



Instituto Tecnológico De Tuxtla Gutiérrez

Reporte De Residencia Profesional

“Rediseñar del Sistema de Tratamiento de Efluentes del Complejo Petroquímico Morelos para el Cumplimiento de la Normatividad que Aplica la Declaratoria de Restauración de la Cuenca Baja del Río Coatzacoalcos.”

Flores Toledo Deisy Vanessa

15/06/2012

Analizar la metodología empleada y los costos de inversión del proyecto Desarrollo de la Ingeniería Básica para la Optimización de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del Complejo Petroquímico Morelos, en objetivo de proponer menos costos de inversión.

Índice

1. Introducción.....	4
1.1 Justificación.....	5
1.2 Objetivo General.....	5
1.1.1 Objetivo Especifico.....	5
1.3 Caracterización del Área	6
1.3.1 Agua de Apagado	6
1.3.2 Agua de Planta de Acrilonitrilo	6
1.3.3 Drenaje Químico de Planta de Oxido de Etileno	6
1.3.4 UDAS de Oxido de Etileno	6
1.3.5 Mezcla de Pozos Calientes	7
1.3.6 Aguas Químicas de Planta de Acrilonitrilo	7
1.4 Descripción de Equipo de Tratamiento Primario.....	7
1.4.1 Registro distribuidor	7
1.4.2 Càrcamo de bombeo	7
1.4.3 Bomba Arquímedes	7
1.4.4 Separador de Aceite Tipo Gravimétrico	7
1.4.5 Càrcamo de Bombeo de Aceite Recuperado	8
1.4.6 Fosas de Igualación	8
1.4.7 Tanques Decantadores	8
1.4.8 Tanques de Almacenamiento de Aceite Recuperado	8
1.4.9 Càrcamo Regulador de Demasías.....	8
1.4.10 Bombas.....	9
1.4.11 Reactor Biológico	10
1.4.12 Sistema de Aireación	10
1.4.13 Clarificador	10
1.4.14 Espesador de Lodos	10
1.4.15 Pileta de Estabilización	10
1.4.16 Medidor de Flujo Tipo Marshall.....	10
1.5 Sistema de Cloración.....	11

1.6 Sistema de Dosificación de Nutrientes	11
1.7 Operación de la Planta de Tratamiento de Efluentes	11
1.8 Planteamiento del Problema	14
1.9 Marco Teórico	14
1.9.1 Tratamiento Primario.....	15
1.9.2 Tratamiento Secundario.....	17
1.9.3 Tratamiento Terciario	17
1.10 Factores Relacionados con el Proceso.....	17
1.11 Metodología.....	20
1.11.1 Tratamiento Primario sección I	20
1.11.1.1 Tratamiento Primario sección II	22
1.11.1.2 Descripción del Equipo de Tratamiento Primario	25
1.11.2 Tratamiento Secundario.....	28
1.11.2.1 Descripción del Equipo.....	30
1.11.3 Tratamiento Terciario	32
1.11.3.1 Descripción del Equipo.....	33
1.12 Resultados.....	34
1.13 Tabla de Costos del Proyecto Original.....	35
1.14 Análisis de Costos del Proyecto Original (nuevo presupuesto)	36
1.15 Conclusión y Recomendaciones	37
1.16 Bibliografía	38
1.17 Anexos	39

1. Introducción

El Complejo Petroquímico Morelos se encuentra ubicado en la Colonia de Gavilán de Allende, en el municipio de Coatzacoalcos, Veracruz. En dicho complejo se elaboran diversos productos petroquímicos tales como etileno, óxido de etileno, glicoles, propileno, polietileno, propano, butano, isobutano, acetaldehído y Acrilonitrilo. En los procesos de elaboración de estos productos se utilizan grandes cantidades de agua mismas que se contaminan con grasas, aceites y productos químicos por este motivo es necesario la prevención y control de la contaminación de aguas que genera el Complejo Petroquímico Morelos. Para prevenir la contaminación del agua residual que se vierte a la Laguna de Pajaritos en Coatzacoalcos y Arrollo Colorado se construyó la planta de Tratamiento de Efluentes que se localiza al sur poniente del Complejo Petroquímico Morelos de Pemex Petroquímica la cual cuenta con el Sistema de Oxidación de Sulfuros, Tratamiento Primario de aguas residuales con capacidad de 10,900 m³/día y una carga orgánica de 20 toneladas DQO/día, está diseñado para recuperar las grasas y aceites provenientes del drenaje general aceitoso del Complejo Morelos con un contenido máximo de 5000 ppm, Las grasas y aceites son recuperadas mediante separadores gravimétricos y placas coalescedoras y son utilizadas en la generación de vapor como combustible alternativo, el agua libre de aceites es enviada a las fosas de igualación donde la corriente se igualan en cuanto temperatura, pH y DQO (Demanda Química de Oxígeno). El agua residual después de pasar por el tratamiento primario donde prosigue el tratamiento secundario el cual procesa diversas corrientes de salida de las plantas de proceso del Complejo Morelos y el agua de la empresa Clariant. Esta sección tiene una capacidad de 10,900 m³/día y 20 toneladas de carga orgánica, la cual pasa por un tratamiento biológico a base de bacterias, oxígeno y nutrientes para reducir la materia orgánica debiendo alcanzar un valor máximo de 150mg/lit de DBO₅, y demás parámetros establecidos por la Comisión Nacional de Agua.

Actualmente con las condiciones que se encuentra la Planta de Tratamiento de Efluentes del Complejo Petroquímico Morelos, no es posible cumplir con las metas de calidad de agua establecidas en la "Declaratoria de Restauración de la Cuenca Baja del Río Coatzacoalcos" publicada el pasado 6 de febrero de 2008 en el Diario Oficial de la Federación en el efluente del CP. Morelos a la laguna de Pajaritos, la tecnología y equipos con los que cuenta el tratamiento Primario como en el secundario no son adecuados para cumplir con dichos parámetros, por tal motivo es de gran importancia del análisis como la aprobación del proyecto "Desarrollo de la Ingeniería Básica para la Optimización de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del CP. Morelos de Pemex Petroquímica" el cual tiene como objetivo sustituir con una nueva tecnología todo el proceso de la planta, llevando un estricto control de las variables para que la operación sea eficiente.

1.1 Justificación

La importancia de cambiar el sistema de tratamiento de aguas residuales de la planta de tratamiento de efluentes es fundamental ya que las aguas residuales provenientes de las plantas del Complejo Petroquímico Morelos contienen contaminantes de hidrocarburos así como grasas y aceites entre otros contaminantes. Por ello la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) la cual se encarga de la vigilancia de descargas de aguas residuales de la industria hacia el río Coatzacoalcos, se preocupa por la salud pública y el ambiente. Por ello este órgano convoca a una declaratoria de restauración de la cuenca baja del río Coatzacoalcos.

Para cumplir con esto el Complejo Petroquímico Morelos tienen dos opciones, construir una nueva planta con tecnologías innovadoras o bien adecuar la planta de tratamiento de efluentes existente mediante un nuevo rediseño para la operación y control. Cabe mencionar que el rediseñar una nueva planta reduce los costos de inversión, en comparación de la construcción de una nueva planta. Se puede ampliar la capacidad, y aun que los costos de operación se eleven, se compensara puesto que el costo de instalación de una nueva planta seria mayor.

Es de vital importancia demostrar la responsabilidad con el ambiente y con la población vecina a este complejo ya que disminuirá las posibles enfermedades causadas a las comunidades por las descargas de aguas residuales y reducirá la mortandad en la flora y fauna marina.

1.2 Objetivo General

Rediseñar del sistema de tratamiento de efluentes del Complejo Petroquímico Morelos para el cumplimiento de la normatividad que aplica la Declaratoria de Restauración de la Cuenca Baja del Río Coatzacoalcos.

1.2.1 Objetivo Especifico

- Revisar el diseño actual de los equipos del tratamiento primario y secundario de la planta de tratamiento de efluentes.
- Verificar de las corrientes de entrada y salida así como el control de la planta de tratamiento de efluentes.
- Revisión de los estudios analíticos que se realizan a las corrientes de entrada a la planta de tratamiento de efluentes y en el tratamiento secundario.
- Verificar de las corrientes de entrada y salida del proyecto desarrollo de la ingeniería básica para la optimización de la Planta de tratamiento de aguas residuales del complejo petroquímico Morelos.
- Analizar los costos de inversión del proyecto desarrollo de la ingeniería básica para la optimización de la Planta de tratamiento de aguas residuales del complejo petroquímico Morelos.
- Elaborar Propuesta de rediseño del proyecto desarrollo de la ingeniería básica para la optimización de la Planta de tratamiento de aguas residuales del complejo petroquímico Morelos.

- Comparar las eficiencias de la planta actual contra la propuesta del rediseño del proyecto desarrollo de la ingeniería básica para la optimización de la Planta de tratamiento de aguas residuales del complejo petroquímico Morelos.
- Análisis de la tecnología que se aplicara en el rediseño del proyecto desarrollo de la ingeniería básica para la optimización de la Planta de tratamiento de aguas residuales del complejo petroquímico Morelos.

1.3 Caracterización del Área.

Tipos de Corrientes de Entrada a la Planta de Tratamiento de Efluentes

Las aguas de desecho que generan las plantas que integran el complejo petroquímico Morelos, se canalizan hacia el Registro Distribuidor (RD-4501), del sistema de tratamiento de Efluentes. La corriente de Drenaje Aceitoso General es proveniente de las áreas de proceso y almacenamiento, así como purgas de bombas y diversos equipos del CP Morelos. Por medio de tubería subterránea a gravedad son enviados sistema de Tratamiento Primario.

La red general del drenaje aceitoso está dividido en dos grupos subterráneos los cuales son: Grupo N° 1 está integrado por el Área de Quemadores, Planta de Acrilonitrilo, Casa de bomba no. 6, Planta de Polietileno (Asahi), Planta de Polietileno (Swing), Casa de bomba no. 4, Planta de Polipropileno (Mitsui), Planta de Propileno, Planta de Oxígeno, Planta de Acetaldehído, Gasolinera, Planta Oxido de Etileno y Glicoles y el Almacenamiento de Oxido de Etileno. El Grupo N°2 lo integran la Planta de Etileno, Planta Eléctrica y Generación de Vapor, Planta Fraccionadora de Hidrocarburos, Casa de bombas no.3, Almacenamiento de combustóleo, Casa de bombas no. 1 y la Casa de bombas no.5. Ambos grupos están separados el Grupo N° 1 vierte sus aguas del lado poniente y el Grupo N° 2 del lado oriente del emisor final que se encuentra ubicado al norte de la planta de tratamiento de efluentes

Corrientes de entrada:

1.3.1 Agua de Apagado de Etileno

El agua de apagado procedente de la planta de Etileno se conduce por bombeo con una presión de diseño de 4.5 kg./cm² y una temperatura de 79°C a la planta de Efluentes.

1.3.2 Agua Planta De Acrilonitrilo

Las aguas químicas de la planta Acrilonitrilo son conducidos hasta el cárcamo mezclador de flujo del tratamiento primario de la planta de Efluentes por medio de una red de tubería construidas sobre soporte ría elevada.

1.3.3 Drenaje químico de planta Oxido de Etileno.

Para recolectar purgas y derrames de recipientes y equipos de proceso, la planta de Oxido de Etileno y Glicoles cuenta con una red de drenaje químico que recolecta principalmente purgas y derrames de glicoles y que son enviados por gravedad finalmente al cárcamo de bombeo (TB-4505) de la PTAR. El cárcamo mencionado cuenta con las bombas (BS-4505-A/B), para enviar el efluente al cárcamo mezclador de flujo del tratamiento primario de separación de aceite de la planta de Efluentes.

1.3.4 U.D.A.S. de Oxido de Etileno (Unidad des mineralizadora de aguas)

Las aguas químicas neutralizadas en el sistema de neutralización TZ-4505-A, instalado en el límite de batería de la planta de Oxido de Etileno, es conducido por gravedad mediante tubería aérea. Hacia el cárcamo mezclador de flujo del tratamiento primario de la planta de tratamiento de Efluentes.

1.3.5 Mezcla de Pozos Calientes de Oxido de Etileno.

Los pozos calientes es enviado al límite de batería de la planta de Oxido de Etileno, mediante las bombas, por tubería aérea dónde estás, se integra a una línea, posteriormente es conducida hacia el cárcamo mezclador de flujo del tratamiento primario de la planta de tratamiento de Efluentes.

1.3.6 Aguas químicas de Pta. Acrilonitrilo.

Este drenaje es un sistema de recolección de las aguas que contienen desechos químicos provenientes del proceso de transformación del producto de la planta de Acrilonitrilo, estos desechos son recolectados en el tanque (TK-401) y es enviado mediante la bomba a la Pta. De Tratto. De Efluentes por medio de una tubería de 3" de diámetro.

1.4 Descripción De Equipos Del Tratamiento Primario

1.4.1 Un Registro Distribuidor (RD-4501).

Este Registro Distribuidor tiene la función de alimentar a los tres canales del carcomo de bombeo (TB-4502-A/B/C) además también tienen la función de retener partículas sólidas de gran volumen, tiene un tiempo de residencia de 5 minutos con un flujo máximo de 3000 gal./min. y consta de 3 compuertas deslizantes, además tiene un canal vertedor para sacar sobre flujos en caso de que se presenten, una mampara metálica para retener las natas aceitosas hacia al cárcamo regulador de demasías (CRD-4501), la capacidad de operación de este registro es de 60 metros cúbicos y sus dimensiones es de 10 x 5 x 1.20 metros.

Tres mallas de Retención de Sólidos (MR-4501-A/B/C) .

Con abertura de ½" x ½" cuya función es de retener partículas del tamaño ½" y mayores.

Tres mallas de Retención de Sólido (MR-4502 A/B/C).

Con abertura de 1cm. x 1cm. cuya función es de retener partículas del tamaño de 1cm. y mayores.

1.4.2 Un Cárcamo de Bombeo (TB-4502 A/B/C).

Este cárcamo está compuesto por tres canales que trabajan independientemente, uno de los cuales siempre estará fuera de operación, disponible actuando como relevo de los otros dos canales; estos canales están diseñados para que operen a baja velocidad con el fin de que funcionen como asentadores de lodos y elevadores de las partículas aceitosas. La capacidad de este cárcamo es de 1000 gal./min por canal y sus dimensiones es de 17.5 x 3 x 1.5 metros. El interior de cada canal está constituido por una mampara frontal para retener las partículas de aceites y un tubo espumadera "media caña" para recolectar las natas aceitosas formadas, también cuenta con una válvula en el fondo de cada canal para purgar en caso que se requiera.

1.4.3 Tres Bombas tipo Arquímedes (BR-4501 A/B/C).

Tienen la función de elevar el agua aceitosa a baja velocidad, para evitar la emulsión aceite-agua, estas bombas elevan el agua a una altura de 5.5 metros y tienen una capacidad de 1000 gal./min. Por bomba.

1.4.4 Un Separador de Aceite tipo Gravimétrico (SAG-4501 A/B/C).

Este separador de aceite está constituido por un compartimiento por canal, que recibe el agua aceitosa proveniente de los canales de distribución. Este compartimiento tendrán las siguientes finalidades; amortiguar la velocidad de las aguas aceitosas para evitar oleaje, también podrá captar algunos sólidos gruesos y levantar la capa de aceite, el SAG-4501 consta de 3 canales con capacidad de 1250 gal./min por canal, sus dimensiones es de 27 x 3.15 x 1.8 m con un

tiempo de residencia de 34.3 min. Este separador en el interior de cada canal tiene implementados lotes de placas corrugadas cualescedoras (PCC-4501 A-B-C), las cuales tienen la función de hacer más eficiente la separación de aceite y también en el interior de cada canal está constituido por una mampara frontal para retener las partículas de aceites elevadas y un tubo espumadera “media caña” para recolectar las natas aceitosas formadas, también cuenta con una válvula en el fondo de cada canal para purgar el contenido en caso que se requiera.

1.4.5 Un Cárcamo de Bombeo de Aceite Recuperado (TB-4503).

La función de este cárcamo es almacenar aceite recuperado proveniente del Separador de Aceite tipo Gravimétrico y las fosas de igualación, otras de las funciones de este carcomo, además de almacenar aceite, es la de servir como decantador de aceite-agua, la cual cuenta con una línea de purga conectada al drenaje aceitoso interno de la planta, tiene una capacidad de almacenamiento de 500 barriles por día, 112 metros cúbicos y sus dimensiones es de 10 x 7 x 1.6 metros.

1.4.6 Dos Fosas de Igualación (FI-4501 A/B).

La función de estas fosas es la de igualar el flujo hacia el tratamiento secundario en cuanto a concentración de contaminantes, temperatura, pH Y DQO están diseñadas para un tiempo de residencia de 10.3 horas. (Entre las dos fosas) su capacidad es de 3,510 metros cúbicos por fosa, sus dimensiones es de 65 x 27 x 2 metros. Cada fosa tiene una mampara frontal para retener el aceite de la superficie y un tubo espumadera “media caña” para recolectar aceite en caso de que se pase cierta cantidad del separador de aceite tipo gravimétrico. También en su interior cuenta con agitadores de flujo sumergidos, dos por cada fosa, (FI-4501-A: MS-4501, MS-4502); (FI-4501-B: MS-4503, MS-4504). Un canal de succión donde ambas fosas vierten las aguas residuales.

1.4.7 Cuatro Tanques de Cantadores (TH-4506 A/B/C/D).

Estos tanques tienen la capacidad de 500 barriles que es igual a 80 m³ cada uno y tienen un tiempo de residencia de un día, y podrán tener un tiempo de reposo de 4 días, siempre y cuando funcionen los 4 tanques, tiene la función de servir como almacenamiento y como separadores de las fases aceite-agua, también cuentan con indicadores de nivel para facilitar la operación de llenado.

1.4.8 Un Tanque de Almacenamiento de Aceite Recuperado (TV-4502)

Con una capacidad de 5000 barriles, sus dimensiones 65 m ø por 10.97m de altura, volumen 795 m³, altura de derrame 9.86 m, el cual cuenta con indicador de nivel electrónico ubicado en el cuarto de control. Contiene líneas de recibo y succión de productos una línea de purga conectada al drenaje aceitoso, este tanque tiene la función de almacenar aceite recuperado del sistema de separación de aceite y mezclas de glicoles del área de almacenamiento de la planta de Oxido de Etileno.

1.4.9 Un Cárcamo Regulador de Demasías CRD-4501.

Este cárcamo está diseñado para tener un tiempo de residencia de 4 horas a flujo máximo (3000 gal./min. su capacidad es de 2402 m³ y las dimensiones son de 50 x 31 x 1.55 m., nivel de operación máximo 1m. cuenta con un canal vertedor de recibo por sobre flujo, una mampara frontal para retener natas aceitosas, una salida de derrame por sobre flujo con una altura de 1.55 m, el cual esta conectado al drenaje pluvial como alternativa en caso de un incremento de nivel, líneas de recibos de flujos químicos de la planta de Oxido de Etileno, línea de purga conectada al cárcamo de succión de las BR-4501-A-B-C, tiene integrada una bomba centrifuga para desalojo de agua BA-4506, la función de este cárcamo es almacenar agua de sobre flujo por incremento de nivel del RD-4501 y receptor de flujos químicos fuera de especificación de la planta de Oxido de Etileno cuando esta la requiera.

1.4.10 Seis bombas de manejo de productos

BA-4501-A-B- Bombas de envío de aceite recuperado de TB-4504 a los TH-4506-A-B-C-D.

Capacidad:	1000 gpm.
Presión:	9.14 kg/cm ²
Tipo:	vertical
RPM:	BA-4501-A: 1750 rpm. - BA-4501-B: 1765 rpm
Potencia:	15 hp
Voltaje:	440 volts.
Amperaje:	21 amps.

BA-4502-A-B Bombas de envío de aceite recuperado del TB-4503 a los TH-4506-A-B-C-D.

Capacidad:	150 gpm
Presión:	3.5 kg/cm ² .
Tipo:	centrifuga horizontal.
Potencia:	25 hp
Voltaje:	440 Volts.
Amperaje:	21 Amps.

BA-4503 A-B-C-D Bombas de alimentación de agua residual a tratamiento secundario.

Capacidad:	1000 gpm.
Presión:	3.5 kg/cm ²
Tipo:	Centrifuga horizontal.
RPM	1760 rpm
Potencia:	45 hp
Amperaje:	49.5 Amps.

BA-4506 Bombas de envío de agua residual del CRD-4501 al SAG-4501 y cámara 3-a del RB-4501-A.

Presión:	2.0 kg/cm ²
Capacidad:	100 gpm.
Tipo:	Centrifuga horizontal.
Potencia:	40 hp
Amperaje:	47 amps.

BA-5001-A-B Bombas de envío de aceite recuperado de TH-4506-A-B-C-D al TV-4502 y del TV-4502 a la Pta. de Generación de vapor.

Capacidad:	300 gpm:
Presión:	3.5 kg/cm ²
Tipo:	Centrifuga horizontal.
Potencia:	20 hp
Voltaje:	460 volts.
Amperaje:	23.9 amps.

BR-4501-A-B-C, Bombas elevadoras de agua-aceite "Arquímedes"

Capacidad:	1000 gpm.
Tipo:	Arquimedes.
RPM.	1746 rpm.
Potencia:	10 hp
Voltaje:	440 volts.
Amperaje:	BR-4501-A: 20 amp. BR-4501-B-C: 13.2 amp.

Descripción De Equipos Del Tratamiento Secundario

1.4.11 Reactor Biológico (RB-5501-A/B).

Capacidad 15 000 m³ cada uno, cada reactor consta de Tres cámaras de 5,000 m³ cada una.

Dimensiones

Ancho 65.0 m
Largo 65.0 m
Altura 5.0 m.
Tirante de agua 3.5 m
Tiempo de residencia 33 hrs.

1.4.12 Sistema de aireación (BS-5503-A/B/C/D/E/F).

Como ayuda para oxigenar y remover azolves de lodos Biológicos, los Reactores requieren de un sistema de aire a baja presión; por tal motivo el tratamiento Biológico cuenta con seis sopladores centrifugo (MCA HOFF MAN).

Capacidad 5000 SCPM
Presión barométrica 14,7 psig.
Presión de descarga 8 psig.
Potencia 100 Hp

1.4.13 Clarificador Secundario (CL-5502-A/B).

Capacidad: 1930 m³
Diámetro interior: 26.0 m.
Tirante de agua 3.6 m.
Tiempo de residencia 4.0 hrs.
Tipo: Gravedad sin agentes.
Flujo de diseño 454.23 m³
Presión entrada de flujo Gravedad
Característica del cuerpo del tanque. Cilíndrico vertical
Material Fierro Acero al carbón.
Potencia 0.5 HP

1.4.14 Espesador de Lodos (ES-5503). FUERA DE OPERACIÓN

Capacidad 200 m³
Diámetro interior 9.15 m.
Tirante de agua 3.0 m.
Tiempo de residencia 13 hrs.
Material Concreto

1.4.15 Pileta de estabilización (PE-5505). FUERA DE OPERACIÓN

Capacidad 8000 m³
Longitud 34.0 x 37.5 x 160.5 m.
Tirante de agua 1.63 m.

La pileta de estabilización está construida de terraplén y su interior esta forrado con lamina de polietileno de alta densidad, el agua contenida en esta pileta es conducida por un canal de medición de efluentes tipo Parshall al emisor final laguna pajaritos.

1.4.16 Medidor de flujo tipo PARSHALL (RF-5516).

Capacidad 681.3 m³/hr.
Longitud 2.87 m.

Ancho garganta	0.30 m.
Material	Concreto
1.4.17 Centrifugadora de lodos (CEL-5504-A/B).	
Marca	Bird
Modelo	HB 1400 o similar
Capacidad	15 GPM cada uno
Forma geométrica	Cónico rectangular
Longitud	2.95 m.
Ancho	1.78 m.
Alto	0.81 m
Condiciones de operación	
Flujo mínimo por unidad	10 GPM
Flujo máximo por unidad	15 GPM
Concentración de lodos entrada	10% en peso
Concentración de lodos salida	25-30% en peso
Carcasa de centrifugadora	Tropical izado

Centrifugadora con tambor horizontal cilíndrico cónico y trasportador sin fin de los sólidos. Todas las partes en contacto con el producto en proceso, están construidas en acero inoxidable endurecido especial de tungsteno.

1.5 Sistema de cloración.

La solución de cloro se prepara en el dosificador de cloro (DO-5522 A/ B), que tiene una capacidad de 225 Kg/día; Para prepara la solución se utiliza agua de la red de contra incendio y cloro en estado gaseoso, el cloro se obtiene de contenedores para cloro que están colocados sobre una bascula tipo plataforma clave EM-5520 A/B, con una capacidad de 2400 kilogramos, y que servirán para controlar la cantidad de cloro que se suministra al sistema

1.6 Sistema de dosificación de nutrientes.

Para la preparación de la solución de Fosfato diamónico se cuenta con los tanques cilíndricos verticales (TZ-5517 A/B/C), construidos de fibra de vidrio con el propósito de evitar ser atacados por las sales contenidas en los tanques y tienen un diámetro de 1.60 m. por 2.00 m. de profundidad, estos tanques tienen instalado agitadores mecánicos del tipo propela (AE-5517A/B/C), cuya velocidad es de 84.0 RPM, accionados por motores eléctricos (ME-5517 A/B/C), con una potencia de 1.5 HP. La solución de sales de Fosfato serán manejadas por bombas dosificadoras claves (BA-5511 A/B), con capacidad de 7.0 GPM y una potencia de 2.0 HP. La solución de sales de fosforo, es enviado una parte al tanque activador de bacterias (TZ-5506) y a los Reactores Biológicos (RB-5501-A/B).

1.7 Operación Actual de la Planta de Tratamiento de Efluentes

Las aguas aceitosas producidas en el Complejo Petroquímico Morelos, son conducidas al área de tratamiento de Efluentes, a través de las redes de drenajes aceitosos. El emisor final del drenaje aceitoso conduce las aguas hacia el registro distribuidor, al cual también llegan: el agua de apagado de la planta de Etileno, drenaje aceitoso del C.P. Morelos y el agua residual de la planta Clariant.

Las aguas aceitosas procedentes del Registro Distribuidor (RD-4501 A/B/C) pasan por las mallas de retención de sólidos móviles (MR-4501 A/B/C), las cuales tienen la función de retener partículas del tamaño de ½" y mayores. Una vez que las aguas aceitosas han pasado por las mallas de retención de sólidos, siguen su trayectoria hacia el cárcamo de bombeo (TB-4502), el

cual también cuenta con unas mallas retenedoras de sólidos, estas mallas retienen los sólidos que se logran pasar de las mallas de retención de sólidos (MR-4502-A/B/C), las cuales tienen la abertura de malla de 1 cm. x 1cm. El diseño del cárcamo de bombeo consta de tres canales independientes y cada canal cuenta con una bomba tipo Arquímedes. El cual el agua fluye por gravedad a baja velocidad, situación que se aprovecha para sedimentar las partículas sólidas y así elevar a la superficie la capa de aceite por densidad.

Las capas aceitosas acumuladas en la superficie son recuperadas por medio de tubos móviles ubicado en la superficie del agua a un costado de la mampara frontal, este aceite es recolectado en el cárcamo de bombeo de aceite recuperado (TB-4504) y canalizada a los tanques decantadores mediante las bombas verticales. Los sólidos sedimentados son extraídos por personal externo para su tratamiento final.

Las partículas de aceite que lograron pasarse en la corriente acuosa, siguen su trayecto, pasando por la parte inferior de las mamparas frontales ubicadas estas en el interior de cada canal cuya función es retener el aceite que se encuentra en la superficie, permitiendo así el paso del agua libre de aceite por la parte inferior de las mamparas, para después ser derramada hacia el cárcamo de bombeo por las bombas elevadoras de agua tipo Arquímedes, las cuales elevan el agua a una altura de 5.5 m. y tiene la función de enviar las aguas con trazas de aceites a baja velocidad para evitar la emulsión aceitosa-agua.

Estas bombas tipo Arquímedes suministran el agua aceitosa a los canales de distribución, que dividen el flujo por medio de compuertas deslizantes hacia el separador de aceite tipo gravimétrico.

El separador de aceite gravimétrico (SAG-4501), también tiene tres canales, con una capacidad de 1250 Gal/min. Cada canal está constituido por un compartimiento, por cada canal recibe el agua aceitosa proveniente de los canales de distribución; este compartimiento tiene las siguientes finalidades: amortiguar la velocidad de las aguas aceitosas para evitar oleaje, y así captar algunos sólidos gruesos y levantar la capa de aceite.

Para aumentar la eficiencia de separación de aceite se tiene contemplado en cada canal paquetes de placas corrugadas coalescedoras (PCC-4501), las cuales tienen como principio de separación el cambio de dirección y velocidad dentro de las corrugaciones de las placas.

El aceite separado en este equipo es recolectado, mediante tubos espumaderas, que podrán moverse de acuerdo al espesor de la capa de aceite y es almacenado en el cárcamo de bombeo (TB-4503).

Las aguas residuales siguen su trayecto pasando por la parte inferior de las mamparas frontales ubicadas en el interior de cada canal de dicho separador, cuya función es retener el aceite que se encuentra en la superficie, permitiendo así el paso del agua libre de aceite por la parte inferior de las mamparas. A esta corriente se suman con las siguientes corrientes químicas, tales como mezcla de pozos calientes, U.D.A.S.; Drenaje químico de planta Oxido de Etileno y las aguas químicas de planta Acrilonitrilo.

Estas corrientes pasan a través de dos canales hacia la fosa de igualación (FI-4501 A/B). Cada canal tiene una compuerta deslizante por medio de la cual se podrá distribuir el agua hacia las fosas, también servirán estas compuertas para sacarlas de operación.

Las fosas de igualación, están diseñadas para tener un tiempo de residencia de 10.3 horas a flujo máximo de 3000 Gal/min (entre las dos fosas) y su función principal es igualar el flujo, cuanto a concentración de contaminantes, temperatura, pH y DQO. La FI-4501 también cuentan con tubos espumaderas móviles para captar la "nata" de aceite que pudiera llegar a

pasarse del separador de aceite tipo gravimétrico (SAG-4501), normalmente no deberá haber separación de aceite en las fosas de igualación.

Las aguas residuales de cada fosa fluyen por gravedad, al final pasan por la parte inferior de una mampara frontal, para después ser derramada hacia el canal de succión de las bombas BA-4503-A/B/C/D. El aceite recuperado tanto en el SAG-4501, como en el FI-4501-A/B, es enviado por gravedad al cárcamo de bombeo (TB-4503), el cual tiene una capacidad normal de almacenamiento de 500 Bls/día. El aceite recuperado de este cárcamo es enviado mediante las bombas centrifugas (BA-4502-A/B), a razón de 150 Gal/min. Hacia los tanques decantadores (TH-4506-AB/C/D). Después de los cuatro días de reposo, se verificara las fases aceite-agua, cuando toda el agua haya salido se cerrara la válvula y se succionara con las bombas (BA-5001-A/B), y se enviara al tanque de almacenamiento de aceite recuperado (TV-4502) estas bombas tienen una capacidad de 300 Gal/min. y una diferencia de presión de 3.5 kg/cm².

El TV-4502 tiene una capacidad de 795 m³. y tendrá un tiempo de residencia de 10 días, este tanque tiene la función de almacenar aceite recuperado del sistema de separación de aceite de la planta de tratamiento de efluentes y mezcla de glicoles de casa de bombas No. 01 de la planta de Oxido de Etileno.

Cuando se presente un sobre flujo en la llegada de las aguas aceitosas al registro distribuidor (RD-4501), este sobre flujo derramara hacia el cárcamo regulador de demasías (CRD-4501) pasando antes por la parte inferior de una mampara metálica para retener la natas aceitosas, y cuando se restablezca el flujo, se enviara de este, al cárcamo de bombeo (TB-4502). El CRD-4501, tiene una válvula manual en el tubo de salida hacia el cárcamo de bombeo; este tubo de alimentación al TB-4502 llega con compuertas deslizantes a cada canal para la distribución del flujo.

En caso de persistir más tiempo el sobre flujo, y llegar a incrementar a un metro de nivel, esta se enviara por medio de la bomba centrifuga (BA-4506) a las fosas de igualación (FI-4501-A/B) o a la cámara 3-A del reactor biológico (RB-5501 A).

Habiendo finalizado el tratamiento primario el agua procedente de las fosas de igualación es enviada a los reactores biológicos (RB-5501 A/B). A esta corriente de salida de la FI-4501 A/B se integran la carga de la empresa Clariant. Cada reactor cuenta con tres cámaras de aireación y diez ramales por cámara con 270 difusores de membrana de burbuja fina marca Flexair 84P magnum. Dando un total de 810 difusores por reactor. La función primordial de estos sopladores es suministrar aire a cada una de las cámaras de los Reactores Biológicos (RB-5501-A/B). El aire generado por los sopladores (BS-5503-A/B/C/D/E/F), es descargado por una tubería de 10" de diámetro a un cabezal general de 24" de diámetro, dicho cabezal conduce el aire y la suministra a cada una las cámaras de los RB-5501-A/B, mediante una tubería de 10" de diámetro, dicha tubería a la llegada de cada una de las cámaras tiene una válvula para graduar el aire suministrado por los sopladores. Por este medio se proporciona la cantidad de oxígeno requerido a las bacterias y se favorece la reacción aeróbica. Se inoculan y se mantienen vivas con la incorporación de nutrientes biológicos (nitrógeno y fosforo), al igual la administración de aire atmosférico oxida los contaminantes presentes en el agua y propicia la adecuada remoción del licor mezclado presente en cada una de las cámaras de los Reactor Biológico. Al finalizar este procedimiento el agua biodegradada pasa por gravedad al Clarificador tienen en su interior un equipo de rastra accionado por un motor eléctrico. El Clarificador secundario (CL-5502 A/B) el cual permitirá al licor mezclado un tiempo de residencia de cuatro horas, después de las cuales el agua clarificada saldrá por la parte superior, el lodo sedimentado en la tolva del clarificador es transportado por gravedad al cárcamo de bombeo TA-5507 y será reciclado hacia los reactores por medio de bombas.

El agua clarificada proveniente del CL-5502 A/B sigue hacia un sistema de cloración donde el agua es desinfectada y por punto final se dirige por un canal parshal para su descarga oficial en la Laguna de Pajaritos con desembocadura en el Río Coatzacoalcos.

1.8 Planteamiento del problema

El Complejo Petroquímico Morelos de la industria de PEMEX tiene la tarea de elaborar diferentes compuestos derivados del petróleo, en la manipulación por conseguir el producto se genera residuos sólidos y líquidos con contaminantes, estos residuos se dirigen hacia la planta de tratamiento de efluentes de dicho complejo para un tratamiento de aguas residuales el cual tiene como efluente final al río Coatzacoalcos. La necesidad de mejorar la planta de tratamiento de efluentes, surge debido a la dificultad para cumplir con los parámetros de descarga que marca la Declaratoria de Restauración de la Cuenca Baja del Río Coatzacoalcos en el plazo del año 2015.

En atención a esto es importante rediseñar el sistema de tratamiento de aguas residuales debido a que las instalaciones y equipos del tratamiento primario y secundario se han deteriorado con transcurso del tiempo y algunos de ellos se encuentran actualmente fuera de operación. En el tratamiento primario los equipos operan con emisiones al aire, las cuales no son controladas provocando contaminación al ambiente. En la operación actual de la planta para el control y registro de los principales parámetros como flujo, pH, grasas y aceites DQO, DBO, presión, temperatura no se cuenta con un monitoreo automático y es de vital importancia para ajustar las variables críticas que impactan el mejor desempeño de los birreactores.

1.9 Marco Teórico

La problemática de la contaminación del medio hídrico a lo largo de este último siglo, ha alcanzado unos límites máximos, poniendo en grave peligro el futuro de la humanidad, debido fundamentalmente al gran crecimiento industrial, así como la gran evolución demográfica de la población, viéndose agravado el problema por la concentración tanto industrial como humana en áreas delimitadas.

Hasta hace poco tiempo, los vertidos producidos por los asentamientos de población y por la escasa industria existente, podían ser asimilados por los cauces receptores, de tal forma que a través de los procesos de autodepuración natural de las aguas, en espacios y tiempos delimitados, el agua volvía a adquirir unas características lo suficientemente aceptables para poder ser reutilizadas por otros posibles usuarios del cauce público. En la actualidad, los vertidos producidos son de tal importancia en muchos casos, que la capacidad de autodepuración del cauce no son suficientes, deteriorándose de tal forma el cauce, que imposibilita la reutilización posterior del agua.

Las cuatro fuentes fundamentales de aguas residuales son:

- Aguas domésticas o urbanas.
- Aguas residuales industriales.
- Escorrentías de usos agrícolas.
- Pluviales.

El grado de tratamiento requerido para un agua residual depende fundamentalmente de los límites de vertido para el efluente. El tratamiento primario se emplea para la eliminación de sólidos suspendidos y materias flotantes, impuesta por los límites, tanto de descarga al medio receptor como para poder conducir el efluente a un tratamiento secundario. El tratamiento secundario comprende tratamientos biológicos convencionales. En cuanto al tratamiento

terciario su objetivo fundamental es la eliminación de contaminantes que no se eliminan con los tratamientos biológicos convencionales.

Tipos de tratamiento de aguas residuales que se llevan a cabo en la planta de tratamiento de efluentes y en la modernización de ella.

Tratamiento primario

- Cribado o desbrozo
- Sedimentación
- Flotación
- Separación de aceites
- Homogenización
- Neutralización

Tratamiento secundario

- Lodos activados
- Aireación prolongada

Tratamiento terciario

- Coloración y ozonización
- Procesos de reducción de nutrientes.

1.9.1 Tratamiento primario

La selección de los procesos de tratamiento de aguas residuales dependen de un cierto número de factores, entre los que incluyen: demanda química de oxígeno (DQO), materia en suspensión, pH, productos tóxicos, calidad del efluente, coste y disponibilidad de terrenos, consideración de futuras ampliaciones o la previsión de límites de calidad de vertido más estrictos, que necesiten el diseño de tratamiento más sofisticado en el futuro.

Cribado

También llamado desbrozo se emplea para la reducción de sólidos en suspensión de tamaños distintos. La distancia o las aberturas de las rejillas dependen del objeto de las mismas, y su limpieza se hace bien manualmente o mecánicamente. Los productos recogidos se destruyen bien por incineración, o se tratan por procesos de digestión anaerobia, o se dirigen directamente al vertedero. Las materias sólidas suelen clasificarse en finos y gruesos.

Las rejillas de los finos

Las rejillas de finos tienen aberturas de 5mm o menos. Generalmente están fabricadas de malla metálica de acero, o en base de placas o chapas de acero perforado. Puede llegar a eliminarse entre un 5 a 20% de sólidos suspendidos. Las rejillas o cribas de gruesos tienen aberturas que pueden oscilar entre los 4 a 8 o 9 cm. Se usan como elemento de protección para evitar que los sólidos de grandes dimensiones dañen las bombas y otros equipos mecánicos.

Sedimentación

Se utiliza en los tratamientos de aguas residuales para separar sólidos en suspensión de las mismas. La eliminación de las materias por sedimentación se basa en la diferencia de peso específico entre las partículas sólidas y el líquido donde se encuentra, que acaba en el depósito de las materias en suspensión. La sedimentación puede producirse en una o varios de los puntos del proceso de tratamiento. En una planta típica de lodos activados, la sedimentación se utiliza en tres de las fases del tratamiento: 1) En los desarenadores, en los cuales la materia inorgánica (arena) se elimina del agua residual; 2) En los clarificadores o sedimentadores primarios, que proceden al reactor biológico y en los cuales los sólidos se separan; 3) En los clarificadores o sedimentadores secundarios que siguen al reactor biológico, en los cuales los lodos del biológico se separan del efluente tratado. La forma convencional de separar arena es utilizando los equipos de sedimentación.

El tipo de sedimentación que lleva acabo el tratamiento primario de la planta es sedimentación con floculación: la aglomeración de las partículas va acompañada de cambios en la densidad y en la velocidad de sedimentación o precipitación.

Flotación

La flotación es un proceso para separar sólidos de baja densidad o partículas líquidas de fase líquida. La separación se lleva a cabo introduciendo aire (Separación de grasas y aceites por gas inducido) en la fase líquida en forma de burbujas. La fase líquida se somete a un proceso de presurización para alcanzar una presión de funcionamiento que oscila entre 2 y 4 atm., en presencia del suficiente aire para conseguir la saturación en aire del agua. Luego este líquido saturado de aire se somete a un proceso de despresurización llevándolo hasta la presión atmosférica por paso a través de una válvula reductora de presión. Los sólidos en suspensión o las partículas líquidas (aceites o petróleo) flotan debido a que estas pequeñas burbujas asociándose a los mismos, les obligan a elevarse hacia la superficie. Los sólidos en suspensión concentrados pueden separarse de la superficie por sistemas mecánicos. El líquido clarificado puede separarse cerca del fondo, y parte del mismo puede reciclarse.

Separación de grasas y aceites por placas corrugadas

Separan el agua de los aceites, permitiendo la recuperación de ambos en altos porcentajes. Por ruptura de moléculas en placas coalescentes, el aceite es llevado a la superficie por simple gravedad, para ser removido. Frecuentemente es utilizado en refinerías, petroquímicas, terminales aéreas, terrestres o marítimas o a pequeña escala como talleres automotrices, maquinaria y manufactura.

Cuando el agua de desecho entra al separador, la velocidad es reducida, permitiendo que los sólidos se precipiten al fondo a través de la trampa de arena y las gotas de aceite suspendidas floten a la superficie. Paso seguido, el influente pasa por un amortiguador que distribuye el flujo hacia las placas corrugadas coalescentes. Estas placas tienen la forma de un panal de abejas y logran atrapar al aceite libre, cuando el tamaño de la partícula sea lo suficientemente grande, lo dejará escapar hacia la superficie. El aceite removido es llevado hacia el vertedero ajustable por simple gravedad para ser retirado.

El agua que pasó por estas placas es enviada hacia la salida, no sin antes ser forzado el paso para liberar el efluente de sólidos sedimentables y/o flotantes que hayan escapado al proceso. El vertedero del efluente es ajustable con el fin de manipularlo cada vez que exista la posibilidad de aceite en el agua ya tratada. Este aceite se descargará por la salida destinada. Los lodos (si llegara a haber) se descargarán por efecto de vasos comunicantes por las salidas destinadas para ello. Es muy importante resaltar que no contiene partes móviles, por lo cual es libre de mantenimiento y como opera por gravedad no requiere electricidad. Además, gracias a sus placas coalescentes, tienen un tiempo de retención de 3 a 10 minutos, otros equipos necesitan de 1 a 3 horas para lograr a misma capacidad de remoción.

Neutralización

El tratamiento de neutralización se utiliza normalmente en los siguientes casos que se presentan en la depuración de aguas residuales

Antes de la descarga de aguas residuales a un medio receptor.

Antes de la descarga de aguas residuales industriales al alcantarillado municipal.

Antes del tratamiento biológico.

Los métodos para neutralización de aguas residuales incluyen: homogenización que consiste en mezclar las corrientes. Algunas de las cuales son ácidas y otras alcalinas disponibles en la planta. Métodos de control directo de pH, que consiste en la adición de ácido (o bases) para neutralizar las corrientes alcalinas o ácidas.

Para los tratamientos biológicos el pH del sistema se mantiene en un intervalo promedio entre 6.5 y 8.5 para asegurar una actividad biológica óptima. El proceso biológico en si mismo puede conseguir una neutralización, y en cualquier caso tienen una capacidad tampón como resultado de la producción de CO₂ que da lugar a la formación de carbonatos y bicarbonatos en la solución. El grado de preneutralización requerido para el tratamiento biológico depende de dos factores: la alcalinidad o acidez presente en el agua residual, o los mg/l de DBO que deben eliminarse en el tratamiento biológico.

1.9.2 Tratamiento secundario

El tratamiento secundario más común es el de los lodos activados. Las aguas residuales que provienen del tratamiento primario pasan a un tratamiento de tipo biológico en el cual una mezcla de agua residual y lodos biológicos son agitadas y aireada. Los lodos biológicos producidos son separados y un porcentaje de ellos devueltos al tanque de aireación en la cantidad que sea necesaria. En este sistema las bacterias utilizan el oxígeno suministrado artificialmente para desdoblar los compuestos orgánicos que a su vez son utilizados para su crecimiento.

A medida que los microorganismos van creciendo se aglutinan formando los lodos activados; éstos más el agua residual fluyen a un tanque de sedimentación secundaria en donde sedimentan los lodos. Los efluentes del sedimentador pueden ser descargados a una corriente receptora; parte de los lodos son devueltos al tanque con el fin de mantener una alta población bacteriana para permitir una oxidación rápida de la materia orgánica.

1.9.3 Tratamiento Terciario

Cloración de Aguas Residuales

La cloración es un proceso muy usado en el tratamiento de aguas residuales industriales y urbanas. Algunos efluentes industriales que normalmente se cloran antes de su descarga a los guas receptores. Los objetivos de la cloración son: Desinfección el cloro es un desinfectante debido a su fuerte capacidad de oxidación, por lo que destruye o inhibe el crecimiento de bacterias y algas. Reduce la demanda bioquímica de oxígeno por reducción de compuestos orgánicos presentes en las aguas residuales. El cloro tiene una gran capacidad oxidante se emplea para el control del olor y la eliminación de color.

1.10 Factores relacionados con el proceso

pH

El valor de este parámetro es importante para determinar la calidad de un agua residual, debido a que el rango en el cual se desarrollan los procesos biológicos corresponde a un intervalo crítico entre (5.0-10.0 pH), ya que fuera del mismo por desnaturalización de las proteínas. Es de señalar que por variación del pH, el agua puede convertirse en corrosiva respecto a los metales, o bien compuestos estables presentes en la misma pueden convertirse en tóxicos. Se debe vigilar, que el pH se mantenga en ciertos límites dentro de las unidades de proceso de la planta, principalmente en el tanque de aeración, para mantener a los microorganismos saludables y activos en el sistema.

Se observa la actividad biológica de acuerdo con los valores de pH en el tanque de aireación. Las bacterias pueden sobrevivir en el rango de pH entre 5.0 y 10.0 y reproducirse entre los valores de pH de 6.5 y 8.5. Debajo de 6.5, los hongos predominan sobre las bacterias y se tendrá una baja remoción de DBO₅ y una pobre sedimentación. A valores altos de pH, los nutrientes como el fosforo empiezan a precipitar, y ya no puede ser utilizado por las bacterias; esto da como resultado una baja remoción de DBO₅.

Nutrientes (Nitrógeno y Fósforo)

Ambos elementos en forma de sales son esenciales para la vida, ya que entran a formar parte en la estructura de las proteínas. Su presencia en los procesos biológicos es de 45 gramos de Nitrógeno y 5 gramos de Fósforo por cada Kilogramo de DBO eliminada.

Como nutrientes nitrogenado se utiliza el amoníaco, el cual es inyectado de manera directa a la línea de entrada de alimentación de agua residual a los birreactores, a través de la línea de tres cuartos de pulgada de diámetro, el flujo es regulado mediante una válvula de aguja, registrando el valor de alimentación en el Indicador.

En las aguas residuales, el nitrógeno está en cuatro formas básicas:

Nitrógeno orgánico, Amónico, Nitrito y Nitrato.

Si estas aguas residuales son frescas, el nitrógeno se encuentra en forma de nitrógeno orgánico (urea y compuestos proteínicos), pasando posteriormente a forma amoniacal por descomposición bacteriana. A medida que el agua se estabiliza, por oxidación se obtendrán primero nitritos, y a continuación, éstos pasarán a nitratos. Su efecto principal sobre el medio receptor es lo que se conoce con el término de "eutrofización" del cauce, o lo que es lo mismo, un crecimiento desmesurado de las algas.

Los microorganismos necesitan nitrógeno para desarrollarse. Si el agua residual no contiene suficiente pueden ocurrir problemas por deficiencia de nutrientes durante el tratamiento secundario.

Otro componente del agua residual importante para los microorganismos es el fósforo. Es un elemento esencial para el crecimiento biológico. En el agua residual, el fósforo se encuentra en tres formas: Ortofosfatos, Poli fosfatos inorgánicos y Fosfatos orgánicos.

El ortofosfato es la forma más fácilmente asimilable por los microorganismos y se utiliza como un parámetro de control en los procesos biológicos de alimentación de fósforo.

Demanda Química de Oxígeno (DQO)

La demanda química de oxígeno corresponde al volumen requerido para oxidar la fracción orgánica de una muestra susceptible de oxidación de dicromato o permanganato, en medio ácido.

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)

La demanda bioquímica de oxígeno se usa como una medida de la cantidad de oxígeno requerido para oxidación de la materia orgánica biodegradable presente en la muestra de agua y como resultado de la acción de oxidación bioquímica aerobia. La demanda de oxígeno de las aguas residuales es resultado de tres tipos de materiales: materiales orgánicos carbónicos, nitrógeno oxidable y compuestos químicos reductores.

Color

El color de un agua puede ser de origen natural o por contaminación. Todas las aguas presentan una tonalidad variable dependiendo de muy diversas circunstancias. Esta tonalidad más o menos acusada es el color del agua, que tiene su origen en causas internas o en causas externas. Las primeras, son debidas a los materiales disueltos y a los suspendidos en el mismo agua, y las segundas, tienen su origen en la absorción de las radiaciones de mayor longitud de onda. A su vez, este color del agua es de dos tipos: Aparente (el que presenta el agua bruta) y Real (el que queda después de haber separado las materias en suspensión por filtración). El color puede ser indicativo de un lodo viejo o de uno saludable; un lodo activado aireado en buenas condiciones presenta un color café achocolatado. Un lodo oscuro o negro podrá indicar que no se trasfiere el suficiente oxígeno al tanque de aeración y que el lodo es anaerobio.

Olor

El olor presente en el agua puede ser debido a la presencia en la misma de compuestos químicos materias orgánicas en descomposición (desprendimiento de gases) o bien a ciertos organismos vivos (algas, hongos). Una característica del olor es que cantidades muy pequeñas pueden originar grandes olores. Las aguas residuales urbanas cuando son frescas no presentan olores, sólo a medida que transcurre el tiempo aumenta el olor por desprendimientos de gases tales como el sulfhídrico o metano originados por descomposición anaerobia. Una planta con buena operación de control no debe generar olores objetables. Una muestra de lodos activados saludables del tanque de aeración tiene un ligero olor; si el lodo se vuelve séptico, su color cambia a oscuro y el olor irá aumentando hasta ser similar al del huevo podrido (ácido sulfhídrico gaseoso).

Espumas

La aparición de espumas en un cauce receptor es un efecto producido por la presencia de otros contaminantes, que originan una disminución de la tensión superficial. En las aguas residuales urbanas, las espumas son debidas a la presencia de proteínas y detergentes. En la planta la formación de espuma blanca en el efluente de la planta indica alta concentración de sólidos, y la formación de grandes cantidades de espuma en el tanque de aeración, signo de que el lodo activado es demasiado joven, y que se debe disminuir la purga de lodos; por lo contrario, la formación de espuma espesa y oscura indica un lodo viejo, por lo que la purga debe aumentarse. La presencia de espuma puede deberse en algunas ocasiones a sustancias químicas descargadas al alcantarillado.

Temperatura

Tiene una gran importancia en el desarrollo de los diversos fenómenos que se desarrollan en el seno del agua como, por ejemplo, en la solubilidad de los gases y de las sales, así como en las reacciones biológicas, que tienen una temperatura óptima para poder realizarse. Una temperatura elevada implica la aceleración de la putrefacción, y por tanto, un aumento de la demanda de oxígeno; paralelamente, disminuye la solubilidad de éste. Las aguas residuales presentan mayor temperatura que las naturales. Las urbanas están en torno a 15 °C y las industriales dependerán del tipo de proceso utilizado y del volumen de agua. Su efecto principal sobre el medio receptor como consecuencia de elevar la temperatura del agua es la disminución de la solubilidad del oxígeno en la misma. La temperatura afecta directamente el nivel de actividad de las bacterias en los sistemas de lodos activados.

El rango óptimo de temperatura para la actividad bacteriana aerobio es entre 25 y 32 °C. Para compensar la variación de actividades biológicas a diferentes temperaturas, la concentración de sólidos suspendidos del licor mezclado debe ajustarse

Tiempo de retención

Los tiempos de retención adecuados al tipo de proceso son muy importantes en sistemas biológicos de tratamiento y puede verificarse periódicamente. Las bacterias necesitan ciertos tiempos de retención en el tanque de aeración para similar y digerir la materia orgánica del agua residual.

Los sólidos suspendidos volátiles en licor mezclado (SSVLM).

Los valores encontrados de los sólidos suspendidos totales y volátiles se usan para calcular los parámetros de control del proceso, tales como la relación alimento-microorganismos (F/M) y el tiempo medio de retención celular, el cual a su vez es usado para calcular los niveles requeridos de SSVLM, gasto de recirculación de lodos.

Para controlar el proceso de lodos activos se deben hacer ajustes periódicos a la recirculación y a la purga de lodos; esto se basa en el contenido de sólidos suspendidos y sólidos suspendidos volátiles en el sistema de tratamiento.

1.11 Metodología

1.11.1 Tratamiento Primario Sección I

Las corrientes de drenaje aceitoso general y el drenaje aceitoso del área de efluentes llegarán por gravedad a la planta de forma independiente o en una sola y se hacen pasar a través de la criba (MR-4501 A/B), la cual tiene la función de retener basura con tamaños por arriba de 2.5 cm. La criba será cerrada con la finalidad de evitar la emisión natural al medio ambiente de compuestos orgánicos volátiles (COV's), los cuales serán dirigidos hacia la línea de conexión del cabezal principal de succión al soplador (BS-4504 A/B). Se contará también con línea de suministro de nitrógeno para arrastre y prevención de mezclas explosivas por la emisión de COV's. Los sólidos retirados en la criba de barras serán enviados a disposición y la corriente de agua residual es direccionada al desarenador (TCD-4501 A/B), en donde se llevará a cabo la separación de arenas mediante la sedimentación de las mismas y retiro por inyección de aire para fluidizarlas y enviarlas a un tornillo sinfín clasificador de arena (CN-4501 A/B) que transporta los sólidos fuera del equipo para su almacenamiento y disposición final. El agua que escurre durante la transportación de las arenas, es recuperada y retornada hacia el TCD-4501 A/B. Las arenas separadas serán enviadas a almacén de confinamiento interno por medio del carro para transporte de arena CTL-4501 A/B. Si existe sobre flujo a la llegada de dicho equipo la corriente será desviada al cárcamo (CRD-4501).

La corriente de agua de apagado llegará al filtro de canasta FL-4501 A/B con la finalidad de prevenir la presencia de sólidos que puedan perjudicar el funcionamiento de las líneas y equipos siguientes. La corriente que entra al filtro es pasada a través de una canastilla, en la que se retienen los sólidos, y la cual podrá ser retirada del filtro para su limpieza. El efluente será enviado al tanque separador de gas TG-4501 con la finalidad de separar los COV's presentes en la corriente aprovechando la caída de presión. Los COV's separados son enviados hacia la línea de conexión del cabezal principal de succión al soplador BS-4504 A/B y el agua de apagado hacia el enfriador CH-4502 A/B por medio de una bomba. El agua enfriada será incorporada con la corriente proveniente del desarenador TCD-4501 A/B, y se enviará al cárcamo neutralizador de drenaje aceitoso general y efluentes (TC-4501 A/B) donde se efectuará la neutralización de las corrientes antes de su envío al sistema de separación de grasas y aceites.

Cárcamo Regulador De Demasías CRD-4501.

El cárcamo de demasías será utilizado para recibir los sobre flujos que se puedan presentar en las corrientes de llegada al tanque separador de gas TG-4501 y criba de barras MR-4501. Adicionalmente el cárcamo puede ser utilizado en caso de demasías o mantenimiento del TC-4501 A/B.

Dentro del cárcamo se contará con un desnatador DES-4501 para retirar grasas y aceites que se puedan acumular y mediante la bomba BA 4506 A/B el agua residual almacenada puede ser enviada al cárcamo neutralizador TC-4501 A/B.

Separador De Grasas Y Aceites De Placas Corrugadas CPI-4501-A/B/C.

Al separador llega la corriente del cárcamo TC-4501 A/B con la finalidad de disminuir el contenido de grasas y aceites a valores a la que se pueda garantizar el buen funcionamiento del siguiente equipo en el proceso; separador de grasas y aceites por gas inducido IGF-4501-A/B/C. En el separador CPI-4501 A/B/C, el principio fundamental es separar las grasas y aceites maximizando el área de contacto entre las partículas por medio de placas corrugadas y cuando estas tengan cierta acumulación de grasas y aceites la diferencia de densidades entre fase orgánica y acuosa hará que se desprendan y se desplazarán hacia la superficie donde serán recuperadas. El aceite recuperado se enviará por gravedad al cárcamo de aceite-agua

TB-4504 y los lodos aceitosos generados hacia el cárcamo de lodos primarios TB-4505 por medio de una bomba.

Separador De Grasas Y Aceites Por Gas Inducido IGF-4501 A/B/C.

La función del equipo IGF-4501 A/B/C es separar las grasas y aceites con la ayuda de químicos como son coagulantes y floculantes y el arrastre de los mismos hacia la superficie será por medio de nitrógeno que es introducido en el equipo. El aceite recuperado en la superficie y que contiene espumas y químicos serán enviados por gravedad al cárcamo de almacenamiento de aceite contaminado TB-4503 para su posterior disposición interna. Las purgas de lodos sedimentados se enviarán al cárcamo de lodos primarios TB-4505. De la misma forma estos equipos serán cerrados y contarán con línea de desfogue por emisión de COV's hacia el cabezal principal de succión del soplador BS-4504 A/B. La corriente principal de salida será enviada al cárcamo de neutralización fina TZ-4502 A/B.

Cárcamo De Lodos Primarios TB-4505.

El cárcamo TB-4505 estará instalado por arriba del nivel de piso terminado y recibirá los lodos aceitosos del CPI-4501 A/B/C por medio de una bomba y por gravedad la purga de lodos acumulados en el IGF-4501 A/B/C. Los lodos recolectados serán enviados del cárcamo TB-4505 a la centrifugadora de lodos primarios CEL-4501 A/B por medio de una bomba para su deshidratación y disposición a almacén de confinamiento interno. El cárcamo tendrá tapa y se contará con los agitadores para homogeneización. Este cárcamo cuenta con fosa para contención de derrames cubierta con material a prueba de corrosión.

Centrifugadora De Lodos Primarios CEL-4501 A/B.

Este equipo es utilizado para deshidratar los lodos y lograr una concentración adecuada para su manejo y transporte por medio del carro para transporte de lodos primarios CTL-4502 A/B hacia disposición a confinamiento interno. El agua extraída de los lodos, se envía hacia el cárcamo TC-4501 A/B.

Cárcamo De Bombeo Aceite Agua TB-4504.

El aceite que se recupera en los separadores de grasas y aceites CPI 4501-A/B/C se enviará al cárcamo de bombeo aceite-agua TB-4504, y por medio de una bomba, se enviará a tanques de aceite recuperado TH-4506 A/B/C/D.

Tanques Decantadores De Aceite Recuperado-Agua TH-4506 A/B/C/D.

Los tanques TH-4506 A/B/C/D tiene la función de recibir las grasas y aceites provenientes del cárcamo de bombeo aceite-agua TB-4504 y separar agua de las mismas por diferencia de densidades. El aceite recuperado será enviado por medio de una bomba a Servicios Auxiliares.

Cárcamo De Almacenamiento De Aceite Contaminado TB-4503.

El cárcamo de almacenamiento TB-4503 será cerrado y en él se colectará el aceite contaminado con químicos usados en la operación de los IGF-4501 A/B/C; posteriormente el aceite será enviado a disposición interna mediante una bomba.

El soplador BS-4504 A/B recibe los COV's que han sido separados en el tanque TG-4501, los emitidos en la criba MR-4501 A/B, desarenador TCD-4501 A/B, cárcamo TC-4501, separador de grasas y aceites de placas corrugadas CPI-4501 A/B/C y los que son arrastrados debido a la actividad propia en el separador por gas inducido IGF-4501 A/B/C. Los COV's con una mayor presión serán enviados al quemador elevado en planta Mitsui sistema de desfogue. En caso de falla del soplador se contará con una línea de bypass a la descarga del soplador. El tanque de sello (TL-4501) será utilizado para evitar la acumulación de agua en la línea de desfogue proveniente del soplador de COV's (BS-4504 A/B).

1.11.1.1 Tratamiento Primario Sección II

Etapa de neutralización

Con la finalidad de controlar el pH de la corriente que se enviará al tratamiento secundario, se deberán neutralizar las corrientes de entrada siguientes:

- Drenaje aceitoso.
- Drenaje químico de Óxido de Etileno.
- UDA's de Óxido de Etileno.
- Pozos Calientes de Óxido de Etileno.
- Acrilonitrilo.
- Agua residual del Complejo Pajaritos.
- Clariant.

De acuerdo a las características alcalinas o ácidas que pueden presentar las corrientes que llegan al tratamiento primario, la neutralización de las corrientes se llevará a cabo con ácido sulfúrico o sosa, para esto se tiene el tanque de día de ácido sulfúrico TH-4505 y el tanque de día de sosa TH-4504. El primero recibirá ácido sulfúrico al 98% de límite de batería y por medio de bombas se succionará de los tanques. Por su parte la sosa suministrada al tanque de día de sosa provendrá del tanque de sosa oxidada TV-4503, que se encuentra instalado en la Planta de Oxidación de Sosas Gastadas o del sistema alternativo de dilución de sosa, en específico del tanque TV-4550.

El sistema deberá operar para disminuir las características alcalinas en las corrientes desde pH máximo de 14 hasta un pH de 8.5 y para incrementarlo de un intervalo de pH mínimo de 1 hasta 6. Ambos sistemas operan para mantener el pH en un rango entre 6 a 8.5, antes de su envío a tratamiento secundario.

Control de pH de las corrientes.

Las corrientes provenientes de la planta de Óxido de Etileno (Drenaje químico, UDA's y pozos calientes), así como la corriente de agua residual proveniente de la planta de Acrilonitrilo y el agua residual del Complejo Pajaritos, llegarán cada una a su respectiva tina de neutralización independiente para su ajuste de pH como se describe a continuación.

Tina De Neutralización De Drenes Químicos De Óxido De Etileno TZ-4501 A.

La corriente de Drenaje químico de óxido de etileno, llegará a la tina de neutralización de drenes químicos de óxido de etileno TZ-4501 A, si el ajuste requiere ácido o sosa se empleará con una bomba, el mezclado se realizará con un agitador de homogenización, una vez ajustado el pH esta corriente será enviada con los parámetros establecidos en flujo y carga orgánica por medio de una bomba hacia el cárcamo de neutralización fina TZ-4502 A/B para ajuste de pH fino y si existiera excedente de carga orgánica, esta será enviada al tanque TV-4540 para controlar la carga y posteriormente ser dosificada mediante una bomba hacia el cárcamo de neutralización fina TZ-4502 A/B para mezclarse con todas las corrientes que llegan a este cárcamo.

La tina de neutralización TZ-4501 A deberá contar con tapa y tendrá la flexibilidad de recibir también las corrientes provenientes de pozos calientes y de UDA's de Óxido de Etileno.

Tina De Neutralización De Uda's De Óxido De Etileno TZ-4501 B.

La corriente de UDA's, se envía a la tina de neutralización TZ-4501 B para su ajuste de pH, si se necesita ácido o sosa se utilizará una bomba; el mezclado se realiza mediante un agitador de homogenización. Una vez ajustado el pH, esta corriente será enviada con los parámetros establecidos en flujo y carga orgánica por medio de una bomba hacia el cárcamo de neutralización fina TZ-4502 A/B para ajuste de pH fino y si existiera excedente de la carga orgánica esta será enviada al tanque TV-4540 para controlar la carga y posteriormente ser

dosificada mediante una bomba hacia el cárcamo de neutralización fina TZ-4502 A/B para mezclarse con todas las corrientes que llegan a este cárcamo. La tina de neutralización TZ-4501 B contará con tapa y tendrá la flexibilidad de recibir también las corrientes provenientes de pozos calientes y de drenaje químico de Óxido de Etileno.

Tina De Neutralización De Pozos Calientes TZ-4501 C.

La corriente de pozos calientes, se enviará a la tina de neutralización TZ-4501 C, donde para el ajuste de pH se utilizará, en caso de requerir ácido ò sosa por medio de una bomba; el mezclado se realizará con un agitador de homogenización. Una vez ajustado el pH, esta corriente será enviada con los parámetros establecidos en flujo y carga orgánica por medio de una bomba hacia el cárcamo de neutralización fina TZ-4502 A/B para ajuste de pH fino y si existiera excedente de carga orgánica esta será enviada al tanque TV-4540 para controlar la carga y posteriormente ser dosificada mediante una bomba hacia el cárcamo de neutralización fina TZ-4502 A/B para mezclarse con todas las corrientes que llegan a este cárcamo.

La tina de neutralización TZ-4501 C contará con tapa y tendrá la flexibilidad de recibir también las corrientes provenientes de UDA's de óxido de etileno y de drenaje químico de Óxido de Etileno.

Tina De Neutralización De Acrilonitrilo TZ-4501 D.

La corriente de Acrilonitrilo se enviará a la tina de neutralización TZ-4501 D para el ajuste de pH; si el requerimiento es de ácido ò sosa se suministrara por medio de una bomba, el mezclado se llevará a cabo con un agitador de homogenización. Una vez ajustado el pH, esta corriente será enviada con los parámetros establecidos en flujo y carga orgánica por medio de una bomba hacia el cárcamo de neutralización fina TZ-4502 A/B para ajuste de pH fino y si existiera excedente de carga orgánica esta será enviada al tanque de contingencias de drenaje químico de Acrilonitrilo TV-4530 para controlar la carga y posteriormente ser dosificada mediante una bomba hacia el cárcamo de neutralización fina TZ-4502 A/B, donde se mezclará con todas las corrientes que llegan a este cárcamo. La tina de neutralización de Acrilonitrilo contará con tapa para la prevención de emisión de gases.

Tina De Neutralización De Clariant Y Pajaritos TZ-4501 E.

La tina TZ-4501 E recibirá el agua residual del complejo Pajaritos y de Clariant, la segunda llegará por medio de una bomba proveniente del tanque receptor de agua TV-4520. Las dos corrientes podrán llegar de manera independiente a la tina TZ-4501 E y se mezclarán con la finalidad de disminuir la carga orgánica de Clariant con el flujo del agua residual del complejo Pajaritos. Para el ajuste de pH se utilizará una bomba, para suministro de ácido o sosa. El mezclado se llevará a cabo utilizando el un agitador de homogenización. Una vez ajustado el pH, esta corriente será enviada con los parámetros establecidos en flujo y carga orgánica por medio de una bomba hacia el cárcamo de neutralización fina TZ-4502 A/B para ajuste de pH fino y mezclado con todas las corrientes que llegan a este cárcamo. Cuando las condiciones de llegada de la línea de Clariant, conforme a pH y carga orgánica no requieran ser ajustadas, se enviará a través de los equipos de bombeo directamente al cárcamo TZ-4502 A/B.

La tina de neutralización de Clariant y Pajaritos contará con tapa para la prevención de emisión de gases y en caso de mantenimiento de la tina, existirá la flexibilidad de desviar la entrada hacia el tanque TV-4540.

Tanque Receptor De Agua Residual De Clariant TV-4520.

La corriente de agua residual proveniente de Clariant, se recibirá de forma intermitente en pipa, la cual será descargada por medio de una bomba hacia el tanque TV-4520. El agua almacenada en el tanque TV-4520 se podrá enviar a la tina TZ-4501 E ó directamente al cárcamo TZ-4502 A/B por medio de una bomba. Si el pH se encuentra entre el rango 6-8.5 se envía directamente al cárcamo de neutralización fina TZ-4502 A/B, si esta fuera de este rango

se envía hacia la tina de neutralización TZ-4501 E, donde se mezclará y neutralizará de manera conjunta con la corriente de agua residual proveniente del Complejo Pajaritos.

Tanque De Contingencia De Pozos Calientes, Uda's, Óxido De Etileno Y Drenaje Químico De Óxido De Etileno TV-4540.

En caso de que el efluente de alguna de las tinas de neutralización TZ-4501 A/B/C se encuentren con excedente de carga orgánica, este será enviado al tanque de contingencia TV-4540, así mismo podrá llegar también el efluente de la tina TZ-4501 E. El agua almacenada en este tanque se enviará entonces de manera dosificada por medio de una bomba hacia el cárcamo TZ-4502 A/B para su mezclado con las demás corrientes que llegan a este cárcamo.

Tanque De Contingencia De Drenaje Químico De Acrilonitrilo TV-4530.

En el tanque se podrá recibir el agua neutralizada de la tina TZ-4501 D cuando no cumpla con la especificación de carga orgánica. El agua almacenada en este tanque de contingencia se enviará entonces de manera dosificada por medio de una bomba hacia el cárcamo TZ-4502 A/B para su mezclado con las demás corrientes que llegan a este cárcamo.

Tanque De Día De Sosa TH-4504.

Desde el tanque TH-4504 se podrá suministrar sosa a las tinas de neutralización TZ-4501 A/B/C/D/E y a los cárcamos TC-4501 A/B y TZ-4502 A/B por medio de las bombas dosificadoras. La sosa suministrada al tanque provendrá del tanque de sosa oxidada TV-4503, que se encuentra instalado en la Planta de Oxidación de Sosas Gastadas y se tendrá la flexibilidad de recibir también sosa fresca al 50% que será diluida hasta en un 2% en el tanque TV-4560 y enviada por medio de una bomba al tanque de día TH-4504.

Tanque De Día De Ácido Sulfúrico TH-4505.

Desde el tanque TH-4505 se podrá suministrar ácido a las tinas de neutralización TZ-4501 A/B/C/D/E y a los cárcamos TC-4501 A/B y TZ-4502 A/B por medio de las bombas dosificadoras. Este tanque recibirá ácido sulfúrico al 98% de límite de batería.

Tanque De Dilución De Sosa Al 2%.

El tanque podrá recibir sosa fresca al 50% para su dilución con agua de servicios hasta obtener sosa al 2%. La sosa diluida podrá ser enviada al tanque de día TH-4504 por medio de una bomba.

Control De pH Fino

Cárcamo De Neutralización Fina TZ-4502 A/B

Las corrientes que han sido neutralizadas previamente (pH entre 6 a 8.5), recibirán una segunda etapa de neutralización en el cárcamo de neutralización fina TZ-4502 A/B con la finalidad de asegurar la neutralización de la mezcla total de las corrientes que se enviará hacia tratamiento secundario. En dicho cárcamo se realizará la adición de ácido sulfúrico al 98% para control de rango alcalino de pH 10.5 a 8.5 mediante una bombas, y adición de sosa al 2% por medio de una bomba, para ajustar características ácidas de entre pH 4-6, el mezclado en este cárcamo de neutralización fina TZ-4502 A/B se llevará a cabo mediante el un agitador de homogenización. Posteriormente el efluente se enviará por gravedad hacia las actuales fosas de amortiguamiento hidráulico FAH-4501 A/B.

Etapas de Estabilización

Las fosas de amortiguamiento hidráulico FAH-4501 A/B, tienen la finalidad de homogenizar la concentración de contaminantes y amortiguar variaciones drásticas de los mismos, antes de pasar al tratamiento secundario, amortiguando de esta forma variaciones de carga hidráulica y orgánica que pudieran presentarse, donde llegará la mezcla total de las corrientes procedentes

del cárcamo de neutralización fina TZ-4502 A/B y del agua de los rechazos de Ultrafiltración y Nano filtración almacenados en el tanque TV-6560. Por medio de una bomba el efluente de las fosas es enviado al tratamiento secundario.

Finalmente y como parte del proceso primario, en la PTAR del C.P. Morelos se tiene la planta de Oxidación de Sosas Gastadas la cual provendrá de las plantas de Etileno y Fraccionadora

1.11.1.2 Descripción De Equipos Del Tratamiento Primario

TAG	NOMBRE	ESTADO	CARACTERISTICAS
CH-4502 A/B	Enfriador de agua de apagado	Nuevo	Tipo: cambiador de coraza y tubos AES Material, coraza: acero al carbón Material, tubos: acero al carbón Capacidad (kg/h): 117375 Área de transferencia (m ²): 180 Carga Térmica (kcal/d): 113'565,012 Longitud de tubos (m): 5.0 (preliminar) Diámetro coraza (m): 1.0 (preliminar) Presión, coraza (kg/cm ² , man): 2.1 Presión, tubos (kg/cm ² , man): 3.0
CN-4501 A/B	Clasificador de arenas	Nuevo	Tipo: Tornillo helicoidal Material: SS 304 Capacidad (m ³ /d/unidad): 544.8 (Incluye flujo de agua, aire y arena) Dimensiones (m): 4.9 x 1.28 x 2.4 Potencia del motor (kw / HP): 0.75 / 1.0 Accionador: eléctrico
CRD-4501	Cárcamo regulador de demasías	Nuevo	Tipo: cárcamo abierto Material: concreto Capacidad (m ³): 561 Dimensiones (m): 11 x 17 x 3
CTL-4501 A/B	Carro para transporte de arena	Nuevo	Tipo: carro con llantas neumática para arrastre Material: SS 316L Capacidad de llenado (m ³): 0.97 Dimensiones (m): 0.9 x 1.8 x 0.45 Índice de carga (kg/llanta): 500
CTL-4502 A/B	Carro para transporte de lodos primarios	Nuevo	Tipo: carro con llantas neumática para arrastre Material: SS 316L Capacidad de llenado (m ³): 0.97 Dimensiones (m): 0.9 x 1.8 x 0.45 Índice de carga (kg/llanta): 500
DES-4501	Desnatador	Nuevo	Tipo: tambor oleofílico con cuchillas raspadoras Material: resistente a la corrosión Capacidad de recuperación (m ³ /h): 31.8 Dimensiones (m): 2.46 x 1.09 x 0.64 (cabezal desnatador) Incluye: bomba de transferencia con motor eléctrico, tanque y manguera de succión y de descarga. Todo montado en un bastidor con ruedas para transporte.

TAG	NOMBRE	ESTADO	CARACTERISTICAS
FL-4501 A/B	Filtro de canasta	Nuevo	Tipo: canasta Material: acero al carbón Capacidad (m³/d): 2817 Tamaño: 6"Ø Apertura de Malla (mm): 3.0
FAH-4501 A/B	Fosa de amortiguamiento hidráulico	Existente	Tipo: cárcamo abierto Material: concreto Capacidad (m³): 3510 Dimensiones (m): 65 x 27 x 2
MR-4501 A/B	Criba de barras	Nuevo	Tipo: Criba de barras Material: SS 304L Claro de barras (mm): 25 Dimensiones (m): 1.0 x 2.0 x 1.5
TB-4503	Cárcamo de almacenamiento de aceite contaminado	Nuevo	Tipo: cárcamo cerrado Material: concreto Capacidad (m³): 12 Dimensiones (m): 3 x 2 x 2
TB-4504	Cárcamo de bombeo aceite - agua	Nuevo	Tipo: cárcamo cerrado Material: concreto Capacidad (m³): 27 Dimensiones (m): 3 x 3 x 3
TB-4505	Cárcamo de lodos primarios	Nuevo	Tipo: cárcamo cerrado Material: concreto Capacidad (m³): 8 Dimensiones (m): 2 x 2 x 2
TC-4501 A/B	Cárcamo neutralizador de drenaje aceitoso general y efluentes	Nuevo	Material: cárcamo cerrado Material: concreto Capacidad (m³): 36 Dimensiones (m): 6 x 4 x 1.5
TCD-4501 A/B	Desarenador	Nuevo	Tipo: Rectangular con secciones de fondo cónico (cerrado) Material: concreto Capacidad (m³): 52.3 Dimensiones (m): 2 x 6 x 4 Incluye sistema combinado de retiro de sólidos (air-lift) con capacidad de 2.1 m³/d. Presión de aire: 4.5 kg/cm² (man). Detalle por IPC.
TG-4501	Tanque separador de gas	Nuevo	Tipo: recipiente cilíndrico vertical Material: acero al carbón Capacidad (m³): 9.75 Diámetro (m): 1.52 Altura (m): 4.0 (T-T) Presión (kg/cm², man): 1.05 Temperatura (°C): 82

TAG	NOMBRE	ESTADO	CARACTERISTICAS
TH-4504	Tanque de día de sosa	Nuevo	Tipo: recipiente cilíndrico horizontal Material: acero al carbón Capacidad (m³): 4.0 Diámetro (m): 1.37 Longitud (m): 2.25 T-T Presión (kg/cm², man): atmosférico Temperatura (°C): 38.6
TH-4505	Tanque de día de ácido sulfúrico	Nuevo	Tipo: recipiente cilíndrico horizontal Material: acero al carbón Capacidad (m³): 8.0 Diámetro (m): 1.68 Longitud (m): 3.35 T-T Presión (kg/cm², man): atmosférico Temperatura (°C): 38.6
TH-4506 A/B/C/D	Tanques decantadores de aceite recuperado - agua	Existente	Tipo: recipiente cilíndrico horizontal Material: acero al carbón Capacidad (m³): 89 Diámetro (m): 3.66 Longitud (m): 7.62 T-T Presión (kg/cm², man): atmosférico Temperatura operación (°C): 60 Temperatura diseño (°C): 79
TL-4501	Tanque de sello de COV's	Nuevo	Tipo: recipiente cilíndrico vertical Material: acero al carbón Capacidad (m³): 0.06 Diámetro (m): 0.3 Altura (m): 0.6 Presión (kg/cm², man): 1.81 Temperatura (°C): 102
TV-4520	Tanque receptor de agua residual de Clariant	Nuevo	Tipo: recipiente vertical de fondo plano y techo cónico Material: acero al carbón Capacidad (m³): 305.0 Diámetro (m): 6.0 Altura (m): 10.8 Presión (kg/cm², man): atmosférico Temperatura (°C): 38.6
TV-4530	Tanque de contingencia de drenaje químico de Acrilonitrilo	Nuevo	Tipo: recipiente vertical de fondo plano y techo cónico Material: acero al carbón Capacidad (m³): 1091 Diámetro (m): 10.5 Altura (m): 12.6 Presión (kg/cm², a): 1.033 Temperatura (°C): 36.0

TAG	NOMBRE	ESTADO	CARACTERISTICAS
TV-4540	Tanque de contingencia de pozos calientes UDAS O.E. y drenaje químico de O.E	Nuevo	Tipo: recipiente vertical de fondo plano y techo cónico Material: acero al carbón Capacidad (m³): 3741 Diámetro (m): 21.0 Altura (m): 10.8 Presión (kg/cm², man): atmosférico Temperatura (°C): 53.5
TZ-4501 A	Tina de neutralización de drenes químicos de Óxido de Etileno	Nuevo	Tipo: cárcamo cerrado Material: concreto recubierto Capacidad (m³): 4.5 Dimensiones (m): 1.5 x 1.5 x 2
TZ-4501 B	Tina de neutralización de UDAS de Óxido de etileno	Nuevo	Tipo: cárcamo cerrado Material: concreto recubierto Capacidad (m³): 4.5 Dimensiones (m): 1.5 x 1.5 x 2
TZ-4501 C	Tina de neutralización de pozos calientes	Nuevo	Tipo: cárcamo cerrado Material: concreto recubierto Capacidad (m³): 13.5 Dimensiones (m): 1.5 x 4.5 x 2
TZ-4501 D	Tina de neutralización de Acrilonitrilo	Nuevo	Tipo: cárcamo cerrado Material: concreto recubierto Capacidad (m³): 4.5 Dimensiones (m): 1.5 x 1.5 x 2
TZ-4501 E	Tina de neutralización de Clariant y Pajaritos	Nuevo	Tipo: cárcamo cerrado Material: concreto recubierto Capacidad (m³): 45 Dimensiones (m): 5 x 4.5 x 2
TZ-4502 A/B	Cárcamo de neutralización fina	Nuevo	Tipo: cárcamo cerrado Material: concreto recubierto Capacidad (m³): 90 Dimensiones (m): 7.5 x 6 x 2

1.11.2 Tratamiento Secundario

El tratamiento secundario tiene el propósito de remover la materia orgánica soluble e insoluble presente en el agua residual así como efectuar la clarificación del agua mediante la separación por sedimentación de los sólidos presentes que son en su mayoría lodos biológicos producto de la actividad microbiana en el reactor biológico (RB-5501 A/B). Para llevar a cabo el buen funcionamiento de la actividad microbiana dentro de dichos reactores, es necesario garantizar el mezclado y suministro de oxígeno, por otro lado, con la finalidad de mantener una concentración apropiada de microorganismos dentro de los mismos, los lodos sedimentados en los clarificadores son recirculados hacia los reactores biológicos, otra parte es purgada para ser tratada de forma independiente para su disposición final.

Sistema De Nutrientes

Para mantener una adecuada concentración de nutrientes que garantice el buen funcionamiento de los microorganismos en el reactor biológico RB-5501 A/B, se suministrará, si es necesario, nitrógeno y fósforo como nitrato de amonio y fosfato de potasio monobásico. La adición de estos nutrientes se hará en las líneas de llegada de agua residual a cada una de las cámaras que integran el reactor biológico RB-5501 A/B y de forma automática con base en la concentración de demanda bioquímica de oxígeno (DBO), tratando de mantener una relación en peso. Existirán también los disparos para la adición de nutrientes hacia el cárcamo TA-5507/TZ-5506 y se tendrá la flexibilidad de agregar los nutrientes al inicio y de forma superficial a cada una de las cámaras del reactor biológico RB-5501 A/B.

Reactor Biológico RB-5501 A/B

El agua neutralizada y homogenizada, que sale de las fosas de amortiguamiento hidráulico (FAH-4501 A/B), es enviada por medio de bombas al reactor biológico (RB-5501 A/B), donde se llevará a cabo la remoción de materia orgánica. Cada uno de los reactores está constituido por tres cámaras que deberán considerarse como reactores independientes y que en la condición de diseño operarán en paralelo. En cada una de las cámaras, los microorganismos usan los compuestos orgánicos presentes en el agua (los cuales pueden ser medidos como DBO y/o DQO) como fuente de alimento y los convierten en células biológicas denominadas biomasa.

El reactor biológico requiere de aire para lograr mantener el oxígeno disuelto a una concentración tal que se mantenga la actividad microbiana, por lo que se cuenta con suministro de aire por medio de los sopladores BS-5503 A/B/C/D/E/F. En la línea de llegada a cada una de las cámaras del reactor biológico RB-5501 A/B serán agregados los nutrientes necesarios, adicionalmente para mantener una adecuada concentración de microorganismos en los reactores se cuenta con una línea de recirculación que va desde el cárcamo para retorno de lodos TA-5507/TZ-5506 hacia cada una de las cámaras del reactor biológico RB-5501 A/B. Para realizar esta recirculación se cuenta con una bomba la cual es utilizada también para purga de lodos hacia el espesador o centrifugadora de Lodos. Se contará con el cárcamo de lodos biológicos CP-5512 para las purgas del fondo de los reactores, mismas que podrán ser recirculadas por medio de una bomba.

Soplador De Aire A Reactores BS-5503 A/B/C/D/E/F

Para mantener el mezclado y la concentración de oxígeno disuelto requerido, se suministrará aire por medio de los sopladores BS-5503 A/B/C/D/E/F (existentes). La distribución del aire en cada una de las cámaras de reacción será realizada con difusores de tipo tubo de membrana de burbuja fina.

Cárcamo Para Retorno De Lodos TA-5507/TZ-5506

Este cárcamo tiene la función de recibir el lodo sedimentado en el clarificador sedimentador secundario CL-5502 A/B/C. Contará con suministro de aire de planta por medio de difusores y con los disparos de llegada de nutrientes para mantener condiciones favorables a los microorganismos para que puedan ser recirculados. En caso de la presencia de microorganismos filamentosos en el cárcamo TA-5507/TZ-5506, se contará también con una línea que pueda suministrar, en caso de contingencia, solución clorada.

La recirculación de lodos se logra por medio de bombas que succionan del cárcamo para retorno de lodos TA-5507/TZ-5506 y envían a cada una de las cámaras de los reactores biológicos RB-5501 A/B.

Cárcamo De Lodos Biológicos CP-5512

El cárcamo de lodos biológicos CP-5512 podrá recibir la purga de las cámaras de los reactores biológicos RB-5501 A/B y del clarificador sedimentador secundario CL-5502 A/B/C. Por medio

de bombas, se podrá enviar las purgas desde este cárcamo hacia el espesador de lodos ES-5503 A/B o directamente a la centrifugadora de lodos secundarios CEL-5504 A/B, y como recirculación a los reactores biológicos RB-5501 A/B.

Clarificador Sedimentador Secundario CL-5502 A/B/C.

Los clarificadores secundarios CL-5502 A/B/C tienen el objetivo de clarificar el agua proveniente de los reactores biológicos RB-5501 A/B/C mediante la sedimentación de los sólidos suspendidos, los cuales son espesados en el fondo de cada clarificador. La corriente principal de entrada a la etapa de clarificación se divide de forma equitativa en los tres clarificadores, posteriormente el efluente será enviado por gravedad al filtro de discos FD-6501A/B/C/D (donde inicia el tratamiento terciario) junto con el agua que viene por gravedad proveniente del espesador ES-5503 A/B.

Los lodos espesados en el fondo de los clarificadores CL-5502 A/B/C serán enviados por gravedad al cárcamo para retorno de lodos TA-5507/TZ-5506 para que una parte sea recirculada al reactor biológico RB-5501 A/B y otra sea purgada para su tratamiento en el espesador ES-5503 A/B y centrifugadora de lodos secundarios CEL-5504 A/B.

Espesador De Lodos ES-5503 A/B

El flujo de la purga de lodos provenientes del cárcamo para retorno de lodos TA-5507/TZ-5506 será enviado mediante la bomba BA-5509 A/B/C hacia el espesador de lodos ES-5503 A/B, donde se tendrá el objetivo principal de concentrar los lodos incrementando el tiempo de sedimentación con respecto al de los clarificadores. Los lodos espesados serán enviados posteriormente a deshidratación, llevada a cabo en la centrifugadora de lodos secundarios CEL-5504 A/B. Por otra parte el agua clarificada en el espesador de lodos se incorporará a la de salida de los clarificadores CL-5502 A/B/C. Se tendrá la opción de enviar directamente los lodos provenientes del cárcamo de retorno de lodos TA-5507/TZ-5506 a centrifugadora de lodos secundarios CEL-5504A/B, cuando salga de operación el espesador ES-5503 A/B.

Centrifugadora De Lodos Secundarios CEL-5504 A/B

Los lodos provenientes del espesador ES-5503 A/B serán enviados mediante bombas hacia la centrifugadora CEL-5504 A/B, donde se tendrá el objetivo de deshidratar y concentrar los lodos mediante la acción de la fuerza centrífuga. El agua separada será enviada al cárcamo de retorno de lodos TZ-5507/TZ-5506 y los lodos serán enviados a almacén de confinamiento interno mediante el carro para arrastre de lodos biológicos CTL-5503 A/B. La centrifugadora tendrá la flexibilidad de recibir directamente los lodos biológicos del cárcamo TA-5507/TZ-5506 mediante la bomba BA-5509 A/B/C y los provenientes del cárcamo CP-5512.

1.11.2.1 Descripción De Equipos Del Tratamiento Secundario

TAG	NOMBRE	ESTADO	NOTAS TÉCNICAS
BS-5503 A/B/C/D/E/F	Soplador de aire a reactores	Existente	Tipo: centrífugo multietapas Material: acero al carbón Capacidad, entrada (m ³ /d, std): 1'076,112 (total) Presión de descarga (kg/cm ² , man): 0.6 Temperatura, entrada (°C): ambiente Presión, entrada (kg/cm ²): atmosférica Accionador: eléctrico Potencia del accionador (kW / HP): 186.4 / 250

TAG	NOMBRE	ESTADO	NOTAS TÉCNICAS
CL-5502 A/B/C	Clarificador sedimentador secundario	Nuevo	Tipo: Convencional por gravedad de contacto sólido Material: acero sobre base de concreto Capacidad (m ³): 1930 Diámetro (m): 26 Altura (m): 3.6
CP-5512	Cárcamo de lodos biológicos	Nuevo	Tipo: cárcamo abierto Material: concreto recubierto Capacidad (m ³): 350 (total) Dimensiones (m): 10 x 10 x 3.5
CTL-5503 A/B	Carro transportador de lodos biológicos	Nuevo	Tipo: carro con llantas neumática para arrastre Material: SS 316L Capacidad de llenado (m ³): 3.87 Dimensiones (m): 1.54 x 3.09 x 0.77 Índice de carga (kg/llanta): 500
ES-5503 A/B	Espesador de lodos	Nuevo	Tipo: espesador estático circular Material: concreto Capacidad (m ³): 79.4 c/u Diámetro (m): 5.4 Altura (m): 3.5
MZ-5501	Mezclador estático a cámara 1 de RB-5501 A	Nuevo	Tipo: mezclador estático en línea Material: SS 316 Capacidad: Dimensiones: 8"Ø Flg.
RB-5501 A/B	Reactor biológico	Existente	Tipo: Convencional de burbuja fina (membrana) Material: bacín de concreto Capacidad (m ³): 15000 Dimensiones (m): 65 x 65 x 3.5 Incluye 1620 difusores (tubos de membrana) Dimensiones: 3.75 plg Ø x 39 plg longitud Material del difusor: EPDM Caída de presión: 10 a 22.5 plg Hg (inmersión)
TA-5507 / TZ-5506	Cárcamo para retorno de lodos	Nuevo	Tipo: cárcamo abierto Material: concreto recubierto Capacidad (m ³): 350 (total) Dimensiones (m): 10 x 10 x 3.5 Se integrarán al cárcamo 50 difusores (membrana) Dimensión: 3.75 plg Ø x 39 plg longitud Material: EPDM Caída de presión: 10 a 22.5 plg de agua (inmersión).
TZ-5517 A/B/C	Tanque de solución de nitrato de amonio	Sustituir	Tipo: cilíndrico vertical sin tapa Material: PRFV Capacidad (m ³): 4.0 Diámetro (m): 1.6 Altura (m): 2.0 Presión (kg/cm ² , man): atmosférico Temperatura (°C): ambiental
TZ-5518 A/B/C	Tanque de solución de fosfato monobásico	Sustituir	Tipo: cilíndrico vertical sin tapa Material: PRFV Capacidad (m ³): 4.0 Diámetro (m): 1.6 Altura (m): 2.0 Presión (kg/cm ² , man): atmosférico Temperatura (°C): ambiental

1.11.3 Tratamiento Terciario

La descripción de proceso tiene el propósito de mostrar la secuencia de tratamiento de agua residual en el tratamiento terciario para obtener la calidad de agua tratada especificada para el efluente de la PTAR del C.P. Morelos. Las corrientes a tratar en el proceso terciario, provienen del tratamiento secundario, específicamente del sistema de clarificación.

Filtro De Discos FD-6501 A/B/C

El agua proveniente del tratamiento secundario se enviará por gravedad al filtro de discos FD-6501 A/B/C, en el cual se retendrán la mayor parte de los sólidos suspendidos con la finalidad de dar protección a las siguientes unidades de filtración. El filtro de discos se basa en el principio de una malla filtrante, la cual se encuentra en módulos rotatorios, instalados en paralelo que están sumergidos parcialmente en el agua. El flujo filtrado es enviado al cárcamo TC-6508 para posteriormente enviarlo al sistema UF-6509 A/B/C/D con la presión de ingreso requerida a dicho sistema. El agua de rechazo se enviará al cárcamo TA-5507/TZ-5506, correspondiente al tratamiento secundario.

Cárcamo De Transferencia De Agua Clarificada TC-6508

El agua proveniente del filtro de discos FD-6501 A/B/C se enviará por gravedad al cárcamo de transferencia de agua clarificada TC-6508 donde, mediante la bomba BA-6517 A/B/C será enviada al sistema de Ultrafiltración con la presión requerida. El cárcamo tendrá tapa y el efluente podrá también ser enviado hacia la red contra incendió.

Sistema de Ultrafiltración UF-6509 A/B/C/D

El efluente proveniente del cárcamo TC-6508 será enviado por medio de la bomba BA-6517 A/B/C al sistema de Ultrafiltración UF-6509 A/B/C/D, donde se removerá materia orgánica residual, mediante el uso de membranas de filtración con un diámetro de poro específico. El sistema UF-6509 A/B/C/D mantendrá un ciclo de operación de dos pasos; el primero con el agua ultrafiltrada que irá en línea como producto al tanque de transferencia de agua ultrafiltrada a nanofiltración TV-6510 y un segundo paso para lavado mecánico y/o químico de las membranas (pero ambos trenes en paralelo) donde esta agua de rechazo que fue utilizada como agua de lavado se enviará al tanque de transferencia de agua de rechazo de ultrafiltración y nanofiltración TV-6560, el agua utilizada para esta operación será tomada del tanque TV-6510 por medio de la bomba BA-6521 A/B.

Tanque De Transferencia De Agua De UF a NF TV-6510

Este tanque tendrá la función de almacenar el agua proveniente del sistema de Ultrafiltración UF-6509 A/B/C/D y de este se enviará por medio de la bomba BA-6518 A/B/C al sistema de nanofiltración con la presión requerida, este sistema de bombeo cuenta con la flexibilidad de poder enviar agua al sistema de agua de enfriamiento. Otra línea a la salida del tanque será utilizada para enviar agua ultrafiltrada, mediante bombas de recirculación, para lavado de membranas en el sistema de Ultrafiltración.

Sistema de Nanofiltración NF-6510 A/B/C/D

El efluente proveniente del tanque TV-6510 será enviado por medio de la bomba BA-6518 A/B/C al sistema de Nanofiltración NF-6510 A/B/C/D, donde se removerá principalmente materia orgánica soluble, así como iones metálicos multivalentes, mediante el uso de membranas de filtración con un diámetro de poro específico. El efluente nanofiltrado será enviado al tanque TV-6506 para su posterior envío al tanque de mezcla y cloración TV-6570 por medio de bombas. De esta corriente será tomado un disparo de agua para su mezclado con cloro para usos diversos.

El rechazo del sistema de Nanofiltración será dividido en dos corrientes, una de ellas será enviada al tanque TV-6560 para su posterior recirculación a las fosas de amortiguamiento hidráulico FAH-4501 A/B y la otra a drenaje pluvial. No será recirculado el total del rechazo del

sistema NF-6510 A/B/C/D con la finalidad de no acumular sales en los reactores biológicos RB-5501 A/B o en las membranas de ultrafiltración y nanofiltración.

Tanque De Transferencia De Agua De Rechazo De UF Y NF TV-6560

El rechazo proveniente del sistema UF-6509 A/B/C/D y una parte del NF-6510 A/B/C/D llegará al tanque de transferencia de agua de rechazo TV-6560. El agua almacenada en el tanque de transferencia TV-6560 será enviada posteriormente, por medio de bombas, hacia las fosas de amortiguamiento hidráulico FAH-4501 A/B.

Tanque De Mezcla Y Cloración De Agua De NF TV-6570.

El tanque recibirá el agua nanofiltrada del sistema NF-6510 A/B/C/D y en él se llevará a cabo la cloración del agua con un tiempo de contacto y residencia de aproximadamente 10 min. El agua almacenada en el tanque podrá ser descargada, por medio de una bomba, al cuerpo receptor y se tendrá la flexibilidad para poder ser reutilizado en el C.P. Morelos.

Sistema de Cloración SCL-6501

El sistema de cloración constará de 2 cilindros de gas cloro cuya capacidad será de 908 kg. El gas cloro es mezclado con un disparo de agua proveniente del agua nanofiltrada mediante un eyector para su posterior dosificación en el tanque de mezcla y cloración TV-6570 y se tendrá la flexibilidad de contar con disparos hacia el cárcamo TA-5507/TZ-5506 para eliminación de microorganismos filamentosos y antes de descargar al cuerpo receptor para cumplir con los requerimientos específicos de descarga.

1.11.3.1 Descripción De Equipos Del Tratamiento Terciario

TAG	NOMBRE	ESTADO	NOTAS TÉCNICAS
TC-6508	Cárcamo de transferencia de agua clarificada	Nuevo	Tipo: cárcamo cerrado Material: concreto recubierto Capacidad (m ³): 350 Dimensiones (m): 10 x 14 x 2.5
TV-6510	Tanque de transferencia de agua de UF a NF	Nuevo	Tipo: recipiente vertical de fondo plano y techo cónico Material: acero al carbón Capacidad (m ³): 687 Diámetro (m): 9.0 Altura (m): 10.8 Presión (kg/cm ² , man): atmosférico Temperatura (°C): 37.0
TV-6560	Tanque de transferencia de agua de rechazo de UF y NF	Nuevo	Tipo: recipiente vertical de fondo plano y techo cónico Material: acero al carbón recubierto Capacidad (m ³): 86 Diámetro (m): 4.5 Altura (m): 5.4 Presión (kg/cm ² , man): atmosférico Temperatura (°C): 35
TV-6570	Tanque de mezcla y cloración de agua de NF	Nuevo	Tipo: recipiente vertical de fondo plano y techo cónico Material: acero al carbón Capacidad (m ³): 115 Diámetro (m): 4.5 Altura (m): 7.2 Presión (kg/cm ² , man): atmosférica Temperatura (°C): 37.0

1.12 Resultados

La instalación de un sistema de tratamiento primario, con una etapa de remoción de grasas y aceites libres con la tecnología de un separador de aceites de placas corrugadas (CPI), seguida de una etapa de remoción de grasas y aceites emulsionadas con un separador de grasas y aceites por gas inducido (IGF), resulta en implementar un proceso moderno con equipos compactos respecto a los actuales, que permitirán obtener una mejor eliminación de grasas y aceites en el tratamiento primario. Adicionalmente, al tratarse de equipos cerrados se disminuirá significativamente la emisión de compuestos orgánicos volátiles (COV's) al ambiente, el cual es actualmente un problema importante en la PTAR del Complejo. Las diversas rehabilitaciones y modificaciones en el sistema de tratamiento secundario, permitirán eficientar y optimizar la operación del sistema, asegurando la obtención de un efluente de buena calidad hasta niveles acorde al tratamiento biológico de lodos activados con que se cuenta.

Después de haber analizado las tecnologías y el proceso que se pretende usar en el proyecto "Desarrollo de la Ingeniería Básica para la Optimización de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del Complejo Petroquímico Morelos", tienen un gran impacto a nivel monetario; Ya que el costo que presenta el proyecto es de \$62 662 101 (USD) (Ver tabla 1. Costos de proyecto original) cuyo presupuesto es muy elevado para la modernización de la planta de tratamiento de efluentes. Para el inversionista (PEMEX) aprobar un costo monetario como este, no es conveniente. Porque es una modernización y no una nueva planta. Con la finalidad de que sea aprobado el proyecto se han analizado los costos de inversión y con ello proponer un nuevo presupuesto para su aceptación hacia una ingeniería de detalle y de construcción. Cabe mencionar que adecuando el sistema de procesos al nuevo presupuestó se podrán cumplir la normatividad asignada por la Comisión Nacional del Agua para la Declaratoria de Restauración de la Cuenca Baja del Río Coatzacoalcos.

Teniendo un nuevo costo nuevo de inversión de \$33 991 433 (USD) (Ver tabla 2. Análisis de De Costos De Proyecto Original) y con las características del proceso a emplear en la planta de tratamiento de efluentes, el proyecto fue aprobado para la una ingeniería de detalle y de construcción.

1.13 Tabla 1. Costo Del Proyecto Original

El proyecto se dividirá en tres áreas típicas	El área de proceso se dividirá den tres secciones:	El Tratamiento se dividirá en las siguientes áreas de proceso	Costo (USD)	Costo del Tratamiento		
				Importe (USD)	% Total	Importancia: RO= Riesgo Operativo, IS= Imagen Salud, N=Normativo, P=Proyecto , OPT=Optimización
Proceso	Tratamiento Primario	Recepción General de Efluentes	\$1,147,521	\$19,188,017	31	P
		Eliminación de COVs	\$647,623			IS
		Separación de Grasas y Aceites	\$11,630,254			IS-OPT
		Ajustes de pH y Neutralización Inicial	\$2,836,686			RO
		Neutralización Final e Igualación	\$546,924			RO
		Almacenamiento de Contingencia	\$1,885,149			RO
		Almacenamiento de Grasas y Aceites	\$74,854			IS-OPT
		Tratamiento de Lodos Primario.	\$419,006			N
	Tratamiento Secundario	Sistema de Reacción Biológica	\$2,626,298	\$4,523,896	7	RO-OPT-N
		Transferencia y Espesamiento de Lodos	\$762,806			RO-OPT-N
		Sistema de Clarificación	\$409,979			RO-OPT-N
		Tratamiento de Lodos Secundario	\$713,887			RO-OPT-N
		Suministro de Aire para Tratamientos	\$10,926			RO
	Tratamiento Terciario	Filtración de Agua Clarificada	\$2,525,741	\$21,035,211	34	OPT
		Filtración Avanzada	\$17,423,247			OPT
Tanques de Transferencia de Filtración		\$974,703	OPT			
Cloración		\$111,520	RO			
Servicios Auxiliares	El área de Servicios Auxiliares	Aire	\$718,527	\$2,209,810	4	P
		Agua	\$281,029			P
		Vapor	\$40,482			P
		Químicos	\$731,768			P
		Residuos	\$438,004			P-N
Sistema de Tubería del Proceso	Tuberías del Proceso	\$6,055,702	\$6,055,702	10	P	
Infraestructura Auxiliar	Infraestructura Auxiliar	Sistemas Contra Incendio	\$698,114	\$9,649,465	15	N
		Preparación de Sitio	\$759,847			P
		Estructuras Y Soportes	\$444,527			P
		Edificios de Proceso	\$3,714,977			N
		Edificio nuevo para CCM Y CCD	\$4,032,000			N
Total Del Presupuesto sin IVA			\$62,662,101	62,662,101.00	100	

1.14 Tabla 2. Análisis De Costos De Proyecto Original (Propuesta Aprobada por el Complejo Petroquímico Morelos)

El proyecto se dividirá en tres áreas típicas	El área de proceso se dividirá den tres secciones:	El Tratamiento se dividirá en las siguientes áreas de proceso	Costo (USD)	Costo del Tratamiento		
				Importe (USD)	% Total	Importancia: RO= Riesgo Operativo, IS= Imagen Salud, N=Normativo, P=Proyecto , OPT=Optimización
Proceso	Tratamiento Primario	Recepción General de Efluentes	\$1,147,521	\$19,188,017	56	P
		Eliminación de COVs	\$647,623			IS
		Separación de Grasas y Aceites	\$11,630,254			IS-OPT
		Ajustes de pH y Neutralización Inicial	\$2,836,686			RO
		Neutralización Final e Igualación	\$546,924			RO
		Almacenamiento de Contingencia	\$1,885,149			RO
		Almacenamiento de Grasas y Aceites	\$74,854			IS-OPT
		Tratamiento de Lodos Primario.	\$419,006			N
	Tratamiento Secundario	Sistema de Reacción Biológica	\$2,626,298	\$4,523,896	13	RO-OPT-N
		Transferencia y Espesamiento de Lodos	\$762,806			RO-OPT-N
		Sistema de Clarificación	\$409,979			RO-OPT-N
		Tratamiento de Lodos Secundario	\$713,887			RO-OPT-N
		Suministro de Aire para Tratamientos	\$10,926			RO
	Tratamiento Terciario	Filtración de Agua Clarificada	\$0	\$111,520	0.33	OPT
Filtración Avanzada		\$0	OPT			
Tanques de Transferencia de Filtración		\$0	OPT			
Cloración		\$111,520	RO			
Servicios Auxiliares	El área de Servicios Auxiliares	Aire	\$718,527	\$2,209,810	7	P
		Agua	\$281,029			P
		Vapor	\$40,482			P
		Químicos	\$731,768			P
		Residuos	\$438,004			P-N
Sistema de Tubería del Proceso	Tuberías del Proceso	\$6,055,702	\$6,055,702	18	P	
Infraestructura Auxiliar	Infraestructura Auxiliar	Sistemas Contra Incendio	\$698,114	\$1,902,488	6	N
		Preparación de Sitio	\$759,847			P
		Estructuras Y Soportes	\$444,527			P
		Edificios de Proceso	\$0			N
		Edificio nuevo para CCM Y CCD	\$0			N
Total Del Presupuesto sin IVA			\$33,991,433	33,991,433	100	

1.15 Conclusión

Es de vital importancia atender la Declaratoria de Restauración de la Cuenca Baja del Río Coatzacoalcos, y para ello se tiene que tomar consideraciones de cambio en el proceso y control de la planta de tratamiento de aguas residuales ya que en las condiciones actuales habría dificultades para poder cumplir con la normatividad. Para ello se concluyo en sofisticar el proceso empleando lo siguiente:

En el tratamiento primario se eliminaran grasas y aceite. Para la corriente al tratamiento secundario no debe de llevar más de 25 mgr/lit de grasas y aceites con la ayuda de equipos como: separador de grasas y aceites de placas corrugadas (CPI) y separador de grasas y aceites por gas inducido (IGF). Al igual que la eliminación de los compuestos orgánicos volátiles (COV's) de la corriente de agua de apagado de la planta de etileno se podrá realizar con Equipos tapas herméticas como separador de barras, desarenador, cárcamo de neutralización de drenaje aceitoso. Y se Ajustara entre 6 y 8 el pH de todas las corrientes. Para que en la corriente del tratamiento secundario llegue a tener 7 de pH.

En el tratamiento secundario se reducirá la demanda bioquímica de oxígeno significativamente eliminando un 90% de la DQO de salida ya que la corriente al tratamiento terciario no debe de llevar más de 50 mgr/lit.

La Instalación de sistema de neutralización a cada una de las corrientes químicas de llegada para no afectar las variables de control de proceso así como la neutralización fina de todas las corrientes mezcladas

Se eliminara el 95 % de solido suspendido provenientes del tratamiento primario así como los formados por la biorreacción para no afectar el tratamiento terciario este no debe de contar con más de 25 mgr/lit.

En el tratamiento terciario se separa el 97% de la DBO₅ residual, y la retorna al tratamiento primario para su reproceso.

El control los principales parámetros principales como flujo, pH, grasas y aceites DQO, DBO, presión, temperatura mediante un Sistema de Control Distribuido (SCD), dentro de un cuarto de control nuevo, así como un sistema de protección de Gas y Fuego.

1.16 Bibliografía.

Ramalho, R.S. Tratamiento De Aguas Residuales. Ed. Revertè Barcelona. 1991. pp 697

Cideteq. UNAM. Libreo de Proyecto Desarrollo de la Ingeniería Básica para la Optimización de la Planta de Tratamiento de Agua Residuales del Complejo Petroquímico Morelos. 2011. Coatzacoalcos, Veracruz

Espinoza Osorio C. Manual de Capacitación Tecnológico. Ed. Complejo Petroquímico Morelos Junio 2010. pp. 116

De Turrís, Antonio; Yabroudi, Suher C.; Valbuena, Brenyith; Gutiérrez, Charles; Cárdenas, Carmen; Herrera, Lenin; Rojas, Carlos. "Tratamiento de aguas de producción por flotación con aire disuelto". INTERCIENCIA, (Caracas, Venezuela). Marzo 2011. Vol. 36, núm. 3, pp. 211-218

J. E. Forero, J. Díaz Y V. R. Blandón. "Diseño De Un Nuevo Sistema De Flotación Para Tratamiento De Aguas Industriales" Ecopetrol - Instituto Colombiano del Petróleo, (Santander, Colombia). Dic. 1999. Vol. 1 Núm. 5. Pag 67-75 E-mail: jdiaz1@ecopetrol.com.co
jforero@ecopetrol.com.co

Cerón García J.C. Moreno López María José., Olías Álvarez Manuel., "Contaminación Y Tratamiento De Aguas" Máster Universitario De Ingeniería Ambiental. Universidad De Huelva 2005 Segunda Edición Módulo III

<http://acs-medioambiente.com/separadoresaceites.html>

1.17 Anexo


PARAMETROS	 CONAGUA Comisión Nacional del Agua		
	DECLARATORIA DE CLASIFICACIÓN DE LA CUENCA BAJA DEL RÍO COATZACOALCOS : PLAZO AÑO 2015	CUMPLIMIENTO (1 de Diciembre de 2013)	CUMPLIMIENTO (1 de Diciembre 2018)
	Especificación (mg/L)	LAGUNA PAJARITOS	LAGUNA PAJARITOS
Grasas y Aceites	10	10	10
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	55	55	55
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	6	75	75
Nitrógeno Total	15	15	15
Fósforo Total	1.0	5	5
Arsénico	0.05	0.1	0.1
Cadmio	0.004	0.1	0.1
Cianuros	0.02	1	1
Cobre	0.2	2.5	2.5
Cromo	0.05	0.5	0.5
Mercurio	0.0005	0.005	0.005
Níquel	0.1	2	0.05
Plomo	0.03	0.2	0.2
Zinc	0.02	2.4	1.2
Sustancias Activas al Azul de Metileno (saam)	0.1	10	7.0
Sulfatos	500	500	500
Nitrógeno Amoniacal	0.5	8	5
Fierro	0.3	5	5
Tolueno	0.2000	4	4
Etilbenceno	0.1000	2	2
Hidrocarburos policíclicos aromáticos (HPA)	0.0001	0.002	0.002
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	99.2	154	100
Color (Pt-Co)	<100	<100	<15
Fenoles	0.1	0.3	0.3
Benceno	0.0100	2	2
Xilenos	0.500	5	5
Bifenilos Policlorados (PCB)	0.0005	0.0100	0.0100
Temperatura °C	35	40	35
Materia flotante	Ausente	Ausente	Ausente
Sólidos sedimentables (ml/l)	1	1	1
pH (unidades pH)	6.5 – 8.5	6.5 – 8.5	6.5 – 8.5
Coliformes fecales (NMP/100 ml)	200	1	200
Huevos de helmintos (huevos/l)	-	-	-
Toxicidad (Unidad de toxicidad)	1	<3	<1

Diagrama De Proceso De La Planta Tratamiento De Efluentes

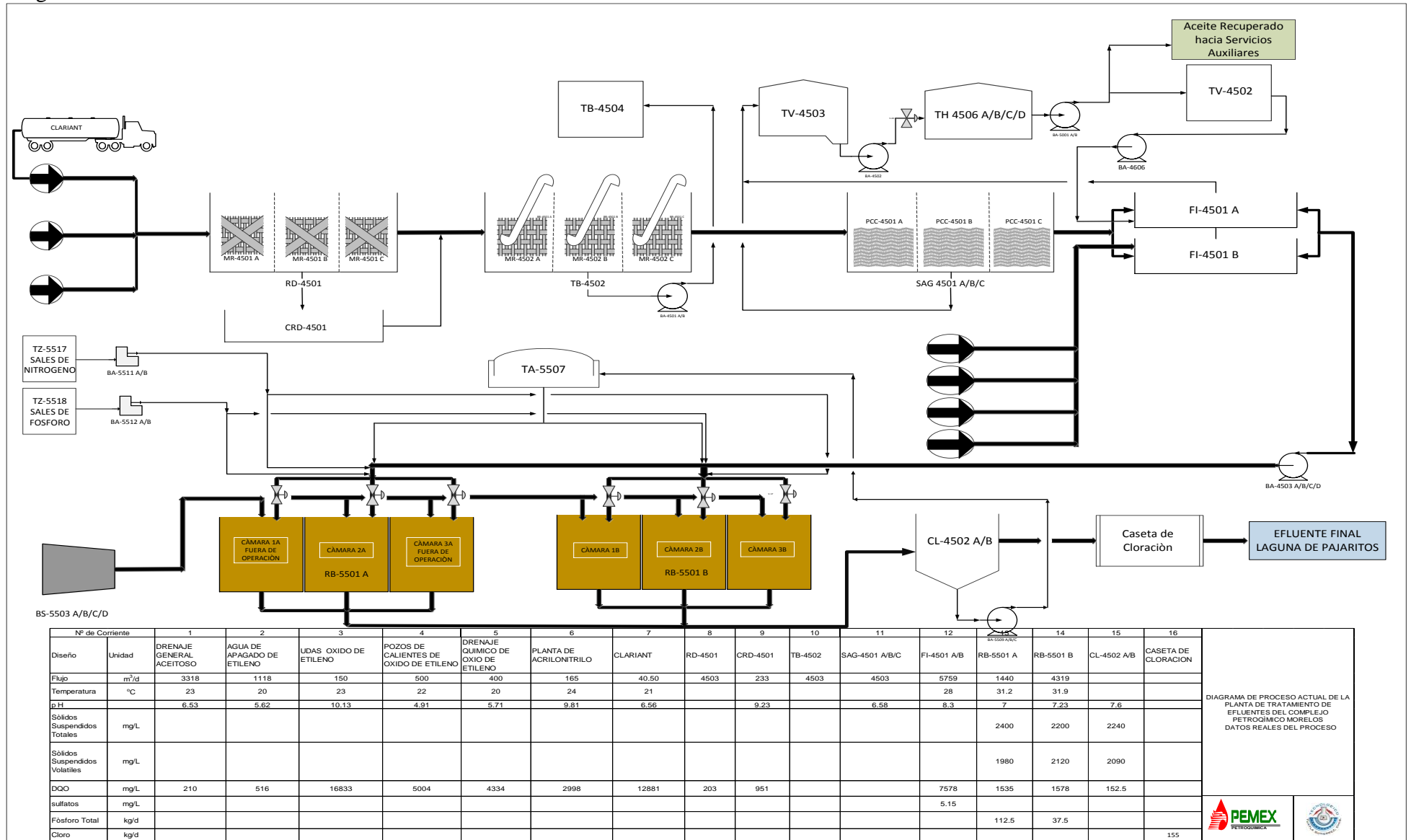
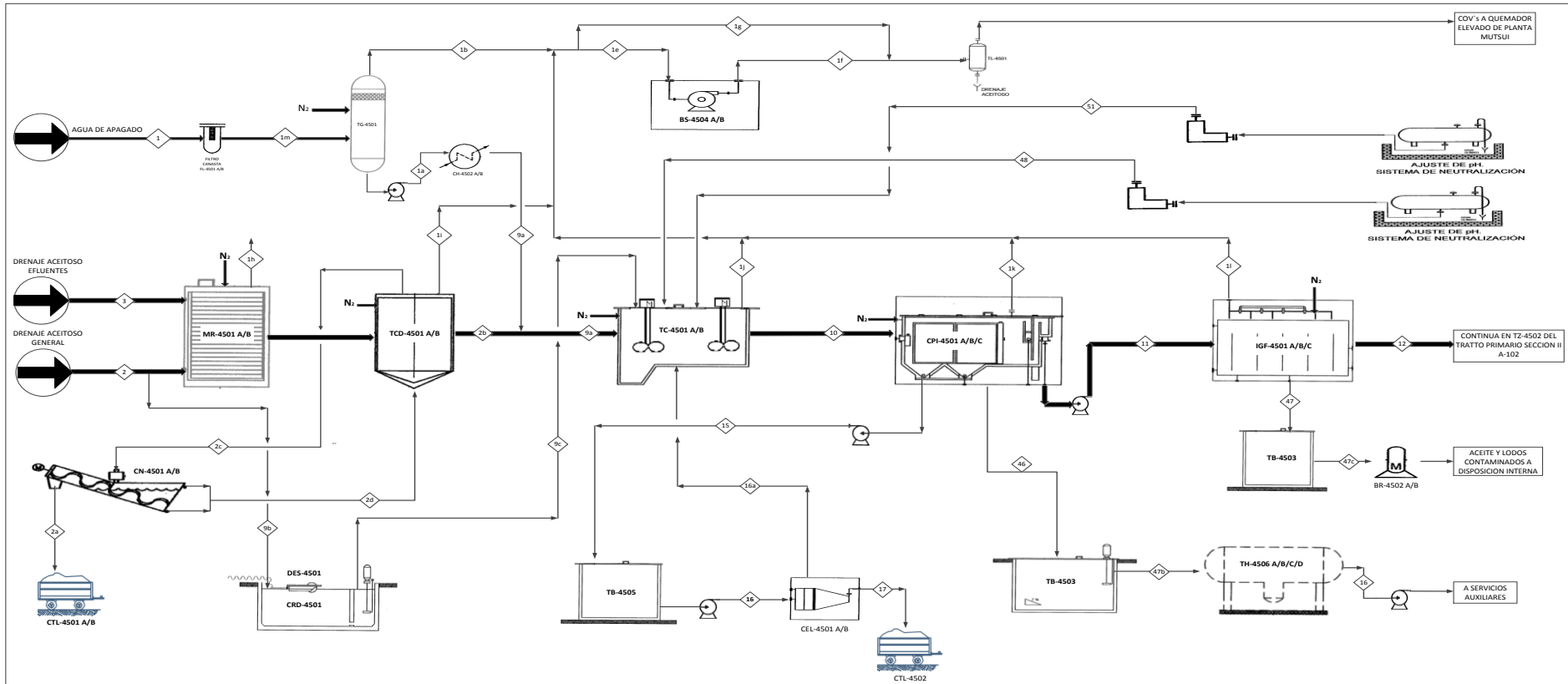


Diagrama De Proceso Del Tratamiento Primario Sección I



Nº de Corriente	1	1a	1b	1c	1f	1g	1h	1i	1j	1k	1l	2	2a	2b	2c	3	9	9a	9b	9c	10	11	12	15	16	16a	17	46	47	47b	47c	47d	48	51		
Disaño	Agua de apagado	Agua de apagado	Corriente de facho con COV's	COV's a flotador	COV's a desfogar	COV's a desfogar a MR-4501 AB	COV's de TCD-4501 AB	COV's de TC-4501 AB	COV's de CPI-4501 AB	COV's de IGF-4501 AB	COV's de TB-4503	Drenaje aceitoso general	Arenas de almacen de confinamiento interno	Agua de desarenador CN-4501 AB	Agua del CN 4501 AB al TCD-4501 AB	Drenaje aceitoso ahuecos	Agua de apagado	Entrada a clarificador a CRD-4501	Agua por bombas a a CRD-4501	Agua bombeada a TC-4501	Entrada a CP's	Salida CP's	Salida IGF's	Lodos acidos de CP's a TB-4505	Lodos primarios a centrifuga	Agua a centrifuga	Lodos a almacen de confinamiento interno	Grasas y aceites de CP's	Grasas y aceites de IGF's	Grasas y aceites de TB-4506	Lodos a almacen de confinamiento interno	Acido recuperado en TC-4501 AB	Acido para neutralizar en TC-4501 AB	Sosa para neutralizar en TC-4501 AB		
Rujo	2817	2817										5625	0.4	5625	1.17	0.72	2	2817	8,442	8,442	4221	8450	8434	8433.5	10	10	8.81						1653	0.10	10.99	
Rujo másico			95	607	607	607	92	55	18	13	334																									
Rujo Volumetrico			47	255	157	248	38.1	22.5	8	6	121																									
Temperatura	82	82	82	39.2	102	40	38.6	38.6	38.6	38.6	45																									
Presión	7.033	3.033	1.03	0.92	1.81	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03		1.033	1.033	1.033	1.033																				
pH	6	6																																		
Conductividad electrica																																				
Sólidos Suspendedos Totales													121	20000	107	76800	13889																			
Sólidos Suspendedos Volátiles																																				
Grasas y Aceites			76	69																																
DDO	417	417																																		
DCO	250	250																																		
Nitrogeno Total																																				
Nitrogeno Amiacal																																				
Carbono Total	0.05	0.05																																		

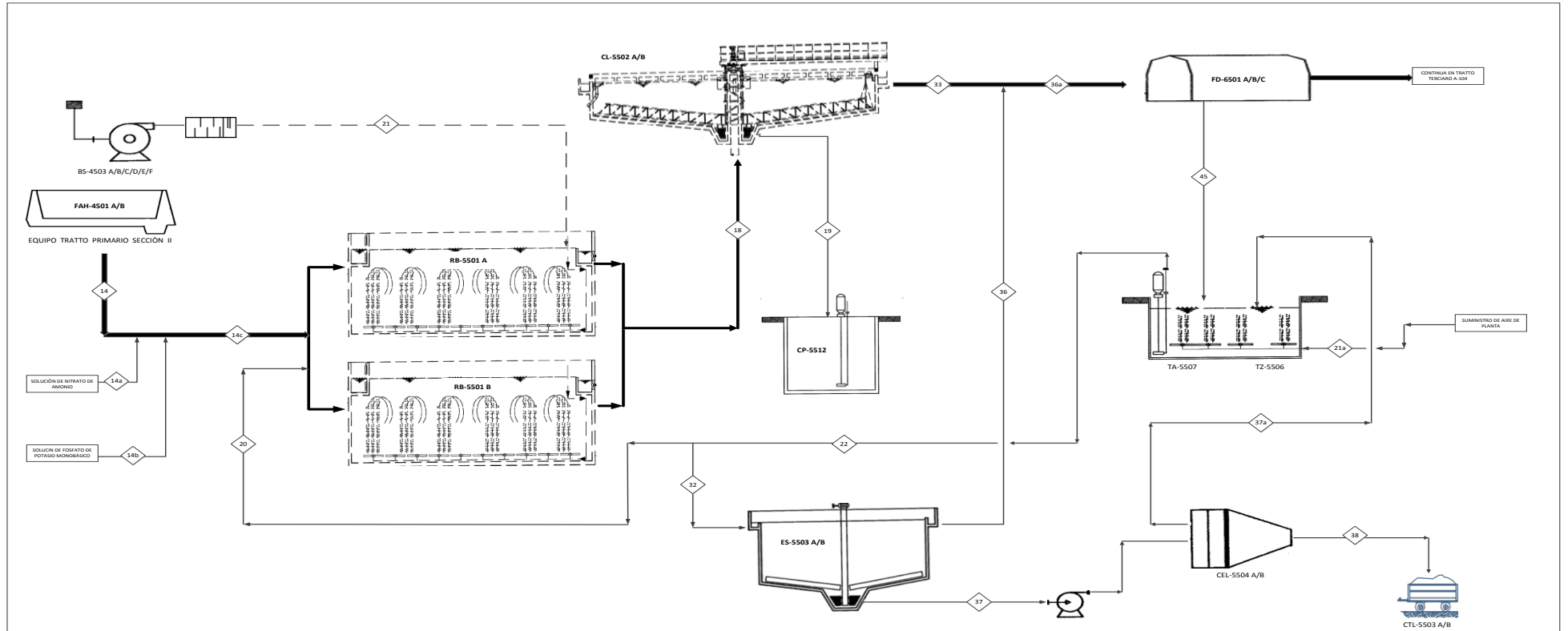
DESARROLLO DE LA INGENIERÍA BÁSICA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL COMPLEJO PETROQUÍMICO MORELOS DE PEMEX PETROQUÍMICA

TRATAMIENTO PRIMARIO SECCIÓN I



A-101

Diagrama De Proceso Del Tratamiento Secundario



Nº de Corriente	14	14a	14b	14c	1A	2A	3A	1B	2B	2B	1B	19	20	21	21a	22	32	33	36	36a	37	37a	38	45	
Flujo	18480	12	6	18478	3079.7	3079.7	3079.7	3079.7	3079.7	3079.7	28391	9696	9912	900000	4320	10166	10166	18695	154	18649	100	93.4	6.6	377	
Temperatura	37	36.6	36.6	37	37	37	37	37	37	37	36	37	37	36	36.6	37	37	37	37	37	37	37	37	36	
Peso	2.55	1.033	1.033	1.033	1.033	1.033	1.033	1.033	1.033	1.033	1.33	1.53	1.53	1.53	1.53	2.53	1.38	1.033	1.033	1.033	3	2	1.033	1.03	
pH	7			7	7	7	7	7	7	7	7							7	7	7	7	7		7	
Conductividad eléctrica	mS/cm																								
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	53		53	53	53	53	53	53	53	2414	7023	6757			6757	6757	24	35	24	17118	854	247987	990	
Sólidos Suspendidos Volátiles	mg/L	23		23	23	23	23	23	23	23	1875	5454	5247			5247	5247	19	27	19	13290	663	192560	769	
Grasas y Aceites	mg/L	6		6	6	6	6	6	6	6	1							0.5		0.5					
DSO	mg/L	972		971	971	971	971	971	971	971	5636	16372	15763			15753	15753	68	84	68	39888	2001	577678	2318	
CBO	mg/L	582		582	582	582	582	582	582	582	2699	7835	7539			7539	7539	35	47	35	19088	959	276550	1111	
Nitrogeno Total	mg/L	4	40000	30	30	30	30	30	30	30	383	1113	1071			1071	1071	5	7	5	2711	136	39254	158	
Nitrogeno Amónico	mg/L	2	26008	19	19	19	19	19	19	19	0.04	0.05	0.04			0.04	0.04	0	0	0.04	0.04	0.05	0.04	0.10	
Fósforo Total	mg/L	0.024		18000	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	0	0	0			0.04	0.04	0	0	0.04	0.04	0	0	0.024	
Cloruro Total		0.024		0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	
Clorometano		3.30		3.30	3.30	3.30	3.30	3.30	3.30	3.30	0.22	0.22	3.30			3.30	3.30	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.024	

DESARROLLO DE LA INGENIERÍA BÁSICA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL COMPLEJO PETROQUÍMICO MORELOS DE PEMEX PETROQUÍMICA

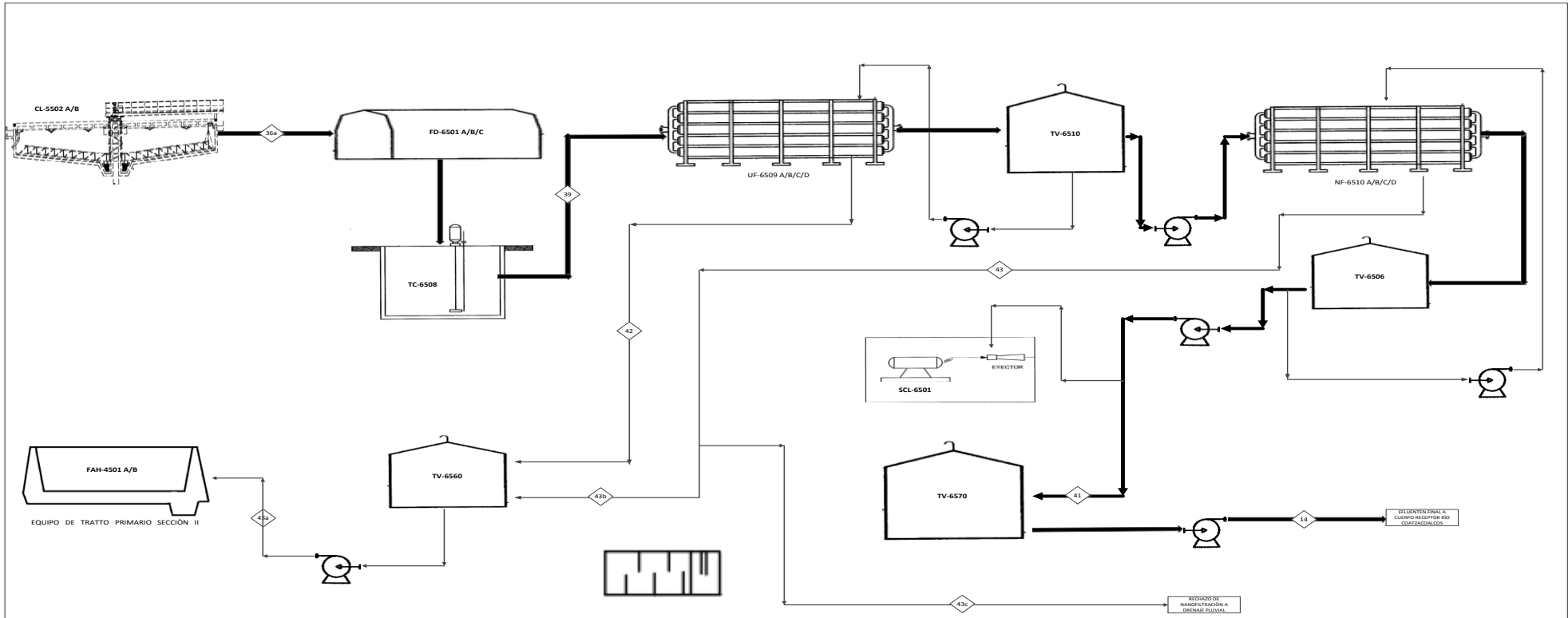
TRATAMIENTO SECUNDARIO

PEMEX PETROQUÍMICA

INSTITUTO FEDERAL DE DEFENSA Y PROTECCIÓN CIVIL

A-103

Diagrama De Proceso Del Tratamiento Terciario



Nº de Corriente		36a	39	40	41	42	43	43a	43b	43c	44
Diseño	Unidad	Entrada a filtro de discos	Entrada a ultrafiltración	Entrada a nanofiltración	Salida de nanofiltración	Rechazo de ultrafiltración	Rechazo de Nanofiltración	Rechazo de Ultra y Nanofiltración	Rechazo de Nanofiltración a recirculación	Rechazo de Nanofiltración en purgado	Efluente de agua tratada de la PTAR
Flujo	m ³ /d	18649	18472	16625	14131	1847	2494	3094	1247	1247	14131
Temperatura	°C	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
Presión	Kg/cm ² a	1.033	8.033	11.18	2.23	1.63	1.63	2.53	1.63	1.63	13.03
p.H		7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Conductividad eléctrica	mS/cm										
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	24	5	0	0	47	0	28	0	0	0
Sólidos Suspendidos Volátiles	mg/L	19	4	0	0	36	0	22	0	0	0
Grasas y Aceites	mg/L	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DOC	mg/L	68	23	11.9	2.4	118	66	97	66	66	2.4
QBO	mg/L	35	13	7.8	0.8	56	48	54	48	48	0.8
Nitrogeno Total	mg/L	5	2	1	0.5	8	3.8	6.3	3.8	3.8	0.5
Nitrogeno Amnical	mg/L	0.04	0.04	0.04	0.02	0.04	0.14	0.08	0.14	0.14	0.02
Fósforo Total	mg/L	0	0.10	0.10	0.01	0.15	0.58	0.32	0.58	0.58	0.01
Cianuro Total		0.024	0.024	0.024	0.021	0.024	0.045	0.033	0.045	0.045	0.02
Dicloroetano		0.22	0.22	0.21	0.18	0.32	0.39	0.39	0.39	0.39	0.18

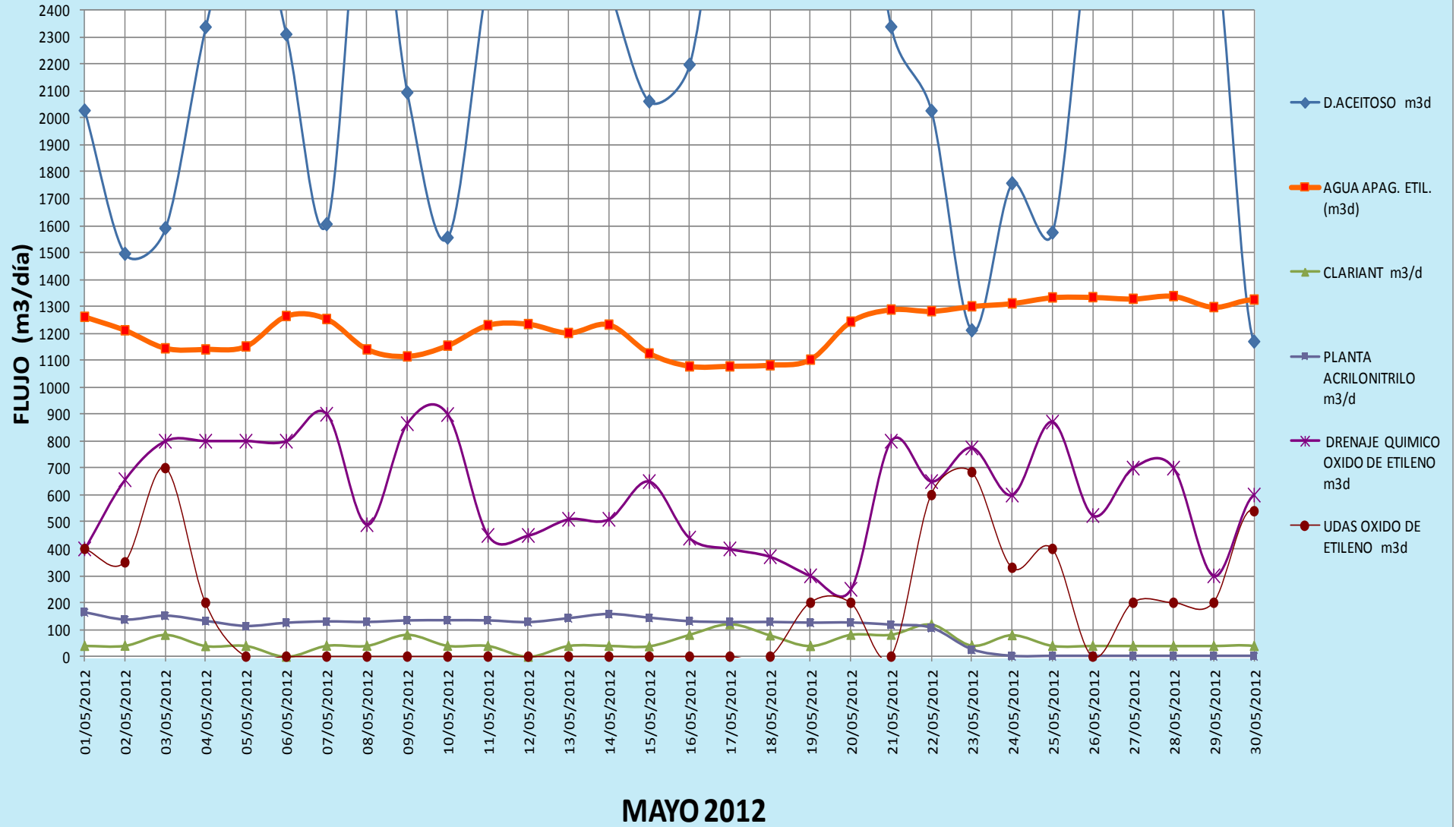
DESARROLLO DE LA INGENIERÍA BÁSICA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL COMPLEJO PETROQUÍMICO MORELOS DE PEMEX

TRATAMIENTO TERCIARIO

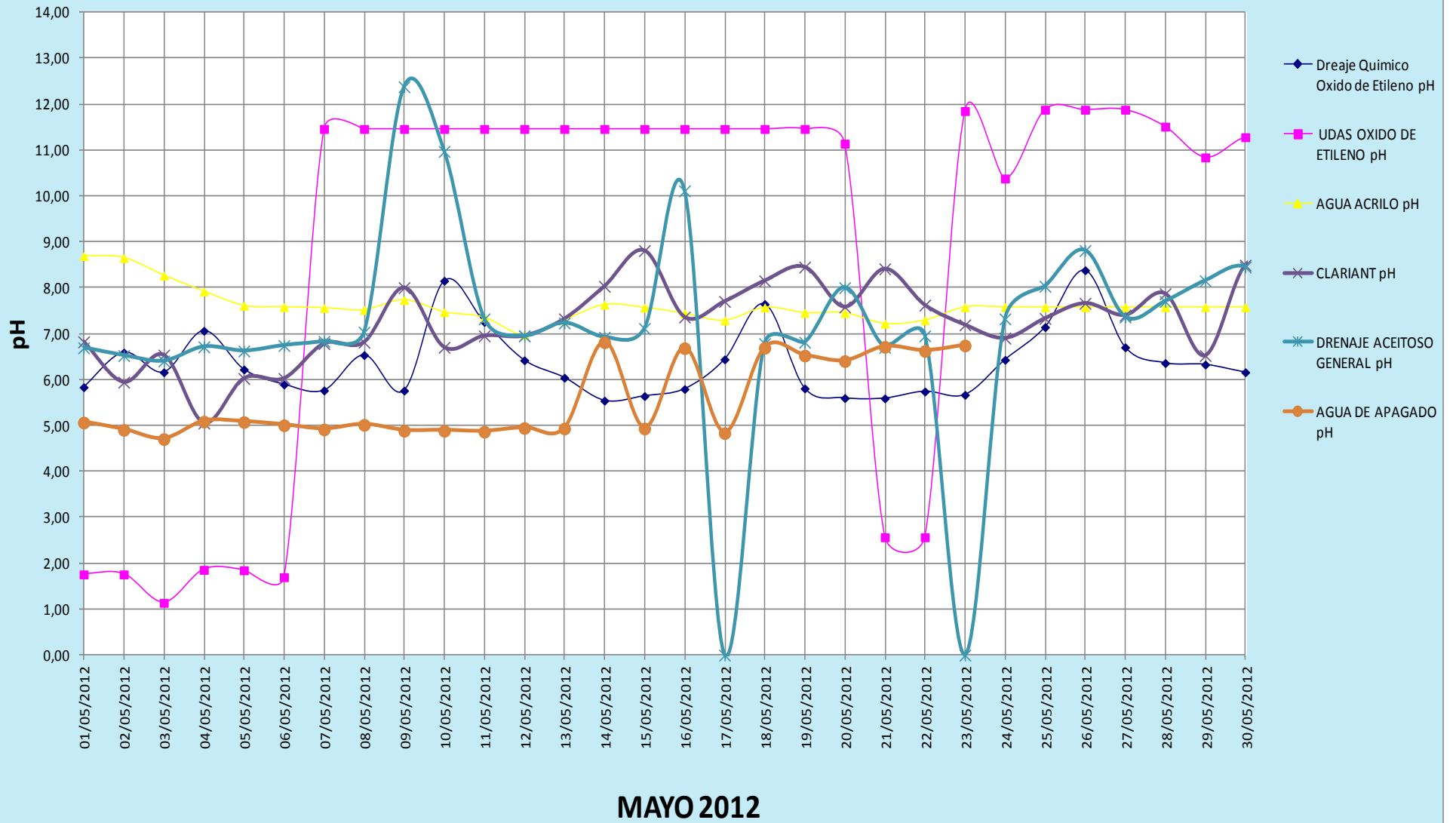


A-104

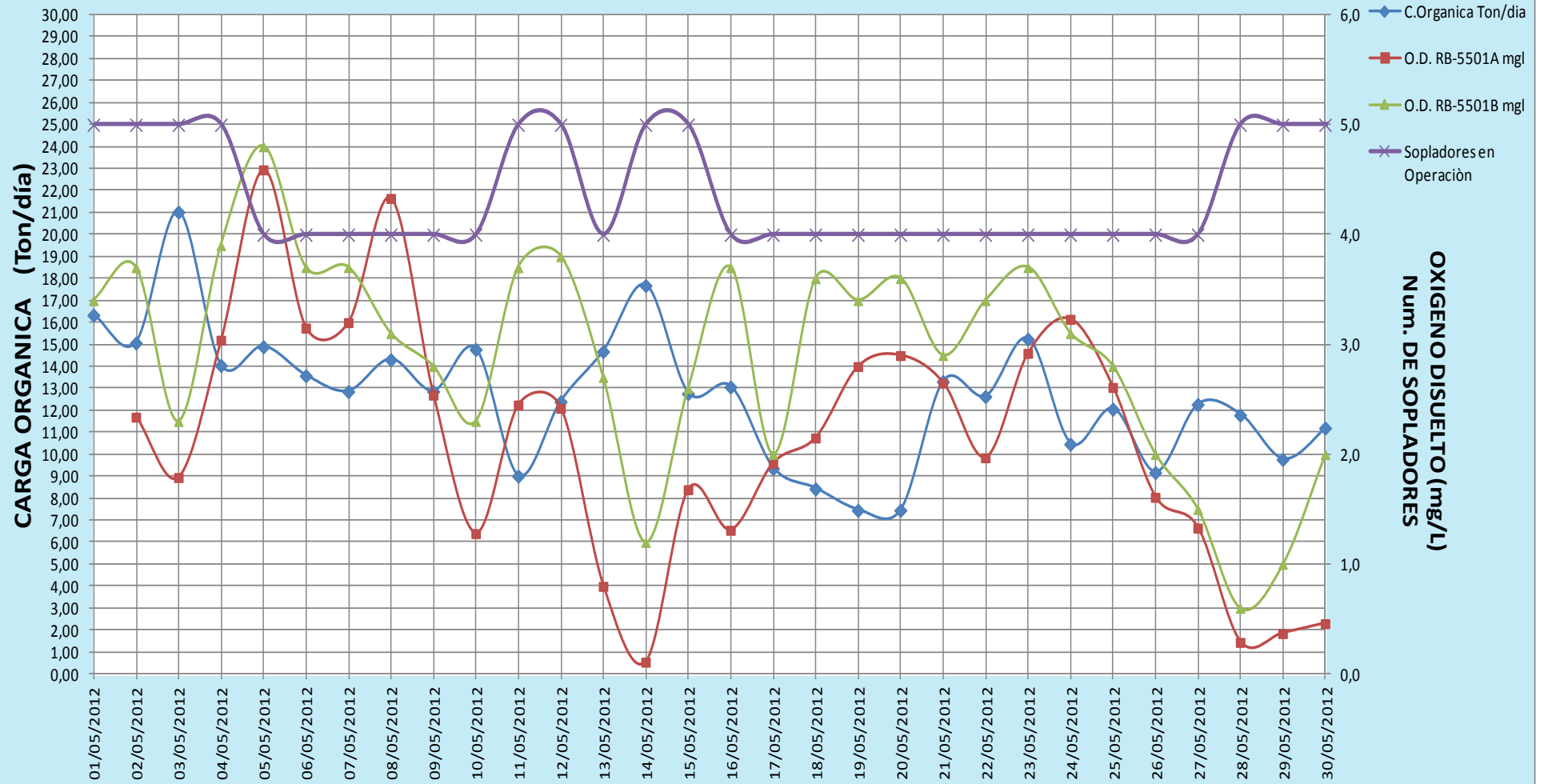
PLANTA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES "CORRIENTES DE ENTRADA"



PLANTA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES "pH DE CORRIENTES DE ENTRADA"

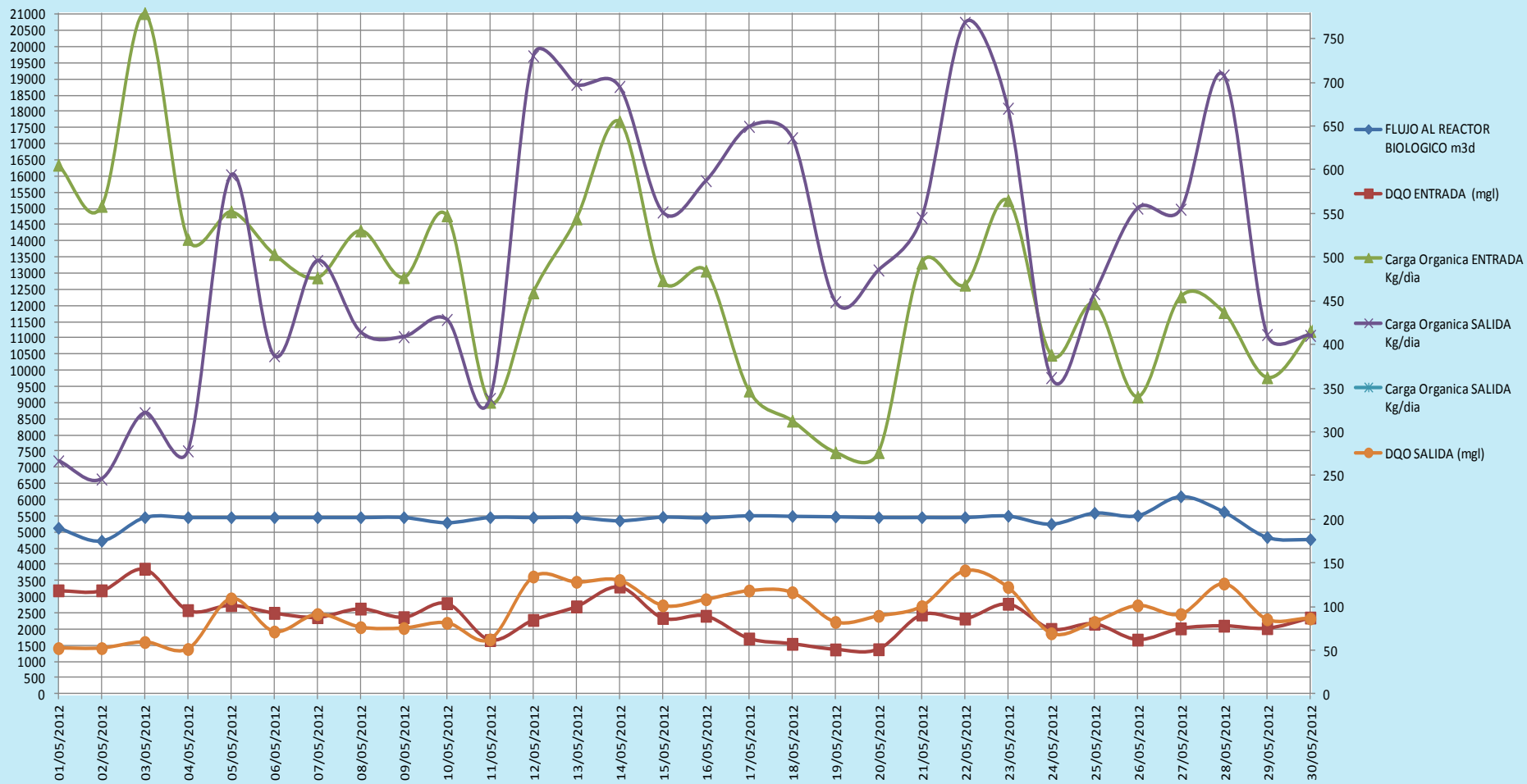


PLANTA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES TRATTO SECUNDARIO



MAYO 2012

PLANTA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES "REACTOR BIOLOGICO"



MAYO 2012