

**“Evaluación de la operación y
monitoreo de dos plantas de
tratamiento de aguas residuales
ubicadas en la ciudad de
Guadalajara Jalisco.”**



Dedicatoria

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

De igual forma, dedico esta tesis a mi madre que ha sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual me ha ayudado a salir adelante en los momentos más difíciles.

A mis hermanos que siempre han estado junto a mí y brindándome su apoyo.

Al hombre que me dio la vida, el cual a pesar de haberlo perdido a temprana edad, ha estado siempre cuidándome y guiándome desde el cielo.

A mi familia en general, porque me han brindado su apoyo incondicional y por compartir conmigo buenos y malos momentos.

A mis amigos que gracias a su apoyo y conocimiento hicieron de esta experiencia una de las más especiales.

Agradecimiento

Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mis padres por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.

A mi madre Rosita

Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mi padre Eladio

Por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que siempre me infundio, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.

A mis maestros.

Dr. Juan José Villalobos Maldonado por su gran apoyo y motivación para la culminación de mis estudios profesionales y para la elaboración de esta tesis; a la Ing. Fabiola Ornelas López por su apoyo ofrecido en este trabajo.



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ

Departamento de Ing. Química y Bioquímica

**“Evaluación de la operación y monitoreo de
dos plantas de tratamiento de aguas
residuales ubicadas en la ciudad de
Guadalajara Jalisco.”**

MEMORIA DE EXPERIENCIA PROFESIONAL

Previo a la obtención del Título de:
Ingeniera Bioquímica

Presentado por:
García Andrés Juana Jaret

Asesores:
Dr. Juan José Villalobos Maldonado
Ing. Fabiola Ornelas López

Chiapas – México

Año 2017

Resumen

El empleo de plantas de tratamiento de aguas es una práctica ya muy común en la mayoría de las empresas ya que en los últimos años a amentado por parte del gobierno la preocupación por la conservación del ambiente y sus recursos. Esto ha generado el surgimiento de empresas como Equimar, la cual tiene como finalidad proporcionar soluciones integrales a múltiples empresas entre las cuales se encuentran Flex sur y Virbac.

Las plantas de tratamiento de agua son diseñadas de acuerdo a las necesidades y recursos del cliente. Es necesario realizar diversos análisis y pruebas para poder conocer cuál es la mejor opción de las múltiples que existen para un tratamiento de aguas residuales.

De las dos empresas mencionadas anteriormente la primera, Flex sur, es una empresa dedicada a la manufactura de diversos aparatos electrónicos, dentro de los cuales se encuentran teléfonos celulares, computadores portátiles, etc. Este empresa cuenta con un sistema de tratamiento de aguas residuales biológico basado en el uso de lodos activados. Cabe mencionar que el diseño de la planta no fue realizado por la empresa Equimar, después de un determinado tiempo en función la operación de esta paso a manos de Equimar, la cual la lleva operando por 2 años. Las descargas que genera esta empresa son provenientes del alcantarillado y drenaje interno, por lo cual el sistema biológico es suficiente para degradar la materia orgánica presente en el influente

Le empresa Virbac está enfocada a la generación de fármacos para la salud animal. Al tener residuos de este tipo se lleva a cabo un tratamiento químico y uno biológico. Esto se realiza con la finalidad de tener los mejores resultados en la calidad de agua del efluente. El tratamiento químico rompe los anillos betalactámicos presentes en las descargas de la empresa, al romper estos anillos las moléculas quedan disponibles para que los microorganismos del tratamiento biológico puedan eliminarlas. El diseño y operación de la planta fue realizada por la empresa Equimar por lo cual leva brindando su servicio por varios años a esta empresa.

Es muy importante saber qué en ambas se debe de cumplir lo establecido en la norma NOM-001-SEMARNAT-1996, la calidad del efluente es muy importante saber si la planta está funcionando correctamente. La finalidad del siguiente trabajo será la de analizar estas dos empresas, compararlas y poder dar alguna solución a cada situación que se presente.

Índice general

Capítulo 1

1.1 Introducción.....	8
1.2 Justificación.....	9

Capítulo 2

2.1 Objetivo general del proyecto.....	12
2.2 Objetivos específicos.....	12
2.3 Problemas a resolver.....	12

Capítulo 3

3.1 Metodología del trabajo.....	17
3.2 Procesos de tratamiento de aguas residuales que ofrece Equimar.....	17
3.2.1. Biológicas, por lodos activados.	
3.2.1.1 Reactores de Fases Secuenciales/ Reactores de Secuencia en Tandas o Baches (SBR)	18
3.2.1.2 Filtración Ascendente de Manto de Lodos (FAML) Upflow Sludge Blanket Filtration (USBF).....	21
3.2.1.3 Aireación extendida.....	22
3.2.1.4 Mezcla completa.....	23
3.2.2. Físico-Químico	
3.2.2.1. Coagulación.....	24
3.2.2.2. Floculación.....	26
3.2.2.3. Decantación o Flotación.....	29
3.2.3. Combinadas (Biológico + físico - químico).....	29
3.2.4 Parámetros.....	30
3.2.5 NOM-001-SEMARNAT-1996.....	31
3.3 Plata de tratamiento de aguas residuales Flex sur	
3.3.1 Diagrama de la planta y descripción de cada equipo.....	32
3.3.2 Operación básica	34
3.3.3 Parámetros.....	36
3.3.3.1 Diagramas de análisis.....	38
3.3.4 ANASA.....	42

3.3.4.1 Ejemplos de resultados sobre la calidad del agua de acuerdo a ANASA.....	42
3.3.5 Problemas y sugerencias.....	50
3.4 Plata de tratamiento de aguas residuales Virbac.....	56
3.4.1 Descargas de Virbac.....	57
3.4.2 Betalactámicos.....	61
3.4.2.1 Efecto del pH sobre los betalactámicos.....	62
3.4.3 Diagrama de la planta y descripción de los equipos.....	64
3.4.4 Parámetros.....	66
3.4.4.1 Metodología de los análisis.....	67
3.4.5 Ejemplos de resultados sobre la calidad del agua de acuerdo a ANASA	69
3.4.6 Análisis de equipos y recomendaciones.....	74
3.5 Condiciones de operación en las plantas de tratamiento de aguas residuales.....	76
3.5.1 Operación en Flex sur.....	77
3.5.2 Operación en Virbac.....	78
3.6 Comparación general de las plantas de tratamiento.....	79
Conclusiones	83
Bibliografía.....	84

Índice de figuras

1. Intervalo de aplicación de los diferentes procesos de oxidación de la materia orgánica.....	18
2. Etapas de un ciclo de operación de un reactor SBR.....	19
3. Ejemplo de un sistema SBR.....	20
4. Mecanismo del sistema USBF.....	21
5. Ejemplo de un reactor USBF.....	22
6. Ejemplo de un reactor con sistema de Aireación extendida.....	23
7. Diagrama esquemático de un reactor de flujo de mezcla completa.....	23
8. Diagrama de PTAR en Flex Sur.....	32
9. a) formato vacío, b) formato lleno.....	37
10. Resultados de ANASA 1.....	43
11. Resultados de ANASA 2.....	44
12. Resultados de ANASA 3.....	45
13. Resultados de ANASA 4.....	46
14. Resultados de ANASA 5.....	47
15. Resultados de ANASA 6.....	48
16. Criba de PTAR en Flex Sur.....	51
17. Bomba del cárcamo 2.....	51
18. Reactor 3 en mal estado.....	52
19. Clarificador con problemas de levantamiento de manto.....	54
20. Clorador con lodo proveniente del clarificador.....	54
21. Filtro de PTAR en Flex sur.....	55
22. Válvula de purga rota.....	56
23. Ejemplo de anillos betalactámicos.....	62
24. Interacción mesómera.....	63
25. Hidrólisis ácida de las amidas.....	63
26. Hidrólisis básica de las amidas	63
27. Diagrama del tratamiento de aguas residuales que se realiza en Virbac....	64
28. Resultados de ANASA (Influente) 1.....	70
29. Resultados de ANASA (Influente) 2.....	71
30. Resultados de ANASA (Efluente) 1.....	72
31. Resultados de ANASA (Efluente) 2.....	73
32. Tanque homogenizador de la planta de tratamiento de Virbac.....	75
33. Lamella utilizada para el tratamiento de aguas en Virbac.....	75
34. Tanques de preparación de mezclas de cal y sulfato de aluminio.....	76
35. Planta de tratamiento en Flex sur.....	78
36. Planta de tratamiento en Virbac.....	79

Índice de tablas

1. Límites permisibles para contaminantes básicos.....31
2. Ventajas y desventajas de las plantas de tratamiento de agua.....80

Glosario

- ✓ Agua servida: Las aguas servidas son los fluidos procedentes de vertidos cloacales, de instalaciones de saneamiento; son líquidos con materia orgánica, fecal y orina, que circulan por el alcantarillado.
- ✓ Coagulación: proviene del latín *coagulatio*. Se trata del acto y el resultado de coagular, lo que ocurre cuando un líquido, se espesa o se solidifica. La coagulación, por lo tanto, supone la transformación de un fluido en una sustancia pastosa y densa.
- ✓ Coloide: En física y química un coloide, sistema coloidal, suspensión coloidal o dispersión coloidal es un sistema formado por dos o más fases, normalmente una fluida (líquido) y otra dispersa en forma de partículas generalmente sólidas muy finas, de diámetro comprendido entre 10^{-9} y 10^{-5} m.
- ✓ Decantación: Procedimiento para separar dos sustancias mezcladas, una líquida de otra que no lo es o dos líquidos inmiscibles (agua y aceite) mediante el vertido de la más densa.
- ✓ Emulsión: Es una mezcla de dos líquidos inmiscibles de manera más o menos homogénea. Un líquido (la fase dispersa) es dispersado en otro (la fase continua o fase dispersante). Muchas emulsiones son de aceite/agua, con grasas alimenticias como uno de los tipos más comunes de aceites encontrados en la vida diaria.
- ✓ Floculación: La floculación es un proceso químico mediante el cual, con la adición de sustancias denominadas coagulantes, se aglutinan las sustancias coloidales presentes en el agua, facilitando de esta forma su decantación y posterior filtrado.
- ✓ Licor de mezcla o mezclado: Homogeneizado del agua residual con los flóculos bacterianos para el tratamiento biológico
- ✓ Lodos activados: Es un proceso de tratamiento por el cual el agua residual y el lodo biológico (microorganismos) son mezclados y aireados en un tanque denominado reactor. Los flóculos biológicos formados en este proceso se sedimentan en un tanque de sedimentación, lugar del cual son recirculados nuevamente al tanque aireador o reactor.
- ✓ Sedimentación: Consiste en la separación, por la acción de la gravedad de las partículas suspendidas cuyo peso específico es mayor que el del agua y no pueden retenerse en las unidades de pretratamiento, por su finura o densidad, ni pueden separarse por flotación.

El objetivo de esta operación es la obtención no solamente de un efluente clarificado sino también de un fango cuya concentración sólidos permita su fácil tratamiento y manejo.

- ✓ Soluciones coloidales: Se caracterizan por estar constituidas por una dispersión de partículas sólidas o líquidas en agua y que son difíciles de eliminar utilizando procedimientos como pueden ser gravedad, filtración y otros. El tamaño de las partículas oscila entre 0.01 a 5 micras y son bastante estables de tal forma que pueden permanecer en dicha condición por bastante tiempo.

Capítulo 1

1.1 INTRODUCCIÓN

Una planta de tratamiento de aguas residuales es una instalación donde a las Aguas Residuales se les retiran los contaminantes, para hacer de ella un agua sin riesgos a la salud y/o medio ambiente al disponerla en un cuerpo receptor natural (mar, ríos o lagos) o para su reusó en otras actividades de nuestra vida cotidiana con excepción del consumo humano (no para ingerir o aseo personal).

EQUIPOS Y MATERIALES REACTIVOS GOMCO S.A. DE C.V. (Equimar). Es una empresa mexicana con un sistema certificado en ISO 9001:2008, fundada en el año de 1991.

Actualmente cuenta con más de 80 proyectos realizados en diferentes ciudades dentro y fuera del país, donde se ha desarrollado una amplia gama de servicios para todas las fases de los proyectos; Incluyendo la planeación, estudio de factibilidad, diseño de ingeniería conceptual y de proceso, comercialización de equipos y productos, construcción, instalación, puesta en marcha, mantenimiento y operación de plantas de tratamientos de aguas residuales industriales y sanitarias.

Ofrece una amplia gama de servicios y equipos para todas las fases de sus proyectos, apoyados de empresas líderes reconocidas a nivel nacional e internacional por estar siempre a la vanguardia con la tecnología de sus equipos.

La misión de esta empresa es proporcionar soluciones integrales, especializadas y confiables en el tratamiento de agua, mediante tecnología de punta en productos y servicios que satisfagan a nuestros clientes en sus expectativas de calidad, colaborando con ellos en la preservación y protección del medio ambiente.

El tipo de industria a la que esta empresa puede suministramos servicios son: Textil, Química, Municipales, Electrónicas, Farmacéuticas, Metal mecánicas, Industria cervecera, Tratamiento de residuos domésticos, y de Procesadoras de alimentos y bebidas.

Las plantas de tratamiento que diseña Equimar se hacen de acuerdo las necesidades específicas de cada cliente para que de esta forma se cumpla con todas las expectativas y los estándares de calidad que el cliente necesita.

Una de las empresas que ha solicitado los servicios de Equimar es Flex LTD (también conocida como Flextronics International LTD o simplemente Flextronics). Es una empresa norteamericana fundada en Singapur en 1969, la cual fue traída a Occidente, a Silicon Valley al norte de California. Esta empresa está dedicada a ofrecer soluciones de la industria electrónica, desde el diseño, manufactura, distribución y servicio de garantía. Provee productos para atender diversas industrias incluyendo cómputo, industrial, automotriz, medicina y hasta textil. Es la segunda empresa más grande de su ramo a nivel mundial, solo después de la taiwanesa Foxcoon.

En América la empresa opera en Brasil, Estados Unidos, Canadá y México. En este último país tiene su base, una las principales del continente, en el valle del silicio mexicano en Guadalajara con una nave de 57,036 m².

Desde hace ya varios años Flextronics cuenta con un sistema de tratamiento de aguas residuales, el cual es operado por personal de la empresa Equimar.

Esta planta de tratamiento de aguas residuales se construyó con el fin de tratar el agua proveniente de los desagües de la empresa (desechos del baño, lavado de trastes, etc.), es de tipo físico - biológica. Cuenta con un método físico para poder retener sólidos de gran tamaño y una serie de reactores en los cuales se elimina la materia orgánica a partir de lodos activados.

1.2 JUSTIFICACIÓN

1.2.1 Un buen control de parámetros físicos y químicos conlleva a un ambiente favorable para los microorganismos que eliminan los contaminantes y son responsables del buen funcionamiento de una planta de tratamiento de aguas residuales.

1.2.2 Los análisis que se realizan del influente y efluente de una planta de tratamiento de aguas residuales dan información de cómo están trabajando los microorganismos sobre la materia orgánica y si la calidad del efluente cumple con los parámetros de las normas establecidas previamente.

1.2.3 NOM-001-SEMARNAT-1996, establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, con el objeto de proteger su calidad y posibilitar su reuso, y es de observancia obligatoria para los responsables de dichas descargas.

1.2.4 El mejor efluente de una planta se obtiene cuando la calidad del lodo es buena. La calidad del lodo, en cambio, depende de que los microorganismos estén viables. Ellos estarán estables cuando no son ni muy pocos o ni muchos para la cantidad de alimento disponible. Esto quiere decir que hay que mantener un balance constante entre el alimento y los microorganismos (A/M), o mantener a los microorganismos alrededor el tiempo suficiente para que metabolicen su alimento. Tiempo de residencia de la célula (TRC).

1.2.5 Es importante tener en cuenta la cantidad de lodos disponibles. El recirculado de lodos tiene como finalidad mantener la relación A/M. La tasa de reciclado también puede ser determinada de otra manera utilizando un aproximado de la concentración de lodo en el clarificador con relación a la concentración de Licor mezclado con sólidos suspendidos (LMSS) y del flujo de la planta.

1.2.6 El control sobre el desechado de lodos también tiene grandes efectos sobre la operación de la planta. Un desechado excesivo y prolongado van a reducir el TRC o la edad de lodo, y va a producir un lodo joven caracterizado por la sobreabundancia de un coágulo nuevo en el sistema con una demanda alta por oxígeno. Si la tasa de respiración se usa para monitorear, los valores altos se van a notar. Los niveles de Oxígeno Disuelto (OD) van a disminuir. Los desechos bajos prolongados van a aumentar el TRC o la edad de lodo viejo con una tasa de respiración baja.

1.2.7 Existen factores visibles que pueden dar información sobre cómo esta funcionando la planta de tratamiento. Una cantidad razonable o pequeña de espuma de color claro indica un proceso bien balanceado.

Una capa gruesa, enjabonada, blanca y ondulada de espuma indica un lodo joven. Revise si tiene un TRC corto o una proporción de A/M alta. Otras pruebas indicadoras son: una Tasa de Respiración (TR) creciente, un aumento en el Índice de Volumen de

Lodo (IVL) y una tasa de sedimentación lenta. La manta de lodo en el clarificador también va a subir. Para corregir este problema, aumente el TRC o disminuya la proporción de A/M.

Una capa densa, grasosa y espumosa de color marrón indica un lodo viejo. Si se requiere hacer una corrección, aumente la tasa de desechos. Otras pruebas indicadoras son: un TR bajo, un IVL bajo y una tasa de sedimentación lenta.

1.2.8 Un proceso bien operado se puede distinguir si la manta de lodo en el clarificador se encuentra en la mitad inferior del tanque. Ocasionalmente, pequeñas cantidades de coágulos finos se pueden observar cayendo sobre los vertedores, pero esto es usualmente una condición temporal.

Si alguna de las siguientes condiciones son observadas, el proceso puede tener algún problema.

Superficie espumosa indica grandes cantidades de espuma, presentes en la superficie, están probablemente compuestas de organismos muertos. Esto indica que el proceso se puede encontrar en la zona endógena.

Coágulos delgados indican grandes cantidades de coágulos finos pasando continuamente por los vertedores es probablemente la indicación de un lodo viejo.

Las nubes enjabonadas de flóculos es causada por un lodo que es demasiado joven la proporción de A/M está muy alta.

Coágulos de lodo indican que aire o gas se ha quedado atrapado en el lodo o el lodo ha estado en el clarificador un tiempo demasiado largo y se ha vuelto séptico.

Capítulo 2

2.1 Objetivo General del proyecto

Evaluar la calidad del efluente mediante el monitoreo de los parámetros límites máximos permisibles para la descarga y/o reutilización.

2.2 Objetivos Específicos

2.2.1 Conocer el funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales de la empresa Flextonics y Virbac

2.2.2 Realización de análisis en la planta de Flextronics y Virbac, de los flujos de entrada y salida de la planta así como de los reactores para saber si cumplen con los estándares establecidos en la Norma Oficial Mexicana.

2.2.3 Realizar recomendaciones sobre mejoras en el proceso para corregir errores o hacer más eficiente el sistema de tratamiento.

2.3 Problemas a resolver

2.3.1 Uno de los problemas principales en Flextonics es la falta de control sobre el influente ya que no se dan los tiempos necesarios de retención para que los microorganismos actúen en el tanque de aireación y se consuma la materia orgánica.

Para poder dar los tiempos necesarios de retención y la concentración de lodos activados necesarios se deben de tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

-) Los materiales alimenticios orgánicos con cierta particularidad y de tipo coloidal son rápidamente absorbidos por las células.
-) La materia soluble es lentamente recibida por el organismo, así que, el proceso de asimilación es bastante lento.
-) La tasa de alimentación de DBO es una función del número de microorganismos y de sus condiciones.
-) Suficiente lodo activado debe ser proporcionado para que pueda ser tomado todo el material orgánico alimenticio de los desperdicios.
-) Tiempo suficiente debe ser proporcionado para que se establezca el alimento.
-) La selección de la mejor manera de operación está, en parte determinada por la proporción de material soluble a la particularidad del material orgánico entrante.
-) Desperdicios con cierto alto índice de particularidad alcanzan a eliminar el DBO en la fase de contacto en un corto período de tiempo.

2.3.2 La falta de conocimiento de las características de las descargas que llegan a la planta es perjudicial para el sistema de tratamiento ya que en ocasiones estas descargas pueden ser tóxicas para los microorganismos o modifican severamente parámetros como el pH.

Las cargas tóxicas se pueden definir como esos elementos o compuestos que entran en la planta de tratamiento con suficiente concentración para matar toda la población residente de organismos. Típicamente estos son los cianuros y metales pesados, como el cromo que es descargado por las industriales procesadoras de metales.

Probablemente, el mejor procedimiento para tratar con este tipo de desperdicios es por medio de dilución y mantener la mayor cantidad posible de lodo en el aireador. Otro método es el de contener los desperdicios en un lugar aparte, y entonces sangrarlo por el proceso. O, si no se puede desviar los desperdicios por un grupo de unidades o hacer varios arreglos para evitar algunas unidades

Por otra parte el pH es uno de los factores ambientales principales (el oxígeno o suministro de aire es el otro), que puede ser cambiado hasta cierto grado por el operador. Un pH de 7.0 es neutral un pH debajo de 7.0 es considerado ácido y un pH arriba de 7.0 es considerado alcalino.

El pH en el licor mezclado debe ser mantenido en el valor neutral ya que aquí es cuando ocurre la mejor actividad metabólica, los microorganismos están contentos y el proceso se encuentra en las mejores condiciones para soportar los choques de carga. Aunque el crecimiento ocurre en los valores de pH entre 6 y 9, este sucede de igual manera pero en una tasa más reducida. También es bastante probable que las formas indeseables de los organismos se formen fuera de esta escala causando problemas de abultamiento. El oxígeno que sube es óptimo si tiene un pH entre 7.0 y 7.4 y muestra una reducción cuando el pH sale de esta escala. También la eficiencia de la eliminación de DBO disminuye cuando el pH sale de la escala ideal. Sin embargo, los experimentos de laboratorio indican que la actividad metabólica es mejor en pHs arriba del neutral que debajo del neutral-

La desnitrificación es muchas veces una de las causas del proceso para que el pH baje. Está usualmente acompañado por un A/M bajo y por un lodo creciente en el clarificador.

Si el cambio de pH es gradual, normalmente no habría ningún cambio serio en el proceso. Cambios repentinos o súbitos tal como esos derrames que provienen de una amplia variedad de fuentes industriales son las más dañinas y puede resultar que maten toda o casi toda la población de microorganismos. Debido a esta posibilidad, es necesario que continuamente se revise el pH en el influente de la planta. Si se detecta en este punto, es posible que el operador pueda utilizar el tiempo de detención en los clarificadores primarios para montar un plan para neutralizar el proceso o hacer un arreglo para desviarlo temporalmente y salvar el proceso. Usualmente el pH se controla mejor en la fuente y los mayores esfuerzos deben ser dirigidos en esta dirección.

2.3.3 Para una buena operación la preparación de los operadores respecto al buen manejo de la planta al control de los parámetros es primordial ya que ante cualquier situación fuera de lo normal se sabrá como responder para poder controlarla eficientemente y solucionar el problema. Es necesaria la implementación de cursos donde se expliquen ciertos puntos como los siguientes:

-) Las condiciones óptimas incluyen un pH neutral, y que el líquido tenga una temperatura de 62 grados Fahrenheit (16.7 °C).
-) La mejor solución para un choque de carga de DBO es la de ajustar el nivel de LMSS
-) La cantidad de choque de carga que el proceso puede aguantar depende de la estrategia de operación.
-) Los efectos del choque de carga no van a ser notados inmediatamente.

-) Una operación en niveles fuera del pH neutral, puede causar una reducción en la actividad bacteriana, la formación de bacteria filamentosa, una reducción en el consumo de oxígeno, y una disminución en la eficiencia para eliminar el DBO.
-) La actividad bacteriana disminuye cuando la temperatura baja.
-) Durante el invierno, la operación requiere una concentración más alta de LMSS y menos aire para metabolizar el alimento.
-) Las temperaturas altas del verano favorecen a los filamentos y a la desnitrificación.
-) Las lluvias fuertes pueden causar problemas de arenilla.
-) Cambios en el suministro de aire producen cambios inmediatos de OD.
-) La turbulencia es necesaria para mantener a los microorganismos en constante contacto con el alimento.
-) Cuando la carga de DBO o el LMSS aumentan, aumente el suministro de aire.
-) El agua fría requiere menos aire que el agua caliente para mantener cierto residuo de OD.

2.3.4 La planta de Virbac cuenta con un sistema químico para poder romper los anillos Betalactámicos presentes en el influente. Para llevar a cabo tal propósito al influente se le eleva el pH a doce con cal y posterior mente se baja a 7 con Sulfato de Aluminio.

Para elevar los cambios en el influente se agrega una lechada de cal y una dosis de Sulfato de aluminio, pero no se tiene un control adecuado de la concentración a la cual se están agregando estas soluciones, por lo tanto no se sabe el tiempo ni la cantidad necesaria para que el pH llegue a la alcalinidad que se necesita. Sin un buen control de las concentraciones el sistema reduce su eficiencia y se vuelve variable. Es necesario tener un buen control en esta parte para que la ruptura del anillo se lleve a cabo exitosamente y se cumpla el objetivo del proceso.

2.3.5 La capacidad de la planta de tratamiento de agua es la de tratar 1litro por segundo. Las descargas de agua que llegan no son constantes, por lo que se generan picos en las descargas y se excede de la capacidad de la planta. Este acontecimiento provoca que no se logre llevar a cabo las reacciones necesarias en el proceso químico y se rompan los anillos betalactámicos. Otro inconveniente es que no retiene el influente lo necesario en la lamella y no se precipitan los flocs de forma correcta, por lo tanto el agua entra al reactor con una gran cantidad de materia orgánica y de compuestos químicos que pueden ser perjudiciales para los microorganismos.

2.3.6 Los equipos dentro de la planta de tratamiento de agua residuales de Virbac operan de manera automática por lo que necesitan interruptores de nivel que manden las señales al controlador y se prendan los equipos.

Los interruptores de nivel tipo flotador, conocidos también como “boyas de nivel” han sido diseñados para una conexión directa a bombas de baja potencia o a bombas de alta potencia mediante el uso de un relé. Cuando el nivel del líquido alcanza el interruptor / boya de nivel, éste se inclina y el microrruptor mecánico al interior cerrará o abrirá el circuito, arrancando o parando una bomba en tanques, etc. La boya de nivel puede también actuar como dispositivo de alarma.

Las boyas utilizadas en el tanque homogenizador de la planta se encuentran colocadas de mal manera, por lo cual se atorán y no cumplen con su función correctamente, esto

provoca que se el tanque se derrame y la planta se inunde constantemente. Estas inundaciones traen consigo la variación de otros equipos que al mojarse dejan de funcionar y representan gastos para la empresa.

Capítulo 3

3. Descripción del proyecto, operación de las plantas de tratamiento y aportaciones realizadas al método de operación.

3.1 Metodología del trabajo

Para diseñar y operar una planta de tratamiento de aguas residuales es necesario tener en cuenta diversos factores y de acuerdo a ello elegir el mejor método de tratamiento y la manera más adecuada de operación. Equimar es una empresa que toma en cuenta las necesidades de las empresas y les brinda la mejor solución para sus problemas. En el siguiente trabajo de acuerdo a los siguientes pasos se pretende llegar al objetivo descrito anteriormente.

1. Descripción de los procesos de tratamiento de aguas residuales que Equimar ofrece a sus clientes.
2. Elaboración del diagrama referente al proceso de tratamiento de aguas residuales que se lleva a cabo en la empresa FLEX sur, describiendo detalladamente cada etapa de este proceso.
3. Análisis de calidad de agua.
4. Análisis de equipos y recomendaciones sobre el método de uso.
5. Elaboración del diagrama referente al proceso de tratamiento de aguas residuales que se lleva a cabo en la empresa Virbac, describiendo detalladamente cada etapa de este proceso.
6. Análisis de calidad de agua.
7. Análisis de equipos y recomendaciones sobre el método de uso.
8. Análisis de las condiciones de operación en las cuales se trabaje en las empresas y comparación de ellas.
9. Cuadro comparativo referente a las dos empresas incluyendo sus ventajas y desventajas.

3.2 Procesos de tratamiento de aguas residuales que ofrece Equimar

El tratamiento y reutilización de aguas residuales urbanas e industriales es una opción que viene tomando importancia en zonas de recursos hídricos escasos, lo que obliga a la mejora de las tecnologías de tratamiento. Las aguas residuales industriales tienen entre sus características habituales la presencia de contaminantes orgánicos resistentes a la degradación por vía química y tóxicos para el desarrollo de la actividad de los microorganismos en tratamientos biológicos convencionales. Este es el caso de contaminantes tales como compuestos aromáticos (fenoles y clorofenoles), plaguicidas clorados (PCB's), aril y alquilsulfonatos (detergentes) e hidrocarburos lineales. Algunas tecnologías denominadas avanzadas se han dirigido a la utilización de procesos de oxidación química, los cuales permiten la mineralización de estos contaminantes a dióxido de carbono y agua o su transformación hacia otros productos de menor toxicidad que resulten más fácilmente biodegradables. En la Figura 1 se muestra el intervalo de aplicación de las diferentes tecnologías de tratamiento de aguas residuales dependiendo del caudal de tratamiento y de la carga orgánica. Se observa que los procesos de oxidación biológica resultan los más versátiles en el tratamiento de aguas residuales industriales, tanto en intervalo de caudal a tratar como en concentración de materia orgánica (hasta 600 ppm de carbono orgánico total).

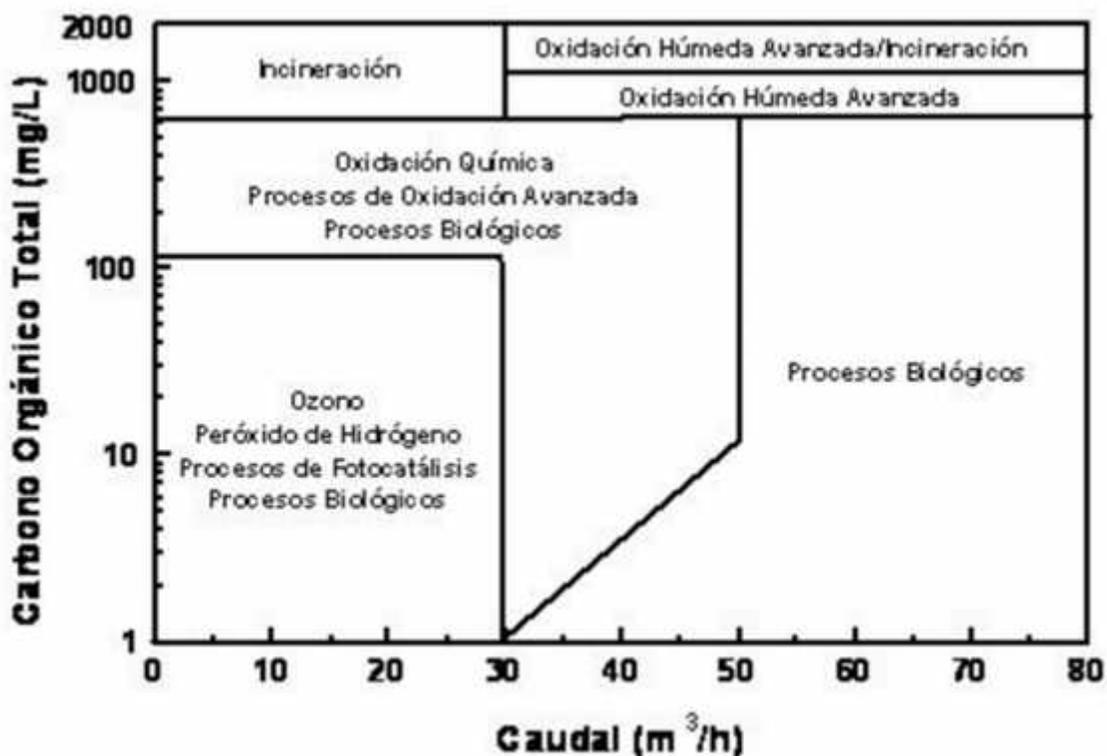


Figura 1. Intervalo de aplicación de los diferentes procesos de oxidación de la materia orgánica.

Equimar es una empresa mexicana con un sistema certificado en ISO 9001:2008, fundada en el año de 1991. Según las necesidades específicas del cliente, cuenta con diferentes sistemas de plantas de tratamiento.

3.2.1. Biológicas, por lodos activados.

3.2.1.1 Reactores de Fases Secuenciales/ Reactores de Secuencia en Tandas o Baches (SBR)

Los reactores biológicos secuenciales (SBR) son reactores discontinuos en los que el agua residual se mezcla con un lodo biológico en un medio aerado. El proceso combina en un mismo tanque reacción, aeración y clarificación. El empleo de un único tanque reduce sustancialmente la inversión necesaria. Otras ventajas de los SBR son la facilidad para el control de la operación, la buena flexibilidad ante fluctuaciones de caudal y concentración de las aguas residuales, y los buenos resultados obtenidos en el tratamiento de compuestos refractarios a los sistemas biológicos convencionales.

Entre los sistemas de depuración biológica los reactores secuenciales de flujo discontinuo, en ingles sequencing batch reactors (SBR), son cada vez siendo más utilizados en el tratamiento y depuración de aguas residuales industriales. Un reactor discontinuo secuencial es un sistema de crecimiento suspendido en el que el agua residual se mezcla con un lodo biológico existente en un medio aerado. Es el único proceso biológico en el que se combina en un mismo tanque el proceso de reacción, aeración y clarificación. El sistema SBR consta de, al menos, cuatro procesos cíclicos: llenado, reacción, decantación y vaciado, tanto de efluente como de lodos, tal y como

muestra la Figura 2. En la primera fase, llamada llenado estático, se introduce el agua residual al sistema bajo condiciones estáticas. El llenado puede ser dinámico si se produce durante el período de reacción. Durante la segunda fase del ciclo, el agua residual es mezclada mecánicamente para eliminar las posibles espumas superficiales y preparar a los microorganismos para recibir oxígeno. En esta segunda etapa (reacción) se inyecta aire al sistema. La etapa de reacción es un proceso cuyos resultados varían con su duración, y en la que el agua residual es continuamente mezclada y aerada, permitiendo que se produzca el proceso de degradación biológica. El tercer ciclo, llamado etapa de decantación, genera condiciones de reposo en todo el tanque para que los lodos puedan decantar. Durante la última fase, o fase de vaciado, el agua tratada es retirada del tanque mediante un sistema de eliminación de sobrenadante superficial. Finalmente, se puede purgar el lodo generado para mantener constante la concentración de éste. En la figura 3 se muestra un ejemplo de este tipo de sistema.

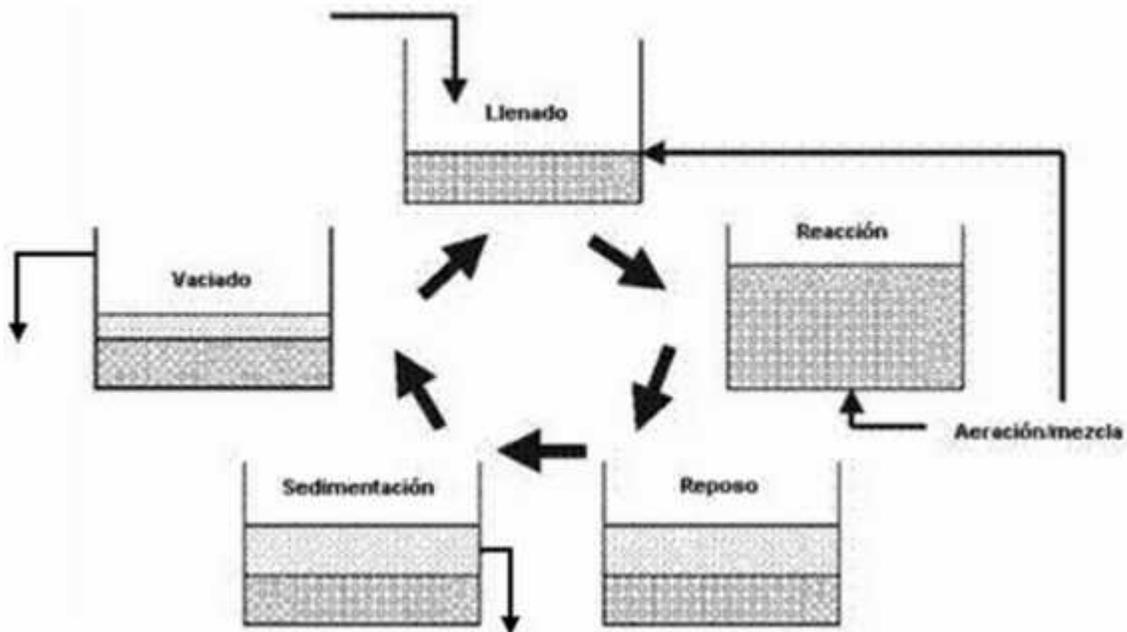


Figura 2. Etapas de un ciclo de operación de un reactor SBR.

Los tiempos de retención y las cargas varían con cada reactor y dependen en gran medida de la carga de agua residual específica. Generalmente, un sistema SBR trabaja con un tiempo de retención hidráulico de 1 a 10 d y un tiempo de retención celular de 10 a 15 d. La concentración de sólidos en suspensión del licor mezcla (SSLM) se suele mantener entre 1.500 y 5.000 mg/L. El control general del proceso puede ser llevado a cabo automáticamente utilizando sensores o temporizadores.

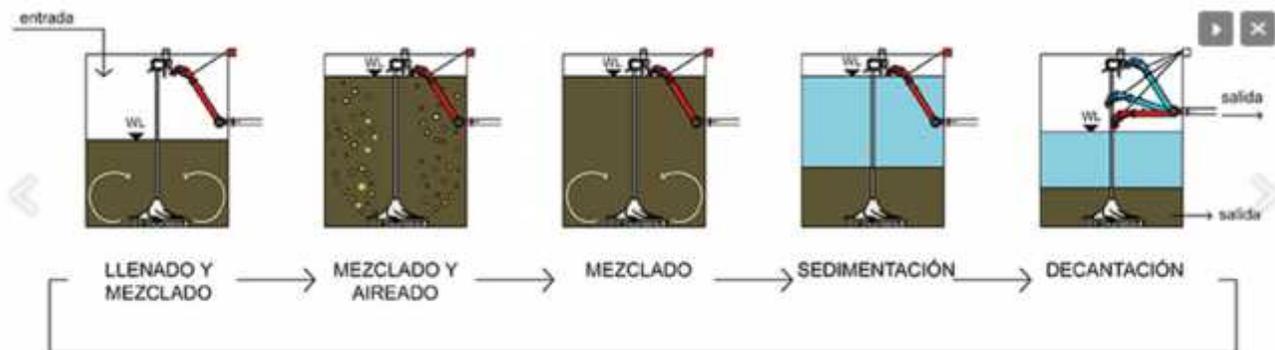


Figura 3. Ejemplo de un sistema SBR

Por su configuración y características los SBR presenta las siguientes ventajas y beneficios:

- Bajo requerimiento de espacio, debido a que se requiere un solo tanque para realizar todo el proceso.
- Menor coste que los sistemas convencionales de tratamiento biológico, como consecuencia de la menor necesidad de terreno y de la simplicidad de los equipos.
- Mejor control del crecimiento de organismos filamentosos y de problemas de decantación.
- Permite eliminación de nutrientes. Los sistemas SBR pueden ser utilizados para realizar un proceso completo de nitrificación–desnitrificación, así como para la eliminación de fósforo. Estos dos parámetros son los que suelen dar más problemas cuando se trabaja con tecnologías convencionales.
- Menor tiempo de control requerido.
- Gran flexibilidad de funcionamiento en función de la duración de los ciclos y del modo de operar.
- Fácil reconocimiento y corrección de los problemas de decantación.
- Versatilidad para trabajar con fluctuaciones de caudal y de concentración de materia orgánica.
- Capacidad para la adaptación de los microorganismos a efluentes con elevado contenido en sales.

Debido a esas ventajas las aplicaciones industriales de los reactores discontinuos secuenciales en la depuración de aguas residuales son muy variadas, siendo particularmente interesante en el tratamiento de corrientes de bajo caudal. Así, se han descrito aplicaciones con éxito para aguas residuales municipales, industria vinícola y destilerías, aguas procedentes de lixiviados de vertederos, industrias de curtidos, aguas residuales hipersalinas, industria papelera, industria láctea, aguas residuales de matadero e industria ganadera porcina, entre otras. Las aplicaciones más novedosas son las relacionadas con aguas residuales de la industria textil, de la industria azucarera y de la industria química (conteniendo compuestos fenólicos , BTX, TNT, etc.), habiéndose mostrado el potencial de los SBR en el tratamiento de aguas residuales industriales.

3.2.1.2 Filtración Ascendente de Manto de Lodos (FAML) Upflow Sludge Blanket Filtration (USBF)

La tecnología USBF es el resultado de un desarrollo tecnológico, que se originó en los años 50 en la Academia Checoslovaca de Ciencias. USBF (Upflow Sludge Blanket Filtration), en español „filtración ascendente mediante un lecho de lodos” ha sido patentada, aplicada, mejorada, a la vez que galardonada con varios premios. En el mundo, más de 700 plantas municipales operan con USBF.

El reactor integrado “USBF” es una modificación del tratamiento de aguas residuales convencional en que se incorpora una zona de aireación, una zona anóxica, además del clarificador, en una sola unidad con flujo continuo. El proceso de sedimentación en una unidad separada se omite; en su lugar se separan los sólidos en suspensión del agua tratada por medio de filtración ascendente a través del manto de lodos, este sistema se puede apreciar en la figura 4. Mediante este principio se logran mayores eficiencias de tratamiento.



Figura 4. Mecanismo del sistema USBF

Ventajas

-) Calidad del efluente: La alta eficiencia de separación supera procesos convencionales en la calidad del efluente.
-) Inversión: El reactor biológico requiere menos obra civil y maquinaria. El pre-tratamiento mecánico elimina la necesidad de sedimentación primaria.
-) Aplicabilidad: La tecnología USBF es aplicable para el tratamiento químico de aguas industriales, así como para el tratamiento biológico de aguas residuales.
-) Bajos costos de operación: El proceso auto-regulador, la operación sencilla así como el poco equipo eléctrico requerido garantizan bajos costos de operación. También son resultado de la poca producción de lodos aeróbicamente estabilizados, ya que no requieren digestión anaeróbica.
-) Rango de aplicación: El principio USBF opera para una amplia gama de capacidades y aplicaciones.
-) Estructura flexible: La tecnología USBF representa el método más adecuado para el incremento de capacidad y mejoramiento de plantas existentes.
-) Flexibilidad hidráulica: La tecnología USBF procesa una gama amplia de cargas hidráulicas químicas y biológicas. En el tratamiento biológico el rango de

flexibilidad es de 0 - 100%, lo que permite manejar las fluctuaciones estacionales de agua sin la necesidad de desviar.

-) Sistema ecológico: Por la eliminación de nutrientes (fósforos y nitratos) USBF ayuda enfrentar fenómenos de eutrofización.

Las principales características de USBF son el tratamiento de alta eficacia y la flexibilidad de construcción, lo que permite adaptar la tecnología para tanques de forma y profundidad diferentes, ejemplo de este tipo de reactor se muestra en la figura 5. Esta flexibilidad constructiva permite la reconstrucción y el mejoramiento de plantas existentes integrando de la estructura interna USBF en los tanques de activación y sedimentación ya construidos. Sin necesidad de ampliar la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), la capacidad de tratamiento puede aumentar hasta un 40%.

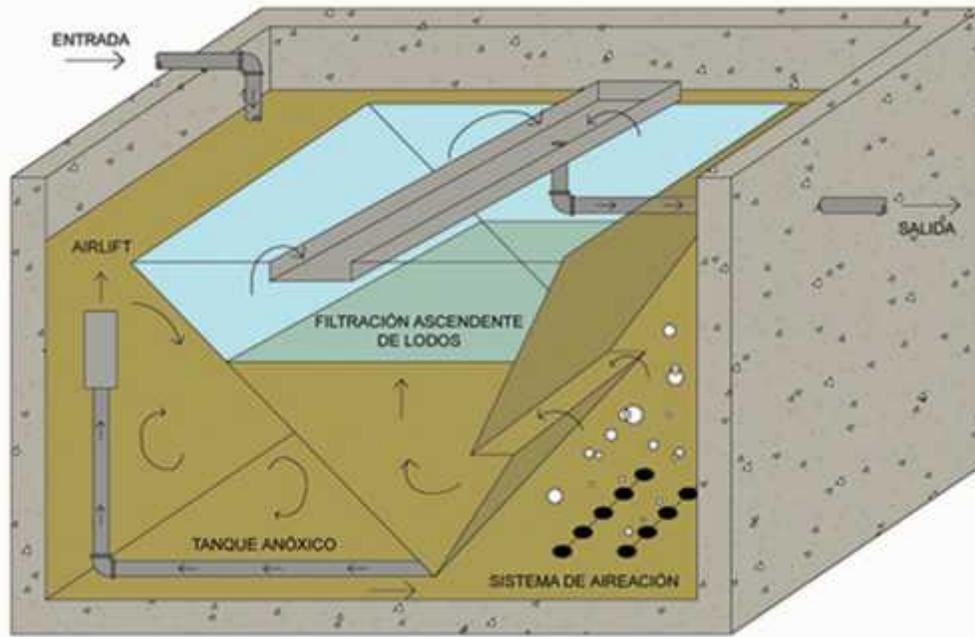


Figura 5. Ejemplo de un reactor USBF.

3.2.1.3 Aireación extendida

Las plantas de tratamiento de agua residual mediante aireación extendida utilizan un proceso biológico convencional de lodos activados donde naturalmente se desarrollan bacterias especializadas que a través de una alternación de procesos aeróbicos y anaeróbicos reducen la materia orgánica, absorben el fósforo y nitrógeno, produciendo lodos que pueden ser decantados y espesados. Estos sistemas toman aguas de los fosos colectores, realizan un cribado para separación de sólidos gruesos, homogenización y contacto con lodos activados, ciclos de aireación, agitación y decantación, desinfección final, sedimentación de sólidos y secado de lodos, este proceso se ilustra en la figura 6. Según el tamaño, pueden ser construidas en módulos metálicos autocontenidos de rápida instalación o montados sobre tanques en concreto. El aire necesario para la aireación es suministrado por un soplador y difundido mediante membranas de burbuja fina. Estos sistemas requieren una operación diaria de monitoreo de parámetros, preparación de

químicos y secado de lodos. Son una solución adecuada cuando se tiene un caudal estable de agua residual, no se requiere un grado de automatización muy elevado y se cuenta con mano de obra para la operación.

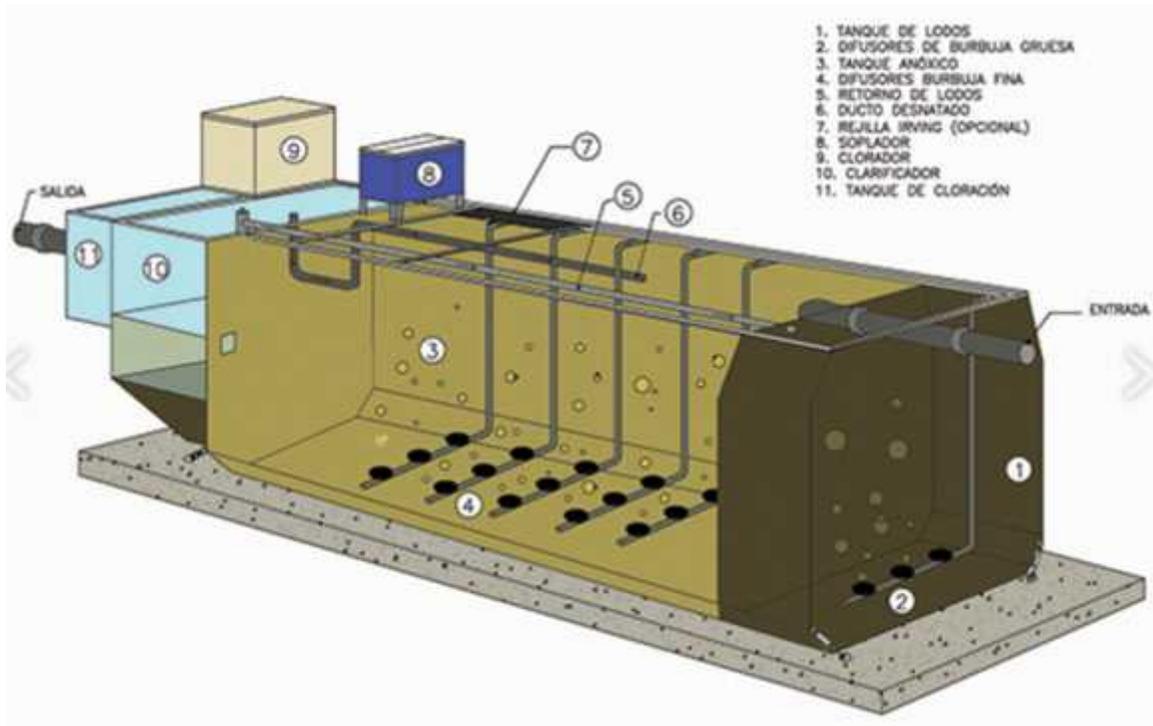


Figura 6. Ejemplo de un reactor con sistema de Aireación extendida.

3.2.1.4 Mezcla completa

Un tanque de mezcla perfecta es una analogía de muchos de los controles de volumen implicados en situaciones medioambientales.

Consiste en un reactor de la misma composición que el del tipo Batch, un tanque dotado de un mecanismo de agitación que garantiza un mezclado que haga que toda la mezcla sea uniforme, como se muestra en la figura 7. Un reactor de mezcla completa opera en forma continua, es decir, los flujos de entrada y salida son permanentes.

Se supone que la materia entrante es mezclada de manera instantánea y homogénea dentro del reactor, con lo cual se produce una concentración (masa/volumen) en el interior del reactor que también es igual a la concentración de salida.

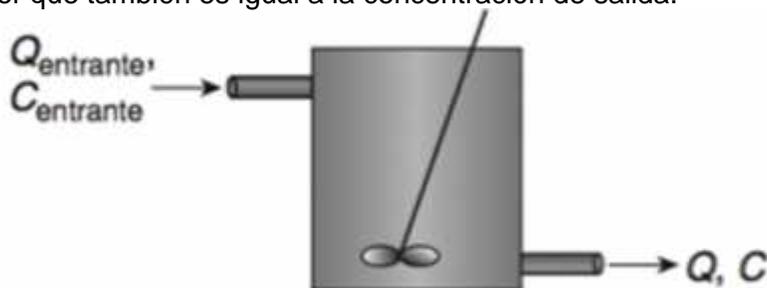


Figura 7. Diagrama esquemático de un reactor de flujo de mezcla completa.

Para un reactor de mezcla completa, la ecuación de balance de masa se plantea de manera diferente pues existe un flujo estable (por tanto se supone que la tasa de material acumulada es cero) y una velocidad de reacción de la materia orgánica.

3.2.2. Físico-Químico

Los procesos físico-químicos son utilizados en el tratamiento de soluciones coloidales, las cuales se presentan con frecuencia en muchas industrias como son: metal-mecánica, textil, lavandería, alimenticia, automotriz, petrolera, química, petroquímica, minera, galvanoplastia, agropecuaria y otras más.

Para romper la estabilidad de las partículas coloidales y poderlas separar, es necesario realizar tres operaciones: coagulación, floculación y decantación o flotación posterior.

3.2.2.1. Coagulación

La coagulación consiste en desestabilizar los coloides por neutralización de sus cargas, dando lugar a la formación de un flóculo o precipitado.

La coagulación de las partículas coloidales se consigue añadiéndole al agua un producto químico (electrolito) llamado coagulante. Normalmente se utilizan las sales de hierro y aluminio.

Se pueden considerar dos mecanismos básicos en este proceso:

a) Neutralización de la carga del coloide.

El electrolito al solubilizarse en agua libera iones positivos con la suficiente densidad de carga para atraer a las partículas coloidales y neutralizar su carga.

Se ha observado que el efecto aumenta marcadamente con el número de cargas del ión coagulante. Así pues, para materias coloidales con cargas negativas, los iones Ba y Mg, bivalentes, son en primera aproximación 30 veces más efectivos que el Na, monovalente; y, a su vez, el Fe y Al, trivalentes, unas 30 veces superiores a los divalentes.

Para los coloides con cargas positivas, la misma relación aproximada existe entre el ión cloruro, Cl⁻, monovalente, el sulfato, (SO₄)⁻², divalente, y el fosfato, (PO₄)⁻³, trivalente.

b) Inmersión en un precipitado o flóculo de barrido.

Los coagulantes forman en el agua ciertos productos de baja solubilidad que precipitan. Las partículas coloidales sirven como núcleo de precipitación quedando inmersas dentro del precipitado.

Los factores que influyen en el proceso de coagulación:

a) pH: *EL pH es un factor crítico en el proceso de coagulación.* Siempre hay un intervalo de pH en el que un coagulante específico trabaja mejor, que coincide con el mínimo de solubilidad de los iones metálicos del coagulante utilizado.

Siempre que sea posible, la coagulación se debe efectuar dentro de esta zona óptima de pH, ya que de lo contrario se podría dar un desperdicio de productos químicos y un descenso del rendimiento de la planta.

Si el pH del agua no fuera el adecuado, se puede modificar mediante el uso de coadyuvantes o ayudantes de la coagulación, entre los que se encuentran:

-) Cal viva.
-) Cal apagada.
-) Carbonato sódico.
-) Sosa Cáustica.
-) Ácidos minerales.

b) Agitación rápida de la mezcla.

Para que la coagulación sea óptima, es necesario que la neutralización de los coloides sea total antes de que comience a formarse el floculo o precipitado.

Por lo tanto, al ser la neutralización de los coloides el principal objetivo que se pretende en el momento de la introducción del coagulante, es necesario que el reactivo empleado se difunda con la mayor rapidez posible, ya que el tiempo de coagulación es muy corto (1 s).

c) Tipo y cantidad de coagulante.

Los coagulantes principalmente utilizados son las sales de aluminio y de hierro. Las reacciones de precipitación que tienen lugar con cada coagulante son las siguientes:

-) Sulfato de aluminio (también conocido como sulfato de alúmina) $(Al_2(SO_4)_3)$

Cuando se añade sulfato de alúmina al agua residual que contiene alcalinidad de carbonato ácido de calcio y magnesio, la reacción que tiene lugar es la siguiente:

$Al_2(SO_4)_3 + 3 Ca(HCO_3)_2 = 2 Al(OH)_3 + 3 CaSO_4 + 6 CO_2$ La reacción es análoga cuando se sustituye el bicarbonato cálcico por la sal de magnesio.

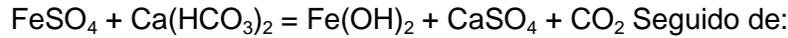
Rango de pH para la coagulación óptima: 5-7,5.

Dosis: en tratamiento de aguas residuales, de 100 a 300 g/m³, según el tipo de agua residual y la exigencia de calidad.

-) Con cal: $Al_2(SO_4)_3 + Ca(OH)_2 = 2 Al(OH)_3 + 3 CaSO_4$ Dosis: se necesita de cal un tercio de la dosis de sulfato de alúmina comercial.
-) Con carbonato de sodio: $Al_2(SO_4)_3 + 3 H_2O + 3 Na_2CO_3 = 2 Al(OH)_3 + 3 Na_2SO_4 + 3 CO_2$ Dosis: se necesita entre el 50 y el 100% de la dosis de sulfato de aluminio comercial.

) **Sulfato ferroso (FeSO₄)**

a) Con la alcalinidad natural:



$\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Fe}(\text{OH})_3$ Rango de pH para la coagulación óptima, alrededor de 9,5.

Dosis: se necesitan de 200 a 400 g/m³ de reactivo comercial FeSO₄ · 7H₂O * Con cal:



$\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Fe}(\text{OH})_3$ Dosis de cal: el 26% de la dosis de sulfato ferroso.

) **Sulfato férrico (Fe₂(SO₄)₃)**

) Con la alcalinidad natural:

$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 3 \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 = 2 \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3 \text{CaSO}_4 + 6 \text{CO}_2$ Rango de pH para la coagulación óptima: entre 4 y 7, y mayor de 9.

Dosis: de 10 a 150 g/m³ de reactivo comercial Fe₂(SO₄)₃ · 9H₂O * Con cal:

$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 3 \text{Ca}(\text{OH})_2 = 2 \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3 \text{CaSO}_4$ Dosis de cal: el 50% de la dosis de sulfato férrico.

) **Cloruro férrico (FeCl₃)**

) Con la alcalinidad natural:

$2 \text{FeCl}_3 + 3 \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 = 3 \text{CaCl}_2 + 2 \text{Fe}(\text{OH})_3 + 6 \text{CO}_2$ Rango de pH para la coagulación óptima: entre 4 y 6, y mayor de 8.

Dosis: de 5 a 160 g/m³ de reactivo comercial FeCl₃ · 6H₂O * Con cal:

$2 \text{FeCl}_3 + 3 \text{Ca}(\text{OH})_2 = 2 \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3 \text{CaCl}_2$ La selección del coagulante y la dosis exacta necesaria en cada caso, sólo puede ser determinada mediante ensayos de laboratorio (Jar-Test).

3.2.2.2. Floculación.

La floculación trata la unión entre los flóculos ya formados con el fin aumentar su volumen y peso de forma que pueden decantar. Consiste en la captación mecánica de las partículas neutralizadas dando lugar a un entramado de sólidos de mayor volumen. De esta forma, se consigue un aumento considerable del tamaño y la densidad de las partículas coaguladas, aumentando por tanto la velocidad de sedimentación de los flóculos.

Básicamente, existen dos mecanismos por los que las partículas entran en contacto:

-) Por el propio movimiento de las partículas (difusión browniana). En este caso se habla de Floculación pericinéctica o por convección natural. Es muy lenta.
-) Por el movimiento del fluido que contiene a las partículas, que induce a un movimiento de éstas. Esto se consigue mediante agitación de la mezcla. A este mecanismo se le denomina Floculación ortocinéctica o por convección forzada.

Al dispersarse el coagulante en la masa de agua y desestabilizarse las partículas, se precisa de la floculación pericinéctica para que las partículas coloidales de tamaño menor de un micrómetro empiecen a aglutinarse. El movimiento browniano actúa dentro de este rango de tamaño de partículas y forma el microfloculo inicial. Recién cuando este alcanza el tamaño de un micrómetro empieza a actuar la floculación ortocinéctica, promoviendo un desarrollo mayor del microfloculo. Este mecanismo ha sido estudiado en lugares donde la temperatura baja alrededor de cero grados, rango dentro del cual el movimiento browniano se anula y, por consiguiente, también lo hace la floculación pericinéctica. En este caso, se comprobó que la floculación ortocinéctica es totalmente ineficiente y no tiene importancia alguna sobre partículas tan pequeñas.

Existen además ciertos productos químicos llamados floculantes que ayudan en el proceso de floculación. Un floculante actúa reuniendo las partículas individuales en aglomerados, aumentando la calidad del floculo (floculo más pesado y voluminoso).

Hay diversos factores que influyen en la floculación:

a) *Coagulación previa lo más perfecta posible.*

b) Agitación lenta y homogénea.

La floculación es estimulada por una agitación lenta de la mezcla puesto que así se favorece la unión entre los flóculos. Un mezclado demasiado intenso no interesa porque rompería los flóculos ya formados.

c) Temperatura del agua.

La influencia principal de la temperatura en la floculación es su efecto sobre el tiempo requerido para una buena formación de flóculos.

Generalmente, temperaturas bajas dificultan la clarificación del agua, por lo que se requieren periodos de floculación más largos o mayores dosis de floculante.

d) Características del agua.

Un agua que contiene poca turbiedad coloidal es, frecuentemente, de floculación más difícil, ya que las partículas sólidas en suspensión actúan como núcleos para la formación inicial de flóculos.

e) Tipos de floculantes Según su naturaleza, los floculantes pueden ser:

-) **Minerales:** por ejemplo la sílice activada. Se le ha considerado como el mejor floculante capaz de asociarse a las sales de aluminio. Se utiliza sobre todo en el tratamiento de agua potable.
-) **Orgánicos:** son macromoléculas de cadena larga y alto peso molecular, de origen natural o sintético.

Los floculantes orgánicos de origen natural se obtienen a partir de productos naturales como alginatos (extractos de algas), almidones (extractos de granos vegetales) y derivados de la celulosa. Su eficacia es relativamente pequeña.

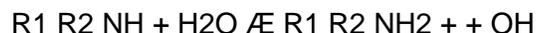
Los de origen sintético, son macromoléculas de cadena larga, solubles en agua, conseguidas por asociación de monómeros simples sintéticos, alguno de los cuales poseen cargas eléctricas o grupos ionizables por lo que se le denominan polielectrólitos.

Son polímeros orgánicos con carga eléctrica. Inicialmente se utilizaron los de origen natural, como almidón, celulosa, gomas de polisacáridos, etc. Hoy se usan una gran variedad de polielectrólitos sintéticos. Pueden actuar solos o como coadyuvantes para floculación.

Los polielectrólitos pueden clasificarse en:

- Catiónicos: Cargados positivamente. caracterizados por tener en sus cadenas una carga eléctrica positiva, debida a la presencia de grupos amino.
- Aniónicos: Cargados negativamente. Caracterizados por tener grupos ionizados negativamente (grupos carboxílicos).
- No iónicos: No son polielectrólitos en sentido estricto aunque exhiben en disolución muchas de las propiedades floculantes de los anteriores. son poli(acrilamidas de masa molecular comprendida entre 1 y 30 millones.

Los polielectrólitos catiónicos son poliaminas que se hidrolizan en agua como sigue:



Puesto que la hidrólisis da OH^- , a pH alto se fuerza la reacción a la izquierda y el polímero se vuelve no iónico.

De forma semejante, los polímeros aniónicos incorporan a su estructura un grupo carboxilo que en agua se ioniza del siguiente modo:



Un pH bajo fuerza la reacción a la izquierda y transforma el polímero aniónico en no iónico. Según esto, generalmente se usan los polímeros catiónicos a bajos pHs y los aniónicos a altos pHs. Esto no significa que en caso contrario dejen de funcionar, lo que

ocurre es que se transforman en no iónicos, lo que hará variar en cierto modo su efectividad en el tratamiento concreto a que se aplican.

La selección del polielectrólito adecuado se hará mediante ensayos jar test.

Este ensayo consiste en la adición de dosis crecientes de coagulante y/o floculante a una serie de porciones del agua a ensayar, determinando después de un período de agitación adecuado, las características del coágulo y algunas propiedades físicas y químicas en las porciones tratadas, que permiten establecer las dosis óptimas de coagulante y/o floculante que deben añadirse al agua para su tratamiento.

Los resultados obtenidos en el tratamiento de coagulación no dependen solamente de las propiedades del agua a tratar y de la dosis de coagulante y/o floculante añadidas, sino también de las características constructivas de cada planta (forma y dimensiones de los decantadores, método de adición del coagulante, sistemas de acondicionamiento del coágulo, etc.). Los resultados que se obtengan en el ensayo de laboratorio dependen a su vez de otra serie de factores, de los cuales los más importantes son la forma y dimensiones de los recipientes y agitadores empleados, y el tiempo y la velocidad de la agitación. Por razones prácticas, es preferible uniformar el tipo de aparato agitador empleado. En cambio, la velocidad y el tiempo de agitación no pueden especificarse de un modo general, lo que obliga a efectuar en cada planta una serie de ensayos comparativos, con tiempos y velocidades variables, hasta encontrar cuales son los valores definitivos que conviene adoptar para conseguir que las dosis óptimas encontradas en el ensayo de laboratorio coincida en lo posible con las óptimas de la planta.

En general, la acción de los polielectrólitos puede dividirse en tres categorías:

En la primera, los polielectrólitos actúan como coagulantes rebajando la carga de las partículas. Puesto que las partículas del agua residual están cargadas negativamente, se utilizan a tal fin los polielectrólitos catiónicos.

La segunda forma de acción de los polielectrólitos es la formación de puentes entre las partículas. El puente se forma entre las partículas que son adsorbidas por un mismo polímero, las cuales se entrelazan entre sí provocando su crecimiento.

La tercera forma de actuar se clasifica como una acción de coagulación formación de puentes, que resulta al utilizar polielectrólitos catiónicos de alto peso molecular. Además de disminuir la carga, estos polielectrólitos formarán también puentes entre las partículas.

3.2.2.3. Decantación o Flotación.

Esta última etapa tiene como finalidad el separar los agregados formados del seno del agua.

3.2.3. Combinadas (Biológico + físico - químico)

Hay ocasiones en las cuales es necesario combinar los dos métodos mencionados anteriormente para poder obtener la calidad del agua deseada al final del proceso.

3.2.4 Parámetros

Para determinar la calidad de un agua es necesario analizar los parámetros:

Parámetros físicos:

- Características organolépticas (olor, color y sabor)
 - Temperatura (la temperatura óptima es de 8-15°C)
 - Conductividad (gracias a las sales)
 - Turbidez
- Parámetros químicos: incluyen a los orgánicos, los inorgánicos y los gases.
 - Parámetros orgánicos: miden la cantidad de materia orgánica que hay en el agua.
A > cantidad de materia orgánica en el agua < calidad del agua.
 - DBO (demanda bioquímica del O₂): Mide el oxígeno disuelto utilizado por los microorganismos en la oxidación bioquímica de la materia. El periodo de incubación tras el cual se realiza la medición suele ser de 5 días, comparándose el valor obtenido con el original presente en la muestra. Se determina así la cantidad aproximada de oxígeno utilizado que se requerirá para degradar biológicamente la materia orgánica.
 - DQO (demanda química de oxígeno): Mide el oxígeno disuelto requerido para oxidar la materia mediante un agente químico. Mide la cantidad de materia orgánica total (la biodegradable y la no biodegradable)
 - Parámetros inorgánicos: los más usuales son el pH y la concentración de sales.
 - Gases: los gases presentes habitualmente en las aguas naturales son el nitrógeno, oxígeno y dióxido de carbono, que son gases comunes en la atmósfera, mientras que en las aguas residuales hay sulfuro de hidrógeno, metano y amoníaco, que procede de la descomposición de la materia orgánica. Por otro lado, en las aguas desinfectadas se puede encontrar cloro y ozono.

- Parámetros microbiológicos:
 - Este control es exclusivo para aguas de uso humano. Se basan en medir la presencia de microorganismos como son bacterias coliformes que producen la contaminación fecal y los microorganismos patógenos que producen cólera
 - Además de estos parámetros existen organismos bioindicadores que nos pueden informar sobre la calidad del agua. Éstos son larvas de algunos insectos, moluscos, que no pueden vivir en aguas contaminadas.

3.2.5 NOM-001-SEMARNAT-1996

Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, con el objeto de proteger su calidad y posibilitar sus usos, y es de observancia obligatoria para los responsables de dichas descargas. Esta Norma Oficial Mexicana no se aplica a las descargas de aguas provenientes de drenajes separados de aguas pluviales. En la tabla 1 se muestran los límites máximos permisibles para los contaminantes básicos.

Tabla 1. Límites permisibles para contaminantes básicos.

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA CONTAMINANTES BÁSICOS																				
PARAMETROS	RIOS						EMBALSES NATURALES Y ARTIFICIALES				AGUAS COSTERAS						SUELO		HUMEDALES	
	Uso en riego agrícola (A)		Uso público urbano (B)		Protección de vida acuática (C)		Uso en riego agrícola (B)		Uso público urbano (C)		Explotación pesquera, navegación y otros usos (A)		Recreación (B)		Estuarios (B)		Uso en riego agrícola (B)		NATURALES (B)	
(miligramos por litro, excepto cuando se especifique)	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.
Temperatura °C (1)	N.A.	N.A.	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	N.A.	N.A.	40	40
Grasas y Aceites (2)	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25
Materia Flotante (3)	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente
Sólidos Sedimentables (ml/l)	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	N.A.	N.A.	1	2
Sólidos Suspendidos Totales	150	200	75	125	40	60	75	125	40	60	150	200	75	125	75	125	N.A.	N.A.	75	125
Demanda Bioquímica de Oxígeno	150	200	75	150	30	60	75	150	30	60	150	200	75	150	75	150	N.A.	N.A.	75	150
Nitrógeno Total	40	60	40	60	15	25	40	60	15	25	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	15	25	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Fósforo Total	20	30	20	30	5	10	20	30	5	10	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	5	10	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
P. D. = Promedio Diario	P. M. = Promedio Mensual		N. A. = No Aplicable																	
(A), (B) y (C): Tipo de Cuerpo Receptor según la Ley Federal de Derechos																				
(1) Instantáneo																				
(2) Muestra Simple Promedio Ponderado																				
(3) Ausente según el método de Prueba definido en la NMX-AA-006																				

Elementos básicos de las instalaciones del proceso de lodos activados:

- **Trampa de grasa:** En esta parte del proceso se realiza una separación de la grasa que puede traer consigo el influente. Para esto se utiliza una malla, la cual retiene las grasas. Una trampa retiene por sedimentación los sólidos en suspensión y por flotación, el material graso. La trampa de grasas tiene 2 compartimentos, ambos separados por una rejilla encargada de no dejar pasar sólidos. En el compartimento más grande, por donde llegan los líquidos con sólidos disueltos, la grasa se separa al ser más liviana que el agua. Por el otro compartimento, va a salir el agua “ya limpia”.

Es muy importante que el desagüe posterior a la trampa tenga un sifón para evitar malos olores. La trampa cuenta también con un drenaje y una llave de cierre rápido que va a permitir, luego de evacuar los precipitados, hacer la limpieza, sin necesidad de emplear mangueras y otros accesorios. Con este proceso físico se logra la separación ya que no hay emulsiones en nuestras descargas

- **Cárcamos:** Existen tres cárcamos en la planta de tratamiento de aguas de Flex sur. En estos cárcamos se recibe el agua servida y se manda a los reactores para su tratamiento. Se recibe el agua en el cárcamo uno y posteriormente se pasa al número dos, de este cárcamo se manda al reactor 1, estos dos cárcamos se encuentran fuera de la planta. El cárcamo 3 se encuentra dentro de la planta y el agua que recibe es la proveniente de los retrolavados y de todas las descargas de agua que se realizan dentro de la planta.
- **Criba y canastilla:** Estos dos equipos tienen la finalidad de retener los sólidos que se encuentran en el agua a tratar, son de gran importancia ya que estos sólidos pueden tapar las bombas de agua, los desnatadores en el clarificador o cualquier tubería. Es importante mencionar que el papel higiénico que se utiliza en Flex sur es biodegradable por lo tanto se deposita en el WC, esto causa un aumento en los sólidos por lo que la importancia de este tipo de equipos se incrementa.
- **Tanque de aeración:** Estructura donde el desagüe y los microorganismos (incluyendo retorno de los lodos activados) son mezclados. Se produce reacción biológica. En esta planta existen 5 tanques de aeración conocidos como reactor 1 (Diámetro (D) 8.7 y profundidad (P) 3.8), reactor 2 y reactor 3 (D 6.5 y P 3.3), reactor 4 y reactor 5 (D 7.3 y P 3.8). Estos reactores tienen distinta capacidad y está directamente relacionada con la cantidad de flujo que entra y el tiempo de retención que se tiene para que los microorganismos cumplan su función de degradar la materia orgánica.
- **Tanque sedimentador:** El desagüe mezclado procedente del tanque aereador es sedimentado separando los sólidos suspendidos (lodos activados), obteniéndose un desagüe tratado clarificado. Su D 8.25 y P 7.26.

- **Clorado:** El agua clarificada pasa a un tanque de clorado en el cual se pretende eliminar la carga microbiana que se encuentra presente en este caudal. La cantidad de cloro que debe estar presente es de 0.6 a 1.5 ppm. Su D 2.8 y P 3.3
- **Filtro:** Ya clorada y reducida la carga microbiana se pasa a un filtro donde se pretende eliminar los sólidos que aun estén presentes en el agua. En este caso es un filtro de arena y grava.
- **Equipo de aireación:** Inyección de oxígeno para activar las bacterias heterotróficas. Se realiza con ayuda de un soplador.
- **Cisterna:** En esta se almacena el agua ya tratada para poder utilizarla posteriormente en el sistema de riego de los jardines de la empresa. Su D 7.3 y P 3.8.
- **Sistema de retorno de lodos:** El propósito de este sistema es el de mantener una alta concentración de microorganismos en el tanque de aireación. Una gran parte de sólidos biológicos sedimentables en el tanque sedimentador son retomados al tanque de aireación (reactor 1). Existen dos retornos con diferentes capacidades.
- **Exceso de lodos y su disposición:** El exceso de lodos, debido al crecimiento bacteriano en el tanque de aireación, son eliminados, tratados y dispuestos. Estos lodos son mandados al digestor, en donde se agrega polímero, se homogeniza y se deja sedimentar para posteriormente decantar la mayor cantidad de agua posible. Cuan ya no es posible obtener más agua y el digestor se llena, para disposición final llegan pipas a llevarse el lodo y le dan un tratamiento posterior.

3.3.2 Operación básica

1) Pretratamiento/ Ajuste de Aguas Residuales

En algunos casos las aguas residuales deben ser acondicionadas antes de proceder al sistema del proceso de lodos activados, esto es debido a que ciertos elementos inhiben el proceso biológico, algunos de estos casos son:

- Sustancias dañinas a la activación microbiana (ej: Cl_2).
- Grandes cantidades sólidos --> Utilización de cribas o rejillas, tanque de sedimentación primaria (sólidos fácilmente sedimentables)
- Aguas residuales con valores anormales de pH --> Proceso de neutralización indispensable.
- Desagües con grandes fluctuaciones de gasto y calidad de las aguas residuales incluyendo concentración de DBO --> Tanque de igualación

2) Remoción de DBO en un Tanque de aereación.

Las aguas residuales crudas mezcladas con el lodo activado retornado del tanque de sedimentador final es aereado hasta obtener 2 mg/L de oxígeno disuelto o más, en este proceso una parte de materia orgánica contenida en los desagües es mineralizada y gasificada y la otra parte es asimilada como nuevas bacterias.

3) Separación sólido líquido en el Tanque de Sedimentación

Los lodos activados deben ser separados del licor mezclado provenientes del tanque de aereación este proceso se realiza en el tanque de sedimentación, concentrándolos por gravedad. La finalidad de este proceso es:

- a) Conseguir un efluente clarificado con un mínimo de sólidos suspendidos
- b) Asegurar el lodo de retorno.

En la planta de Flex sur para llevar a cabo la separación del agua y lodo se utiliza polímero. El cual se coloca después de realizar las purgas. Se colocan aproximadamente 1kg por purga.

4) Descarga del exceso de lodos

Con la finalidad de mantener la concentración de los lodos activados en el licor mezclado a un determinado valor, una parte de los lodos son eliminados del sistema a lechos de secado o a espesadores seguidos de filtros mecánicos (filtros prensa, de cinta etc.) para posteriormente disponer el lodo seco como residuo sólido.

Un aspecto relacionado con la separación de lodos es el concerniente a los flóculos biológicos de los lodos activados, estos están compuestos de bacterias heterotróficas y son el elemento principal para la purificación, tienen dos importantes características en el proceso:

- a) Eficiente remoción de materia orgánica.
- b) Eficiente separación de sólidos.

5) Bacterias

Los verdaderos trabajadores en el proceso de lodo activado son millones de organismos microscópicos cuyo trabajo principal es comer.

Cuando ellos no están comiendo, no están trabajando. Hay buenos y malos microorganismos. La diferencia principal entre ellos no es su habilidad en usar el alimento, más bien, es que también se sedimentan.

El término microorganismo cubre una gran cantidad y variedad de organismos que se encuentran en las aguas residuales. El operador los puede identificar como formadores de coágulos unicelulares y como formadores de filamentos, y como formas de animales multicelulares de protozoo y rotíferos.

Bajo sus respectivas condiciones óptimas, ambos organismos unicelulares se reproducen por división tan a menudo como cada 20 minutos, de allí la alta tasa de crecimiento.

En el lodo activado, los buenos microorganismos son los organismos formadores de coágulos que tienen la capacidad, bajo condiciones ideales, de formar un coágulo gelatinoso lo suficientemente pesado para sedimentarse. El coágulo o lodo que se forma se caracteriza por tener un índice de volumen de lodo (IVL) entre 85-150 o tiene una lectura de 5 minutos en la columna de sedimentación de 40-60%.

Los microorganismos pobres se caracterizan especialmente por ser alargados y delgados y se pueden referir como filamentos, de allí el nombre de “crecimientos filamentosos” En realidad éste es un tipo excelente de lodo para eliminar el DOB. Pero como es extremadamente liviano, no se sedimenta rápidamente y es fácilmente llevado fuera del clarificador final, excepto durante períodos de larga detención.

Las bacterias juegan un rol preponderante en el tratamiento biológico. Las bacterias son clasificadas de acuerdo a sus características bioquímicas.

a) Clasificación por su forma de vida

1. De crecimiento suspendido, con existencia de flóculos orgánicos (Lodos Activados).
2. De crecimiento adherido donde el crecimiento bacteriano se realiza en un medio de apoyo (piedras, medio artificial PVC). Utilizado en procesos con filtros percoladores.

b) Clasificación por uso de oxígeno

- Los organismos aeróbicos existen solo cuando existe una fuente de oxígeno molecular.
- Organismos anaeróbicos cuya existencia está condicionada a la ausencia de oxígeno.
- Organismos facultativos tiene la capacidad de sobrevivir con o sin oxígeno.

3.3.3 Parámetros

Para saber la calidad del agua se realizan ciertos análisis en los cuales se encuentran los siguientes:

Análisis diarios:

-) Demanda Química de Oxígeno (DQO)- entre 800 ppm a 1700 ppm
-) Nitrógeno total (Nt)- menor a 40 ppm

Análisis por turno (existen 3 turnos al día y cada turno realiza los análisis en dos ocasiones)

-) Sólidos totales (SST)- de 700 ml/L a 400 ml/L
-) Sólidos suspendidos (SS)- 150 ppm
-) Ph- de 6 a 7.5
-) Oxígeno Disuelto (OD)- de 0.5 ppm a 4 ppm
-) Cloro- de 0.6 ppm a 1.5 ppm

Los resultados de los análisis son registrados en un documento y posteriormente se entregan a Flex para tener un registro de la calidad del agua. En la figura 9 a) y 1 b) se muestran los formatos de registro de datos.

Este es un formulario de registro de datos con el logo 'flex' en la parte superior izquierda. El formulario está dividido en varias secciones con encabezados como 'Datos generales', 'Análisis de laboratorio' y 'Observaciones'. Las tablas de datos están completamente vacías, mostrando solo las líneas de encabezado y los espacios reservados para la información.

Figura 9. a) formato vacío,

Este es el mismo formulario de registro de datos que se muestra en la imagen anterior, pero ahora está completamente lleno con datos. Se pueden ver valores numéricos y textuales escritos en las casillas correspondientes de las tablas y secciones del formulario.

b) formato lleno.

3.3.3.1 Diagramas de análisis

Análisis diarios

) Demanda Química de Oxígeno (DQO)



Se toma un vial del kit DQO



Se agregan 0.2ml de muestra (influyente y efluente)



Se calienta a 148°C por 20 min en el equipo HACH



Se deja enfriar, se calibra el equipo con el blanco y se lee con el programa 17 en el equipo HACH

) Nitrógeno total (Nt)



Se toman dos viales Hidroxidos. Se toma uno para blanco (B) y otro para efluente (E).



Se colocan 0.5 ml de muestra para E y 0.5 ml de agua destilada para B.



Colocar un sobre de persulfato a cada vial.



Precalear reactor a 150°C y calentar viales por 60 min.



Se deja enfriar y se coloca un sobre e solución A en cada vial y



Tomar el equipo HACH colocar el programa 69. Presionar timer, luego enter. Y dejar reposar los viales 3 min.



Colocar B (rojo) en el lector HACH y presionar zero.



Se toman dos viales ácidos. Se toman 2ml de B colocarla en uno de los viales nuevo y agitar, repetir para E. presionar enter y reposar 5 min.



Añadir a cada vial la solución B, agitar, presionar enter y reposar 2 min.



Colocar E (rojo) en el lector HACH y enter para tener el resultado.

) Sólidos totales (SST) – Prueba de conos



Se toma un cono y se llena hasta 1000 ml de muestra (R1, R5, Re1 y Re2)



Se deja reposar por 30 min y se toma nota de cuanto sedimento los lodos.

) Sólidos suspendidos (SS)



Se toma muestra del efluente y se llena la cubeta.



Se prende el quipo HACH y se coloca en el programa 94



Se calibra a 0 con el blanco (Agua destilada)



Se coloca la cubeta con la muestra y se analiza.

) Ph



Se prende el equipo HACH y se retira la sonda del buffer para limpiarla.



Se toma la muestra y se coloca la sonda en ella para analizarla.

) Oxígeno disuelto



Se prende el equipo HACH.



Se coloca la sonda dentro de los reactores (50 cm aprox.) y se analiza.

) Cloro



Se toma la muestra y se coloca en el tubo hasta donde indica la marca.



Se colocan 5 gotas del indicador ortho tolidina hidrocioruro, y se agita. Se toma nota del vire de color.

3.3.4 ANASA

Para poder constatar que la calidad del agua tratada es la indicada por la NOM-001-SEMARNAT-1996 se mandan a hacer análisis cada a la empresa ANASA. Análisis de Agua S.A. de C.V. es una empresa dedicada a realizar servicios de análisis ambientales en las ramas de agua y residuos a la industria mexicana. Con 18 años de experiencia, ANASA se ha consolidado como empresa líder en el ramo.

Desde su fundación, ANASA se ha distinguido por estar siempre a la vanguardia tecnológica así como contar con capital humano ampliamente calificado y capacitado para poder brindar a nuestros clientes un servicio eficaz y eficiente.

En ANASA se ofrecen los análisis de las siguientes normas oficiales mexicanas establecidas por alguno de los siguientes organismos: Secretaría del Medio Ambiente (SEMARNAT), Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), Secretaría de Salud (SSA)

-) NOM-001-SEMARNAT-1996: Límites Máximos Permisibles de contaminantes en aguas residuales que descarguen en aguas y bienes nacionales.
-) NOM-002-SEMARNAT-1996: Límites Máximos Permisibles de contaminantes en aguas residuales que descarguen al alcantarillado urbano o municipal.
-) NOM-003-SEMARNAT-1997: Límites Máximos Permisibles de contaminantes para las agua residuales tratadas que se reúsen en servicio al público.
-) NOM-004-SEMARNAT-2002: Protección ambiental. Lodos y biosólidos. Especificaciones y Límites Máximos Permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final.

3.3.4.1 Ejemplos de resultados sobre la calidad del agua de acuerdo a ANASA

A continuación se muestran imágenes de los resultados obtenidos por ANASA.



ANÁLISIS DE AGUA, S.A. DE C.V.

Tel.: 01(33) 3673-3588, 3673-3589 y 1857-1090
 Av. Circunvalación Pta. 231-E. 45010 Cd. Granja, Zapopan, Jalisco.
 www.anasa.mx

Nº. DE LAB: 70821-1
 1 DE MARZO DEL 2017

INFORME DE RESULTADOS

CLIENTE: FLEXTRONICS TECHNOLOGIES MEXICO, S. DE R.L. DE C.V.
 DIRECCIÓN: PROL. AV. LOPEZ MATEOS SUR No. 2915 KM 8.5. COL. LA TIJERA
 MUNICIPIO: TLAJOMULCO DE ZUMIGA
 ESTADO: JALISCO, 45645 TEL: 3770-42-00 email: senaido_mercado@flextronics.com
 ATN: ING. SENAIDO MERCADO

FECHA Y HORA DE MUESTREO: 13/02/17 09:15
 MUESTREO POR: ANÁLISIS DE AGUA
 FECHA RECEPCIÓN: 14/02/17
 IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: EFLUENTE DE P T A R
 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: LIQUIDO AMARILLENTO
 PROCEDENCIA: EFLUENTE DE P T A R
 MUESTREADOR: D. JAVIER TORRES CONTRERAS
 MATRIZ: AGUA RESIDUAL

LMP de acuerdo a la Norma: NOM-001-SEMARNAT-1996 TIPO A

AA	PARAMETRO	METODO ANALITICO	UNIDADES	RESULTADO	U (Nº)	LDM	LPC	LMP	ANALIZADO
FISICOQUIMICOS									
1.2	CANCIOS TOTALES	NMX-AA-058-SCFI-2011	mg/L	< 0.0200	NA	0.0040	0.0200	0.0000	20/02/17 IMS
1.2	DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	NMX-AA-026-SCFI-2001	mg/L	7.38	1.88	0.0000	1.88	200.0000	15/02/17 IAG
1.2	DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	NMX-AA-030/1-SCFI-2012	mg/L	129.60	3.77	0.0000	0.00	---	14/02/17 LCP
1.2	GRASAS Y ACEITES MS-1	NMX-AA-005-SCFI-2013	mg/L	< 5.00	NA	0.0000	5.00	25.00	17/02/17 DDR
1.2	GRASAS Y ACEITES MS-2	NMX-AA-005-SCFI-2013	mg/L	< 5.00	NA	0.0000	5.00	25.00	17/02/17 DDR
1.2	GRASAS Y ACEITES MS-3	NMX-AA-005-SCFI-2013	mg/L	< 5.00	NA	0.0000	5.00	25.00	17/02/17 DDR
1.2	GRASAS Y ACEITES MS-4	NMX-AA-005-SCFI-2013	mg/L	< 5.00	NA	0.0000	5.00	25.00	17/02/17 DDR
1.2	GRASAS Y ACEITES MS-5	NMX-AA-005-SCFI-2013	mg/L	< 5.00	NA	0.0000	5.00	25.00	17/02/17 DDR
1.2	GRASAS Y ACEITES MS-6	NMX-AA-005-SCFI-2013	mg/L	< 5.00	NA	0.0000	5.00	25.00	17/02/17 DDR
1.2	GRASAS Y ACEITES MEDIA PONDERADA	NMX-AA-005-SCFI-2013	mg/L	< 5.00	NA	0.0000	5.00	25.00	17/02/17 DDR
1.2	NITRITOS (Como N)	NMX-AA-066-SCFI-2006	mg/L	< 2.0000	NA	0.0000	0.0000	---	20/02/17 DDR
1.2	NITRATOS (Como N)	NMX-AA-079-SCFI-2001	mg/L	0.343	0.004	0.0000	0.0000	---	14/02/17 AUM
V.	NITROGENO TOTAL	CALCULO	mg/L	11.9999	0.2188	0.0700	NA	---	15/02/17 AUM
1.2	NITROGENO TOTAL KJELDAHL	NMX-AA-036-SCFI-2010	mg/L	11.65	0.21	0.0000	NA	80.0000	18/02/17 AUM
1.2	FOSFORO TOTAL	NMX-AA-026-SCFI-2001	mg/L	18.487	0.754	0.0000	0.300	80.000	18/02/17 AUM
						0.1000	0.300	30.000	20/02/17 IMS

Figura 10. Resultados de ANASA 1

INFORME DE RESULTADOS

CLIENTE: FLEXTRONICS TECHNOLOGIES MEXICO, S. DE R.L. DE C.V.
 DIRECCION: PROL. AV. LOPEZ MATEOS SUR No. 2818 KM.4.5, COL. LA LUERA
 MUNICIPIO: TLAJOMULCO DE ZUNIGA
 ESTADO: JALISCO, 48648 TEL: 3779-42-88 email: senado.mercado@flextronics.com
 ATN: ING. SENADO MERCADO

FECHA Y HORA DE MUESTREO: 13/02/17 09:18
 MUESTREADO POR: ANALISIS DE AGUA
 FECHA RECEPCION: 14/02/17
 IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: EFLUENTE DE P.T.A.R.
 DESCRIPCION DE LA MUESTRA: LIQUIDO AMARILLENTO
 PROCEDENCIA: EFLUENTE DE P.T.A.R.
 MUESTREADOR: Q. JAVIER TORRES CONTRERAS
 MATRIZ: AGUA RESIDUAL

LMP de acuerdo a la Norma: NOM-001-SEMARNAT-1996 TIPO A

NA	PARAMETRO	METODO ANALITICO	UNIDADES	RESULTADO	STP-1	LDM	LPC	LMP	ANALIZADO
1.2	SOLIDOS SEDIMENTALES	NM-1A-09-SCF1-2013	ML	+ 0.1	NA	0.000	0.1	0.000	14/02/17 JLM
1.2	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	NM-1A-04-SCF1-2013	MG/L	10.20	0.14	0.000	0.20	200.00	14/02/17 JCP
ABSORCION ATOMICA									
1.2	ARSENICO	NM-1A-201-SCF1-2007	MG/L	0.0040	0.0011	0.000	0.000	0.4000	21/02/17 GHH
1.2	CADMI	NM-1A-201-SCF1-2007	MG/L	+ 0.000	NA	0.000	0.000	0.4000	18/02/17 GHH
1.2	CROMO TOTAL	NM-1A-201-SCF1-2007	MG/L	+ 0.000	NA	0.000	0.000	1.0000	18/02/17 GHH
1.2	COSRE	NM-1A-201-SCF1-2007	MG/L	+ 0.000	NA	0.000	0.000	0.0000	18/02/17 GHH
1.2	MERCURIO	NM-1A-201-SCF1-2007	MG/L	+ 0.000	NA	0.000	0.000	0.0000	20/02/17 GHH
1.2	NICOL	NM-1A-201-SCF1-2007	MG/L	+ 0.000	NA	0.000	0.000	4.0000	18/02/17 GHH
1.2	PLOMO	NM-1A-201-SCF1-2007	MG/L	+ 0.000	NA	0.000	0.000	1.0000	18/02/17 GHH
1.2	ZINC	NM-1A-201-SCF1-2007	MG/L	0.200	0.010	0.000	0.000	30.000	18/02/17 GHH
MICROBIOLOGIA									
1.2	COLIFORMES FECALES MS-1	NM-1A-04-SCF1-2013	NMP/100 ML	- 7	NA	0.000	0	2000	14/02/17 MCT
1.2	COLIFORMES FECALES MS-2	NM-1A-04-SCF1-2013	NMP/100 ML	00	NA	0.000	0	2000	14/02/17 MCT
1.2	COLIFORMES FECALES MS-3	NM-1A-04-SCF1-2013	NMP/100 ML	7	NA	0.000	0	2000	14/02/17 MCT
1.2	COLIFORMES FECALES MS-4	NM-1A-04-SCF1-2013	NMP/100 ML	000	NA	0.000	0	2000	14/02/17 MCT

Figura 11. Resultados de ANASA 2

INFORME DE RESULTADOS

CLIENTE: FLETRONICS TECNOLOGIAS MEXICO, S. DE R.L. DE C.V.
DIRECCION: PROL. AV. LOPEZ MATEOS SUR No. 2814 KM 6.5, COL. LA FLORERA
MUNICIPIO: TLAJOMULCO DE ZUNIGA
ESTADO: JALISCO 48845 TEL: 3719-42-00
email: senado.mercado@fletronicos.com
ATN: ING. BENAIRO MERCADO

FECHA Y HORA DE MUESTREO: 13/02/17 09:18
 MUESTREADO POR: ANALISIS DE AGUA
 FECHA RECEPCION: 14/02/17
 IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: EFLUENTE DE P.T.A.R.
 DESCRIPCION DE LA MUESTRA: LIQUIDO AMARILLENTO
 PROCEDENCIA: EFLUENTE DE P.T.A.R.

LMP de acuerdo a la Norma: NDM-001-SEMARNAT-1996 TIPO A

RA	PARAMETRO	METODO ANALITICO	UNIDADES	RESULTADO	U (N)	LDM	LPC	LMP	ANALIZADO
1.2	COLIFORMES FECALES MS-1	NMX-AA-043-SCFI-2015	NMP/100 mL	< 1	NA	0.0000	3	2500	14/02/17 MCT
1.2	COLIFORMES FECALES MS-2	NMX-AA-043-SCFI-2015	NMP/100 mL	< 3	NA	0.0000	3	2500	14/02/17 MCT
1.2	COLIFORMES FECALES MEDIA GEOMETRICA	NMX-AA-043-SCFI-2015	NMP/100 mL	10	NA	0.0000	3	2500	14/02/17 MCT
1.2	HUEVOS DE HELMINTO	NMX-AA-115-SCFI-2012	Huevos/L	< 1	NA	0.0000	1	3.0000	15/02/17 MCT
MUESTREO									
1.1	MUESTREO COMPLETO 24 HRS	NMX-AA-003-1980	NA	REALIZADO	NA		NA	REALIZADO	13/02/17 JTC
1.2	pH MUESTRA SIMPLE 1	NMX-AA-006-SCFI-2016	UNIDADES	6.08	0.00	0.0000	NA	6.00 - 10.00	13/02/17 JTC
1.2	pH MUESTRA SIMPLE 2	NMX-AA-006-SCFI-2016	UNIDADES	6.06	0.05	0.0000	NA	6.00 - 10.00	13/02/17 JTC
1.2	pH MUESTRA SIMPLE 3	NMX-AA-006-SCFI-2016	UNIDADES	6.79	0.05	0.0000	NA	6.00 - 10.00	13/02/17 JTC
1.2	pH MUESTRA SIMPLE 4	NMX-AA-006-SCFI-2016	UNIDADES	6.06	0.05	0.0000	NA	6.00 - 10.00	13/02/17 JTC
1.2	pH MUESTRA SIMPLE 5	NMX-AA-006-SCFI-2016	UNIDADES	6.31	0.05	0.0000	NA	6.00 - 10.00	14/02/17 JTC
1.2	pH MUESTRA SIMPLE 6	NMX-AA-006-SCFI-2016	UNIDADES	6.30	0.05	0.0000	NA	6.00 - 10.00	14/02/17 JTC
1.2	MATERIA FLOTANTE MS-1	NMX-AA-006-SCFI-2010	AUS/PRES	AUSENTE	NA	0.0000	NA	AUSENTE	13/02/17 JTC
1.2	MATERIA FLOTANTE MS-2	NMX-AA-006-SCFI-2010	AUS/PRES	AUSENTE	NA	0.0000	NA	AUSENTE	13/02/17 JTC
1.2	MATERIA FLOTANTE MS-3	NMX-AA-006-SCFI-2010	AUS/PRES	AUSENTE	NA	0.0000	NA	AUSENTE	13/02/17 JTC
1.2	MATERIA FLOTANTE MS-4	NMX-AA-006-SCFI-2010	AUS/PRES	AUSENTE	NA	0.0000	NA	AUSENTE	13/02/17 JTC

Figura 12. Resultados de ANASA 3

INFORME DE RESULTADOS

CLIENTE: FLEXTRONICS TECHNOLOGIES MEXICO, S. DE R.L. DE C.V.
 DIRECCION: PROL. AV. LOPEZ MATEOS SUR No. 2918 KM.6 S. COL. LA FUERA
 MUNICIPIO: TLAJOMULCO DE ZUNIGA
 ESTADO: JALISCO, 49648 TEL: 3770-4200 email: senaido.mercado@flextronics.com
 ATN: ING. SENAIIDO MERCADO

FECHA Y HORA DE MUESTREO: 13/02/17 09:19 MUESTREADOR: G. JAVIER TORRES CONTRERAS
 MUESTREADO POR: ANALISIS DE AGUA MATRIZ: AGUA RESIDUAL
 FECHA RECEPCION: 14/02/17
 IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: EFUENTE DE P.T.A.R.
 DESCRIPCION DE LA MUESTRA: LIQUIDO AMARILLENTO
 PROCEDENCIA: EFUENTE DE P.T.A.R.

LMP de acuerdo a la Norma: NOM-001-SEMARNAT-1996 TIPO A

AA	PARAMETRO	METODO ANALITICO	UNIDADES	RESULTADO	Q'YU	LDM	LPC	LMP	ANALIZADO
1.2	MATERIA FLOTANTE MS-E	NMX-AA-027-SCFI-2015	AUS/PROB	AUSENTE	NA	0.0005	NA	AUSENTE	14/02/17 JTC
1.3	MATERIA FLOTANTE MS-E	NMX-AA-028-SCFI-2015	AUS/PROB	AUSENTE	NA	0.0000	NA	AUSENTE	14/02/17 JTC
3	CLORO RESIDUAL MUESTRA SIMPLE 1	COLORIMETRICO	mg/L	1.2	NA	0.0000	3.2	---	13/02/17 JTC
3	CLORO RESIDUAL MUESTRA SIMPLE 2	COLORIMETRICO	mg/L	1.5	NA	0.0000	2.0	---	13/02/17 JTC
3	CLORO RESIDUAL MUESTRA SIMPLE 3	COLORIMETRICO	mg/L	1.3	NA	0.0000	3.0	---	13/02/17 JTC
3	CLORO RESIDUAL MUESTRA SIMPLE 4	COLORIMETRICO	mg/L	1.5	NA	0.0000	2.0	---	13/02/17 JTC
3	CLORO RESIDUAL MUESTRA SIMPLE 5	COLORIMETRICO	mg/L	1.3	NA	0.0000	2.0	---	14/02/17 JTC
3	CLORO RESIDUAL MUESTRA SIMPLE 6	COLORIMETRICO	mg/L	1.3	NA	0.0000	2.0	---	14/02/17 JTC
1.7	TEMPERATURA MUESTRA SIMPLE 1	NMX-AA-027-SCFI-2015	°C	24	NA	0.0000	NA	40	13/02/17 JTC
1.2	TEMPERATURA MUESTRA SIMPLE 2	NMX-AA-027-SCFI-2015	°C	25	NA	0.0000	NA	40	13/02/17 JTC
1.2	TEMPERATURA MUESTRA SIMPLE 3	NMX-AA-027-SCFI-2015	°C	28	NA	0.0000	NA	40	13/02/17 JTC
1.2	TEMPERATURA MUESTRA SIMPLE 4	NMX-AA-027-SCFI-2015	°C	24	NA	0.0000	NA	40	13/02/17 JTC
1.2	TEMPERATURA MUESTRA SIMPLE 5	NMX-AA-027-SCFI-2015	°C	21	NA	0.0000	NA	40	14/02/17 JTC
1.3	TEMPERATURA MUESTRA SIMPLE 6	NMX-AA-027-SCFI-2015	°C	19	NA	0.0000	NA	40	14/02/17 JTC
	AFORO MUESTRA SIMPLE 1	AFORO VOLUMETRICO	LFS	1.0000	NA	0.0000	NA	40	14/02/17 JTC
	AFORO MUESTRA SIMPLE 2	AFORO VOLUMETRICO	LFS	1.0000	NA	0.0000	NA	---	13/02/17 JTC
						0.0000	NA	---	13/02/17 JTC

Figura 13. Resultados de ANASA 4

INFORME DE RESULTADOS

CLIENTE: FLIXTRONICS TECHNOLOGIES MEXICO, S. DE RL. DE C.V.
 DIRECCION: PROC. AV. LOPEZ MATEOS SUR N°: 2915 KM 6.5, COL. LA TIERRA
 MUNICIPIO: TLASCAMULCO DE ZUNIGA
 ESTADO: JALISCO 48848 TEL: 3779-42-08 email: ananda.mercado@flixtronics.com
 LÍNEA: IND. BENAFÉ MERCADO

FECHA Y HORA DE MUESTREO: 13/02/17 08:15 MUESTREADOR: G. JAVIER TORRES CONTRERAS
 MUESTREADO POR: ANALISIS DE AGUA MATRIZ: AGUA RESIDUAL
 RED DE RECEPCION: 1402/17
 IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: EFLUENTE DE P.T.A.R.
 DESCRIPCION DE LA MUESTRA: LIQUIDO AMARILLENTO
 PROCEDENCIA: EFLUENTE DE P.T.A.R.

LMP de acuerdo a la Norma: NOM-001-SEMARNAT-1996 TIPO A

NA	PARAMETRO	METODO ANALITICO	UNIDADES	RESULTADO	U/PD	LDU	LPC	LMP	ANALIZADO
	AFORO MUESTRA SIMPLE 1	AFORO VOLUMETRICO	LPS	2.300	NA	0.000	NA	---	13/02/17 JTC
	AFORO MUESTRA SIMPLE 4	AFORO VOLUMETRICO	LPS	2.900	NA	0.000	NA	---	13/02/17 JTC
	AFORO MUESTRA SIMPLE 3	AFORO VOLUMETRICO	LPS	2.300	NA	0.000	NA	---	14/02/17 JTC
	AFORO MUESTRA SIMPLE 5	AFORO VOLUMETRICO	LPS	2.300	NA	0.000	NA	---	14/02/17 JTC

VALOR PARAMETROS: _____
 OBSERVACIONES ANALITICAS: _____

Figura 14. Resultados de ANASA 5

NOTAS

AN	Prueba Acreditada y Aprobada	AN	Carece del Análisis que realizó la prueba
LDM	Límite de Detención del Mercado	SZ	Incertidumbre expandida k=2
LPC	Límite Práctico de Cuantificación	S	Prueba realizada en el Laboratorio pero no está acreditada ni aprobada
N.E	Análisis No Efectuado	V	El resultado reportado proviene de un análisis que involucra otros parámetros analizados.
LMP	Límite Máximo Permisible	W	Prueba Controlada y acreditada
NA	No Aplica	X	Prueba Subcontrolada y acreditada
Y	Prueba Controlada y no acreditada		

ACREDITACIONES Y APROBACIONES

SA	DEPENDENCIA / INSTITUCIÓN	ACREDITACIÓN / APROBACIÓN	VALIDIDAD	PRUEBAS ACREDITADAS PARA LA EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN EN
1	Estado Mexicano de Acreditación A.C. (sama s.c.)	AD-111-01712	4 junio del 2015 a 03 de 2017	Agua
2	Comisión Nacional del Agua	CNA-CCA-1388	04 de Enero 2017 a 21 de junio 2018	Agua
3	Estado Mexicano de Acreditación A.C. (sama s.c.)	R-068-02613	4 junio del 10 Jun. 2015	Residuos

OBSERVACIONES DE MUESTREO:

MUESTREO DE 24 HRS. COMPUESTA POR 6 PRUEBAS SIMPLES, SEPARADAS CON INTERVALOS DE 4 HRS. EN LOS SIGUIENTES HORARIOS: DE 15 HRS. A 20 HRS., DE 20 HRS. A 23 HRS. DE 23 HRS. Y 00 HRS. A 04 HRS. LOS DÍAS 13 Y 14 DE FEBRERO 2017.

- Este Informe de Pruebas no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización escrita y firmada por la Dirección Técnica de este Laboratorio.
- Este Informe de Pruebas está sujeto a la muestra controlada y prueba.
- Resultados que se reportan de las pruebas reportadas, fueron realizados con los métodos y procedimientos acreditados.
- Para cualquier aclaración este informe podrá consultarse con 15 días y debe ser presentado por escrito.


D. ANELA SHERAZ LOPEZ
DIRECTOR TÉCNICO

Figura 15. Resultados de ANASA 6

En las pruebas realizadas y mostradas en las figuras 10, 11, 12, 13, 14 y 15, se da a conocer la calidad del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales de Flex sur. Dentro de los parámetros más importantes se encuentran el DQO, Nt y coliformes fecales, los cuales analizaremos a continuación.

Demanda Química de Oxígeno

La demanda bioquímica de oxígeno (DBO) es una prueba usada para la determinación de los requerimientos de oxígeno para la degradación bioquímica de la materia orgánica en las aguas municipales, industriales y en general aguas residuales; su aplicación permite calcular los efectos de las descargas de los efluentes domésticos e industriales sobre la calidad de las aguas de los cuerpos receptores. Los datos de la prueba de la DBO se utilizan en ingeniería para diseñar las plantas de tratamiento de aguas residuales.

De acuerdo a la NOM-001-SEMARNAT-1996-TIPO A, el límite máximo permisible para este parámetro es de 200 ppm. Los resultados de la figura 10 nos indican que el efluente contiene 7.8 ppm lo que nos indica que se encuentra dentro de los límites de indicados.

Esto nos da referencia de que se tienen suficientes microorganismos trabajando correctamente para poder eliminar la materia orgánica que está contenida dentro del influente.

Nitrógeno Total

Para poder eliminar la cantidad de nitrógeno presente en el agua residual se llevan a cabo dos procesos importantes de nitrificación y desnitrificación, estos tienen como objetivo básico la eliminación del nitrógeno que hay en un residuo. Se trata de un proceso microbiológico en el cual el amonio es oxidado por bacterias autótrofas a nitrato en presencia de oxígeno y carbono inorgánico (nitrificación), y, a continuación, este nitrato es reducido por bacterias heterótrofas a nitrógeno molecular (gas), en ausencia de oxígeno y presencia de carbono (desnitrificación).

La prueba realizada por ANASA y cuyo resultado se muestra en la figura 10, nos indica la cantidad total de nitrógeno presente en el efluente de la planta. De acuerdo a la norma NOM-001-SEMARNAT-1996-TIPO A, el límite máximo permisible es de 60 ppm y el resultado presenta que hay 11.99 dentro del agua del efluente. Con este resultado se sabe la planta se encuentra funcionando correctamente al mantener la calidad del agua dentro de la norma establecida.

Coliformes fecales

Los coliformes fecales se definen como el grupo de organismos coliformes que pueden fermentar la lactosa a 44-45 °C. Incluyen bacterias del género Escherichia y también especies de Klebsiella, Enterobacter y Citrobacter. Aunque frecuentemente su origen es fecal, organismos que dan positivo en este método de prueba pueden provenir de aguas enriquecidas, efluentes industriales y materia vegetal y suelo en descomposición, por lo que el término coliformes fecales no es siempre acertado (la OMS recomienda el término coliformes termorresistentes).

El cuerpo humano excreta gran cantidad de coliformes fecales diariamente. Debido a que uno de los objetivos primarios del tratamiento de aguas residuales es evitar que se conviertan en foco de enfermedades infecciosas, es de particular interés reducir estos coliformes a niveles que pueden ser eliminados en la naturaleza. Un buen sistema de lodos activados es capaz de eliminar una fracción mayoritaria y un proceso de desinfección final como adición de cloro o uso de lámparas UV termina por asegurar al agua. El control de los coliformes mediante análisis es imprescindible para garantizar que funciona bien el proceso de tratamiento.

De acuerdo a lo que se muestra en la norma NOM-001-SEMARNAT-1996-TIPO A el límite máximo permisible para la cantidad de coliformes es de 2000, y los resultados indican que la cantidad de estos en el efluente es menor que la establecida, por lo que la calidad del agua es aceptable en este parametro.

3.3.5 Problemas y sugerencias

Haciendo un análisis sobre las condiciones en las que opera la planta de tratamiento de aguas en Flex sur se encontraron diversos problemas en los cuales se describen a continuación, también se dan a conocer algunas sugerencias para poder resolver el problema descrito y tener una mejor calidad en la operación de la planta.

) Criba

Los Tamices Rotativos Defender® son equipos de pretratamiento de afino en el proceso de eliminación de residuos sólido-líquido a través de un tambor filtrante formado por una luz de malla de rejilla o perforada de diferente calibre segun el tipo y cantidad de sólidos a tratar. Su misión es eliminar los sólidos que arrastra el agua, con el fin de evitar atasques y problemas mecánicos en las instalaciones. Son equipos independientes con sistemas de autolimpieza y accionamiento automático de funcionamiento. En aguas urbanas permiten sustituir en muchos casos decantadores primarios, proporcionando la eliminación de arenas gruesas y hasta porcentajes del 30% de grasas y sobrantes de los efluentes. Se utilizan luces de paso 0.50 a 0.15 milímetros.

Funcionamiento sencillo:

-El vertido a tratar entra a través de la brida situada en la parte exterior del cuerpo del tamiz, distribuyéndose uniformemente por el aliviadero y rebosadero a través del tambor filtrante.

-Los sólidos quedan retenidos en la superficie del tambor mientras se produce su rotación, el vertido penetra a través de la luz de malla efectuando una función de autolimpieza al volver a pasar por la parte inferior del tambor.

-A su paso por la rasqueta exterior se desprenden los sólidos de la malla, gracias a la gravedad los sólidos caen del rascador.

Problema: La criba que se utiliza en la planta para poder quitar los sólidos del agua a tratar y que se observa en la figura 16, sufrió daños al recibir mantenimiento. El

helicoide no quedo bien instalado y no funcionaba correctamente con la malla. Por lo tanto el agua se desborda y no cumple la función que tiene correctamente.

Propuesta: En primera estancia se podría mandar a componer el helicoide para poder utilizarla nuevamente, ya que es necesario que este sea del tamaño correcto y bien instalado para que el equipo pueda funcionar de manera adecuada.



Figura 16. Criba de PTAR en Flex Sur

) Bomba del cárcamo 2

Problema: Al ser una planta con muchos años operando algunos equipos comienzan a fallar, la bomba del cárcamo 2 que se observa en la figura 17 y que envía el agua hacia los reactores constantemente se tapa, además al trabajar su amperaje aumenta mucho y bota la pastilla. Estos problemas llevan como consecuencia que el agua se estanca en el cárcamo y se corre el riesgo de derrames.

Propuesta: El personal de mantenimiento de la empresa al revisarla constantemente nos sugiere cambiarla y mandar a componer esa para que de ese modo al momento que falle la que este en función exista una de repuesto, debido a que la función de esa bomba es muy importante para evitar problemas de sanidad.



Figura 17. Bomba del cárcamo 2

) Reactor 3

Problema: Al ser una planta con muchos años trabajando varios de los reactores se encuentran con problemas, sobre todo de oxidación en los bordes. El reactor 3 que se observa en la figura 18 aparte de estar oxidado y estar con parte de su borde roto, se encuentra inclinado y eso hace que se derrame si el nivel aumenta mucho.

Propuesta: Para evitar más derrames se puede reparar los bordes del reactor para que queden más altos y de ese modo evitar que se derrame el lodo al aumentar el nivel.



Figura 18. Reactor 3 en mal estado

) Clarificador

Problema: El clarificador que se observa en la figura 19 es parte importante de la operación ya que en él se separa el lodo y el agua tratada. En las últimas semanas se ha notado un levantamiento del manto, por lo cual el agua está saliendo con lodo. Esta situación se complica más al estar descompuesto uno de los 2 desnatadores, ya que de ese modo el lodo que se levanta no se puede ir por ese medio y al ser solo un desnatador y mucho lodo este se satura y se tapa.

Propuesta: para poder solucionar esta situación y obtener un agua tratada con mayor calidad se debe determinar la causa por la cual el lodo se levanta.

La primera es por tener lodo joven: Cuando se tiene un lodo joven por el alto nivel de actividad, las células no se juntan fácilmente para formar coágulos y no son suficientemente pesadas para sedimentarse. Para saber si esta es la causa del problema se utilizan los análisis realizados diariamente, los cuales mostrarán los siguientes resultados.

1. OD en el aireador – muestra una disminución cuando la demanda de oxígeno aumenta.
2. OD en el clarificador final – va a estar o estará cerca de cero. Esto es así porque el metabolismo que debió haber ocurrido en el aireador está ahora ocurriendo en el clarificador.
3. IVL o VLS – el lodo es de color marrón claro y se sedimenta lentamente, si es que se sedimenta.
4. TR – este valor estará mucho más arriba de lo normal.
5. DBO en el efluente final – durante este período es probable que el DBO aumente arriba de lo normal ya que no hay suficientes microorganismos a mano para la

cantidad de alimento, y el alimento que no ha sido asimilado pasa hacia fuera en el efluente final.

6. A/M- si revisa esta proporción se dará cuenta que es muy alto.
7. TRC – un cálculo del tiempo de residencia de la célula indicará que el tiempo es muy corto y no hay suficiente tiempo para la metabolización.
8. LMSS- en comparación con el SS muestra un incremento en la acumulación de sólidos.

Las correcciones para tener un proceso normal pueden incluir un aumento en el suministro de aire como se ha dictado por las lecturas de OD. Si ajustes de largo plazo son requeridos, entonces disminuya la tasa de desperdicios para que aumente el tiempo de residencia de la célula.

La segunda es por tener un lodo viejo: El bajo nivel de actividad permite la formación de un coágulo denso y pesado que se sedimenta demasiado rápido, dejando partículas suspendidas en las capas superiores del clarificador.

El operador puede observar que una gran cantidad de coágulos delgados están pasando hacia fuera por el vertedor del clarificador, pero que la manta de lodo es menos de un cuarto de la profundidad del tanque. Allí también habrá una capa oscura, gruesa y brillante de espuma en el tanque de aireación. Estas condiciones pueden ser confirmadas por cualquiera de las siguientes pruebas:

1. OD en el clarificador- más alto de lo normal.
2. OD en el aireador- más alto de lo normal (si es que aún no ha sido disminuido).
3. IVL o VLS – una tasa de sedimentación muy rápida, una compactación alta, y un sobrenadante turbio con material particular muy fino.
4. TR – bien abajo de lo normal.
5. DBO en el efluente final – no hay cambio.
6. SS en el efluente final – muestra un aumento.
7. Proporción de A/M – muy bajo.
8. TRC – demasiado largo creando un lodo viejo sobreoxidado.
9. LMSS – lleva un nivel muy alto.

La acción correcta para este caso hubiera sido reducir el TRC e incrementar el A/M aumentando la tasa de desechos.

La tercera razón es el aumento de microorganismos filamentosos: se caracterizan especialmente por ser alargados y delgados y se pueden referir como filamentos, de allí el nombre de “crecimientos filamentosos” En realidad éste es un tipo excelente de lodo para eliminar el DOB. Pero como es extremadamente liviano, no se sedimenta rápidamente y es fácilmente llevado fuera del clarificador final, excepto durante períodos de larga detención. Ellos no se sedimentan y como resultado son llevados afuera por el efluente de la planta. Esta característica se le conoce como “lodo abultado”. Se identifica si esta es a causa del problema observando el lodo, ya que este se ve color gris, o tomando una muestra y verla en el microscopio. 3. Ellos pueden ser aeróbicos o facultativos, eso es, pueden vivir con o sin oxígeno. Si son aeróbicos, una manera de matarlos es el de

reducir o cortar temporalmente el suministro de aire; y si son facultativos, se puede tratar de eliminar los microorganismos por medio de la cloración.



Figura 19. Clarificador con problemas de levantamiento de manto

) Clorador

Problema: Constantemente el lodo del clarificador se pasa al clorador que se observa en la figura 20. Los galones de cloro en ocasiones se acaban y ya no se puede añadir más al dosificador, por lo cual el agua se deja de clorar algún tiempo y llega a la cisterna con altos niveles de coliformes.

Propuesta: Para evitar el lodo es conveniente mantener en buen estado el clarificador y así evitar el paso del lodo al clorador, también el limpiar constantemente el lodo que se encuentre en el clorador es importante. El tener un control de cuanto cloro se usa aproximadamente diario podría ayudar a tener un control y de esa manera pedir con tiempo el cloro antes de que se termine y se deje de clorar el agua.



Figura 20. Clorador con lodo proveniente del clarificador.

) Filtro

Problema: El filtro con el que se cuenta en la planta y que se observa en la figura 21, está compuesto de grava y arena. Este filtro se encuentra cargado de forma incorrecta, es decir las partículas los poros más pequeños se encuentran al principio y los más grandes después (comienza con la arena y después la grava). Esta condición genera que el filtro se tape constantemente y la presión dentro de él aumente mucho, lo cual no es recomendable. Como el lodo del clarificador pasa al clorador y al filtro posteriormente pone en riesgo constante la presión que se genera en el filtro por taparse periódicamente. Con el fin de limpiar el filtro se realizan los retrolavados los cuales se llevan a cabo introduciendo agua en sentido contrario, limpiando el medio filtrante y tirando al drenaje los sólidos que retuvo durante el día.

La programación del retrolavado generalmente se hace en la madrugada cuando hay menos consumo de agua. Pero por el hecho de estar constantemente saturado el filtro se realizan constantemente y esto termina llevándose la carga del filtro.

Propuesta: La mejor manera de evitar que se tape constantemente el filtro es poner correctamente las cargas, así las partículas más grandes se van reteniendo hasta llegar a las más pequeñas.



Figura 21. Filtro de PTAR en Flex sur

) Válvula de purga

Problema: Cuando se tiene una gran cantidad de lodos es necesario realizar una purga, para la realización de esto se abre una válvula, con la cual el lodo del clarificador se dirige al digestor. La válvula para realizar eso se encuentra rota como se puede observar en la figura 22, por lo cual es difícil abrirla y cerrarla.

Propuesta: Si se cambia la válvula se puede realizar la purga con mayor facilidad.



Figura 22. Válvula de purga rota.

) Equipos de medición

Problema: La planta no cuenta con muchos equipos de medición, por lo cual no se sabe con exactitud la cantidad de influente o efluente que se tiene, ni la cantidad de aire que se le inyecta a cada reactor. Esto dificulta el trabajo de los operadores ya que se debe no se sabe bien el tiempo de retención que se le está dando en cada reactor a al agua y tampoco se puede saber cuánto oxígeno se le está inyectando a los reactores.

Propuesta: Se puede utilizar instrumentos de medición como el rotámetro, con el cual se puede saber qué cantidad de influente y efluente está saliendo y la cantidad de aire que se está inyectando los reactores, con esto se pueden regular estos flujos y tener un mejor funcionamiento del proceso.

3.4 Plata de tratamiento de aguas residuales Virbac

Fundada en 1968 por un veterinario francés, Virbac es un laboratorio farmacéutico independiente dedicado a la salud animal, desde su inicio. Virbac es actualmente la 8ª compañía de salud animal más grande del mundo y vende productos en más de 100 países, ofreciendo una amplia y práctica gama de productos y servicios que abarcan la mayoría de las especies y patologías. La innovación de Virbac, basada tanto en los avances tecnológicos como en la escucha de sus clientes, se basa en instalaciones de producción reactiva que cumplen con los más altos estándares internacionales de calidad. Durante casi cincuenta años, estas características han permitido a la compañía construir una relación personalizada con veterinarios y agricultores de todo el mundo. A través de esta asociación privilegiada, en la que se conjugan los aspectos sociales, sanitarios y ambientales, Virbac contribuye, día tras día, a dar forma al futuro de la sanidad animal.

Virbac es un laboratorio farmacéutico independiente dedicado exclusivamente a la salud animal. Su nombre se compone de las palabras Virología y Bacteriología. Se dedica a proveer productos y servicios para los médicos veterinarios, ganaderos y dueños de animales, tanto de producción como de compañía, además de cumplir con los más altos estándares internacionales de calidad.

La presencia internacional ha sido una parte integral de la estrategia de crecimiento de Virbac desde su inicio. A partir de 1978, la expansión se aceleró progresivamente, y continuó durante la década de los 80's y 90's. Tiene presencia comercial en más de 100 países, con 30 filiales de ventas fuera de Francia. Además cuenta con centros de investigación ubicados en los 5 continentes, para dar respuesta a las necesidades de los diversos mercados mundiales. Cuenta con plantas de producción en 10 países y emplea a aproximadamente a 4,500 personas.

En Virbac México fundada en 1989, somos las personas más comprometidas con la salud animal; expertos en desarrollar, fabricar y comercializar productos y servicios innovadores, que cumplen con los estándares de mayor exigencia en el mundo, de forma sustentable en beneficio de nuestros clientes. La planta de Virbac México se ubica en Av. Inglaterra No. 5070 Guadalajara, Technology Park Zapopan, Jalisco México, en un edificio que se diseñó, construyó y opera de forma sustentable en el aspecto Social, Ambiental y Económico.

Estas instalaciones están calificadas para obtener la certificación nivel plata, de Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental, LEED (Leadership in Energy and Environmental Design). La certificación evalúa lo siguiente:

- Calidad del ambiente interior.
- Ubicación sustentable.
- Eficiencia en: Consumo de agua, Uso de materiales, Uso de energía.
- Además de promover un balance vida - trabajo que mejora la calidad de vida de los colaboradores.

3.4.1 Descargas de Virbac

Las descargas de virbac contienen una gran cantidad de restos antibióticos debido a su giro comercial. Dentro de los cuales se encuentran los siguientes:

Área Betalactamicos

Penicilinas

- Potásicas
- Benzatínica
- Procaína
- Dihidro Estreptomina Sulfato
- Estreptomina Sulfato
- Cloxacilina Sódica
- Cloxacilina Benzatina
- Colistina Sulfato
- Neomicina Sulfato
- Ampicilina 3H₂O

Anti-inflamatorios

- Dexametasona 21 Fosfato
- Dexametasona Acetato
- Prednisolona

Cefalosporinas

- Cefalexina Benzatina
- Cefalexina 1 H₂O
- Ceftiofur

Excipientes

- Aceite de maíz
- Aceite de Semilla de Algodón
- Di-Ester Polioliol de Ácidos Grasos
- Agua USP
- Polisorbato 80
- Cremophor EL
- Emulsion Silicona
- Thixin R
- Mono Estearato de Aluminio
- BHT/BHA
- Parapropil Paraben
- Parametil Paraben
- Urea
- Formaldehído Sulfoxilato
- PVP-K17
- PVP-K30
- Cloruro de Sodio
- EDTA 2H₂O
- Citrato de Sodio
- Cabosil (Sílice Sublimado)
- Lecitina de Soya

Área no betalactámicos

Vitaminas

- A Propionato
- D3 Cristales
- E Oleosa
- B1, B2, B6, B12
- C Sódica

Anti-Inflamatorios

- Fenil Butazona
- Megludina
- Dexametasona Acetato

- Silicato de Sodio
- Pectina Cítrica
- Diprofona Sódica
- Etil Glucamina Eglumine

Antibióticos/Antimicrobianos

- Oxitetraciclina Base
- Oxitetraciclina HCL
- Niclosamina
- Tilosina Tartrato
- Gentamicina Sulfato
- Enrofloxacina Base
- Sulfamatazina
- Dimerazol
- Sulfadimidina
- Trimetoprim
- Sulfadiazina
- Florfenicol
- Sulfatiazol Sódico
- Doxiciclina
- Levamisol HCL

Parasitocidas y Otros

- Ivermectina Ep
- Abamectina
- Zeranol
- Clorsulon
- Nitroxinil
- Imidocarb Dipropionato
- Toltrazuril

Antihistamínicos

- Éter Glicérico de Guayacol
- Propinato de Sodio
- Eucalipto Puro
- Guayacol
- Maleato de Clorfeniramina
- Difenhidramina HCL

Aminoácidos

- Alfa Quimotripisina
- NZ-Amina
- L-Lisina
- Metionina
- N-Acetil Cisteina
- L-Histidina
- L-Leucina
- L-Arginina
- DL Isoleucina
- DL Triptofano
- L-Treonina

- DL Valina
- L-Cisteina

Electrolitos

- Acetato de Sodio
- Ácido Sòrbico
- Cloruro de Calcio
- Sulfato de Magnesio
- Sulfato de Cobalto
- Sulfato de Manganesio
- Sulfato de Sodio
- Sulfato de Zinc
- Selenio de Sodio
- Dextrosa Anhidra
- Gluconato de Calcio
- Cloruro de Calcio
- Cloruro de Sodio
- Cloruro de Magnesio
- Cloruro de Potasio
- Ácido Genabilico
- Ácido Bórico
- Ácido Acetobenzoico
- Fosfato Di-Basico
- Fosfato Mono Potàsico
- Hierro Dextran
- Hipofosfito de Magnesio
- Sorbitol
- Propionato de Sodio
- Toldimfos Sodio (Phospho)
- Ácido Cítrico
- Ácido Sòrbico
- Hidróxido de Sodio
- PVP-K17
- PVP-K30
- EDTA 2H₂O

Excipientes

- Agua USP
- Aceite Vegetal
- Di-Ester Polioliol de Acidos Grasos
- Metil Di Glicol
- Monopropilen Glicol
- Etil Tri Glicol
- Dimetil Acetamina
- N-Metil Pirrolidona
- Polietilen Glicol
- Glicerol Formal
- Glicerol Formal Estabilizado
- Butanol
- Alcohol Bencílico
- Dietanol Amina

- Monoetanol Amina
- Ácido Clorhídrico
- Polisorbato 80
- Cremophor EL

Premezclas

Materiales activos

- Amoxicilina 3H₂O
- Clortetraciclina
- Colistina Sulfato
- Oxitretaciclina Base
- Florfenicol
- Sulfatiazol
- Sulfametazina
- Proteínas de pescado
- Carbadox
- Ácido Acetobenzoico
- Fenbendazol
- Josamycina
 - Zilpaterol
 - Doxiciclina
 - Oxfendazole
 - BMD 15%
 - Clotrimazol

Excipientes

- Cascarilla de Arroz
- Molienda de Trigo
- Molienda de Olote de Maíz
- Cabosil (Sílice Sublimado)
- Aceite Vegetal
- BHT

3.4.2 Betalactámicos

Los antimicrobianos son sustancias químicas que matan o impiden el crecimiento de ciertas clases de microorganismos sensibles y que, por tanto, permiten un tratamiento etiológico por excelencia en aquellos pacientes que sufren procesos infecciosos.

El anillo betalactámico forma parte de la estructura de varias familias de antibióticos; consiste en un anillo heterocíclico de cuatro átomos, tres de carbono y uno de nitrógeno y según la naturaleza de los radicales se diferencian las distintas moléculas, siendo las cadenas laterales complementarias las más relacionadas con su actividad antimicrobiana, farmacocinética y toxicidad. Ejemplo de estos anillos se demuestran en la figura 23.

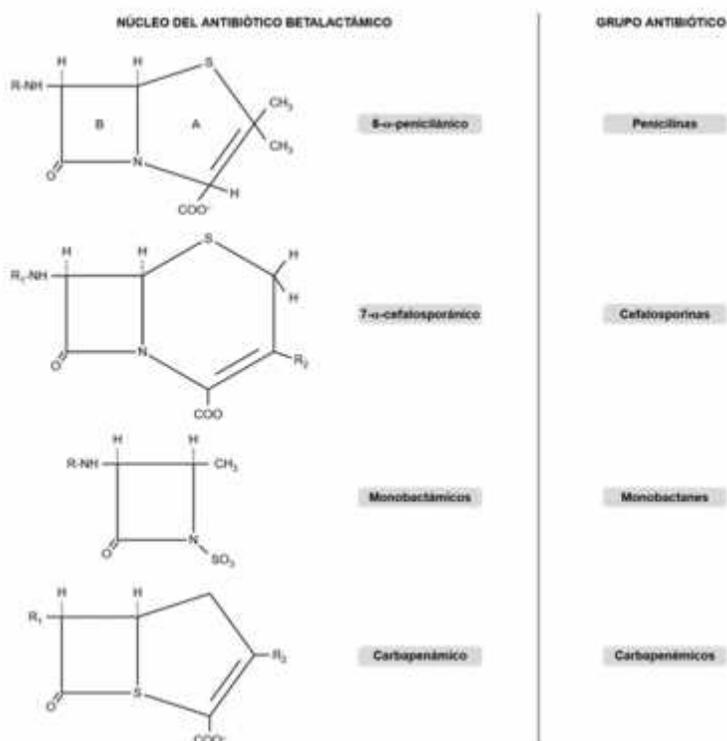


Figura 23. Ejemplo de anillos betalactámicos

Para el tratamiento con este tipo de descargas se utiliza un proceso previo al biológico, en el cual se eleva el pH del influente a 12 y posteriormente se baja a 7 nuevamente, este proceso tiene la finalidad de romper el anillo betalactámico y de esa manera los átomos de carbono estén disponibles para ser utilizados por los microorganismos.

3.4.2.1 Efecto del pH sobre los betalactámicos

Una β -lactama o anillo β -lactámico, es una lactama de cuatro miembros.

Las lactamas son amidas cíclicas obtenidas por condensación, con pérdida de agua, de una molécula que contiene grupo ácido y amino. Se consideran compuestos orgánicos derivados de un ácido carboxílico o amidas (moléculas compuestas por un átomo de carbono ligado por una doble unión a un átomo de oxígeno y por una unión simple a un grupo hidroxilo de forma $-\text{COOH}$). Son, en parte, responsables de las uniones peptídicas entre los aminoácidos que constituyen las proteínas.

Las amidas Compuestos orgánicos que pueden considerarse derivados de ácidos o aminas, se derivan de los ácidos carboxílicos alifáticos o aromáticos, así como de otros tipos de ácidos, como los que contienen azufre o fósforo. Las amidas son, generalmente, de naturaleza neutra con respecto a su capacidad de reacción en comparación con los ácidos o aminas de los que se derivan y algunas de ellas son ligeramente resistentes a la hidrólisis. Las amidas son comunes en la naturaleza y se encuentran en sustancias como los aminoácidos, las proteínas, el ADN y el ARN, hormonas y vitaminas.

Basicidad

Las amidas son solo muy débilmente básicas, debido a la interacción mesómera entre el doble enlace carbonílico y el par de electrones del átomo de nitrógeno la cual se observa en la figura 24.

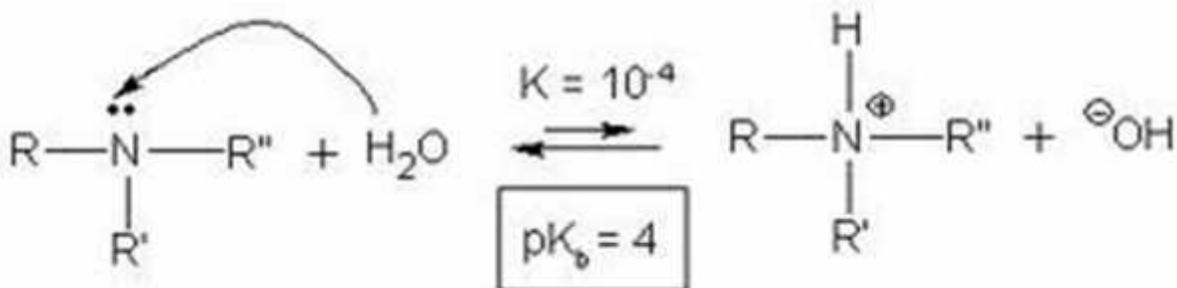


Figura 24. Interacción mesómera

Hidrólisis ácida de las amidas

La hidrólisis ácida de las amidas primarias representada en la figura 25, produce ácido orgánico libre y una sal de amonio. Las amidas secundarias y terciarias producen el correspondiente ácido y una sal de amonio cuaternario.

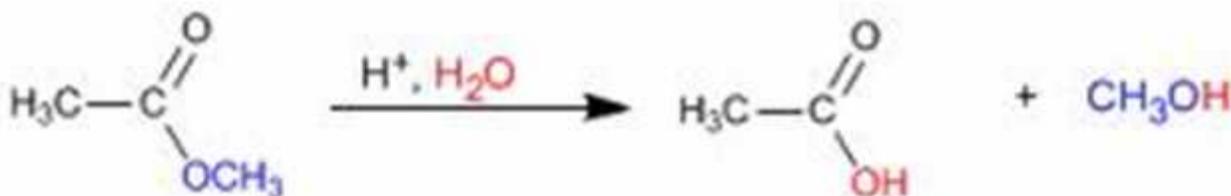


Figura 25. Hidrólisis ácida de las amidas

Hidrólisis básica de las amidas

La hidrólisis básica de las amidas representada en la figura 26, produce una sal de ácido orgánico y amoniaco o aminas, según el tipo de amida.

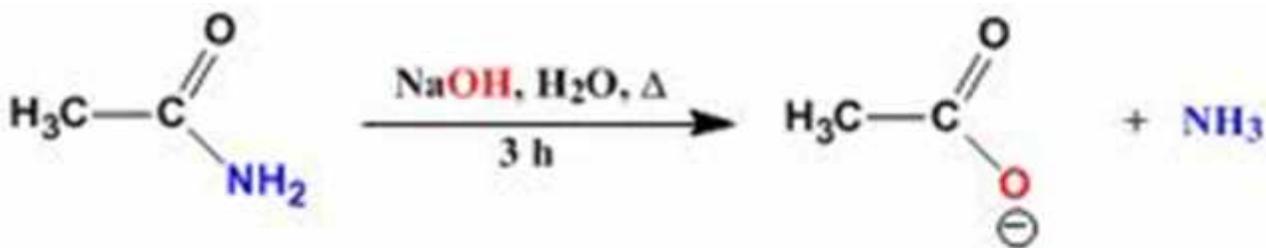


Figura 26. Hidrólisis básica de las amidas

El pH es un indicador de la acidez de una sustancia. Está determinado por el número de iones libres de hidrógeno (H+) en una sustancia.

La acidez es una de las propiedades más importantes del agua. El agua disuelve casi todos los iones. El pH sirve como un indicador que compara algunos de los iones más solubles en agua.

El resultado de una medición de pH viene determinado por una consideración entre el número de protones (iones H+) y el número de iones hidroxilo (OH-). Cuando el número de protones iguala al número de iones hidroxilo, el agua es neutra. Tendrá entonces un pH alrededor de 7.

Los iones H+ y OH- del agua afectan a la carga eléctrica de los grupos ácidos y básicos de las cadenas laterales de los anillos betalactámicos, por lo que se desestabiliza la estructura de estos. Esta alteración de la carga elimina las interacciones electrostáticas que estabilizan la estructura.

3.4.3 Diagrama de la planta y descripción de los equipos

En figura 27 se da a conocer el diagrama de la planta de tratamiento ubicada en Virbac, esta planta es Físico- Química- Biológica, ya que de acuerdo al tipo de descarga que se genera en la empresa es necesario este tipo de tratamiento.

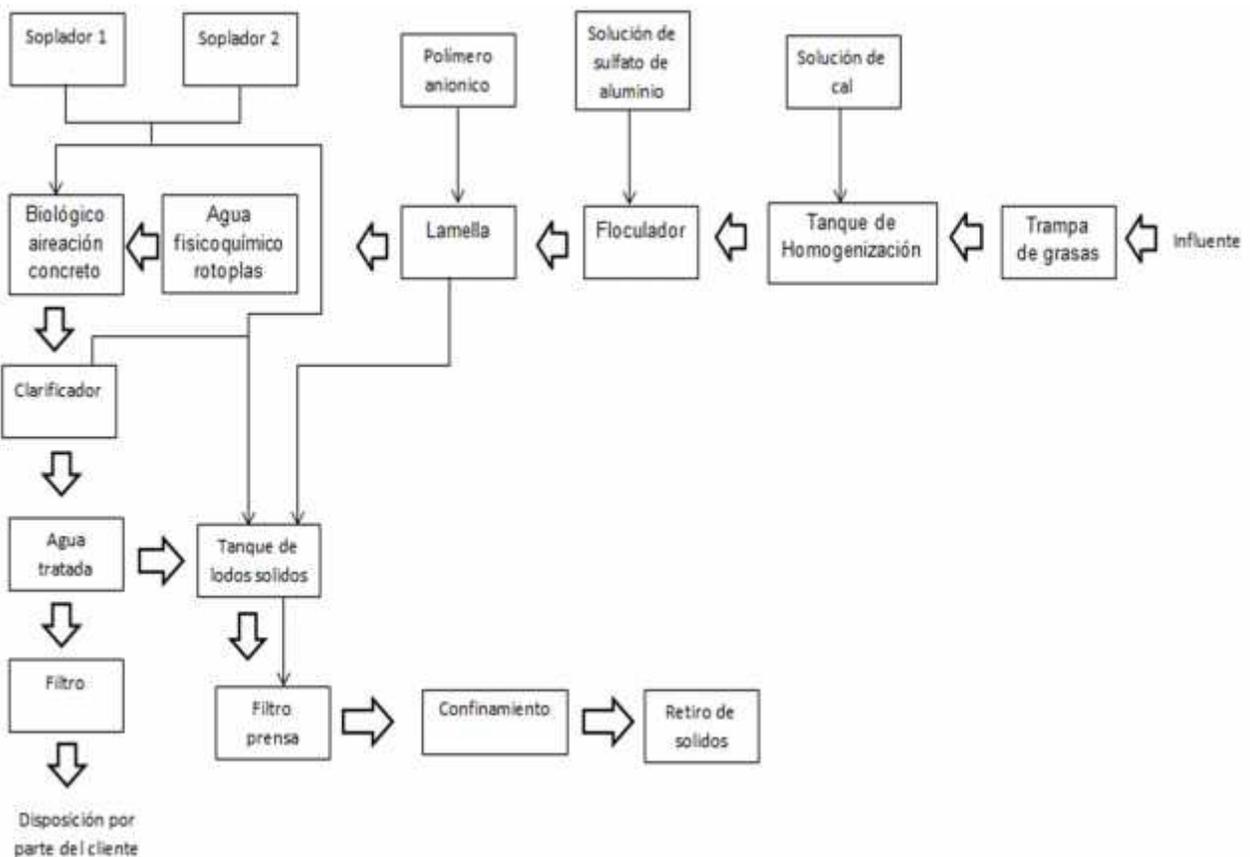


Figura 27. Diagrama del tratamiento de aguas residuales que se realiza en Virbac.

Elementos básicos de las instalaciones del proceso

-) **Trampa de grasa:** En esta parte del proceso se realiza una separación de la grasa que puede traer consigo el influente. Para esto se utiliza una malla, la cual retiene las grasas. Una trampa retiene por sedimentación los sólidos en suspensión y por flotación, el material graso. La trampa de grasas tiene 2 compartimentos, ambos separados por una rejilla encargada de no dejar pasar sólidos. En el compartimento más grande, por donde llegan los líquidos con sólidos disueltos, la grasa se separa al ser más liviana que el agua. Por el otro compartimento, va a salir el agua “ya limpia”.

Es muy importante que el desagüe posterior a la trampa tenga un sifón para evitar malos olores. La trampa cuenta también con un drenaje y una llave de cierre rápido que va a permitir, luego de evacuar los precipitados, hacer la limpieza, sin necesidad de emplear mangueras y otros accesorios. Con este proceso físico se logra la separación ya que no hay emulsiones en nuestras descargas.

-) **Tanque homogenizador:** En este tanque se agrega cal al influente para poder llevar el pH a 12, dentro del tanque se encuentra un agitador que ayuda a homogenizar el influente y la cal que se agrega.
-) **Floculador:** En esta parte del proceso se agrega sulfato de aluminio al influente proveniente del tanque homogenizador para bajar el pH a 7 y con eso romper el anillo betalactámico que se encuentra presente en el agua a tratar. En este floculador el agua pasa en una serie de tubos en forma de serpentín, esto con el fin de dar tiempo necesario para generar la reacción deseada sobre el pH, también se pretende sedimentar parte de la materia orgánica que se encuentra en el influente. Permitir acelera los procesos de coagulación, floculación y ajuste de pH., Consiste en una serpentina de un largo y diámetro establecido, dependiendo de las características del agua y tiempo de retención deseado. No presenta corto circuitos hidráulicos, lo cual significa que la energía de mezcla y dispersión es la misma a lo largo de todo el trayecto calculado. . Es decir, todas las partículas de agua están sujetas a la misma cantidad de energía por la misma cantidad de tiempo. Como resultado, se obtiene una gran dispersión y eficiencia en la separación físico-química.
-) **Lamella:** Es un equipo que por un procedimiento físico separa los sólidos del agua, en un espacio de un tercio de lo que lo hace un clarificador convencional (circular). Después de la floculación, estos sólidos reposan en las placas inclinadas y por gravedad resbalan al fondo. Pueden ser con fondo cónico o cilíndrico. Ya con el pH de 7 se agrega polímero para poder sedimentar la mayor carga que contenga el influente. En este equipo se va reteniendo el agua para dar tiempo a la sedimentación de las partículas de cal y sulfato de aluminio que se agregaron en partes del proceso anterior.

-) **Reactor:** En esta parte se lleva a cabo el proceso biológico, en el cual los microorganismos de los lodos activados que se encuentran en el reactor se alimentan de la materia orgánica que contenga el influente.

La eficiencia con la cual trabajar los microorganismos dependerá de las condiciones adecuadas de ciertos parámetros como son pH, OD y temperatura. Además de que la calidad del influente que entre al reactor ya que si contiene una gran cantidad de químicos puede afectar a los microorganismos presentes en nuestro reactor. Por lo tanto es importante que el proceso químico se lleve a cabo exitosamente.

-) **Clarificador:** El desagüe mezclado procedente del tanque aereador (reactor) es sedimentado separando los sólidos suspendidos (lodos activados), obteniéndose un desagüe tratado clarificado.

- **Clorador:** El agua clarificada pasa a un tanque de clorado en el cual se pretende eliminar la carga microbiana que se encuentra presente en este caudal. La cantidad de cloro que debe estar presente es de 0.6 a 1.5 ppm.

-) **Filtro de lecho profundo:** Ya clorada y reducida la carga microbiana se pasa a un filtro donde se pretende eliminar los sólidos que aun estén presentes en el agua. El Filtro de Lecho Profundo está compuesto por arenas y gravas de diferentes granulometrías, están diseñados para retener sólidos suspendidos en el agua, en aplicaciones domésticas, comerciales e industriales. Su objetivo principal es retirar sólidos suspendidos, arenilla y aspecto turbio del agua, retiene partículas de hasta un tamaño de 20 micras

-) **Equipo de aireación:** Inyección de oxígeno para activar las bacterias heterotróficas. Se realiza con ayuda de dos sopladores, los cuales se alternan para poder inyectar el oxígeno necesario en el reactor. En esta planta existen dos sopladores, los cuales se alternan para poder mantener el OD dentro de los parámetros necesarios. Cabe señalar que la aireación no es continua ya que la cantidad de microorganismos presentes en el reactor es muy poca y no se necesita una aireación permanente.

-) **Exceso de lodos y su disposición:** El exceso de lodos, debido al crecimiento bacteriano en el tanque de aireación, son eliminados, tratados y dispuestos. Estos lodos son mandados al digestor, en donde se deja sedimentar para posteriormente decantar la mayor cantidad de agua posible. Cuan ya no es posible obtener más agua se procede a pasar el lodo a un filtro prensa y con ello obtener toda el agua restante.

3.4.4 Parámetros

Para saber la calidad del agua se realizan ciertos análisis en los cuales se encuentran los siguientes:

Análisis diarios:

-) Sólidos sedimentables

-) Sólidos suspendidos
-) pH
-) Cloro residual
-) Turbidez

Análisis realizados dos veces por semana

-) Demanda Química de Oxígeno
-) Oxígeno Disuelto
-) Nitratos
-) Nitritos

3.4.4.1 Metodología de los análisis

Nota: lo de rojo es que no me acuerdo bien del tiempo o del programa del equipo

- ✓ Análisis diarios

Sólidos sedimentables

1. Se toma una muestra del reactor hasta llenar el cono hasta la marca de 1000 ml.
2. Se deja sedimentar en un soporte con aro por 30 min.
3. Se anota la cantidad de lodo sedimentado.

Sólidos suspendidos

1. Se toma una muestra del efluente y se colocan 10 ml en la cubeta.
2. Se prende el equipo HACH y se coloca en el programa 94.
3. Se toma otra cubeta y se llena con agua destilada (Blanco).
4. Se coloca el blanco en el equipo HACH y se presiona el botón de cero.
5. Se saca el blanco y se coloca la cubeta con la muestra.
6. Se presiona el botón Read
7. Se toma nota del resultado mostrado en la pantalla

pH

1. Se toma una muestra de la trampa de grasas, de la entrada a la lamella y del reactor.
2. Se introduce una tira para pH encima una de las muestras hasta que el papel se moje completo.
3. Se compara el cambio del color con los que se encuentran en la etiqueta de las tiras reactivas.
4. Se anota el resultado.

Cloro residual

1. Se toma una muestra del clorador
2. Se añade la muestra en el tubo especial para cloro hasta donde indica la marca.
3. Se deja caer una pastilla de dietil-p-fenilén diamina (DPD ó DFD), y se deja reaccionar
4. Una vez disuelta la pastilla se compara el cambio de color con las marcas indicadas en el tubo y se anota resultados.

Turbidez

1. Se toma una muestra del efluente y se colocan 10 ml en la cubeta.
2. Se prende el equipo HACH y se coloca en el programa 95.
3. Se toma otra cubeta y se llena con agua destilada (Blanco).
4. Se coloca el blanco en el equipo HACH y se presiona el botón de zero.
5. Se saca el blanco y se coloca la cubeta con la muestra.
6. Se presiona el botón Read
7. Se toma nota del resultado mostrado en la pantalla

✓ Análisis a realizar dos veces por semana

Demanda Química de Oxígeno (DQO)

1. Se toma una muestra del influente y del efluente
2. Se precalienta el reactor a 150° C
3. Se toman tres viales para la determinación de DQO
4. Se colocan 0.2 ml de agua destilada en uno de los viales y se marca con la B (Blanco).
5. Se realiza el mismo procedimiento que en el punto 4 para el influente marcando el vial con la letra I y para el efluente marcando el vial con la letra E.
6. Se colocan los viales en el reactor precalentado a 150° C y se dejan incubando por 20 min.
7. Se dejan enfriar los viales pasado los 20 min.
8. Se prende el equipo HACH y se coloca el programa 17
9. Se calibra el equipo colocando el vial B y presionando la tecla zero
10. Se coloca el vial I y se presiona la tecla Read para obtener el resultado.
11. Se realiza el mismo procedimiento que en punto 10 para el vial E.

Oxígeno Disuelto

1. Se toma una muestra del efluente y una del cono de la prueba de solidos sedimentables después de pasar los 30 min.
2. Se toman dos ampolleta del kit para determinar OD
3. Se llena una cubeta con agua destilada (Blanco)
4. Se prende el equipo HACH y se pone el programa 70.
5. Se sumerge una de las ampolletas en la muestra para efluente y se rompe la punta para que la muestra entre a la ampolleta.
6. Se presiona en botón de Timer del equipo HACH
7. Aparecerá en la pantalla un tiempo de 2 min, se presiona Enter y durante ese tiempo se agita vigorosamente la ampolleta.
8. Pasado los 2 min aparecerá en la pantalla 30 segundos, se presiona Enter nuevamente y se deja reposar la ampolleta durante ese tiempo.
9. Se coloca el blanco en el equipo HACH y se presiona la tecla Read, esto con la finalidad de clibrar el equipo.
10. Se limpia la ampolleta y se coloca en el equipo HACH.
11. Se presiona la tecla Read y se anota el resultado.
12. Se saca la ampolleta y se presiona la tecla 7 para colocar nuevamente el programa 70.

13. Se repiten los pasos del 5 al 11 para la muestra obtenida del cono.

Nitratos

1. Se toma una muestra del efluente
2. Se llena una cubeta con agua destilada (Blanco)
3. Se colocan 10 ml de la muestra en una cubeta
4. Se prende en equipo HACH y se coloca el programa 54.
5. Se añade un sobre para determinar Nitratos a la cubeta con la muestra
6. Se presiona la tecla Timer en el equipo HACH
7. Aparecerá 1 min en la pantalla, se presiona Enter y se agita la muestra durante ese tiempo.
8. Pasado el min aparecerá en la pantalla 5 min, se presiona Enter y se deja reposar la muestra durante ese periodo.
9. Se coloca el blanco en el equipo y se presiona Zero para calibrar el equipo
10. Se saca el blanco y se coloca la muestra en el equipo
11. Se presiona Read y se toma nota de la lectura.

Nitritos

1. Se toma una muestra del efluente
2. Se llena una cubeta con agua destilada (Blanco)
3. Se colocan 10 ml de la muestra en una cubeta
4. Se prende en equipo HACH y se coloca el programa 60
5. Se coloca el blanco en el equipo y se presiona Zero para calibrar el equipo
6. Se añade un sobre para determinar Nitritos a la cubeta con la muestra
7. Se presiona la tecla Timer en el equipo HACH
8. Aparecerán 15 min en la pantalla y se presiona la tecla Enter.
9. Se deja reposar la muestra durante los 15 min.
10. Pasado el tiempo se retira el blanco y se coloca la cubeta con la muestra.
11. Se presiona Read y se toma la lectura.

3.4.5 Ejemplos de resultados sobre la calidad del agua de acuerdo a ANASA

En las imágenes siguientes se dan a conocer los resultados obtenidos sobre los análisis de calidad de agua de la empresa Virbac correspondientes al mes de. En las figuras 28 y 29, se dan a conocer los valores del influente y en las figuras 30 y 31 se observan los resultados del efluente.

Dentro de los parámetros el más importante es el de DQO. De acuerdo a lo que se observa en la figura 28 el DQO del influente es de 880.81ppm y el efluente es de ppm.

Estos resultados nos indican que entra una gran cantidad de materia orgánica al proceso de la planta, mucha de esta materia se encuentra constituida por los anillos betalactámicos mencionados anteriormente.

En el efluente el DQO baja y entra en el límite máximo permisible establecido por la norma NOM-001-SEMARNAT-1996, en la cual establece que este límite es de 200 ppm. Esto indica que el proceso funciona correctamente y que se está eliminando la materia orgánica.



ANÁLISIS DE AGUA, S.A. DE C.V.

Tels.: 01(33) 3673-3588, 3673-3589 y 1857-1690
 Av. Circunvalación Pls. 231-E 45010 Cd. Granja, Zapotlán, Jalisco.
 www.anasa.mx

Nº DE LAB: 7069-1
 9 DE FEBRERO DEL 2017

INFORME DE RESULTADOS

CLIENTE: LABORATORIOS VIRBAC, S.A. DE C.V.
DIRECCIÓN: INGLATERRA NÚM. 5070 LOTES DEL 52 AL 58 MANZANA A, GUADALAJARA TECHNOLOGY PARK
MUNICIPIO: GUADALAJARA
ESTADO: JALISCO TEL: 36 12 14 14
ATN: ING. CLAUDIA CARRILLO email: ccarrillo@anasa.mx

FECHA Y HORA DE MUESTREO: 31/01/17 10:10
 MUESTREADO POR: ANÁLISIS DE AGUA
 FECHA RECEPCIÓN: 31/01/17
 IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: INFLUENTE P.T.A.R.
 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: LÍQUIDO COLOR BLANCO
 PROCEDENCIA: INFLUENTE P.T.A.R.
 MUESTREADOR: Q. JAVIER TORRES CONTRERAS
 MATRIZ: AGUA RESIDUAL

AA	PARAMETRO	METODO ANALITICO	UNIDADES	RESULTADO	DMH	LDM	LPC	REALIZADO
FISICOQUIMICOS								
1.2	CUMULOS TOTALES	NMX-AA-026-SCFI-2001	mg/L	< 0.020	NA	0.0040	0.0002	01/02/17 AMS
1.2	DEMANDA BIQUIMICA DE OXIGENO	NMX-AA-025-SCFI-2001	mg/L	881.80	36.75	0.0075	1.98	01/02/17 AM
1.2	DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	NMX-AA-030/1-SCFI-2012	mg/L	2371.80	54.89	0.0080	5.30	01/02/17 LCP
1.2	GRASAS Y ACEITES	NMX-AA-005-SCFI-2012	mg/L	161.62	5.32	0.0030	1.00	02/02/17 ODR
1.2	SOLIDOS SEDIMENTABLES	NMX-AA-034-SCFI-2013	mg/L	< 0.1	NA	0.0000	0.1	02/02/17 AJM
1.2	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	NMX-AA-034-SCFI-2013	mg/L	125.00	7.51	0.0000	0.00	01/02/17 LCP
ABSORCIÓN ATÓMICA								
1.2	ARSENICO	NMX-AA-051-SCFI-2001	mg/L	0.0078	0.0007	0.0015	0.0000	01/02/17 GHH
1.2	CÁDMIO	NMX-AA-051-SCFI-2001	mg/L	< 0.020	NA	0.0005	0.020	01/02/17 GHH
1.2	CROMO TOTAL	NMX-AA-051-SCFI-2001	mg/L	< 0.100	NA	0.0000	0.100	02/02/17 GHH
1.2	COBRE	NMX-AA-051-SCFI-2001	mg/L	0.005	0.001	0.0020	0.000	01/02/17 GHH
1.2	MERCURIO	NMX-AA-051-SCFI-2001	mg/L	< 0.0000	NA	0.0010	0.0000	01/02/17 GHH
1.2	NIQUEL	NMX-AA-051-SCFI-2001	mg/L	< 0.100	NA	0.0000	0.100	01/02/17 GHH
1.2	PLOMO	NMX-AA-051-SCFI-2001	mg/L	< 0.100	NA	0.0100	0.100	01/02/17 GHH
1.2	ZINC	NMX-AA-051-SCFI-2001	mg/L	< 0.100	NA	0.0200	0.100	02/02/17 GHH
MUESTREO								
1.2	CONDUCTIVIDAD ELECTROLITICA	NMX-AA-093-SCFI-2000	µS/cm	55.70	0.05	0.0000	NA	01/01/17 JTC
1.2	MUESTREO SIMPLE	NMX-AA-003-1980	NA	REALIZADO	NA	0.0000	NA	01/01/17 JTC
1.2	TEMPERATURA	NMX-AA-007-SCFI-2013	°C	29	NA	0.0000	NA	01/01/17 JTC
1.2	pH EN CAMPO	NMX-AA-008-SCFI-2015	UNIDADES	9.06	0.08	0.0000	NA	01/01/17 JTC

FIN DE PARAMETROS

OBSERVACIONES ANALITICAS

PAGINA

Figura 28. Resultados de ANASA (Influente) 1

No. DE LAB. TMO2-1
7 DE FEBRERO DEL 2017

NOTAS

AA	Prueba Acreditada o Aprobada	AN	Cabe del Análisis que realizó la prueba
LDM	Límite de Detección del Método	U	Incertidumbre expandida k=2
LPC	Límite Práctico de Cuantificación	S	Prueba realizada en el Laboratorio pero no está acreditada ni aprobada
N.E.	Análisis No Efectuado	V	El resultado reportado proviene de un cálculo que involucra otros parámetros analizados.
LMP	Límite Máximo Permisible	W	Prueba Contratada y acreditada
NA	No Aplica	X	Prueba Subcontratada y acreditada
Y	Prueba Contratada y no acreditada		

ACREDITACIONES Y APROBACIONES

AA	DEPENDENCIA / INSTITUCION	ACREDITACION / APROBACION	VIGENCIA	PRUEBAS ACREDITADAS PARA LA EVALUACION DE LA CONFORMIDAD EN
1	Entidad Mexicana de Acreditación A.C. (ema a.c.)	AO-111-017/12	A partir del 6 Oct. 2012	Agua
2	Comision Nacional del Agua	CNA-GCA-1337	24 meses a partir del 21 de Julio 2016	Agua
3	Entidad Mexicana de Acreditación A.C. (ema a.c.)	R-0465-026/13	A partir del 18 Jun. 2013	Residuos

OBSERVACIONES DE MUESTREO:

MUESTRA SIMPLE

Este informe de Pruebas no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización escrita y firmada por la Dirección Técnica de este Laboratorio.
Este Informe de Pruebas solo afecta a la muestra sometida a prueba.
Infiere que los resultados de las pruebas reportadas, fueron realizados con los métodos y procedimientos autorizados.
Si cualquier aclaración en este informe leída cuenta con 30 días y debe ser presentada por escrito.


 Q. KARLA JIMENEZ LOPEZ
 DIRECTOR TECNICO

PAGINA 2 DE 2

17 10 59:28

Figura 29. Resultados de ANASA (Influente) 2

No. DE LAB: 70602-2
9 DE FEBRERO DEL 2017

INFORME DE RESULTADOS

CLIENTE: LABORATORIOS VIRBAC, S.A. DE C.V.	
DIRECCION: INGLATERRA No. 5070 LOTES DEL 82 AL 88 MANZANA A, GUADALAJARA TECHNOLOGY PARK	
MUNICIPIO: GUADALAJARA	
ESTADO: JALISCO	TEL: 38 12 14 14
ATN: ING. CLAUDIA CARRILLO	email: vsantoyo@equimar.mx

FECHA Y HORA DE MUESTREO: 31/01/17 10:00	MUESTREADOR: G. JAVIER TORRES CONTRERAS
MUESTREADO POR: ANALISIS DE AGUA	MATRIZ: AGUA RESIDUAL
FECHA RECEPCION: 31/01/17	
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: EFLUENTE P.T.A.R.	
DESCRIPCION DE LA MUESTRA: LIQUIDO COLOR GRIS	
PROCEDENCIA: EFLUENTE P.T.A.R.	

AA	PARAMETRO	METODO ANALITICO	UNIDADES	RESULTADO	U.L.I.	LOM	UPC	ANALIZADO
FISICOQUIMICOS								
1.2	CIANUROS TOTALES	NMX-AA-026-SCFI-2001	mg/L	< 0.020	NA	0.0040	0.0200	02/02/17 MC
1.2	DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENOS	NMX-AA-026-SCFI-2001	mg/L	677.25	42.75	0.0200	1.50	01/02/17 AM
1.2	DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	NMX-AA-030-1-SCFI-2012	mg/L	2175.00	35.50	0.0200	0.20	01/02/17 LCP
1.2	GRASAS Y ACEITES	NMX-AA-024-SCFI-2013	mg/L	52.90	2.43	0.0000	0.20	07/02/17 DGR
1.2	SOLIDOS SEDIMENTABLES	NMX-AA-034-SCFI-2013	mg/L	< 0.1	NA	0.0200	0.1	02/02/17 AUM
1.2	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	NMX-AA-034-SCFI-2013	mg/L	57.00	6.50	0.0200	0.20	01/02/17 LCP
ABSORCION ATOMICA								
1.2	ARSENICO	NMX-AA-051-SCFI-2001	mg/L	0.0554	0.0054	0.0015	0.0025	06/02/17 GHH
1.2	CADMIO	NMX-AA-051-SCFI-2001	mg/L	< 0.020	NA	0.0000	0.020	01/02/17 GHH
1.2	CROMIO TOTAL	NMX-AA-051-SCFI-2001	mg/L	< 0.100	NA	0.0200	0.100	02/02/17 GHH
1.2	COBRE	NMX-AA-051-SCFI-2001	mg/L	< 0.050	NA	0.0200	0.050	01/02/17 GHH
1.2	MERCURIO	NMX-AA-051-SCFI-2001	mg/L	< 0.0020	NA	0.0015	0.0025	01/02/17 GHH
1.2	NIQUEL	NMX-AA-051-SCFI-2001	mg/L	< 0.100	NA	0.0200	0.100	01/02/17 GHH
1.2	PLOMO	NMX-AA-051-SCFI-2001	mg/L	< 0.100	NA	0.0200	0.100	02/02/17 GHH
1.2	ZINC	NMX-AA-051-SCFI-2001	mg/L	< 2.100	NA	0.0200	0.100	02/02/17 GHH
MUESTREO								
1.2	CONDUCTIVIDAD ELECTROLITICA	NMX-AA-063-SCFI-2000	µS/cm	111.50	0.35	0.0000	NA	31/01/17 JTC
1.2	MUESTREO SIMPLE	NMX-AA-005-1990	NA	REALIZADO	NA	0.0000	NA	31/01/17 JTC
1.2	TEMPERATURA	NMX-AA-067-SCFI-2013	°C	23	NA	0.0000	NA	31/01/17 JTC
1.2	pH EN CAMPO	NMX-AA-026-SCFI-2010	UNIDADES	7.08	0.20	0.0000	NA	31/01/17 JTC

FIN DE PARAMETROS

Figura 30. Resultados de ANASA (Efluente) 1

NOTAS

AA	Prueba Acreditada o Aprobada	AN	Clave del Analista que realizó la prueba
LDM	Limite de Detección del Metodo	U	Incertidumbre expandida $K=2$
LPC	Limite Practico de Cuantificación	S	Prueba realizada en el Laboratorio pero no esta acreditada ni aprobada
N.E.	Análisis No Efectuado	V	El resultado reportado proviene de un cálculo que involucra otros parámetros analizados
LMP	Limite Maximo Permisible	W	Prueba Contratada y acreditada
NA	No Aplica	X	Prueba Subcontratada y acreditada
Y	Prueba Contratada y no acreditada		

ACREDITACIONES Y APROBACIONES

AA	DEPENDENCIA / INSTITUCION	ACREDITACIÓN / APROBACION	VIGENCIA	PRUEBAS ACREDITADAS PARA LA EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD EN
1	Entidad Mexicana de Acreditación A.C. (ema a.c.)	AG-111-017/12	A partir del 9 Oct. 2012	Agua
2	Comisión Nacional del Agua	CNA-GCA-1337	24 meses a partir del 21 de julio 2016	Agua
3	Entidad Mexicana de Acreditación A.C. (ema a.c.)	R-0465-026/13	A partir del 19 Jun. 2013	Residuos

OBSERVACIONES DE MUESTREO:

MUESTRA SIMPLE

- Este Informe de Pruebas no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización escrita y firmada por la Dirección Técnica de este Laboratorio.
- Este Informe de Pruebas solo afecta a la muestra sometida a prueba.
- Manifiesto que los resultados de las pruebas reportadas, fueron realizados con los métodos y procedimientos asentados.
- Para cualquier aclaración en este informe usted cuenta con 10 días y debe ser presentado por escrito.


Q. KARLA JIMENEZ LOPEZ
DIRECTOR TECNICO

Figura 31. Resultados de ANASA (Efluente) 2

3.4.6 Análisis de equipos y recomendaciones

Tanque homogenizador: el tanque homogenizador que se observa en la figura 32 tiene una función muy importante al mezclar el influente proveniente de la trampa de grasa con la lechada de cal para poder elevar a 12 el pH del agua. Para poder realizar su función automáticamente se utilizan unas peras de nivel. Existen tres peras dentro de este contenedor, una se encarga de mandar la señal para prender la bomba y mandar el agua al floculador, la segunda da la señal para prender el agitador y de esa manera homogenizar el influente, y la tercera manda la señal de alarma de nivel alto indicando que algo está fallando con la bomba, la pera o tal vez se tiene mucho influente y el tanque puede derramarse.

Las tres peras tienen funciones muy importantes, de manera muy seguida estas se atorran entre sí o con algún otro cable y por lo tanto no funcionan de manera adecuada. Las peras que están relacionadas con el nivel son las que causan más efectos adversos si no funcionan de manera correcta ya que al atorarse han provocado inundaciones en la planta de tratamiento, en ellos otros equipos se mojan y sufren descomposturas trayendo consigo el mal tratamiento del agua por falta del funcionamiento de equipos.

Una solución sería el reacomodamiento de las bombas de manera eficiente ya que si quedan colocadas de un modo incorrecto podrían traer consigo más problemas. Uno de ellos podría ser el quedar disperejas las peras de la bomba y del agitador, si estas peras no quedan alineadas correctamente uno de los equipos se prendería primero que otro.

Si queda abajo la pera de la bomba y arriba la del agitador se prendería primero la bomba y se vaciaría el tanque, esto conllevaría a que nunca se alcanzaría el nivel para que el agitador se prendiera y al influente no se homogenizaría.

Si por el contrario la pera del agitador quedara abajo y la de la bomba arriba se prendería mucho antes el agitador y se desperdiciaría mucha energía lo cual tampoco es conveniente.

Al hacer referencia de la pera que indica la alarma de nivel alto si esta falla o se coloca muy arriba no se daría el tiempo necesario para tomar decisiones y evitar las inundaciones de la planta que causarían a su vez problemas en otros equipos.

La colocación adecuada de las peras es muy importante y es algo primordial por resolver.



Figura 32. Tanque homogenizador de la planta de tratamiento de Virbac.

Lamella: la función principal de la lamella que se puede ver en la figura 33 es la formación y sedimentación de los flocs y de esa manera reducir la carga de materia orgánica que contenga el influente. Para esto es importante dar el tiempo necesario para que se lleven a cabo las reacciones. El control del flujo del influente tiene una gran importancia en este paso, ya que la lamella tiene la capacidad de tratar 1 L/s de agua. En la planta debido a los picos de descarga que mandan se está excediendo esta capacidad y no se retiene el agua en esta parte del proceso lo necesario.

Se recomendaría la colocación de una cisterna alterna en la cual se acumulara la carga excesiva de agua y así ir mandando el flujo de forma más lenta. También la colocación de un medidor ayudaría al control del influente y evitar la sobrecarga de flujo.



Figura 33. Lamella utilizada para el tratamiento de aguas en Virbac.

Tanque de solución de cal y sulfato de aluminio: En los tanques de soluciones que se observan en la figura 34, se preparan las que nos ayudan a variar el pH. El problema con estas es que no se conoce la concentración a la que se encuentran ni que cantidad de esta se necesita para llevar el pH al valor deseado. Esto conlleva a tener que estar monitoreando el pH constantemente, lo que causa una pérdida de tiempo y recursos por gastar muchas tiras de pH.

Por lo tanto sería recomendable hacer pruebas para saber las concentraciones que se requieren para que el cambio del pH se lleve a cabo de manera eficiente y el tratamiento funcione en buena manera.



Figura 34. Tanques de preparación de mezclas de cal y sulfato de aluminio.

Indicadores de pH: Para reducir el uso de tiras de pH se utilizan unas sondas en el tanque homogenizador y una en el floculador. Como se mencionó anteriormente ha existido fallas en las peras de nivel y una de sus consecuencias ha sido la descompostura de la sonda del tanque homogenizador. Al no estar en función la sonda el operador tiene que monitorear constantemente con tiras de pH el influente, esto causa un descontrol en el proceso y el objetivo principal de romper los anillos betalactámicos no se lleva a cabo como debería de ser.

Sería de gran ayuda para el proceso arreglar la sonda y así se puede mantener un mejor control del pH.

3.5 Condiciones de operación en las plantas de tratamiento de aguas residuales

Los operadores de las plantas de tratamiento de aguas residuales Operan o controlan un proceso completo o un sistema de máquinas, a menudo por medio de consolas de control, para transferir o tratar agua o aguas residuales.

Dentro de las acciones que realiza se encuentran

-) Añadir productos químicos tales como amoníaco, cloro o cal para desinfectar y desodorizar el agua y otros líquidos.

- J Inspeccionar el equipo o supervisar las condiciones de funcionamiento, los medidores y calibradores, para determinar los requisitos para la carga y para detectar fallos del funcionamiento.
- J Dar mantenimientos preventivos a algunos equipos como bombas, sopladores, agitadores, dosificadores, filtros prensa, etc.
- J Recogen y prueban muestras de agua y de aguas residuales, utilizando equipos de ensayo y normas estándares de análisis de color.
- J Toma de decisiones sobre el surgimiento de problemas en la planta como son exceso de lodo, fallo en algún equipo, falta de algún material, etc.

3.5.1 Operación en Flex sur

Las condiciones de operación en Flex sur que se aprecia en la figura 35, son consideradas aceptables pero con ciertos faltantes, a continuación se dan a conocer sus ventajas y desventajas.

Ventajas

- J Turnos fijos: los turnos de trabajo en la planta de tratamiento son 3 el primero corresponde de 7:00 AM a 3:00PM, el segundo de 3:00PM a 10:30 PM, y el tercero de 10:30 PM a 7:00 AM. El tener un turno fijo ayuda a que el cuerpo se adapte a un solo horario y no existe tantos trastornos metabólicos.
- J Transporte: el transporte lo proporciona la empresa para todos los trabajadores y para los tres turnos.
- J Hora de comida: se otorga una hora para que el operador pueda ir a comer, esta hora queda elegida por el operador dependiendo de sus necesidades se toma la hora cuando él decida.
- J Comedores: existe un área de comedores y un servicio de este, los menús son de precios accesibles para todos los trabajadores y de buena calidad.
- J Traslados dentro de la empresa: la empresa es de gran tamaño debido a sus diferentes áreas, la planta de tratamiento se encuentra retirada de las demás áreas de trabajo por lo que se han proporcionado bicicletas con el fin de trasladarnos a otras áreas de ser necesario.
- J Utensilios básicos en el laboratorio: dentro del laboratorio se encuentran diversos utensilios que son de utilidad para el operador como son el lava manos, dispensador de jabón, servilletas, un refrigerador pequeño para alimentos, lockers y sillas.

Desventajas

- J Laboratorio: el laboratorio en el cual se realizan los análisis es lo suficientemente amplio para poder trabajar, pero el material con el cual fue construido es lámina. El clima del lugar donde se sitúa la planta es extremo, en el día la temperatura se eleva hasta altos grados y en la noche desciende con la misma intensidad, estas condiciones hacen que este material no sea adecuado para la estancia del operador. También cabe mencionar que tiene diversos orificios, por lo que en temporadas de lluvia gotea y el operador está expuesto a enfermarse por tales condiciones.

-) Baño: la planta de tratamiento de aguas residuales se encuentra lejos de las naves de producción y no cuenta con un baño propio, por lo que es necesario acudir a alguno de las naves, el más cercano se encuentra a 15 min de distancia, la cual es una distancia considerable si se requiere este servicio rápidamente.
-) Falta de materiales: uno de los principales defecto de la planta es la falta de materiales como polímero o baterías de los equipos, la solicitud de este tipo de cosas tarda en realizarse y eso interfiere en el control y manejo de la planta por parte del operador.



Figura 35. Planta de tratamiento en Flex sur.

3.5.2 Operación en Virbac

Las condiciones de operación en la planta de tratamiento de Virbac que se aprecia en la figura 36, son consideradas poco favorables ya que tienen varios faltantes, a continuación se dan a conocer sus ventajas y desventajas.

Ventajas:

-) Turno fijo: en esta empresa la planta de tratamiento solo cuenta con un operador en el horario de 9:00 am a 1:00 pm, es un trabajo de medio turno y poco desgastante por su horario.
-) Operación automática: la mayoría de los equipos en el proceso opera de forma automática por lo cual es trabajo se hace menos pesado. Se tiene que estar al pendiente del buen funcionamiento de la instalación y que los equipos trabajen de forma efectiva.

-) Baño: la planta de tratamiento no cuenta con un baño propio pero al entrar en la empresa se otorga al operado un pase de acceso a las oficinas en donde se encuentra uno muy cercano al área de trabajo.
-) Comedor: no hay hora de comida para el operador ya que solo se trabaja medio turno pero si hay posibilidades de salir a comer. Dentro dela empresa se encuentra un comedor con precios accesibles y comida de calidad.

Desventajas

-) Laboratorio: el laboratorio y los equipos se encuentran localizados en el mismo espacio, el cual es muy reducido. Esto puede provocar ciertas lesiones como golpes al manipular muestras o al realizar los trabajos de mantenimiento, ya que en un área muy pequeña es muy fácil tropezarse con tuberías y equipos presentes en el suelo.
-) Falta de utensilios: por ser un área de poco espacio no existen lockers para guardar las pertenencias del operador, ni sillas en la cual se puedan sentar un momento para escribir las bitácoras o resultados de mantenimiento y análisis.
-) Transporte: no hay trasporte por parte de la empresa hacía sus instalaciones por lo que se toma transporte público. El cual es muy poco debido a la localización de la empresa a las afueras de la ciudad y por la demanda de este en el horario de entrada.



Figura 36. Planta de tratamiento en Virbac.

3.6 Comparación general de las plantas de tratamiento.

En las dos empresas analizadas anterior mente podemos encontrar diferentes puntos de comparación entre ellas. A continuación se describirá en una tabla de comparación algunas características de estas plantas de tratamiento.

Tabla 2. Ventajas y desventajas de las plantas de tratamiento de agua.

Característica	Virbac	Flex sur
Tratamiento físico	Dentro del proceso se realiza este tratamiento al colocar en una trampa de grasa en el influente.	Dentro del proceso se realiza este tratamiento al colocar en una trampa de grasa y posteriormente una canastilla y una criba para poder retener la mayor cantidad de sólidos posible.
Tratamiento químico	Se realiza este tratamiento al elevar y bajar el pH del influente con la finalidad de romper anillos betalactámicos presentes en el agua.	No se realiza este tipo de tratamiento.
Tratamiento biológico	El influente contiene poca cantidad de materia orgánica por lo que si se realiza pero no es la parte crucial del proceso.	Es el tratamiento principal por medio de lodos activados. Debe de controlarse la cantidad de lodos disponibles para un buen manejo del proceso.
Tiempo de tratamiento	Alrededor de 1 L/seg	No se conoce
Control de flujos	El influente no se controla correctamente por lo cual se tienen picos de descarga y el agua no tiene tiempo de retención suficiente para ser tratada. El efluente se controla de buena manera.	El influente no se controla de buena manera ya que no se tienen medidores para conocer la cantidad de agua a tratar. El efluente se controla de buena manera.
Control de lodos	Los lodos activados son muy escasos en el tratamiento. Cuando llega exceder cierto límite se colocan en un digestor, con la finalidad de quitarles la mayor cantidad de agua posible y posteriormente se pasan por un filtro prensa para tratando los residuos al terminar este proceso.	El control de lodos activados es una cuestión muy importante para el proceso ya que al existir gran cantidad de materia orgánica se genera una gran cantidad de ellos. Al exceder cierto límite se colocan en un digestor, con la finalidad de quitarles la mayor cantidad de agua posible y posteriormente se los lleva una empresa externa.
Control de pH	El control de este parámetro es vital para el proceso. Se puede calificar como un control medio ya que no se	El control de este parámetro es de vital importancia ya que es necesario mantener un pH adecuado para la

	tiene el equipo necesario para hacer un control eficiente.	sobrevivencia de los microorganismos responsables del proceso.
Control de nitrógeno (nitratos, nitritos, nitrógeno total)	Se realizan análisis de nitratos y nitritos para conocer si se las bacterias están degradando correctamente las moléculas de nitrógeno.	Se realizan análisis diarios de nitrógeno total para conocer si las bacterias están degradando correctamente toda la materia orgánica presente en las descargas.
Control de Oxígeno Disuelto	Este análisis se realiza cada tercer día con la finalidad de saber si existe el oxígeno necesario para mantener en buen estado a los microorganismos del proceso	Es un parámetro muy importante debido a que sin el oxígeno necesario los microorganismos que llevan a cabo el tratamiento del agua moriría.
Cuidado de equipos	El operador de la planta realiza mantenimiento preventivo a los equipos cada determinado tiempo.	Personal de mantenimiento de la empresa llega a realizar mantenimiento preventivo de los equipos cuando la empresa lo ordena.
Facilidad de manipulación de equipos	Se tiene una total libertad para manipular los equipos como sea necesario.	Se tiene una total libertad para manipular los equipos como sea necesario.
Espacio de trabajo	El espacio es muy reducido y de malas condiciones.	El espacio es amplio y de condiciones regulares.
Equipos necesarios para realización de trabajo	Se cuenta con todos los equipos y materiales necesarios para la realización de pruebas y análisis requeridos.	Se cuenta con todos los equipos y materiales necesarios para la realización de pruebas y análisis requeridos.
Condiciones de los equipos	Los equipos están en buenas condiciones en su mayoría. Solo cuenta con ciertos sensores de pH en malas condiciones y fuera de funcionamiento.	Los equipos están en regulares condiciones debido a la antigüedad de estos es necesario la compra de nuevos equipos como bombas, válvulas, etc.
Reparación de equipos dañados	La reparación de equipos en mal estado está a cargo de la empresa Equimar	La reparación de equipos está a cargo de la dirección de la empresa Flex sur
Aceptación de propuestas para mejora de tratamiento	La disponibilidad de la empresa para aceptar propuestas es muy buena ya que las toman en cuenta y en la mayoría de los casos las aceptan.	La disponibilidad de la empresa para aceptar propuestas es mala ya que no se tiene demasiado interés sobre el proceso.
Control de calidad del agua tratada	El control de la calidad del agua es bueno a excepciones	El control de la calidad del agua es bueno a excepciones

	de ocasiones en las cuales falla algún equipo y el agua deja de ser tratada adecuadamente.	de ocasiones en las cuales falla algún equipo y el agua deja de ser tratada adecuadamente.
Frecuencia de problemas en el proceso	Le frecuencia de aparición de problemas es regular ya que la mayoría de los equipos funcionan adecuadamente.	La frecuencia de aparición de problemas es mucha ya que la mayoría de los equipos está en mal estado.
Frecuencia de cursos o capacitación de personal	Poca capacitación	Regular capacitación
Seguridad en el área de trabajo	La seguridad en el área de trabajo es regular ya que algunos equipos se encuentran en la misma are de laboratorio.	La seguridad en el área de trabajo es regular ya que el laboratorio se encuentra en condiciones poco favorables.

Conclusiones

El cumplimiento de las normas ambientales hoy en día es de vital importancia para las empresas ya que de no hacerlo pueden ser multadas por parte del gobierno.

La primera empresa analizada fue la planta de tratamiento de Flex sur, esta planta es biológica y ya tiene varios años en función. se puede concluir que tiene tres problemas importantes en general el primero radica que al tener muchos años funcionando su principal problema es la falla de equipos, lo cual ocasiona que se generen inconvenientes durante el proceso.

Las descargas que se realizan provienen principalmente del drenaje interior de la empresa, este tipo de descargas tienen un pH neutral o muy cercano a lo neutral, pero recientemente se han realizado algunas del cuarto de máquinas por lo que el pH del influente ha disminuido afectando al proceso en general, el valor de pH ha disminuido tanto que se genera el crecimiento de microorganismos filamentosos lo cual no es conveniente para la buena sedimentación de lodos.

Como tercer inconveniente está el poco control del influente. Generalmente se mantiene un flujo constante en el influente pero no se conoce con exactitud, tampoco se tiene un control sobre el tiempo de residencia dentro de cada reactor. Cabe mencionar que la materia orgánica se elimina correctamente de acuerdo a los resultados obtenidos en los análisis de ANASA. Pero para tener un buen control del proceso y dar soluciones adecuadas si se presenta un aumento de materia orgánica o algún otro inconveniente.

Con respecto a la planta de tratamiento de Virbac, la cual es una planta de tipo Químico - Biológica se pueden concluir dos problemas principales.

El primero consiste en el poco control del influente ya que no se existe un flujo constante y se generan picos de descarga, lo que a su vez provoca poco tiempo de retención dentro del proceso y no se logra tratar correctamente.

Para el diseño de la planta se tomaron en cuentas las características de las descargas que se generarían por la empresa. Recientemente estas descargas han cambiado y existen compuestos que no se tenían contemplados al principio y que sugieren un cambio en el proceso del tratamiento.

En general las dos empresas cumplen con su función pero al paso del tiempo si no se corrigen los problemas existentes actualmente se puede llegar a generar algunos mayores y con ello dejar de cumplir con los estándares de calidad establecidos por la norma NOM-001-SEMARNAT-1996.

Bibliografía

Equimar. (2017). Plantas de tratamiento de Agua Residual (PTAR). 2017, de Equimar Sitio web: http://equimar.mx/?page_id=303

Facultad de Ciencias Químicas. (2017). Reactor de flujo de mezcla completa RFMC. 2017, de Universidad Veracruzana Sitio web: <https://sites.google.com/site/bioingenieriauv15/unidad-2-biorreactores-y-su-aplicacion/2-2-reactor-de-flujo-de-mezcla-completa-rfmc>

Mantilla, G. (2014). Calidad del agua residual tratada. 2017, de SEMARNAT Sitio web: http://www.aniq.org.mx/boletines/2014/assets/img/2014/abril/secciones/20140326_aniq.pdf

Marín M., Gudiol F. (2003). Antibióticos betalactámicos. 2017, de Universidad de Barcelona Sitio web: http://external.elsevier.es/espacioformacion/eimc/eimc_docs/28v21n01a13042137pdf001.pdf

Parmila D., Umashankar D., Ajay K. (2016). In-situ chemical oxidation: Principle and applications of peroxide and persulfate treatments in wastewater systems. 2017, de Science of the Total Environment Sitio web: www.elsevier.com/locate/scitotenv

Pérez F.E., Camacho K.L. (2011). Tecnología para el tratamiento de aguas servidas. 2017, de Universidad Veracruzana Sitio web: <http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/29490/1/PerezAlarconyCamachoAlcala.pdf>

Pérez, M.L., Contreras A., Marzana A., Rincones B. (1988). DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN REACTOR DISCONTINUO SECUENCIAL PARA REMOCION DE DBO. 2017, de XXVI Congreso Interamericano de AIDIS, LIMA, PERU Sitio web: <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/aresidua/peru/ventar005.pdf>

Programa corporativo de responsabilidad social y ambiental. (2011). Reporte de sustentabilidad. 2017, de Flex Sitio web: <https://flex.com/>

Red Madrileña de Tratamientos Avanzados para Aguas Residuales con Contaminantes no Biodegradables. (2006). Reactores biológicos secuenciales (SBR): una tecnología versátil para el tratamiento de aguas residuales industriales. 2017, de Madrid Sitio web: <http://www.madrimasd.org/blogs/remtavares/2006/12/01/53336>

Rivero, J. (2017). Plantas USBF. 2017, de Ibyma Sitio web: <http://ibyma.com/Archivos/Plantas%20de%20Tratamiento%20USBF.pdf>

Ruiz, O. (2017). TRATAMIENTO FISICO-QUIMICO DE AGUAS RESIDUALES. 2017, de Servi Aqua Móvil, S.A. de C.V Sitio web: <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/tratagua/mexicon/R-0196.pdf>

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES . (1996). NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SEMARNAT- 1996, QUE ESTABLECE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES EN AGUAS Y BIENES NACIONALES. 2017, de SEMARNAT Sitio web: <http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/DOFs/DO2470.pdf>

Valentinuzzi, F. (2008). Ingeniería de tratamiento de aguas residuales: Tratamiento físico-químico. 2017, de estrucplan on line Sitio web: <http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/entrega.asp?IdEntrega=2519>

Valrex. (2017). Plantas de tratamiento de agua residual mediante aireación extendida. 2017, de tepsa Sitio web: <http://valrex.com/portfolio/ptar-aireacion-extendida/>

Virbac. (2017). Grupo Virbac. 2017, de Virbac Sitio web: <https://www.virbac.mx/home/virbac-mexico/virbac-en-el-mundo-1.html>

Wang J. (2017). Development of an extraction method and LC–MS analysis for N-acetylated-l-homoserine lactones (AHLs) in wastewater treatment biofilms. 2017, de Journal of Chromatography B Sitio web: www.elsevier.com/locate/chromb