gases contienen usualmente un 70% de metano y un 30% de dióxido de carbono y otros gases inertes como el nitrógeno. Como la producción de gases es mínima por ser una planta pequeña, los gases se disipan a la atmósfera.

2.4.2 Espesamiento

Este proceso consiste en concentrar los lodos diluidos para hacerlos más densos. Por este método se pueden tener unos lodos más concentrados, lográndose uno de los objetivos del tratamiento. (*Figura 2.15*)



figura 2.15 Espesador

2.4.3 Acondicionamiento. Deshidratación.

El filtro prensa es un dispositivo que elimina una cantidad de agua suficiente para que el resto pueda manejarse como material sólido con un contenido de humedad inferior al 80%. (*Figura 2.16*)



figura 2.16 Filtro prensa

2.4.4 Disposición

A los lodos deshidratados se les acondicionara con cal y después se vierten a un relleno sanitario. Este relleno es un sitio preparado donde se colocan los sólidos de las aguas residuales y se cubren con una capa de suelo.

2.5 Línea de conducción a gravedad a la zona chinampera.

Las aguas residuales después de recibir tratamiento se disponen a la zona canalera que se encuentra sobre la Av. Nuevo León en Santa Cruz Acalpíxca, para recargar tanto los canales como su uso para riego agrícola.

2.6 Marco legal

Los serios problemas involucrados en la disposición de las aguas residuales y otros desperdicios por medios adecuados y eficaces que eliminen toda molestia, sin violar los derechos y bienestar de los individuos y de las comunidades, ha dado lugar a que se establezcan leyes y reglamentos que gobiernan tal disposición.

Las leyes y reglamentos que regulan la contaminación y la disposición de las aguas residuales, han llegado a ser cada vez mas esenciales con el aumento de la población. Solo por medio de estos procedimientos legales y su observancia estricta puede garantizarse a toda la población un ambiente limpio, confortable y saludable.

Las NOM's de la SEMARNAT, delinear los limites máximos permisibles que deben seguirse para controlar la contaminación de los recursos hidrológicos del país.

Los métodos de muestreo y análisis de laboratorio de las concentraciones de los parámetros para comprobar que los responsables de las descargas se ajustan, serán fijados por la secretaria de Industria y Comercio, mediante instructivo que se publicara en el Diario Oficial de la Federación.

2.6.1 NOM 001-SEMARNAT 1996

Esta norma oficial establece los limites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, con el objeto de proteger su calidad y posibilitar sus usos, y es de observancia obligatoria para los responsables de dichas descargas. (*Cuadro 2.4*)

Cuadro 2.4 Límites máximos permisibles para contaminantes básicos.

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA CONTAMINANTES BÁSICOS																				
PARAMETROS	RIOS						EMBALSES NATURALES Y ARTIFICIALES				AGUAS COSTERAS				SUELO					
	Uso en riego agrícola (A)		Uso público urbano (B)		Protección de vida acuática (C)		Uso en riego agrícola (B)		Uso público urbano (C)		Explotación pesquera, navegación y otros usos (A)		Recreación (B)		ESTUARIOS (B)		Uso en riego agrícola (A)		HUMEDALES NATURALES (B)	
(miligramos por litro, excepto cuando se especifique)	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.
Temperatura °C (1)	N.A.	N.A.	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	N.A.	N.A.	40	40
Grasas y Aceites (2)	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25
Materia Flotante (3)	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente
Sólidos Sedimentables (ml/l)	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	N.A.	N.A.	1	2
Sólidos Suspendidos Totales	150	200	75	125	40	60	75	125	40	60	150	200	75	125	75	125	N.A.	N.A.	75	125
Demanda Bioquímica de Oxígeno ₅	150	200	75	150	30	60	75	150	30	60	150	200	75	150	75	150	N.A.	N.A.	75	150
Nitrógeno Total	40	60	40	60	15	25	40	60	15	25	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	15	25	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Fósforo Total	20	30	20	30	5	10	20	30	5	10	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	5	10	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

(1) Instantáneo

(2) Muestra Simple Promedio Ponderado

(3) Ausente según el Método de Prueba definido en la NMX-AA-006.

P. D. = Promedio Diario; P.M. = Promedio Mensual;

N.A. = No es aplicable.

(A), (B) y (C): Tipo de Cuerpo Receptor según la Ley Federal de Derechos

2.6.2 NOM 003-SEMARNAT 1997

Esta norma oficial establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público, con el objeto de proteger el medio ambiente y la salud de la población, y es de observancia obligatoria para las entidades públicas responsables de su tratamiento y reuso.

Los límites máximos permisibles de contaminantes en aguas residuales tratadas son los establecidos en la Tabla 1 de esta Norma Oficial Mexicana. (*Cuadro 2.5*)

Cuadro 2.5 Límites máximos permisibles de contaminantes.

LIMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES

TIPO DE REUSO	PROMEDIO MENSUAL				
	Coliformes fecales NMP/100 ml	Huevos de helminto (h/l)	Grasas y aceites mg/l	DBO5 mg/l	SST mg/l
SERVICIOS AL PUBLICO CON CONTACTO DIRECTO	240	1	15	20	20
SERVICIOS AL PUBLICO CON CONTACTO INDIRECTO U OCASIONAL	1,000	5	15	30	30

3 DIAGNOSTICO DE LAS CONDICIONES OPERATIVAS DE LA PLANTA.

Los procesos unitarios de la planta de tratamiento de aguas residuales Chabacano no cumplen con las expectativas para lo que fue construida por lo que en una revisión se encontraron las siguientes observaciones visuales iniciales:

- ❑ la presencia de olores fétidos (por la descomposición de materia orgánica) tanto en el cárcamo de llegada como en el tanque homogenizador;
- ❑ El canal desarenador no esta en funcionamiento.
- ❑ Falta de control en purga de lodos en el reactor anaerobio;
- ❑ la formación de capas de espumas blancas en los reactores aerobios.(Fig. 3.1 & 3.2)
- ❑ contenido de biomasa suspendida (medición indirecta de microorganismos presentes) demasiado bajo en los reactores aerobios
- ❑ el sedimentador secundario no funciona debido a que agua es turbia
- ❑ el sistema de desinfección no existe
- ❑ el espesador no se usa adecuadamente
- ❑ no existe regreso de lodos del sedimentador secundario
- ❑ si el nivel en el cárcamo de llegada se eleva produce que el nivel de la red colectora también se incremente y por consecuencia que las aguas residuales lleguen a brotar en las casas con menor elevación de terreno. En estas situaciones, la prioridad es desalojar el agua residual en vez del tratamiento.

Dichas observaciones se complementan con datos cuantitativos de un dictamen realizado por el Sistemas de Aguas de la Ciudad de México que a continuación se presenta.

Subdirección tratamiento y reuso del Sistema de Aguas de la Ciudad de México.
Oficina de plantas de tratamiento y reuso zona oriente
Planta de tratamiento de aguas residuales “Cerro de la estrella”
Residencia de operación.

NOTA INFORMATIVA

México D.F. a 13 de septiembre de 2004.

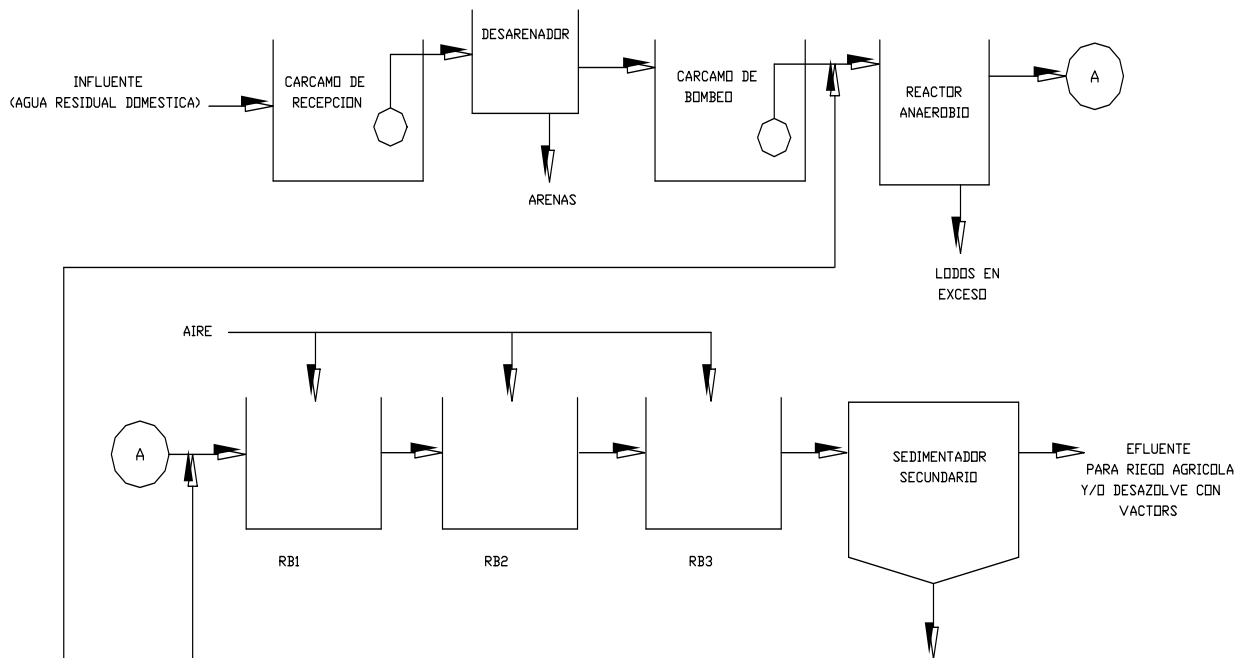
Para: Delegación Xochimilco
De: Ing. María Juárez Gutiérrez.

En relación a la visita de la planta de la planta Chabacano del pueblo Santa Cruz Acalpixca el día 26 de julio de 2004 en compañía del Ing. Federico Vargas, a continuación encontrara los resultados de laboratorio determinados a las muestras recolectadas así como una descripción breve de comentarios observados respecto al proceso de tratamiento.

A) CARACTERÍSTICAS DEL INFLUENTE:

Flujo:	2 a 3 lps.
Tipo de agua residual:	domestica
Tiempo de operación por dia.	24 hrs.
Día de monitorio:	26-julio-04 14:00 hrs
Sol. Sedimentables 60’:	0.8 ml/l
DQO:	308 mg/l

B) DIAGRAMA PRELIMINAR ESQUEMÁTICO DE PROCESO.



C) UNIDADES DE PROCESO EMPLEADOS

PROCESO	OBSERVACIONES
Cribado	Opera manualmente en condiciones aceptables (eficiencia de remoción: 53-61 % de sólidos) aun pueden eliminar mas sólidos flotantes de la superficie del agua, protegiendo de taponamientos a las bombas, válvulas y conducciones.
Desarenación	Se encuentran fuera de servicio, si operara eliminarían del (20-90%) de arenas y disminuiría el azolve en el cárcamo circular que recibe el agua residual cruda.
Cárcamo de bombeo	Tiende a azolverse y para su mantenimiento se requiere paro de planta.
Tratamiento anaerobio	<p>Funcionaria mejor como sedimentador primario, rectangular gravitacional, sin recolección mecánica de lodos.</p> <p>Al tomar el muestreo de purga de lodo obtenido se observa completamente negra con un gran cantidad de azolve. Puede realizarse la prueba de sólidos sedimentables a 60' y conociendo el volumen del tanque, calcular el volumen producido y estimar el volumen a purgar/día.</p> <p>Dado que existe una descarga de la línea de retorno del clarificador secundario de lodo activado se recomienda abrirla solamente para purgar el exceso de lodo biológico y aprovechar esta actividad en el tanque durante su tiempo de retención ya que al carecer de aire los microorganismos trabajarían en condiciones anaerobias.</p>
Tratamiento biológico aerobio(3etapas en serie)	<p>Dado que su laboratorio comienza a equiparse se les recomienda iniciar y registrar sus pruebas visuales para control de proceso. Algunos de los factores que afectan la operación de un proceso convencional de lodos activados son:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Variaciones de concentración del agua residual cruda. <p>Existen. Ya que las actividades de la población urbana varían de un tiempo a otro.</p>

	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Balance inapropiado entre microorganismos y alimento ➤ Desbalance en nutrientes, se requiere: 1 mg Fósforo: 5 mg Nitrógeno: 100 mg DBO removida ➤ Oxígeno disuelto: para una población aerobia debe mantenerse un O.D. residual de 1-2 mg/l ➤ Tiempo de retención hidráulica = $\frac{\text{Vol tanque de aireación}}{\text{Flujo promedio A.R.}}$ ➤ Cantidad y calidad de lodos activados 	<p>Físicamente puede observarse por la formación de espuma blanca que se forma en los reactores biológicos.</p> <p>Se carece de datos para evaluar las relaciones.</p> <p>O.D. = 1.9 mg/l en el tercer reactor biológico.</p> <p>Puede calcularse si se conoce el volumen de los tanques y midiendo el gasto real en la planta. Rango típico 4 – 8 hrs</p> <p>Sol. Sed. 30' = 0.2 ml/l Rango típico: 100 a 200 ml/l</p>
--	---	---



Figura 3.1 Presencia de espumas blancas en los reactores aerobios.



Figura 3.2 Presencia de espumas blancas en los reactores aerobios.

El diagrama siguiente muestra la planta de tratamiento en sus condiciones originales. Posteriormente se le realizaran las modificaciones necesarias que se requieran para aumentar la eficiencia de remoción de materia orgánica. (*Figura 3.3*)

3.1 Diagrama de flujo del tren de tratamiento de proyecto

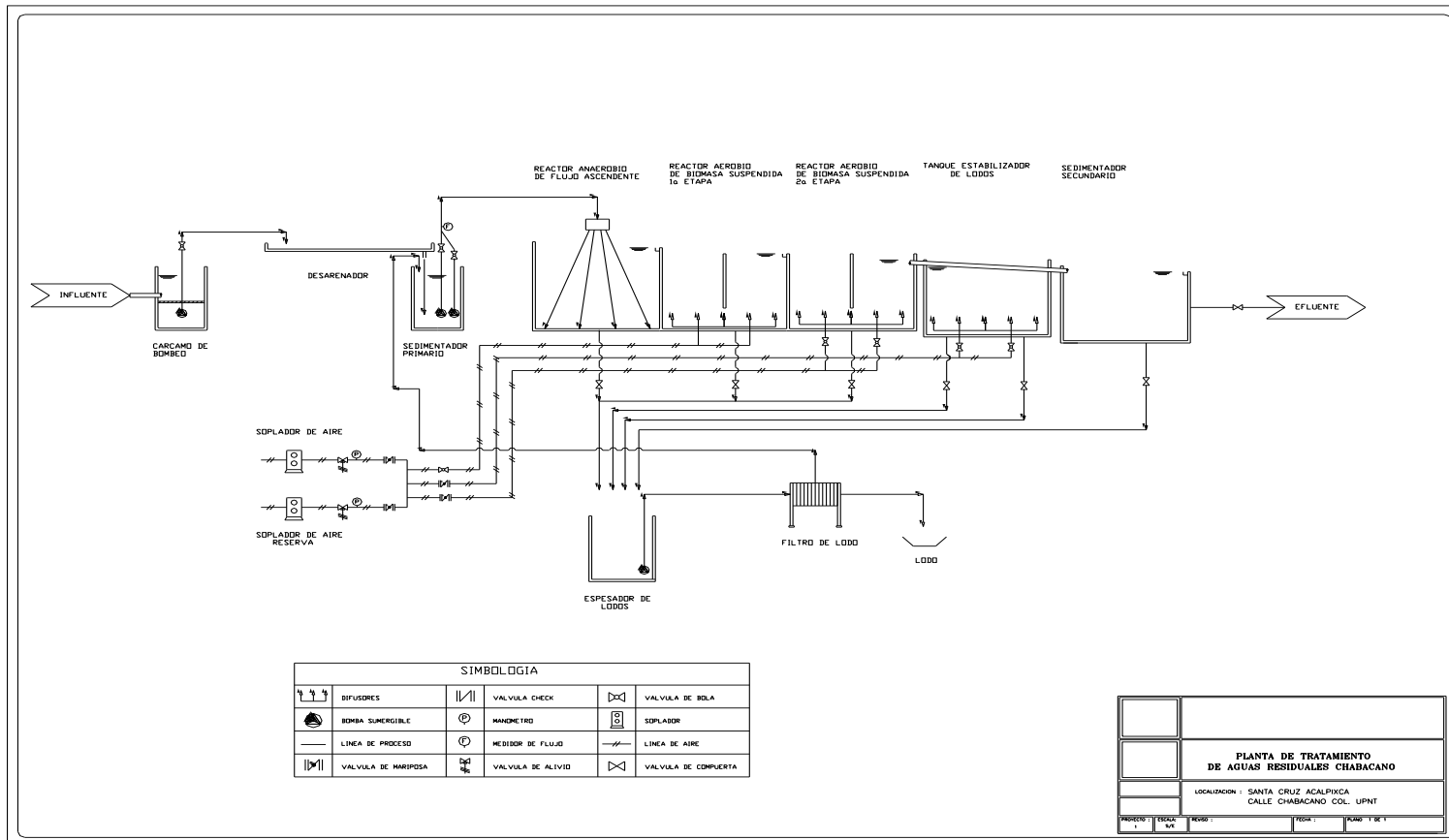


Figura 3.3 Tren de tratamiento de proyecto

3.2 Muestreo y análisis de resultados

El avance o desarrollo de los procesos de una planta de tratamiento se mide mediante pruebas de laboratorio, las cuales incluyen pruebas físicas, químicas y biológicas. Las pruebas de laboratorio iniciales al influente y al efluente de la planta de tratamiento Chabacano son las siguientes: sólidos sedimentables, pH, DQO y temperatura. (Figura 3.4)

3.3 Control de resultados

Cuadro 3.1 Resultados de los análisis de laboratorio.

	CONCENTRACION DQO	pH	SOL. SEDIMENTABLES EN RECTOR AEROBIO
INFLUENTE	308	6.0-8.0	CONCENTRACION. MINIMA
EFLUENTE	160	6.0-8.0	CONCENTRACION. MINIMA

3.4 Identificación de la eficiencia

Encontramos que la eficiencia de remoción de materia orgánica con la que opera la planta:

$$\text{Eficiencia de remoción} = \frac{\text{DQO}_{\text{entrante}} - \text{DQO}_{\text{salida}}}{\text{DQO}_{\text{entrante}}} = \frac{308 - 160}{308} = 48\%$$

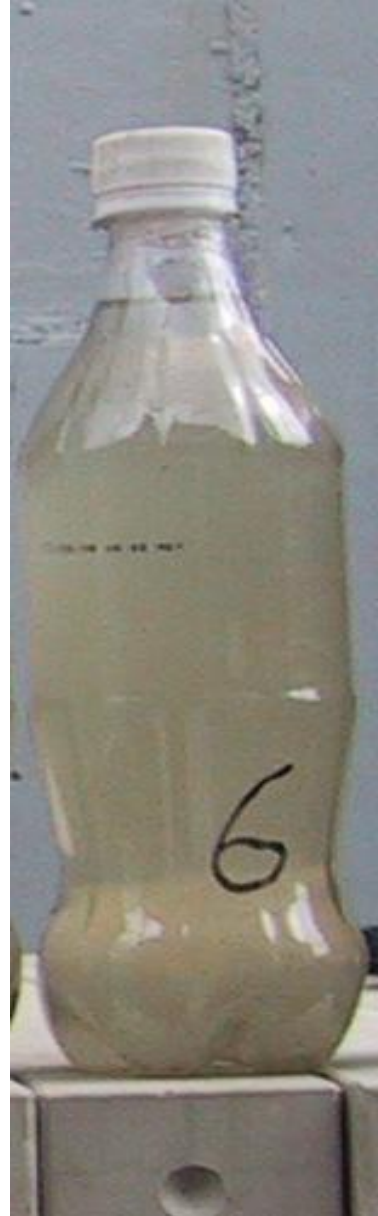


Figura 3.4 Muestras de influente y de efluente para el diagnostico de la planta de tratamiento

4 MEDIDAS DE MEJORAMIENTO

4.1 Adecuación de la infraestructura actual.

Cárcamo de bombeo

El cárcamo de bombeo se utilizara también como tanque homogenizador, ya que se le acondicionara una tubería con regreso, que además de controlar la cantidad de agua residual que se manda al desarenador agita el agua del cárcamo para mezclarla con el agua devuelta.

(Figura 4.1)

Canal desarenador

Puesta en marcha del canal con un programa de retiro de arenas *(Figura 4.1)*

Tanque homogenizador

Se acondicionara con una instalación de tubería que le suministrará aire para garantizar una mezcla homogénea de las aguas residuales, además de un arreglo en la tubería que conduce el agua residual al reactor anaerobio para realizar un regreso y mantener un control sobre gasto bombeado. *(Figura 4.1 & Figura 4.2)*

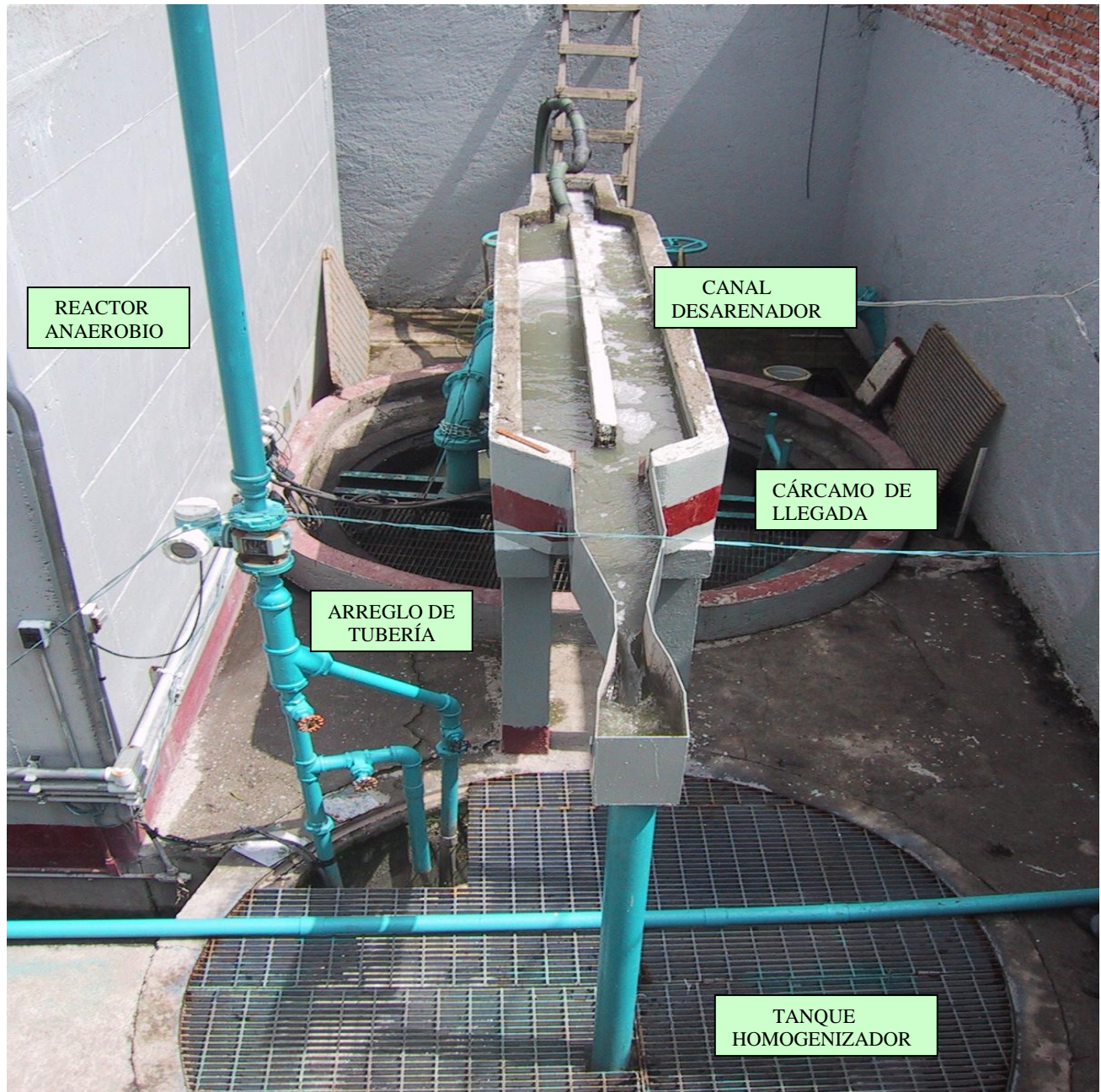


Figura 4.1 Tanque de llegada ,canal desarenador y tanque de homogenización



Figura 4.2 Arreglo de tubería para un regreso de agua residual al tanque homogenizador.

- ❑ Sedimentador secundario

Cambio de la pendiente del fondo para concentrar los lodos en un punto y poder instalar una bomba de recirculación de lodos incluyendo tubería para verter al tanque aerobio así como la instalación de un deflector para retiro de natas (*Figura 4.3*)



Figura 4.3 Sedimentador secundario con su desnatador

- ❑ Tanque de contacto de cloro y deposito de hipoclorito

Construcción de un tanque de contacto de cloro e instalación de un dosificador para la desinfección del agua tratada (Figura 4.4)



Figura 4.4 Tanque de contacto de cloro y deposito de cloro.

- ❑ Instalación de la bomba y tubería de retorno de lodos.

Instalación de tubería de PVC para el regreso de lodos de la tolva del sedimentador secundario al reactor aerobio 1ª fase y reactor anaerobio (*Figura 4.5*)



Figura 4.5 Tubería de regreso de lodos (color blanco).

Vemos que el diagrama resultante (*Figura 4.6*) no altera el transcurso del agua del tren de tratamiento original, sino que las modificaciones están en cada instalación de la planta Chabacano para mejorar su desempeño.



❑ Instalación de tubería de polietileno .

Instalación de tubería de polietileno de mediana densidad para evitar la corrosión



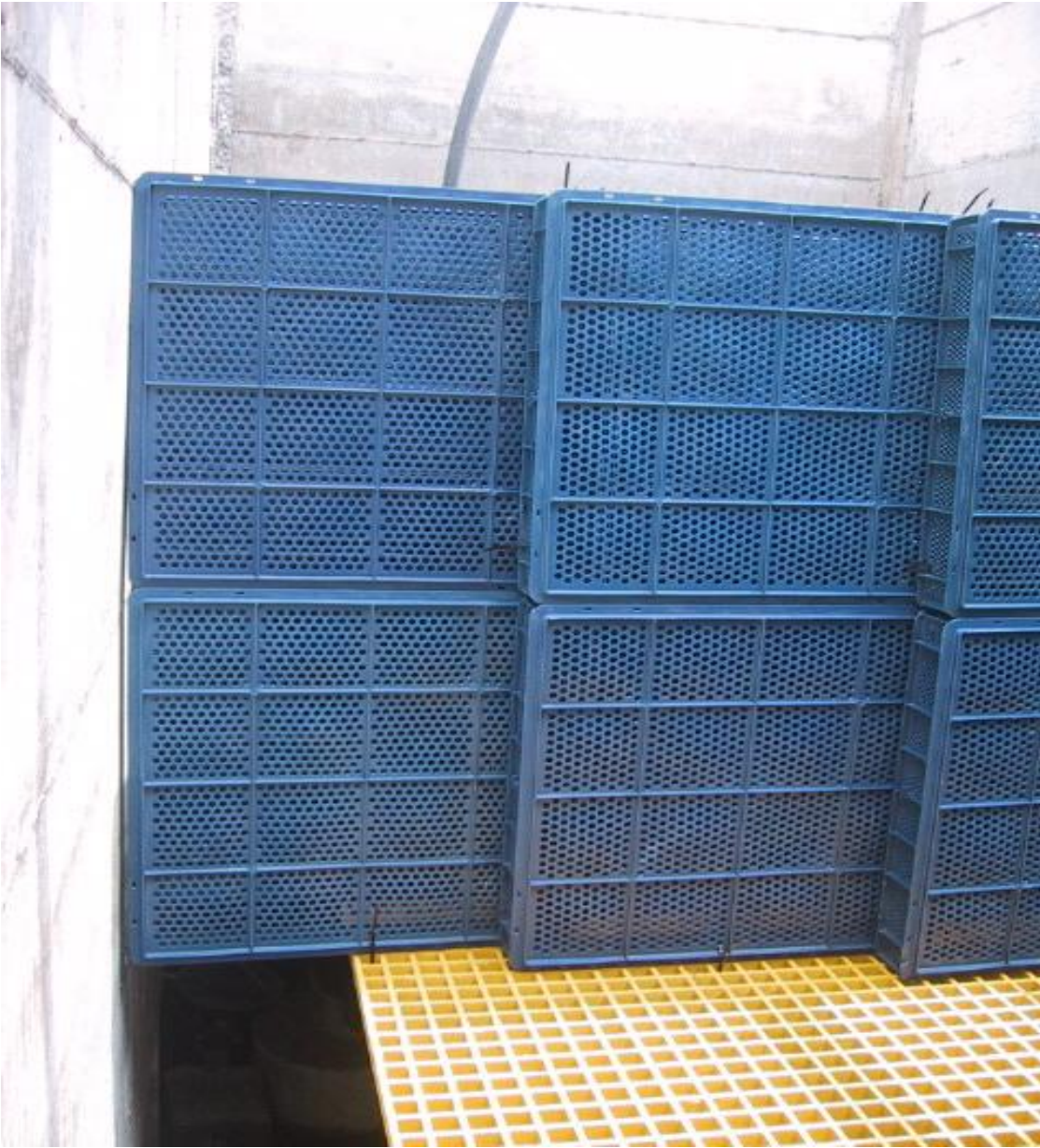
□ Instalación de la rejilla IRVING.

Instalación de REJILLA IRVING para soporte de las cajas de plástico



- ❑ Instalación de cajas de plástico para fijar la biomas

Instalación de de 660 cajas de plástico para fijar la biomasa



❑ Fijación de cajas de plástico.

4.2 Tren de tratamiento resultante.

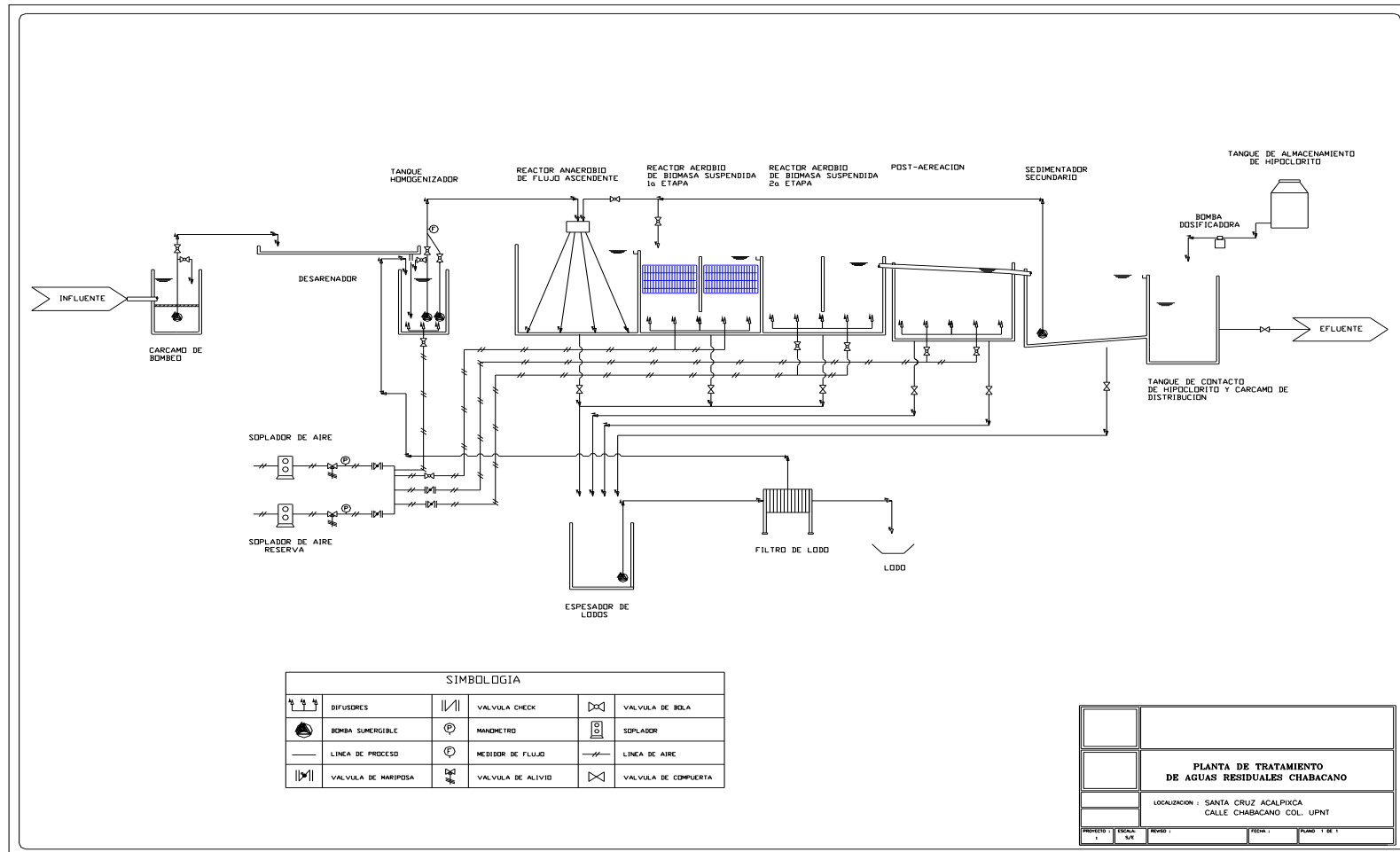


Figura 4.6 Tren de tratamiento resultante.

4.3 Muestreo y pruebas de laboratorio después de las adecuaciones realizadas.

- ❑ Se tomaron muestras instantáneas a intervalos de una hora en un día completo en las transiciones de los procesos con el fin de determinar un balance de masas (*Figuras 4.7 & 4.8*)



Figura 4.7 Toma de muestras instantáneas.



Figura 4.8 Muestras instantáneas.

- ❑ Se realizaron pruebas para determinar la DQO de las muestras recolectadas. (Figuras 4.9 & 4.10)

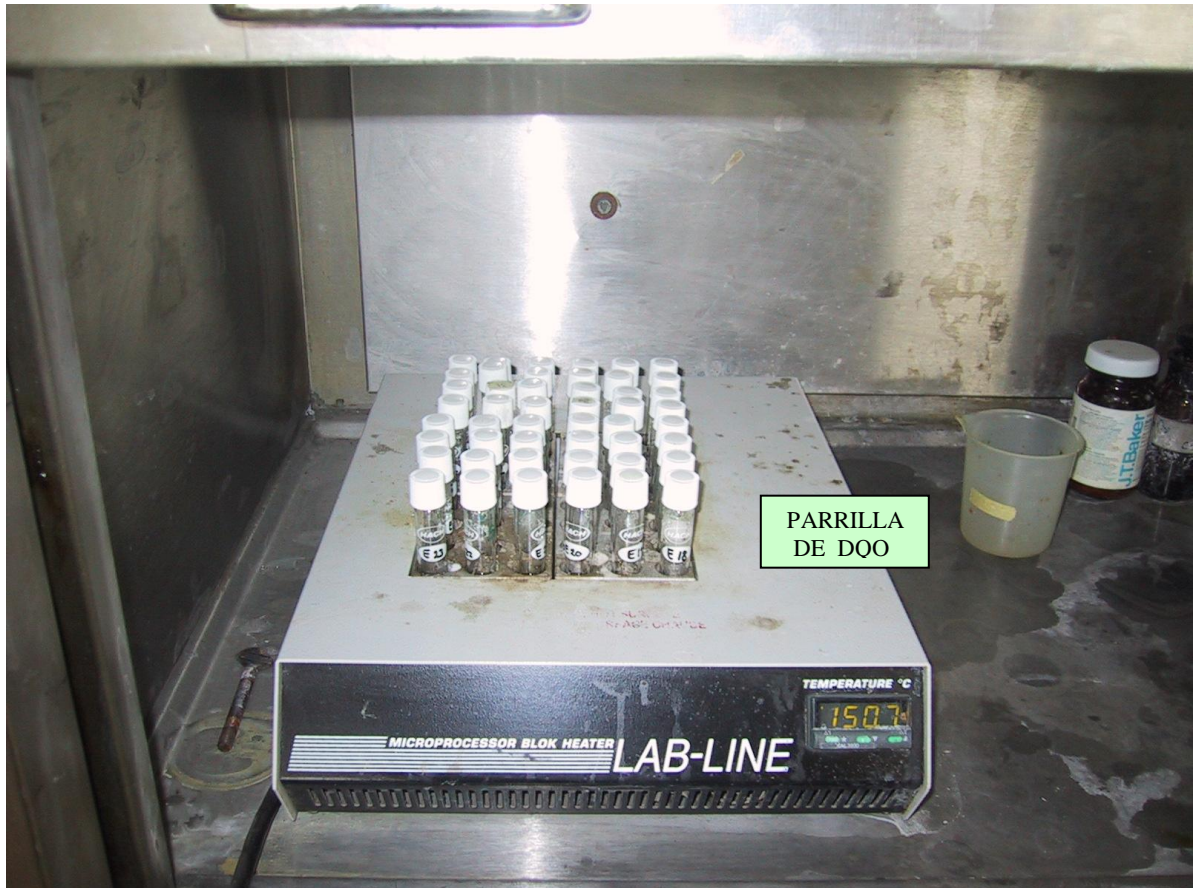


Figura 4.9 Análisis de DQO según la técnica de dicromato de potasio

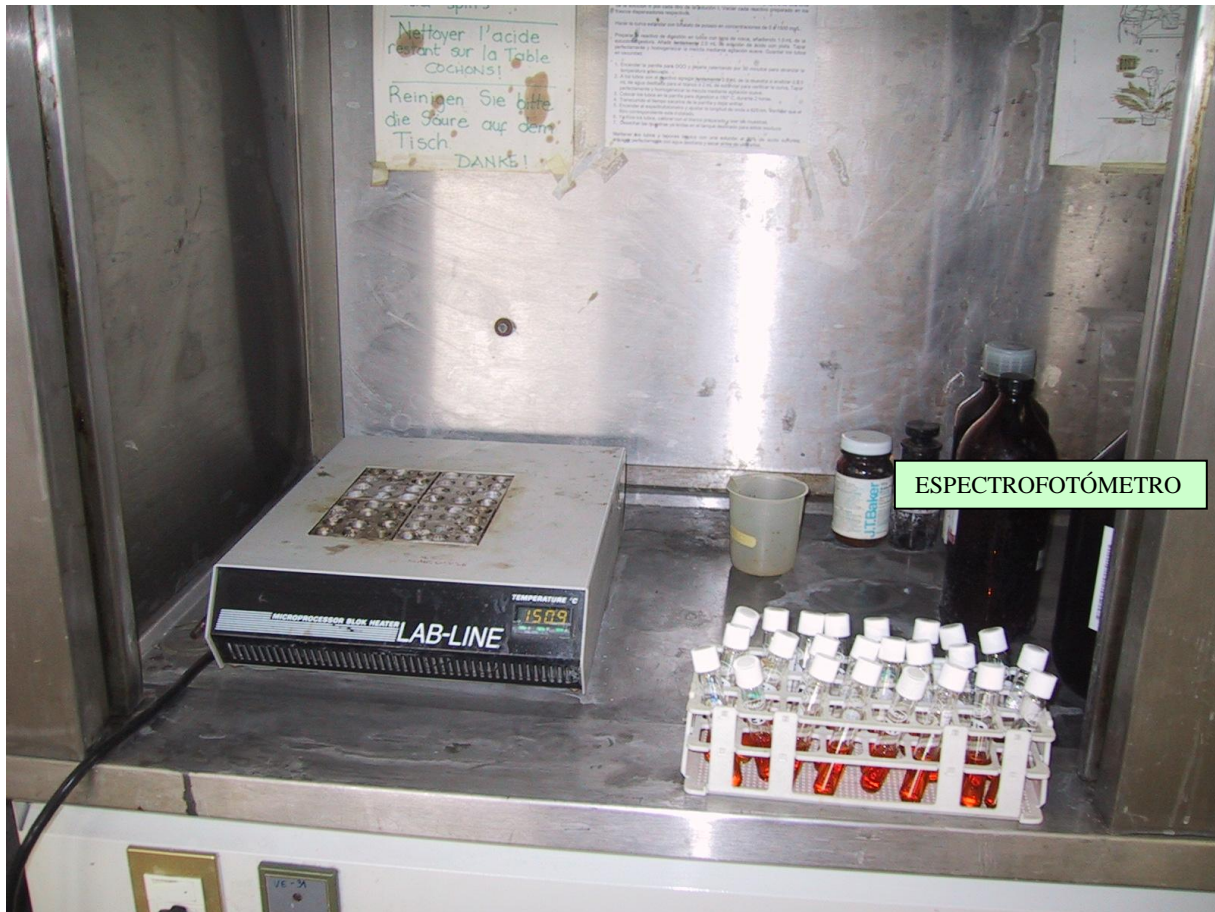


Figura 4.10 Lectura de las muestras en el ESPECTROFOTÓMETRO

- ❑ Se determinaron los sólidos suspendidos totales, fijos y volátiles de los reactores aerobios y del sedimentador secundario (*Figuras 4.11 & 4.12*)



Figura 4.11 Análisis de sólidos suspendidos según técnica del APHA



Figura 4.12 Análisis de sólidos suspendidos según técnica del APHA

- ❑ Se determinaron los sólidos sedimentables en el reactor anaerobio, en el sedimentador secundario y en el retorno de lodos. (Figuras 4.13)



Figura 4.13 Prueba de sólidos sedimentables.

4.4 Resultados obtenidos en el laboratorio

Cuadro 4.1 Diagrama de balance de masas en el tren de tratamiento.

CORRIENTE		1	2	3	4	5	6	7	8
DESCRIPCION		INFLUENTE REACTOR ANAEROBIO	EFLUENTE REACTOR ANAEROBIO	EFLUENTE REACTOR AEROBIO 1a ETAPA	EFLUENTE REACTOR AEROBIO 2a ETAPA	EFLUENTE REACTOR AEROBIO 3a ETAPA	EFLUENTE	RETORNO DE LODOS	PURGA DE LODOS
PARÁMETRO									
DQO. (mg/l)	00:00	1552.56	888.75	65.85	44.46	59.75	84.23		
	01:00	1684.10	1118.18	74.52			35.28		
	02:00	1323.14	937.70	35.28			87.28		
	03:00	1473.03	1017.23	68.93			35.28		
	04:00	1350.67	910.17	35.28	62.81	84.23	35.28		
	05:00	1271.13	928.52	26.10			35.28		
	06:00	1408.79	1112.06	68.93			38.34		
	07:00	1589.27	998.88	102.58			71.99		
	08:00	1620.00	735.80	59.75	99.52	71.99	80.02		
	09:00	1494.44	787.80	99.52			65.87		
	10:00	1561.74	800.04	133.17			26.10		
	11:00	1469.97	800.04	87.28			44.46		
	12:00	1778.93	839.81	41.40	62.81	78.11	41.40		
	13:00	1359.84	800.04	47.52			47.52		
	14:00	1237.48	1005.02	151.52			32.22		
	15:00	1268.07	922.40	127.05			26.10		
	16:00	1723.87	775.57	59.75	62.81	90.34	110.57		
	17:00	1598.45	946.87	68.93			114.82		
	18:00	1705.52	864.28	19.99			85.35		
	19:00	1540.33	910.17	62.81			41.40		
20:00	1457.73	1060.06	81.17	114.82	78.11	32.22			
21:00	1381.26	1185.48	26.10			26.10			
22:00	1647.39	1096.77	38.34			23.04			
23:00	1558.68	900.99	32.22			133.17			
ph		6-8	6-8	6-8	6-8	6-8	6-8	6-8	
SQL. SEDIMENTALES (ml/l)		10	—	300 - 340	360-380	350-390	—	00	
FLUJO (lts/seg)		1.5-2	1.5-2	1.5-2	1.5-2	1.5-2	1.5-2	1.5-2	
TEMPERATURA (°C)		17-20	17-20	17-20	17-20	17-20	17-20	17-20	
OXIGENO DISUELTTO (mg/l)				3.39	4.35	4.25			1.77

Cuadro 4.2 Concentración de sólidos suspendidos en los reactores biológicos y en el regreso de lodos

MUESTRA		PESO CHAROLA FILTRO	MUESTRA EVAPORADA	SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES mg/l	MUESTRA CALCINADA	SÓLIDOS SUSPENDIDOS FIJOS	SÓLIDOS SUSPENDIDOS VOLÁTILES
1a. FASE		1.4226	1.4513	5740	1.435	2480	3260
2a. FASE		1.4249	1.4524	5500	1.4367	2360	3140
3a. FASE		1.4214	1.4563	6980	1.4386	3440	3540
PURGA DE LODOS		1.425	1.4908	13160	1.4558	6160	7000

4.5 Identificación de la eficiencia total

$DQO_{\text{prom influente}} = 1502 \text{ mg/l}$

$QQO_{\text{prom efluente}} = 57 \text{ mg/l}$

$$\text{Eficiencia de remoción} = \frac{DQO_{\text{entrante}} - DQO_{\text{salida}}}{DQO_{\text{entrante}}} = \frac{1502 - 57}{1502} = 95\%$$

5 CONCLUSIONES

□ Se graficaron los resultados (*Cuadro 4.1*) de la medición del DQO (*Figura 5.1*)

Detectando los siguientes puntos:

- La eficiencia anaerobio. El reactor anaerobio tiene una eficiencia de remoción promedio de DQO de 38 %, y no oscila en una eficiencia del 85 % la que corresponde a este tipo de reactores. Deduciendo entonces que trabajaría mejor como un sedimentador primario, o lograr incrementar la eficiencia de este proceso unitario.
- Eficiencia aerobio. Por sus características el proceso utilizado es de aireación prolongada. Los reactores aerobios manejándolos como uno solo tiene una eficiencia de remoción promedio de DQO de 92 %.

La eficiencia se logra desde el reactor aerobio 1^a fase. Esto se explica debido a dos cosas:

1. La planta esta trabajando con un gasto menor de 1.5 lps con respecto al gasto de proyecto de 5.5 lps
2. El tanque estabilizador de lodos del proyecto original se acondiciono como un reactor aerobio 3^a fase. Convirtiendo el sistema de tratamiento convencional a un tratamiento de aireación extendida.

- Puntos críticos en el muestreo. Las elevaciones o depresiones en la curva de DQO del influente nos indican las diferentes concentraciones de DQO durante un día en la planta de tratamiento. Puede añadirse que las pendientes pronunciadas en esta curva indican que no hay una buena homogenización de las aguas residuales del influente.
- Eficiencia en los tres reactores aerobios y del efluente son similares. Como se menciono anteriormente la planta trabaja con un gasto menor al de proyecto, y por ende las curvas de remoción de DQO correspondientes son paralelas. Es importante resaltar que conforme la planta vaya en el futuro incrementando su gasto de influente, estas curvas se desfasaran removiendo así cada proceso una parte de la materia orgánica.

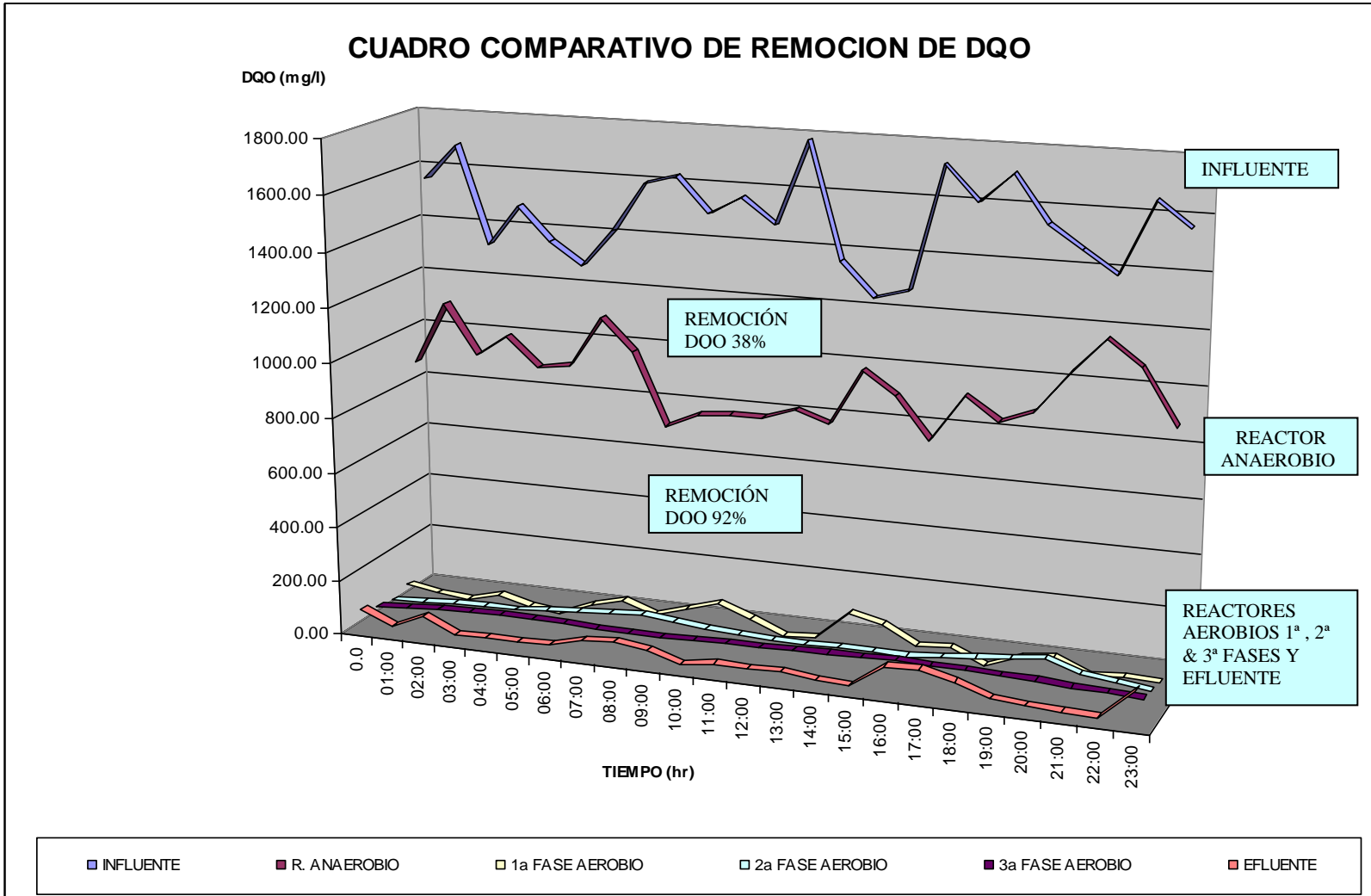


Figura 5.1 Remoción de DQO

- ❑ Comparación de datos obtenidos con la bibliografía

Utilizando la información de los *cuadros 4.1 & 4.2* podemos tener los parámetros siguientes para efectuar una comparación con la bibliografía.

Cuadro 5.1 Datos de bibliografía y parámetros obtenidos

Tipo de proceso	Θ_c	F/M	VL	Θ	SSLM	Qr/Q	RF	η
Aireación prolongación	20-30	0.05- 0.15	0.16- 0.40	18-24	3000- 6000	0.75- 1.50	CM	75-90
Planta chabacano	20	0.13	0.49	33	3200	0.93	CM	95

Θ_c tiempo medio de residencia celular, en días

F/M relación sustrato biomasa en kg. DQO/kg. SSLM*día

VL carga volumétrica en kg. DQO/ día

Θ tiempo de retención hidráulico en el tanque de aireación en hr.

SSLM sólidos suspendidos en licor mezclado en mg/l

Qr/Q razón de recirculación

RF régimen de flujo

η eficiencia DQO en %

Con las adecuaciones realizadas se logro incrementar la biomasa en los reactores aerobios (donde en un principio era muy joven y reducida) viéndolo en el valor de sólidos suspendidos en licor mezclado mg/l (*Cuadro 5.1*). Manejando esto como una causa, el efecto producido por lo tanto es el aumento en la eficiencia de la planta de tratamiento de aguas residuales Chabacano.

- ❑ Comparación de datos obtenidos con las **NOM-001-SEMARNAT-1996 & NOM-003-SEMARNAT-1996**

Limites máximos permisibles para contaminantes básicos NOM-001-SEMARNAT-1996

LIMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA CONTAMINANTES BÁSICOS										
PARÁMETROS	RÍOS						EMBALSES NATURALES Y ARTIFICIALES			
	Uso en riego agrícola (A)		Uso público urbano (B)		Protección de vida acuática (C)		Uso en riego agrícola (B)		Uso público urbano(C)	
(miligramos por litro, excepto cuando se especifique)	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.
Temperatura °C (1)	N.A.	N.A.	40	40	40	40	40	40	40	40
Materia Flotante (3)	au-sen-te	au-sen-te	au-sen-te	au-sen-te	au-sen-te	au-sen-te	au-sen-te	au-sen-te	au-sen-te	au-sen-te
Sólidos Sedimentables (m/l)	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Sólidos Suspendidos Totales	150	200	75	125	40	60	75	125	40	60
Demanda Bioquímica de	150	200	75	150	30	60	75	150	30	60

Limites máximos permisibles para contaminantes básicos NOM-003-SEMARNAT-1996

TIPO DE REUSO	PROMEDIO MENSUAL				
	Coliformes fecales NMP/100 ml	Huevos de helminto (h/l)	Grasas y aceites mg/l	DBO5 mg/l	SST mg/l
SERVICIOS AL PUBLICO CON CONTACTO DIRECTO	240	1	15	20	20
SERVICIOS AL PUBLICO CON CONTACTO INDIRECTO U OCASIONAL	1,000	5	15	30	30

Cuadro 5.2 Parámetros en la planta de tratamiento de aguas residuales Chabacano

	Temperatura °C (1)	Materia Flotante (3)	Sólidos Sedimentables (ml/l)	Sólidos Suspendidos Totales mg/l	Demanda Química de Oxígeno
PLANTA CHABACANO EFLUENTE	17- 20	NULO	CASI NULO	80	50

Considerando en esta parte los límites permisibles que establece la parte legal para la disposición de las aguas tratadas en aguas y bienes nacionales y su reuso en servicios públicos. El efluente de la planta Chabacano no excede los valores de los parámetros que determinan la calidad del agua tratada.

❑ Consideraciones complementarias

El agua contaminada produce alteraciones en la productividad agrícola y es un riesgo para la salud. La importancia de la calidad del agua radica en que su uso local debe cubrir todos los usos previstos en su aprovechamiento, mismos que se han reconocido jurídicamente: riego, mantenimiento de la biota, navegación, recreación, siendo los dos primeros más importantes.

Adicionalmente es necesario indicar que a los problemas usualmente descritos asociados con la calidad del agua que se vierte al lago se tienen evidencias de que se está induciendo flujo de agua (contaminada) del lago hacia los pozos de extracción de agua para fines de abasto a la población, lo que está resultando en una fuente de contaminación potencial a los recursos hídricos subterráneos y de riesgo a la comunidad que la usa.

Para poder iniciar la limpieza de la zona lacustre se debe hacer un trabajo interinstitucional ya que se deben retirar los asentamientos irregulares en la zona chinampera, clausurar los desalojos de aguas residuales y el vertido de basura de los habitantes de las riveras. De igual forma, es necesario establecer un sistema de colecta y/o tratamiento de las aguas residuales que actualmente vierten a los canales de Xochimilco.

El tratamiento deberá reducir la demanda bioquímica de oxígeno, sólidos suspendidos, eliminación de microorganismos patógenos y de nutrimentos, aceites y grasas y metales pesados. Se busca que las plantas de tratamiento de aguas residuales sean de bajo costo de construcción y de mantenimiento.

BIBLIOGRAFIA

- Programa Delegacional de desarrollo urbano.
- Departamento de sanidad del estado de Nueva York. Manual de tratamiento de aguas negras
- Contaminación de aguas.
- Ingeniería de los sistemas de tratamiento y disposición de aguas residuales.
- Tratamiento de aguas residuales .
- NOM-001-SEMARNAT-1996
- NOM-001-SEMARNAT-1997



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

ACTA DE IDÓNEA COMUNICACIÓN DE RESULTADOS

No. 00024

OPTIMIZACION DE DOS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA DELEGACION XOCHIMILCO

En México, D.F., se presentaron a las 10:00 horas del día 21 del mes de septiembre del año 2007 en la Unidad Iztapalapa de la Universidad Autónoma Metropolitana, los suscritos miembros del jurado:

DR. OSCAR ARMANDO MONROY HERMOSILLO

DRA. MONICA ALICIA MERAZ RODRIGUEZ

siendo el primero asesor del alumno y lectora la segunda, de la Idónea Comunicación de Resultados, se reunieron a evaluar la presentación cuya denominación aparece al margen, para la obtención del diploma de:

ESPECIALIZACION EN BIOTECNOLOGIA

DE: HONORIO ENRIQUE RAMIREZ NAVARRETE

De acuerdo con el artículo 79 fracción II del Reglamento de Estudios Superiores de la Universidad Autónoma Metropolitana, los miembros del jurado resolvieron:



APROBAR

Acto continuo, se comunicó al interesado el resultado de la evaluación y, en caso aprobatorio, le fue tomada la protesta.

HONORIO ENRIQUE RAMIREZ NAVARRETE
FIRMA DEL ALUMNO

REVISÓ

LIC. JULIO CESAR DE LARA ISASSI
DIRECTOR DE SISTEMAS ESCOLARES

DIRECTOR DE LA DIVISION DE CBS

DR. JOSE FRANCISCO FLORES PEDROCHE

ASESOR

DR. OSCAR ARMANDO MONROY HERMOSILLO

LECTORA

DRA. MONICA ALICIA MERAZ RODRIGUEZ