



UNIVERSIDAD ABIERTA Y A DISTANCIA DE MÉXICO



DIVISIÓN DE CIENCIAS DE LA SALUD,
BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES

EVALUACION Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA PTAR TLAJOMULCO DE ZUÑIGA

PROYECTO TERMINAL QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO EN TECNOLOGÍA AMBIENTAL
P R E S E N T A:

JOSÉ ÁNGEL VARELA FERRARA

Asesor Interno: M.I. MARIANA VEIRA HUERTA
Asesor Externo: ING. CARLOS ADRIÁN SÁNCHEZ ALBARRÁN



TECNOLOGÍA AMBIENTAL



Índice

Presentación.....	4
Resumen	4
Diagnóstico.....	5
Planteamiento del problema	7
Justificación	7
Objetivos.....	7
Objetivos específicos	8
Metas	8
Fundamentación	9
Cronograma y recursos	20
Metodología.....	21
Métodos de análisis.	25
Resultados.....	30
Análisis de resultados.	38
Conclusiones.....	42
Referencias	44
ANEXOS	46





Índice de tablas



Tabla 1. Caracterización efluente PTAR Tlajomulco de Zúñiga	10
Tabla 2. LMP de NOM-001-SEMARNAT-1997.....	10
Tabla 3. Recursos Financieros de la PTAR Tlajomulco de Zúñiga	19
Tabla 4 Problemas comunes y soluciones para rejillas mecanicas.....	21
Tabla 5. Problemas comunes y soluciones en sedimentadores primarios	22
Tabla 6. Problemas y soluciones en digestores	24
Tabla 7. Métodos de análisis de muestras	25
Tabla 8. Problemas comunes y soluciones en carcamo de bombeo	27
Tabla 9. Evaluación de la PTAR y verificación	30
Tabla 10.Resultados de las muestras de enero 2019	32
Tabla 11.Resultados de las muestras de diciembre 2018	32
Tabla 12. Resultados de las muestras de noviembre 2018	33
Tabla 13. Resultados de las muestras de octubre 2018	33
Tabla 14. Resultados de las muestras de septiembre 2018.....	34
Tabla 12. Resultados de las muestras de agosto 2018.....	34
Tabla 13. Resultados de las muestras de julio 2018.....	35
Tabla 14. Resultados de las muestras de junio 2018	35



Índice de figuras

Figura 1. Contaminación orgánica-laguna-cajtitlan	6
Figura 2. Cuenca Jalisco-Subcuenca hidrológica	9
Figura 3. Localización PTAR Tlajomulco de Zúñiga	11
Figura 4. Tren de tratamiento PTAR operaciones unitarias	12
Figura 5. Desarenadores y cárcamos de bombeo PTAR	13
Figura 6. Sedimentadores Primarios.....	14
Figura 7. Reactores Biológicos.....	14
Figura 8. Tanques de Digestión Aerobia	16
Figura 9. Organigrama.....	17
Figura 10. Capacitación mantenimiento	36
Figura 11. Capacitación mantenimiento.....	36
Figura 12. Capacitación Protección Civil.....	37





Presentación

4

Este proyecto aborda la evaluación y propuesta de mejora para la correcta operación de procesos e infraestructura de los equipos que comprende la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) de Tlajomulco de Zúñiga, basándose en las normas vigentes, legales, ambientales y de seguridad aplicables en el entorno de la planta y la empresa Fypasa Construcciones S.A. de C.V.

Derivado del detonante crecimiento urbano que se ha presentado en las últimas dos décadas en el municipio de Tlajomulco, la infraestructura de saneamiento ha sido rebasada, lo que ha ocasionado deterioro en la calidad del agua de los ríos y embalses, causando efectos de contaminación producidos por las descargas de aguas residuales fuera de las especificaciones de las normas correspondientes.

Eso afecta primordialmente en la Laguna de Cajititlán por ser el cuerpo de agua más importante a nivel municipal y porque recibe descargas directas de 6 de las principales localidades del municipio, entre ellas de la propia cabecera municipal y su área de influencia. El cuerpo de agua es relevante para el desarrollo de diversas actividades productivas; de hecho, es la fuente principal para el sostén de diversas actividades primarias (pesca y agricultura) y terciarias (turismo y recreación) de las que depende un importante sector de la población económicamente activa del municipio.

De acuerdo con los datos que arrojaron los estudios de calidad del agua implementados por la Comisión Estatal de Agua y Saneamiento de Jalisco (CEAC-Jalisco), sobre las descargas residuales en el municipio de Tlajomulco de Zúñiga, se concluye que la calidad del agua desde el punto fisicoquímico y bacteriológico se encuentra fuera de la NOM-001-SEMARNAT-1996.¹⁰

Resumen

El grave problema de la Laguna de Cajititlán, Jalisco, reside en los niveles de contaminación que presenta derivado de la descarga de aguas residuales que recibe, las cuales no son tratadas



en forma adecuada por las plantas de tratamiento ubicadas antes de que el influente llegue a dicho cuerpo de agua.



Con aplicación de la evaluación y propuesta de mejora de la PTAR Tlajomulco, se espera conseguir la correcta operación de esta y satisfacer una calidad del efluente de acuerdo a la norma NOM-001-SEMARNAT-1997, descarga a ríos en modalidad "C" para la protección de la vida acuática¹¹. Asimismo, se propone cumplir con lo establecido en la NOM-004-SEMARNAT-2002 para la obtención de lodos biológicos digeridos tipo "C", con un contenido máximo de humedad de 80% (concentración final de sólidos secos de al menos 20%).

La implementación de la evaluación y propuesta de mejora de la PTAR, traerá consigo impactos benéficos, los cuales se manifestarán sobre el uso del agua en forma significativa y las actividades económicas de la zona a partir del tratamiento adecuado de las aguas residuales municipales.

Palabras clave: tratamiento, manual, normatividad

Diagnóstico

Impactos sociales

La Laguna de Cajititlán es una reserva de agua contaminada por Coliformes Fecales (CF) derivado de descargas residuales. Las afectaciones de salud van desde los típicos dolores de cabeza, mareos e infecciones en la piel, hasta enfermedades respiratorias. Las denuncias de pobladores son constantes, pero la atención de las autoridades de salud y las afectaciones crecen y muchas veces acaban con su vida⁴. Lozan⁹ aseguró que los infantes presentan problemas de enfermedad renal, desnutrición, parasitosis, daño cerebral y déficit de aprendizaje, atribuyéndolo no solo al agua sino a una situación multifactorial.

Impactos ambientales



Un exceso de materia orgánica se evidencia por la presencia de maleza acuática como el lirio (*Eichhornia crassipes*) en el cuerpo de agua analizado, contribuyendo a reducir el flujo y fomentando la sedimentación o azolvamiento. Aunado a esto, se ha eliminado la vegetación nativa del lugar, teniendo como consecuencia el desplazamiento de la fauna a lugares mejor conservados.

Por otro lado, la ausencia de oxígeno provocada por el exceso de lirio y la acumulación de agua contaminada hasta la fecha, son los factores principales de la mortandad de peces en la Laguna de Cajititlán (Figura 1). El director de Gestión Ambiental de Tlajomulco, León Corrales, coincidió en que existe alta presencia de nitratos y fosfatos por la proliferación de las algas, además de presentar una oxigenación muy baja en ciertas temporadas del año¹¹.

La Secretaría de Medio Ambiente y Estudio Territorial (SEMADET) notificó que se terminaron de extraer todos los peces muertos de la laguna, en total 275 toneladas, es decir, 10 millones 900 mil peces. Por su parte el director general de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), explicó que se ha monitoreado la calidad del agua en la laguna en cinco puntos y se detectó fuera del rango permitido en hidrogeno, oxígeno disuelto, fluoruros, fósforo, nitrógeno amoniacal, sólidos suspendidos totales, sulfuros y Coliformes fecales⁴.



Figura 1. Contaminación orgánica en Laguna de Cajititlán

Fuente: www.milenio.com/estados/ssj-contaminación-organica-laguna-cajititlan

Impactos económicos

La actual administración del H. Ayuntamiento de Tlajomulco de Zúñiga, tiene entre sus metas la atención a la contaminación de la Laguna de Cajititlán mediante el saneamiento y su preservación. Para ejecutar estas metas se han coordinado el Programa Municipal de



Desarrollo, el Programa Municipal de Desarrollo Urbano y el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial. Asimismo, se pretende implementar el desarrollo turístico en la región, en lo referente a la conservación, protección y restauración del entorno para mejorar la calidad de vida de los pobladores, respeto a su cultura, identidad y el significado que tiene la laguna para ellos⁹.



Planteamiento del Problema

La laguna está recibiendo la descarga de aguas residuales no tratadas adecuadamente, lo que deriva en los problemas ambientales, sociales y económicos descritos, por lo que se debe asegurar la calidad del efluente al implementar la evaluación y propuesta de mejora de la PTAR.

Justificación

Este proyecto contiene información detallada antecedentes, legislación, atribuciones, estructuras, funciones de las unidades tecnológicas, operativas y financieras que integran la PTAR, señalando los niveles jerárquicos, grados de autoridad y responsabilidad, canales de comunicación para evaluar la operación de la PTAR y cumplir con la normatividad vigente.

La etapa de operación deriva en un mayor número de impactos benéficos sobre el recurso agua en forma significativa y sobre las actividades económicas de la zona. Al implementar la evaluación y propuesta de mejora en la PTAR Tlajomulco de Zúñiga se reconoce la importancia de dar un tratamiento adecuado al agua residual, lo que a su vez contribuye a la conservación, protección y restauración del entorno para mejorar la vida de los pobladores, respecto a su cultura y el significado que tiene la laguna para ellos.

Objetivos y metas

Objetivo general



Organizar y documentar los procedimientos y formatos de cada una de las operaciones unitarias que componen la PTAR Tlajomulco de Zúñiga, implementando una evaluación y propuesta de mejora para asegurar la calidad del efluente.



Objetivos específicos

1. Evaluar la operación de la PTAR y verificar que se sujete a la normatividad vigente.
2. Planear el muestreo, realizar la toma de muestras y análisis de muestras de las aguas residuales conforme a la normatividad vigente.
3. Definir las actividades de operación y mantenimiento resultantes para el correcto funcionamiento de la PTAR.
4. Capacitar a los recursos humanos proporcionándoles criterios para generar buena gestión, operación de la infraestructura, cuidado y mantenimiento de la PTAR.
- 5.- Evaluar la integridad física de los recursos humanos y materiales, cumpliendo con las indicaciones de Protección Civil.

Metas

- Cubrir al 100% la evaluación y verificación de la PTAR conforme a la normatividad correspondiente.
- Realizar un muestreo, toma de muestras y análisis de muestras de aguas residuales 100% confiable, de acuerdo con la normatividad correspondiente.
- Definir al 100% las actividades de operación y mantenimiento requeridas para el correcto funcionamiento de la PTAR.
- Lograr un avance del 75% en la capacitación de los recursos humanos para el cuidado y mantenimiento de la planta.



- Cumplir al 75% la evaluación sobre la integridad física de los recursos humanos y materiales, de acuerdo a las indicaciones dadas por Protección Civil.
- Implementar al 100% la evaluación y mejora en la PTAR Tlajomulco de Zúñiga.



Fundamentación

Cuenca Tlajomulco-Cajititlán

La microcuenca de Tlajomulco-Cajititlán es tipo endorreico (sistema de drenaje interno), y se encuentra limitada por un conjunto de lomas y cerros que la separan de la subcuenca del Ahogado y del Río Santiago, así como de San Isidro Mazatepec⁸.

El municipio pertenece a la subcuenca hidrológica Río Santiago (Figura 2), donde se identifican los arroyos de El Colorado, La Colcha, Los Venados, Del Monte, Grande de San Lucas, Zarco, Sauces y Presa Reventada, la laguna de Cajititlán y las presas de Santa Cruz de las Flores, El Molino, El Guayabo, El Cuervo y Cruz Blanca. La SEMADET, la Procuraduría Estatal de Protección al Ambiente (PROFEPA) y la Comisión Estatal del Agua (CEA) dieron a conocer los estudios y resultados de los trabajos que cada una ha llevado a cabo durante un proceso de saneamiento de la cuenca⁸.

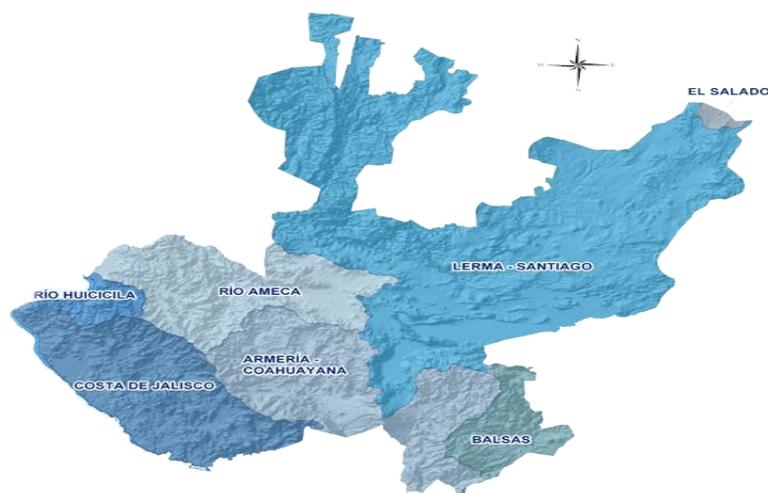


Figura 2. Cuencas Jalisco –Subcuenca Hidrológica Río Santiago
Fuente: https://www.ceajalisco.gob.mx/contenido/cuencas_jalisco



La CEA Jalisco realizó el “Proyecto integral de saneamiento y abastecimiento de agua de la Zona Conurbada de Guadalajara”, el cual contempló la construcción de la presa denominada “Valencia y PTAR acompañado de una red de colectores a los cuales se integró el municipio de Tlajomulco para cumplir con la normatividad ambiental⁸.

Actualmente, la calidad de las aguas superficiales se encuentra fuertemente deteriorada por las descargas de aguas residuales, urbanas, industriales, y la escorrentía proveniente de terrenos agrícolas, las cuales reciben tratamiento en la PTAR Tlajomulco de Zúñiga (Tabla 1).

Tabla 1. Caracterización del influente de PTAR Tlajomulco de Zúñiga.

Parámetro	Unidad	Concentración
Temperatura media del agua de diseño (T)	°C	18.00
Potencial de hidrógeno (pH)	(-)	7.20
Grasas y Aceites (G/A)	(mg/l)	65.00
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	(mg/l)	364.00
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	(mg/l)	715.00
Sólidos Sedimentables (SSed)	(mg/l)	1.30
Sólidos suspendidos totales SST (X)	(mg/l)	207.00
Sólidos suspendidos volátiles SSV (X _v)	(mg/l)	145.00
Nitrógeno Kjeldal total (NKT-N)	(mg/l)	48.00
Nitrógeno Amoniacal (NH ₄ -N)	(mg/l)	32.00
Nitrógeno orgánico (N _{org} -N)	(mg/l)	16.00
Nitrógeno de nitratos (NO ₃ -N)	(mg/l)	0.00
Nitrógeno total (NT)	(mg/l)	48.00
Fósforo Total (P)	(mg/l)	8.50
Coliformes Fecales (CF)	(NMP/100 ml)	2.5+0.7
Huevos de helmintos (HH)	(h/l)	1.00

Fuente: Microlab Laboratorios

Se espera que la calidad del agua efluente de la PTAR, satisfaga los límites máximos permisibles (LMP) que establece la NOM-001-SEMARNAT-1997 (Tabla 2), referente a la descarga en ríos, modalidad C, protección de vida acuática¹¹.

Tabla 2. LMP de NOM-001-SEMARNAT-1997.

Parámetro	Unidad	Concentración
pH	(-)	5-10
G/A	(mg/l)	15
DBO ₅	(mg/l)	30
SST	(mg/l)	40
NT	(mg/l)	15
P	(mg/l)	5
CF	(NMP/100 ml)	1000
HH	(h/L)	>5

Fuente: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5510140&fecha=05/01/2018



Con respecto a los biosólidos de desecho del tratamiento del agua residual, se debe de cumplir con lo establecido en la NOM-004-SEMARNAT-2002, referente a la obtención de lodos biológicos digeridos tipo C, con un contenido máximo de humedad de 80% (concentración final de sólidos secos de al menos 20%).

Proceso de operación de la PTAR

La PTAR Tlajomulco de Zúñiga, se localiza en las coordenadas 20° 29' 58.8°N y 103° 34'28.71 W (Figura 3).

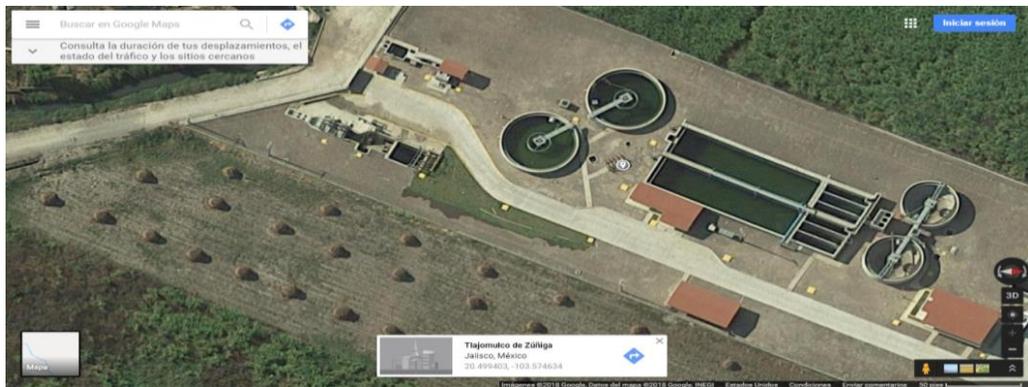


Figura 3. Localización PTAR Tlajomulco de Zúñiga.

Fuente: Google Maps

El tren de tratamiento de la PTAR está integrado por una serie de operaciones unitarias físicas y procesos unitarios del tipo biológico, fundamentalmente, requeridas para satisfacer la normatividad correspondiente (Figura 4).

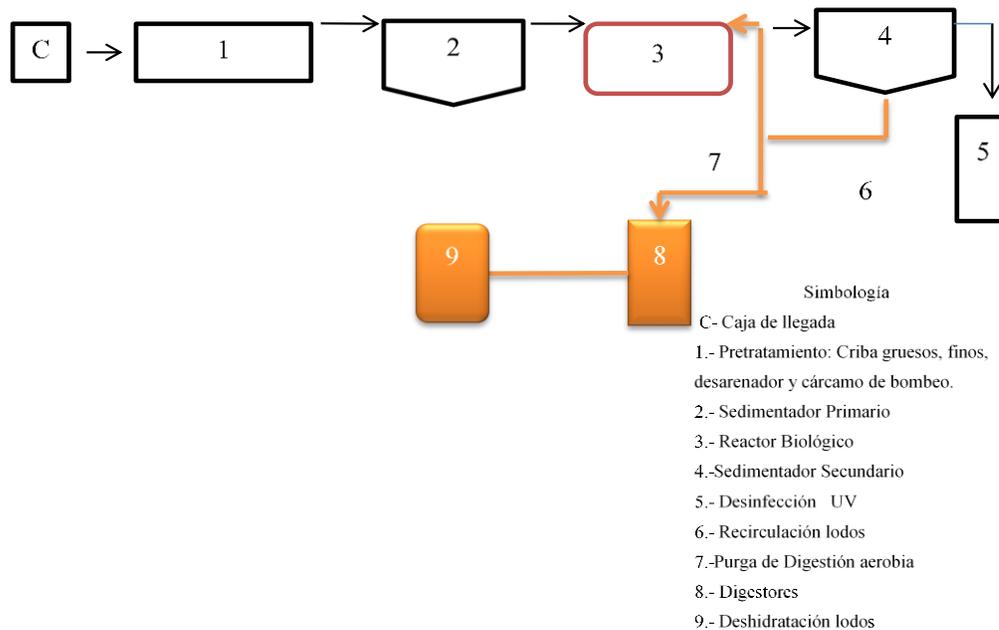


Figura 4. Tren de Tratamiento PTAR Tlajomulco.

Fuente: Elaboración propia

Básicamente, las operaciones unitarias remueven materia flotante, G/A, sólidos gruesos, SST, materia orgánica (MO), DBO₅, DQO, nutrientes esenciales (N y P) y microorganismos patógenos¹⁰.

Los lodos residuales o biosólidos generados se tratan por medio de una operación unitaria física de concentración, un proceso biológico de estabilización aeróbica, y una operación física de desaguado por medio de prensado mecánico.

La línea del tren de tratamiento de agua está compuesta por las siguientes etapas:

1. Desbaste grueso y fino mecanizados

- a. Desbaste grueso - Separa basuras y material grueso de las aguas, lo que permite proteger los equipos mecánicos subsecuentes, y reducir cualquier interferencia en los procesos por la introducción de material de tamaño intermedio. Compuesto por tres rejillas de barras, dos mecánicas en operación y una manual en reserva, alojadas en canales rectangulares de concreto reforzada.



- b. Desbaste fino - Permite eliminar el material de menor tamaño que haya traspasado las rejillas medias, e impedir de esta manera que pase a las unidades subsecuentes y obstruya mecanismos. Compuesto por tres rejillas de barras, dos mecánicas en operación y una manual en reserva, alojadas en canales rectangulares de concreto reforzada.
2. Desarenación mecanizada - El agua ingresa a dos estructuras de sección circular con flujo helicoidal del tipo Vortex para desarenación. Esta operación de tratamiento permite evitar la acumulación de arenas en los tanques y conductos de la planta. Las arenas son removidas por medio de extracción mecánica (Figura 5).



Figura 5. Desarenadores y cárcamo de bombeo PTAR
Fuente: Elaboración propia

3. Tratamiento primario (Sedimentación primaria) - El agua residual pretratada ingresa en dos unidades de sedimentación primaria operando en paralelo, con el fin de remover la fracción gruesa de los sólidos suspendidos insolubles. El efluente de la sedimentación pasa por gravedad a los reactores biológicos (Figura 6).



Figura 6. Sedimentadores Primarios.
Fuente: Elaboración propia

4. Tratamiento secundario (Reactores biológicos) – Consiste en dos módulos en paralelo de igual capacidad, integrados cada uno de ellos con dos reactores en serie, el primero de tipo anóxico con agitación mecánica y el segundo tipo lodos activados con aeración por difusión (Figura 7).



Figura 7. Reactores biológicos
Fuente: Elaboración propia

5. Sedimentación secundaria -Los flóculos densos de biomasa (microorganismos y materia orgánica) que se forman en el paso anterior y se encuentran flotando en el licor mezclado, concentración de sólidos suspendidos en el licor mezclado (SSLM), pasan a dos tanques de sedimentación secundaria separándose del agua por gravedad y depositándose en el fondo de estos. Con el fin de mantener una concentración de biomasa activa suficiente para la biodegradación, es necesario recircular lodo activado al proceso biológico. Para tal efecto, se cuenta con bombas de recirculación



y bombas de purga encargadas de enviar los biosólidos hasta la operación de espesamiento mecánico subsiguiente.

15

6. Desinfección con radiación ultravioleta (UV) - Se cuenta con un proceso de radiación UV con 48 lámparas de baja presión y alta intensidad, ubicadas en un canal rectangular, en un solo banco. El equipo tiene un sistema de auto limpieza mecánica, para mantener la irradiación y la capacidad de desinfección.

La línea de tratamiento de tren de lodos está compuesta por las siguientes etapas:

1. Espesamiento mecánico de lodo secundario excedente del proceso biológico - Como ya se ha señalado, es necesario purgar el lodo excedente generado en el tratamiento secundario del agua residual. A modo de reducir el flujo de lodos secundarios, se realiza la operación de espesamiento mecánico. Debido a la naturaleza de estos lodos, se espesan en un espesador mecánico de tipo mesa de banda de 1.0 metros de ancho de banda, con limpieza continua y automática de las bandas mediante chiflones de agua a presión, con tensionamiento neumático y alineamiento mecánico de las bandas, para posteriormente conducir la corriente de lodos espesados a mezcla con los lodos primarios previo a su estabilización.
2. Digestión aeróbica de lodos - En este proceso, tanto los sólidos espesados de purga del proceso de tratamiento biológico secundario como los del tratamiento primario, previa mezcla, son llevados a degradación biológica aeróbica en la modalidad de respiración endógena, esto es, en ausencia de sustrato con el fin de auto-consumirse y disminuir la fracción volátil de los mismos a un nivel en que la descomposición ulterior posible sea mínima, todo con el objetivo de lograr una disposición segura y ambientalmente aceptable de los mismos. La estabilización se lleva a cabo en reactores (digestores) aeróbicos que operan en flujo discontinuo (Figura 8). El lodo digerido purgado desde el digestor de lodos es enviado a un tanque de manejo de lodos digeridos construido en concreto reforzado. Para evitar la deposición de sólidos



en el tanque, se encuentra instalado un mezclador mecánico sumergible, con objeto de mantener mezcla completa en los lodos digeridos previo a su envío a desaguado.

16



Figura 8. Tanques de Digestión Aeróbica
Fuente: Elaboración propia

3. Desaguado mecánico de los lodos estabilizados en filtros banda - Desde el tanque de lodo digerido, éste es succionado por bombas de cavidad progresiva con el fin de enviar el lodo a la operación de desaguado, la cual se lleva a cabo en un filtro prensa de banda. Esta operación unitaria se ha previsto para disminuir el contenido de humedad de los lodos digeridos, de manera que puedan ser dispuestos como desecho sólido a una concentración de 20%. Como método mecánico de deshidratación, el lodo es acondicionado con un polielectrolito catiónico como coadyuvante de floculación, con el fin de aumentar la concentración de sólidos secos y disminuir el contenido de humedad al máximo posible.
4. Sistema de alimentación de aire centralizado - El suministro de aire a los reactores y digestores, se efectúa por medio de un sistema central de cuatro sopladores de aire, estando tres en operación y uno en reserva, para el caso de que uno de los sopladores entrara a la fase de mantenimiento.

Recursos humanos en PTAR

Para dar continuidad con la evaluación de operación en la PTAR Tlajomulco de Zúñiga y así asegurar la calidad del efluente, es importante la conservación de los equipos e instalaciones de la planta de tratamiento, derivado de esta evaluación, el personal de operación y



mantenimiento de la planta se encuentra organizada en las jefaturas, Jefatura de Planta y Jefatura de Mantenimiento, tal como se muestra en la Figura 9.

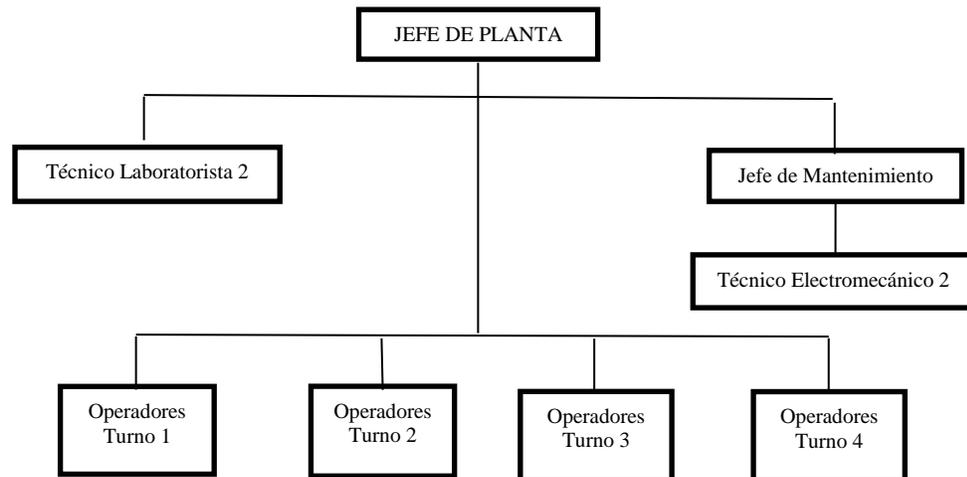


Figura 9. Organigrama de la PTAR Tlajomulco de Zúñiga.
Fuente: Elaboración propia

Las funciones que desempeña el personal de operación se describen a continuación⁵:

Jefe de Planta

- ✓ Coordinar las actividades de operación, mantenimiento y de control de calidad que tiene que ver con el proceso de tratamiento. Elaborar Formatos (ver Anexos).
- ✓ Elaborar informes y reportes hacia la Supervisión Externa y organismos de regulación estatal o federal.
- ✓ Establecer programas de capacitación continua para el personal a fin de renovar la capacidad técnica y administrativa necesaria para cumplir con los objetivos de operación.
- ✓ Coordinar la ejecución de procedimientos de operación para situaciones extraordinarias como son: fallas de la energía eléctrica, llegada de influente con grandes cantidades de basura, llegada de influente con altos contenidos de grasa, colorantes, tóxicos, etc.

Operadores



- ✓ Manejo y conocimiento de los tableros de control y válvulas.
- ✓ Arranque y paro de bombas de agua de servicios y sopladores.
- ✓ Elaborar reportes al Jefe de planta de cualquier falla que observe en los equipos, anomalías en el proceso de tratamiento y de cualquier situación extraordinaria en general.
- ✓ Mantener limpieza en los módulos de tratamiento referente a natas y flotantes. Mantener limpias de desechos de basura la superficie de los módulos.
- ✓ Enterarse de lo asentado en la bitácora de operación al iniciar turno y reportar en forma escrita y verbal al operador del siguiente turno las labores efectuadas y situación de la planta a la entrega.

Técnico laboratorista

- ✓ Revisión en forma conjunta con el Jefe de Planta los procedimientos para aseguramiento de la calidad.
- ✓ Registro en bitácora de las determinaciones realizadas en tablas de resultados analíticos.
- ✓ Mantener completamente limpia y libres de contaminantes su área de trabajo.

Jefe de Mantenimiento

- ✓ Llevar al día el registro en bitácora de trabajos ejecutados en cada equipo.
- ✓ Seleccionar a los proveedores de equipo, materiales, refacciones y de servicios que cumplan con las especificaciones requeridas.
- ✓ Evaluar y analizar fallas repetitivas en los equipos que indiquen mala selección de equipo y correcta operación y/o correcta aplicación de las tareas de mantenimiento preventivo
- ✓ Elaborar Programa de Mantenimiento Preventivo y correctivo
- ✓ Coordinación con Jefatura de planta para diseño de presupuesto de Mantenimiento anual.

Recursos técnicos y financieros



La selección de los elementos financieros se realiza de acuerdo a las características de oportunidad del proyecto. El desglose de participaciones porcentuales para cada necesidad del proyecto se muestra en la Tabla 3.



Tabla 3. Recursos financieros de la PTAR.

Operación Anual
\$ 3',354,900.00
Mantenimiento anual
\$ 1',224,000.00

Fuente: Fypasa Construcciones

Cronograma y Recursos



Actividades	2018						2019					
	JU L	AG O	SE P	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
Descripción de operación y control de instalaciones de proceso. Checklist												
Traducción de manuales de equipos												
Selección de Operadores												
Selección de Técnicos de laboratorio												
Selección de Técnicos de mantenimiento												
Capacitación de arranque de planta												
Checklist y operación												
Arranque de planta												
Operación normal												
Tren de agua												
Pruebas de estanquidad – Sedimentadores primarios												
Puntos de muestreo y frecuencia												
Pruebas de estanquidad – Reactores biológicos												
Pruebas de estanquidad - Sedimentadores secundarios												
Formatos de control diario de procesos												
Formatos de problemas y soluciones de operación												
Control de proceso – Pretratamiento												
Control de proceso - Sedimentadores primarios												
Control de proceso - Reactores biológicos												
Control de proceso - Sedimentadores secundarios												
Qr Was SSVLM IVL												
Sistema desinfección UV												
Operación Normal y solución de problemas												
Control de solidos												
Espesado - Operación normal												
Control de sólidos												
Espesado - Solución de problemas												
Estabilización de lodos digeridos - Operación normal												
Estabilización de lodos digeridos - Solución de problemas												
Desaguado de lodos - Operación normal												
Desaguado de lodos - Solución de problemas												
Sistema mezclado de polímero catiónico líquido												
Control y suministro de laboratorio												
Reportes - Calidad del agua												
Muestreo simple - Frecuencia tren de agua												



Actividades	2018						2019					
	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
Muestreo simple - Frecuencia tren de lodos												
Métodos Analíticos – Procedimientos												
Seguridad e Higiene - Capacitación operadores												
Seguridad e Higiene - Capacitación laboratorista												
Protección Civil - Capacitación												
Evaluación de operadores y laboratoristas												
Juntas con Jefatura de Operación (quincenal)												

Metodología

Evaluación de la operación de la PTAR y verificación sujeta a la normatividad vigente

Desbaste grueso y fino mecanizados

En planta se verificará diariamente desbaste grueso y fino (Anexo 1). Se realizará supervisión visual para que no presenten arenas excesivas en canales de las rejillas y no se obstaculicen las rejillas, asimismo evitar olores molestos. De presentarse alguna de las situaciones antes mencionada, se tomarán acciones para solucionar los problemas (Tabla 4).

Tabla 4. Problemas comunes y soluciones para rejillas mecánicas.

Indicadores / Observaciones	Causa Probable	Revisar o Monitorear	Soluciones
Olores molestos, moscas y otros insectos	Acumulación de trapos y basura	Método y frecuencia de remoción de basura	Incrementar la frecuencia de remoción y disposición para mejorar operación.
Arena excesiva en los canales de las rejillas	Velocidad de flujo muy baja	Arena fondo canales, fondo irregular en la cámara. Velocidad de flujo.	Incrementar la velocidad de flujo, en los canales o regularmente limpiara chorro de agua con una manguera.
Obstaculización excesiva de las rejillas	Revisar residuos industriales (otros)	Sobresaturadas, limpiezas.	Usar una rejilla más amplia o identificar la fuente de residuos

Fuente: <http://www.emolatina.es/tecnologia-y-productos-emo-france/desbaste/reja-de-desbaste-manual/>

Desarenadores



En planta se realizarán supervisiones para evitar el paso de arenas a unidades subsecuentes como el cárcamo de bombeo o reactor biológico, asimismo presencia de olores desagradables. En caso de presentarse este tipo de problemas, se retirará la arena del canal que se opera y desviará el caudal a otro canal para hacer limpieza. Habrá que incrementar la velocidad para no obstruir el flujo y lavar el desarenador con chorro de agua a presión para remover el lodo adherido (Anexo 2).

Cárcamo de bombeo

En planta antes de arrancar las bombas, se verificará el flujo de influente (Anexo 3), que las bombas estén inundadas, que los cables de las bombas estén en buenas condiciones, evitar basuras o sólidos que pudieran dañar la operación del equipo y que las válvulas del múltiple que alimenta a sedimentadores primarios estén siempre abiertas. Se verificará que la botonera esté energizada para iniciar el arranque cuando se oprima el botón de encendido (Anexo 7).

Tratamiento primario

Sedimentadores primarios. En planta se realizará supervisión a sedimentadores primarios para su correcta operación (Tabla 5).

Tabla 5. Problema y solución en los sedimentadores primarios.

PROBLEMA	POSIBLE CAUSA	SOLUCION
Flotación de lodo	Descomposición del lodo elevándose a la superficie. Purga insuficiente o incompleta	Purga con mayor frecuencia o durante periodos más prolongados. Revisar el funcionamiento de las rastras. Posible taponamiento u obstrucción de la línea de purga.
Natas y/o espumas sobrenadantes	Inadecuada localización u operación de rastras o sistemas. Insuficiente remoción de materiales flotantes.	Remoción más continua y frecuente de las natas. Modificar o cambiar la ubicación del sistema de captación de natas o aumentar el número de unidades.
Ruptura de rastras	Excesiva carga mecánica o esfuerzo mecánico de las rastras.	Vaciar el tanque de agua para la revisión del sistema. Se deberá revisar el estado físico de las rastras, zapatas, sistema motriz, etc.



PROBLEMA	POSIBLE CAUSA	SOLUCION
Lodos difíciles de remover de las líneas de purga	Alto contenido de arena u otros materiales pesados o de fácil compactación. Baja velocidad del flujo en la línea de purgas. Tuberías o bombas obstruidas	Purgar más frecuentemente. Revisar tubería de purga y bombas. Limpiar hidráulicamente y en forma periódica las líneas de purga para evitar acumulación de sólidos, grasas.

Fuente: Fypasa Construcciones

Se verificará que el colchón de lodos no rebase 45 cm para esto, se tomarán lecturas cada 4 horas durante el turno y se reportará en formato de proceso de planta (Anexo 4). El lodo sedimentado será bombeado a los reactores biológicos para continuar con su proceso.

Tratamiento secundario

Reactores biológicos

En planta se observará que el flujo de alimentación hidráulico del lodo sea uniforme, las condiciones de aireación sean totales, no se presenten zonas muertas en la superficie y el Oxígeno Disuelto (OD) se mantenga entre 1 y 2 mg/L (revisión cada 4 horas en medidores instalados en los reactores). Asimismo, se realizarán pruebas de sedimentabilidad en probetas de 1 litro, cada 4 horas, en los 3 turnos de operación y se reportarán en los formatos (Anexo 4).

Sedimentadores secundarios

En planta se realizará la supervisión a sedimentadores secundarios, cuidar colchón de lodos, se verificará no rebasar los 45 cm para esto y se tomarán lecturas cada 4 horas durante el turno. Todo se reportará en el formato de control proceso de lodos (Anexos 1 y 4). Evitar el burbujeo al interior del sedimentador, de lo contrario se aumentará la aireación o la recirculación y/o la purga de lodo del sedimentador.

Desinfección con radiación ultravioleta (UV)

En planta se deberá asegurar que la operación de radiación de UV esté energizada, los tableros de control estén en operación automática, las 48 lámparas de baja presión y alta



intensidad trabajen en forma continua, el canal presente flujo hidráulico continuo, las lámparas estén inundadas y, finalmente, se realice limpieza del canal una vez por semana para mantener la radiación y desinfección.

La línea de tratamiento de tren de lodos está compuesta por las siguientes etapas:

Espesamiento mecánico de lodo secundario excedente del proceso biológico

En planta, para bajar la concentración de lodos secundarios, se realizará la operación de espesamiento mecánico (Anexo 5). Lodos sedimentados secundarios serán bombeados al espesado para desaguarlos y enviar el agua excedente al cárcamo de bombeo y reciclarla, posteriormente los lodos espesados se bombearán a digestión.

Digestión aeróbica de lodos

Se supervisará el lodo digerido purgado desde el digestor de lodos, el cual será enviado a un tanque de manejo de lodos digeridos construido en concreto reforzado (Anexo 1). Los propósitos de la digestión son reducir los olores, reducir contenido de organismos patógenos y reducir el volumen de lodo. El buen funcionamiento de esta etapa se resume en la Tabla 6.

Tabla 6. Problemas y Soluciones Digestión Aerobio.

Problemas Operacionales	Posible causa	Revisar	Posible solución
Alta de concentración de OD	Altos flujos de aire	Flujo de aire	Disminuir el flujo de aire del soplador
Alta concentración de OD y bajo consumo de O₂.	<ul style="list-style-type: none"> a) Baja de temperatura en digestor. b) Bajo pH en digestor. c) Tiempo de retención muy alto o bajo. d) Tiempo de retención muy alto o bajo. e) Presencia de tóxicos. 	<ul style="list-style-type: none"> a) Temperatura y calentamiento del digestor. b) pH, verificar nitrificación. c) Flujo y concentración en la alimentación. d) Flujo. e) Constituyentes traza de tóxicos en el influente del lodo. 	<ul style="list-style-type: none"> a) Incrementar temperatura. b) Neutralizar pH, disminuir el flujo de aire y el tiempo de retención. c) Ajustar para obtener un tiempo de retención recomendable. d) Ajustar para obtener un tiempo de retención recomendable. e) Controlar las descargas de origen industrial.
Espumas	<ul style="list-style-type: none"> a) Crecimiento de organismos filamentosos b) Excesiva turbulencia 	<ul style="list-style-type: none"> a) OD residual y examen microscópico b) Flujo de aire u OD residual. 	<ul style="list-style-type: none"> a) Incrementar el flujo de aire. b) Disminuir el flujo de aire.

Fuente: (Metcalf & Eddy, 2003).

Desaguado mecánico de los lodos estabilizados en filtros banda



Desde los digestores, se succionará por bombas de cavidad progresiva de 3 HP con el fin de enviar el lodo a desaguado, la cual se llevará a cabo en un filtro prensa de banda. Esta operación disminuirá el contenido de humedad de los lodos digeridos, para ser dispuestos como desecho sólido a una concentración de 20%.

El lodo se acondicionará con un polielectrolito catiónico como coadyuvante de floculación, la finalidad es aumentar la concentración de sólidos secos y disminuir el contenido de humedad al máximo posible (Anexo 6).

Métodos de Análisis

El laboratorio Microlab Laboratories, organismo certificado por la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA), analizará las muestras conforme a lo estipulado en la NOM-001-SEMARNAT-2006, aplicando las Normas Técnicas Mexicanas (NMX) correspondientes ver (Tabla 7). Las muestras compuestas se realizan cada 4 horas, se preservarán y se entregarán los reportes de la caracterización a la Jefatura de Planta. Esta actividad se programa de manera mensual.

Tabla 7 Métodos de análisis de muestras

Norma	Determinación de indicador analítico- Método	Publicación DOF
NMX-AA-003	Muestreo Aguas Residuales	1980
NMX-AA-004	Determinación de sólidos sedimentables en aguas residuales - Método del cono Imhoff.	13 de noviembre 2013
NMX-AA-005	Determinación de grasas y aceites - Método de extracción soxhlet.	11 de abril 2014
NMX-AA-006	Determinación de materia flotante - Método visual con malla específica.	30 de septiembre 2010
NMX-AA-007	Determinación de la temperatura - Método visual con termómetro.	23 de enero 2014
NMX-AA-008	Determinación de pH - Método potenciométrico.	9 de septiembre 2016
NMX-AA-026	Determinación de nitrógeno total - Método Kjeldahl.	5 de abril 2013
NMX-AA-028	Determinación de demanda bioquímica de oxígeno - Método de incubación por diluciones.	17 de abril 2001
NMX-AA-029	Determinación de fósforo total - Métodos espectrofotométricos.	17 de abril 2001
NMX-AA-034	Determinación de sólidos en agua - Método gravimétrico.	17 de junio 2016
NMX-AA-042	Determinación del número más probable de Coliformes totales y fecales - Método de tubos múltiples de fermentación.	18 de abril 2016
NMX-AA-046	Determinación de arsénico en agua - Método espectrofotométrico.	19 de septiembre 2016



Norma	Determinación de indicador analítico- Método	Publicación DOF
NMX-AA-051	Determinación de metales - Método espectrofotométrico de absorción atómica.	7 de diciembre 2016
NMX-AA-057	Determinación de plomo - Método de la ditizona.	29 de septiembre de 1981
NMX-AA-058	Determinación de cianuros - Método colorimétrico y titulométrico.	14 de diciembre de 1982
NMX-AA-060	Determinación de cadmio - Método de la ditizona.	26 de abril de 1982
NMX-AA-064	Determinación de mercurio - Método de la ditizona.	3 de marzo de 1982
NMX-AA-066	Determinación de cobre - Método de la neocuproína.	16 de noviembre de 1981
NMX-AA-078	Determinación de zinc - Métodos colorimétricos de la ditizona I, la ditizona II y espectrofotometría de absorción atómica.	12 de julio de 1982
NMX-AA-079	Determinación de nitrógeno de nitratos (brucina).	14 de abril de 1986

Fuente: <https://videsa.com.mx/analisis-de-aguas-residuales-y-tratadas/>

Definición de actividades de operación y mantenimiento para el correcto funcionamiento de la PTAR

Actividades de operación

Desbaste grueso y fino mecanizados. - En planta la operación de las unidades de desbaste grueso y fino se evaluará diariamente, para arranque del tablero incluye botoneras, luces piloto, selectores, control de las rejillas finas (Anexo 10).

Desarenadores. - En planta la operación de las unidades desarenadoras se evaluará diariamente, para arranque del tablero incluye botoneras, luces piloto, selectores, control de los desarenadores, la bomba de arenas y su separador (Anexo 10).

Cárcamo de bombeo. - En planta se realizará la supervisión necesaria para que no presenten rotación incorrecta de los equipos de bombeo, al igual que calentamiento, sobrecalentamiento, ruidos y vibraciones. De presentarse algún problema, se tomarán acciones correctivas (Tabla 8).



Tabla 8. Problemas y soluciones para cárcamo de bombeo.

PROBLEMA	POSIBLE CAUSA	SOLUCION
Rotación incorrecta	Conexiones incorrectas	Consultar el diagrama de conexiones y reconectarla de acuerdo con las instrucciones.
Sobrecalentamiento del equipo o valeros	Lubricación inadecuada. Lubricación excesiva.	Checar el nivel de aceite en el equipo y en el engrasador excéntrico. Verificar el nivel de aceite.
Ruidos y vibraciones	Válvulas de succión cerrada Balero excéntrico demasiado despejado.	Drenar.
Calentamiento	Lubricación excesiva. Lubricación insuficiente. Lubricación equivocada.	Checar el nivel de lubricación y ajustarlo al nivel recomendado. Checar el nivel de lubricación y ajustarlo al nivel
Ruidos cuando trabaja	Pérdida de tornillos. Discos gastados. Daño en los (pins) y rodetes.	Apretar los tornillos. Desensamblar y reemplazar el disco, empaque (alfileres (pins) y rodetes.

Fuente: Fypasa Construcciones.

Tratamiento primario. - En planta se evaluará la operación de las rastras giratorias, el desnatador trabaja con un mecanismo automático, el cual se verificará para asegurar que el motoreductor esté funcionando normalmente 1Hp y que el desnatador no se atore, operar bombas de purga y recirculación derivado de control de proceso.

Tratamiento secundario.- En planta las condiciones aeróbicas del reactor biológico se mantendrán mediante sopladores de aire 125 HP y ramales de difusores de membrana instalados en el fondo del tanque. En sedimentadores secundarios, observar que la rastra giratoria mecánica trabaje continuamente con un mecanismo automático, el cual se verificará para asegurar que el motoreductor esté funcionando normalmente y que el desnatador no se atore. Operar bombas de recirculación y purga derivado de control de proceso (Anexo 10).

Desinfección con radiación ultravioleta (UV). - En planta se realizará la supervisión a módulos de encendido para operar las lámparas de UV, la cual puede ser en forma mecánica o manual derivado del flujo hidráulico. El canal debe presentar un nivel de efluente que requiere inundar las lámparas UV. En el momento que las lámparas operen, se observará luz radiante. El mantenimiento preventivo consistirá en verificar que las lámparas estén limpias y realizar lavado de canales con cepillado en muros y pisos, teniendo cuidado de no golpear los módulos de lámparas (Anexo 10).



Línea de tratamiento de tren de lodos:

Espesamiento mecánico de lodo secundario excedente del proceso lodos activados - Los tableros de operación y la alimentación hidráulica deberán estar energizados. SE verificará que las válvulas de alimentación de lodos a espesado estén abiertas. Asimismo, se evaluará la dosificación de polielectrolito, derivado de la concentración del lodo de sedimentación secundaria. Se evaluará la operación de espesamiento mecánico (espesador mecánico de tipo mesa de banda de 1 m de ancho de banda) con limpieza continua y automática de las bandas, agua a presión, tensionamiento y alineamiento mecánico de las bandas. Posteriormente, se conducirán a un tanque de concreto con agitación para mezclar los lodos espesados con los lodos primarios previos a su estabilización (Anexo 10).

Digestión aeróbica de lodo - En planta las condiciones aeróbicas del digestor se mantendrán mediante sopladores de aire de 125 HP y ramales de difusores de membrana instalados en el fondo del tanque. Se purgarán las líneas de aire una vez por día.

Deshidratación de lodo - El tablero de operación deberá estar energizado, al igual que la alimentación a bomba de agua y la bomba dosificadora de polímero. Se deberá verificar que las válvulas de alimentación de lodos estén abiertas. Al terminar el deshidratado de lodos, se lavarán las bandas de las mesas, el área de trabajo y se limpiará la bomba dosificadora de polielectrolito.

Actividades de mantenimiento preventivo

En planta el personal de mantenimiento deberá inspeccionar que todos los equipos mecánicos y eléctricos operen correctamente y realizará las siguientes actividades (Anexo 11):

- a. Semanalmente
 - i. Lubricar el manguito de la flecha de las bombas centrífugas horizontales del cárcamo de lodos.
- b. Quincenalmente
 - i. Verificar el nivel de los vertedores y mampara.



- ii. Verificar el flujo de agua. Evitar corto circuitos.
- c. Mensualmente
 - i. Verificar la lubricación del pistón de las válvulas automáticas de purga de lodos y engrase si es necesario. Mover las válvulas de corte de la purga.
 - ii. Engrasar el cojinete de la cabeza de la bomba centrífuga horizontal del cárcamo de bombeo de lodos.
- d. Trimestralmente
 - i. Engrasar las válvulas de corte en: entrada y salida del sistema de clarificación, bombas del cárcamo de lodos.
- e. Anualmente
 - i. Examinar engranes, sellos de aceite y cojines.
 - ii. Engrasar coples de bombas y moto reductores.
- f. Cuando se requiera
 - i. Limpiar los tanques y accesorios como vertedores, desnatadores y cárcamos de lodos.
 - ii. Remover las marcas de derrumbe y pintar las tuberías, tanques y accesorios, etc.
 - iii. Inspeccionar las partes bajo el agua, cuando los tanques a cárcamos van drenados.
 - iv. Inspeccionar y reacondicionar los electroniveles de las bombas de lodos.



Capacitar a los recursos humanos proporcionándoles criterios para generar buena gestión, operación de la infraestructura, cuidado y mantenimiento de la PTAR

En planta se llevará a cabo una capacitación de personal de operación para motivar una buena gestión, cuidado y mantenimiento preventivo de la infraestructura de la PTAR. De igual forma, se impartirán cursos internos de acuerdo con un programa establecido (Anexo 12) y se llevará el registro del personal participante a través de una lista de asistencia (Anexo 13).

Evaluar la integridad física de los recursos humanos y materiales, cumpliendo con las indicaciones de Protección Civil

A través de la impartición de talleres por parte de Protección Civil, se realizará una capacitación para evaluar la integridad física del personal y materiales de la PTAR (Anexo 14). El registro del personal que participe se realizará por medio de una lista de asistencia (Anexo 15).

Resultados

Evaluación de la operación de la PTAR y verificación sujeta a la normatividad vigente

Tabla 9. Evaluación de operación PTAR.

Operación Unitaria	Resultados
Desbaste de gruesos y finos	En planta no presenta arenas excesivas en canales las rejillas, cuando se presenta estas situaciones, se incrementa la velocidad de flujo en los canales y se limpia con chorro de agua con una manguera.
Desarenadores	En planta no se presenta paso de arenas a unidades subsecuentes como el cárcamo de bombeo, reactor biológico. Se retira la arena del canal que opera y se desvía el caudal al otro canal para hacer limpieza, se incrementa la velocidad, limpiando las rejillas para no obstruir el flujo.
Cárcamo de bombeo	En planta se realizan supervisiones visuales para no presenten paso de arenas a unidades como el cárcamo de bombeo, en época pluvial se requiere de medidas preventivas. Se operan alternadamente las 4 bombas de influente con una programación quincenal para cuidar su vida útil.
Sedimentadores primarios	El sistema opera bien, cuando se presenta exceso de lodos, se purga más frecuentemente o aumenta la recirculación, se revisa



	tuberías de purga y bombas, se efectúa limpieza hidráulica periódicamente, evitar acumulación de sólidos.
Tratamiento Secundario	En planta se realizan actividades para la correcta operación y funcionamiento a reactores biológicos y sedimentadores secundarios, se percibe en el sistema un olor como de humedad, el oxígeno disuelto esta entre 1 y 2 mg/l, los SS se encuentra en 60 ml/L, el espejo del sedimentador secundario se observa limpio, sin natas, el efluente es claro.
Desinfección con radiación ultravioleta UV	El equipo tiene un sistema de auto limpieza mecánica, para mantener la irradiación y la capacidad de desinfección. Actualmente se presenta una situación extraordinaria. *(No opera este equipo derivado de problemas financieros).
Espesamiento mecánico de lodo secundario	En planta a modo de reducir el flujo de lodos secundarios, se realizará la operación de espesamiento mecánico. Actualmente los sólidos han madurado.
Digestión aerobia de lodos	Se opera en flujo discontinuo, el lodo digerido es de color café chocolate, la aireación en la superficie es uniforme, no presentan zonas muertas, es característico el olor a humedad, se checa temperatura, el pH se mantiene neutro. Los propósitos de la digestión son reducir los olores, el potencial de putrefacción, reducir el contenido de organismos patógenos y reducir el volumen de lodo.
Deshidratación de Lodos	En planta los lodos están diluidos, por lo que no se ha requerido deshidratarlos.

Fuente Elaboración Propia

Muestreo y análisis de muestras conforme a la normatividad vigente

Tabla 10 Resultados de la muestra enero 2019

Parámetro	Resultado	Límite Máx	Unidad
-----------	-----------	------------	--------



Temperatura de campo	22	N.E.	°C
pH (De campo a 25°C)	7.5	5.0 a 10.0	U de pH
Materia Flotante (De campo)	ausente	ausente	---
Grasas y Aceites	<3.00	25.00	(mg/l)
Sólidos Sedimentables	<0.1	2.00	(ml/l)
Sólidos suspendidos totales	<10.00	200.00	(mg/l)
DBO ₅	<10.00	200.00	(mg/l)
Nitrógeno total	<4.11	60.00	(mg/l)
Fósforo Total	2.699	30.00	(mg/l)
Arsénico	<0.0500	0.400	(mg/l)
Cadmio	<0.0500	0.400	(mg/l)
Cianuros	<0.024	3.000	(mg/l)
Cobre	<0.0500	6.000	(mg/l)
Cromo Total	<0.0500	1.500	(mg/l)
Mercurio	<0.0030	0.0200	(mg/l)
Níquel	<0.0500	4.000	(mg/l)
Plomo	<0.0500	1.000	(mg/l)
Zinc	0.0805	20.000	(mg/l)
Coliformes Fecales	>= 240 000	2000	(NMP/100 ml)
Huevos de helmintos	<1	5	(h/l)
DQO	<30.00	500	(mg/l)

Fuente: Microlab Laboratories

Tabla 11 Resultados de la muestra diciembre 2018

Parámetro	Resultado	Límite Máx	Unidad
Temperatura de campo	23	N.E.	°C
pH (De campo a 25°C)	7.6	5.0 a 10.0	U de pH
Materia Flotante (De campo)	ausente	ausente	---
Grasas y Aceites	<3.00	25.00	(mg/l)
Sólidos Sedimentables	<0.1	2.00	(ml/l)
Sólidos suspendidos totales	<10.00	200.00	(mg/l)
DBO ₅	<10.00	200.00	(mg/l)
Nitrógeno total	4.92	60.00	(mg/l)
Fósforo Total	1.799	30.00	(mg/l)
Arsénico	<0.0500	0.400	(mg/l)
Cadmio	<0.0500	0.400	(mg/l)
Cianuros	<0.026	3.000	(mg/l)
Cobre	<0.0500	6.000	(mg/l)
Cromo Total	<0.0500	1.500	(mg/l)
Mercurio	<0.0030	0.0200	(mg/l)
Níquel	<0.0500	4.000	(mg/l)
Plomo	<0.0500	1.000	(mg/l)
Zinc	<0.0500	20.000	(mg/l)
Coliformes Fecales	>= 240 000	2000	(NMP/100 ml)
Huevos de helmintos	<1	5	(h/l)
DQO	<30.00	500	(mg/l)

Fuente: Microlab Laboratories

Tabla 12 Resultados de la muestra noviembre 2018

Parámetro	Resultado	Límite Máx	Unidad
-----------	-----------	------------	--------



Temperatura de campo	22	N.E.	°C
pH (De campo a 25°C)	7.5	5.0 a 10.0	U de pH
Materia Flotante (De campo)	ausente	ausente	---
Grasas y Aceites	4.03	25.00	(mg/l)
Sólidos Sedimentables	<0.1	2.00	(ml/l)
Sólidos suspendidos totales	23.63	200.00	(mg/l)
DBO ₅	35.80	200.00	(mg/l)
Nitrógeno total	6.09	60.00	(mg/l)
Fósforo Total	5.205	30.00	(mg/l)
Arsénico	<0.0500	0.400	(mg/l)
Cadmio	<0.0500	0.400	(mg/l)
Cianuros	<0.031	3.000	(mg/l)
Cobre	0.0640	6.000	(mg/l)
Cromo Total	<0.0500	1.500	(mg/l)
Mercurio	<0.0030	0.0200	(mg/l)
Níquel	<0.0500	4.000	(mg/l)
Plomo	<0.0500	1.000	(mg/l)
Zinc	<0.0500	20.000	(mg/l)
Coliformes Fecales	15000	2000	(NMP/100 ml)
Huevos de helmintos	<1	5	(h/l)
DQO	97.59	500	(mg/l)

Fuente: Microlab Laboratories

Tabla 13 Resultados de la muestra octubre 2018

Parámetro	Resultado	Límite Máx	Unidad
Temperatura de campo	22	N.E.	°C
pH (De campo a 25°C)	7.6	5.0 a 10.0	U de pH
Materia Flotante (De campo)	ausente	ausente	---
Grasas y Aceites	<3.00	25.00	(mg/l)
Sólidos Sedimentables	<0.1	2.00	(ml/l)
Sólidos suspendidos totales	31.01	200.00	(mg/l)
DBO ₅	18.54	200.00	(mg/l)
Nitrógeno total	7.84	60.00	(mg/l)
Fósforo Total	3.276	30.00	(mg/l)
Arsénico	<0.0500	0.400	(mg/l)
Cadmio	<0.0500	0.400	(mg/l)
Cianuros	<0.025	3.000	(mg/l)
Cobre	<0.0500	6.000	(mg/l)
Cromo Total	<0.0500	1.500	(mg/l)
Mercurio	<0.0030	0.0200	(mg/l)
Níquel	<0.0500	4.000	(mg/l)
Plomo	<0.0500	1.000	(mg/l)
Zinc	<0.0500	20.000	(mg/l)
Coliformes Fecales	>= 240 000	2000	(NMP/100 ml)
Huevos de helmintos	<1	5	(h/l)
DQO	117.84	500	(mg/l)

Fuente: Microlab Laboratories

Tabla 14 Resultados de la muestra septiembre 2018

Parámetro	Resultado	Límite Máx	Unidad
-----------	-----------	------------	--------



Temperatura de campo	22	N.E.	°C
pH (De campo a 25°C)	7.8	5.0 a 10.0	U de pH
Materia Flotante (De campo)	ausente	ausente	---
Grasas y Aceites	8.54	25.00	(mg/l)
Sólidos Sedimentables	0.30	2.00	(ml/l)
Sólidos suspendidos totales	47.11	200.00	(mg/l)
DBO ₅	40.60	200.00	(mg/l)
Nitrógeno total	12.17	60.00	(mg/l)
Fósforo Total	3.533	30.00	(mg/l)
Arsénico	<0.0500	0.400	(mg/l)
Cadmio	<0.0500	0.400	(mg/l)
Cianuros	<0.025	3.000	(mg/l)
Cobre	<0.0500	6.000	(mg/l)
Cromo Total	<0.0500	1.500	(mg/l)
Mercurio	<0.0030	0.0200	(mg/l)
Níquel	<0.0500	4.000	(mg/l)
Plomo	<0.0500	1.000	(mg/l)
Zinc	<0.0500	20.000	(mg/l)
Coliformes Fecales	>= 240 000	2000	(NMP/100 ml)
Huevos de helmintos	<1	5	(h/l)
DQO	99.65	500	(mg/l)

Fuente: Microlab Laboratories

Tabla 15 Resultados de la muestra agosto 2018

Parámetro	Resultado	Límite Máx	Unidad
Temperatura de campo	24	N.E.	°C
pH (De campo a 25°C)	8.0	5.0 a 10.0	U de pH
Materia Flotante (De campo)	ausente	ausente	---
Grasas y Aceites	<3.00	25.00	(mg/l)
Sólidos Sedimentables	<0.1	2.00	(ml/l)
Sólidos suspendidos totales	<10.00	200.00	(mg/l)
DBO ₅	<10.00	200.00	(mg/l)
Nitrógeno total	9.51	60.00	(mg/l)
Fósforo Total	2.873	30.00	(mg/l)
Arsénico	<0.0500	0.400	(mg/l)
Cadmio	<0.0500	0.400	(mg/l)
Cianuros	<0.025	3.000	(mg/l)
Cobre	<0.0500	6.000	(mg/l)
Cromo Total	<0.0500	1.500	(mg/l)
Mercurio	<0.0030	0.0200	(mg/l)
Níquel	<0.0500	4.000	(mg/l)
Plomo	<0.0500	1.000	(mg/l)
Zinc	<0.0500	20.000	(mg/l)
Coliformes Fecales	4300	2000	(NMP/100 ml)
Huevos de helmintos	<1	5	(h/l)
DQO	33.31	500	(mg/l)

Fuente: Microlab Laboratories

Tabla 16 Resultados de la muestra julio 2018

Parámetro	Resultado	Límite Máx	Unidad
-----------	-----------	------------	--------



Temperatura de campo	23	N.E.	°C
pH (De campo a 25°C)	7.8	5.0 a 10.0	U de pH
Materia Flotante (De campo)	ausente	ausente	---
Grasas y Aceites	50.99	25.00	(mg/l)
Sólidos Sedimentables	1.0	2.00	(ml/l)
Sólidos suspendidos totales	211.44	200.00	(mg/l)
DBO ₅	161.67	200.00	(mg/l)
Nitrógeno total	36.560	60.00	(mg/l)
Fósforo Total	30.00	30.00	(mg/l)
Arsénico	<0.0500	0.400	(mg/l)
Cadmio	<0.0500	0.400	(mg/l)
Cianuros	<0.025	3.000	(mg/l)
Cobre	<0.0500	6.000	(mg/l)
Cromo Total	<0.0500	1.500	(mg/l)
Mercurio	<0.0030	0.0200	(mg/l)
Níquel	<0.0500	4.000	(mg/l)
Plomo	<0.0500	1.000	(mg/l)
Zinc	0.0.1983	20.000	(mg/l)
Coliformes Fecales	>= 2400	2000	(NMP/100 ml)
Huevos de helmintos	<1	5	(h/l)
DQO	416.84	500	(mg/l)

Fuente: Microlab Laboratories

Tabla 17 Resultados de la muestra junio 2018

Parámetro	Resultado	Límite Máx	Unidad
Temperatura de campo	23	N.E.	°C
pH (De campo a 25°C)	7.4	5.0 a 10.0	U de pH
Materia Flotante (De campo)	ausente	ausente	---
Grasas y Aceites	12.86	25.00	(mg/l)
Sólidos Sedimentables	0.40	2.00	(ml/l)
Sólidos suspendidos totales	59.99	200.00	(mg/l)
DBO ₅	93.00	200.00	(mg/l)
Nitrógeno total	33.609	60.00	(mg/l)
Fósforo Total	4.430	30.00	(mg/l)
Arsénico	<0.0500	0.400	(mg/l)
Cadmio	<0.0500	0.400	(mg/l)
Cianuros	<0.025	3.000	(mg/l)
Cobre	<0.0500	6.000	(mg/l)
Cromo Total	<0.0500	1.500	(mg/l)
Mercurio	<0.0030	0.0200	(mg/l)
Níquel	<0.0500	4.000	(mg/l)
Plomo	<0.0500	1.000	(mg/l)
Zinc	<0.0500	20.000	(mg/l)
Coliformes Fecales	>= 240000	2000	(NMP/100 ml)
Huevos de helmintos	<1	5	(h/l)
DQO	200.15	500	(mg/l)

Fuente: Microlab Laboratories



Definición de las actividades de operación y mantenimiento resultantes para el correcto funcionamiento de la PTAR

Se elaboró puntualmente una lista de actividades que debe ejecutar el personal de operación junto con la frecuencia en que debe realizarlas. Es fundamental que se realicen recorridos de verificación en planta para cada una de las operaciones unitarias señaladas, seguir las indicaciones dadas, aplicarlas y registrar los datos solicitados (Anexo 10).

De igual manera, se elaboró una relación del equipamiento que integra la infraestructura de la PTAR con el objetivo de ejecutar el mantenimiento preventivo. El personal de mantenimiento debe dar cumplimiento de las instrucciones señaladas siguiendo el calendario propuesto. Asimismo, es necesario que se realicen recorridos de verificación en planta para cada una de las operaciones unitarias y registrar los datos solicitados (Anexo 11).

Capacitar a los recursos humanos

En planta se llevó a cabo la capacitación del personal para generar una buena gestión, operación de infraestructura y mantenimiento de la PTAR (Anexo 13, Figuras 10 y 11).



Figura 10. Capacitación mantenimiento.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 11. Capacitación infraestructura.
Fuente: Elaboración propia.

Evaluación de la integridad física de los recursos humanos cumpliendo indicaciones de Protección Civil

Se impartieron talleres y cursos internos de Protección Civil al personal de la PTAR (Figura 12). La lista de asistencia correspondiente se muestra en el Anexo 15.



Figura 12. Capacitación Protección Civil.
Fuente: Elaboración propia.



Análisis de resultados

38

Evaluación de la operación de la PTAR y verificación sujeta a la normatividad vigente

Posterior a la evaluación de la operación de la PTAR y de acuerdo con los resultados obtenidos, se puede puntualizar lo siguiente:

- Pretratamiento - se realiza buena operación en canales de desbaste grueso y fino, los desarenadores no se obstaculizan y en cárcamo de bombeo se cuida vida útil de bombas.
- Tratamiento primario - se realiza buena operación y el inventario de sólidos se sujeta a la normatividad correspondiente.
- Tratamiento secundario - correcta operación y funcionamiento de reactores biológicos y sedimentadores secundarios, se percibe en el sistema olor característico, el OD y SS se sujetan a normatividad vigente.
- Desinfección con UV - no se está operando el equipo derivado de la situación financiera externa.
- Espesamiento mecánico - cumple buena operación y se reduce el flujo de lodos secundarios.
- Digestión aerobia - cumple con buena operación, se observa mezclado uniforme de aire en espejo de digestor, apariencia de lodo color chocolate, olor de lodo húmedo, se purga el lodo una vez estabilizado.
- Deshidratación de lodos - no está operando el equipo porque los lodos digeridos están diluidos.

Muestreo y análisis de muestras conforme a la normatividad vigente

Los muestreos y análisis se realizan conforme a la normatividad vigente. Asimismo, los parámetros fisicoquímicos, biológicos (HH) y metales pesados se mantienen dentro de los



LMP. En el caso de los CF, este parámetro está fuera del LMP derivado que el sistema UV no opera adecuadamente.

39

Actividades de operación y mantenimiento para el correcto funcionamiento de la PTAR

En esta etapa se pudo advertir lo siguiente:

1. Se cumple al mantener la continuidad de las actividades de operación, estas se desarrollan en tres turnos, incluyen limpiezas, extracción de sólidos, arenas y acarreos. Asimismo, operan los tableros de arranque de cribado fino, desarenadores y bombas de influente. Se cumple con el mantenimiento preventivo mensual de compuertas, rejillas, polipasto, bombas de arena, separador de arena, bomba sumergible de influente.
2. Se cumple al mantener la continuidad de las actividades de operación en los sedimentadores primarios, estas se desarrollan en tres turnos, incluye limpiezas de cunetas, puente móvil, toma de colchón de lodos, bombeo de lodos a tanque de mezcla, bombeo de lodos de purga, funcionamiento de motoreductor y brazos desnatadores. Se cumple con mantenimiento preventivo mensual de bombas de lodos de purga, bombas de natas, motoreductor, desnatadores.
3. Se cumple al mantener la continuidad de las actividades de operación en reactores anóxicos, estas se desarrollan en tres turnos, incluye mezclado sumergible tipo propela de lodos. Se cumple con mantenimiento preventivo semestral de mezcladores tipo propela, lo que permite garantizar su operación.
 - a. Se cumple al mantener la continuidad de las actividades de operación en reactores biológicos, estas se desarrollan en tres turnos; son lectura de oxígeno disuelto, toma de pruebas de sedimentación de sólidos cada 4 horas, se regula alimentación de aire con válvulas manualmente, en las líneas de distribución instaladas en el perímetro de reactores, se operan sopladores de 125 HP para



- suministro de aire, al realizar recorrido cada 4 horas se observa mezclado uniforme de aire en espejo de reactor, la apariencia de lodo es color chocolate, olor de lodo es húmedo. Se mantienen instalaciones limpias. Se cumple con mantenimiento preventivo trimestral de sopladores centrífugo.
- b. Se cumple al mantener la continuidad de las actividades de operación en sedimentadores secundarios, estas se desarrollan en tres turnos, incluye limpiezas de cunetas, paso de agua clarificada a desinfección, toma de colchón de lodos, bombeo de lodos a reactor para recirculación, bombeo de lodos de purga, funcionamiento de motoreductor y brazos desnatadores. Se cumple con mantenimiento preventivo mensual de bombas de lodos de purga, bombas de natas, motoreductor, desnatadores.
4. Se cumple al mantener la continuidad de las actividades de operación en espesado de banda. Se aplicará el mantenimiento preventivo trimestral a, compresor de aire para espesador mecánico de banda, bomba para lavado de banda del espesador, tanque de mezcla, mezclador sumergible tipo propela en tanque de mezcla, bombeo de lodos mezclados a digestores.
5. Se cumple al mantener la continuidad de las actividades de operación en digestión aerobia. Se opera soplador centrifugo de 125 HP, el cual suministra aire, se observa un mezclado uniforme en espejo de digestor, la apariencia del lodo es color café chocolate y el olor del lodo es característico. Al estabilizarse el lodo, se purga con bombas de cavidad progresiva y se envía a un tanque de concreto donde se mezcla con agitadores tipo propela para posteriormente enviarse a filtro prensa. Se mantienen instalaciones limpias y sopladoras centrífugas en buen estado.
6. Actualmente no se cumple con actividades de operación en filtro prensa de banda, derivado de sólidos, están diluidos. Se aplica el mantenimiento preventivo trimestral a, sistema de alimentación de polímeros, bomba para lavado de filtro banda, compresor de aire para filtro banda.



Capacitar a los recursos humanos proporcionándoles criterios para buena gestión, operación de la infraestructura, cuidado y mantenimiento de la PTAR

41

Derivado de la capacitación, el personal se familiarizó con las características de un agua residual y comprendió a fondo los procesos de tratamiento que integran la PTAR Tlajomulco, es decir, los procedimientos de arranque y operación de equipos de tren de agua, desinfección por luz UV, tratamiento de lodos espesado y deshidratado. El jefe de turno identifica los factores que influyen en la digestión aerobia y como afectan en la eficiencia de lodos. Se aplican actividades de mantenimiento preventivo y predictivo.

Evaluación de la integridad física de los recursos humanos cumpliendo indicaciones de Protección Civil

Las actividades desarrolladas por el personal de Protección Civil, en conjunto con el personal de la PTAR, fueron:

- Se aplicaron las técnicas para desalojar un centro de trabajo con mayor seguridad y la identificación de las rutas a emplear según sus indicaciones.
- Se identificaron las lesiones más comunes, así como su tratamiento inicial.
- Se implementaron las técnicas para combatir incendios, asimismo actuar con seguridad al identificar y manejar equipos de protección, como los extintores o hidrantes.
- Se aplicaron las técnicas para la realización de búsqueda y rescate de víctimas.

Es importante destacar que, derivado de la capacitación por parte de Protección Civil, han transcurrido seis meses sin que acontezca un accidente en la PTAR.



Conclusiones

Derivado de la evaluación y propuesta de mejora de la operación de la PTAR, cumplí con los objetivos específicos, se tiene control del proceso, de tal manera que la producción de agua tratada tiene consistentemente la calidad que se espera de ella. Se cumple con los registros de desempeño estos describen la operación de la planta y proveen de información tanto al operador como a cualquier persona que lo quiera, ya que es en realidad un registro histórico. Con la planeación de muestreos y análisis de las muestras de las aguas residuales conforme a la normatividad vigente. (Ejecutado por laboratorio acreditado EMA) se cumple con las condiciones particulares de descarga fijadas por las autoridades correspondientes. Se cumplió con la impartición de cursos internos al personal proporcionándoles criterios para generar buena operación de la infraestructura y mantenimiento preventivo de la PTAR. Finalmente con la evaluación de la integridad física del personal y materiales, se cumplió con las indicaciones de Protección Civil.

Recomiendo continuar con registros para continuar evaluando la operación de la PTAR. Estos registros son utilizados por el operador para resolver los problemas que se presenten en el proceso y para anticiparse a necesidades futuras. Dar seguimiento a la capacitación de personal de operación y mantenimiento, cada 6 meses para la correcta operación de proceso y satisfacer una calidad del efluente de acuerdo con la NOM-001-SEMARNAT-1997, descarga a ríos en modalidad "C" para la protección de la vida acuática¹¹.

Las áreas de oportunidad que identifiqué del proyecto, se centraliza en mitigar, prevenir y compensar los impactos que se pudieran causar al medio ambiente. Los principales beneficios de este proyecto son, la reutilización de las aguas tratadas, riego agrícola con agua tratada, saneamiento de la laguna de Cajititlan, disminución de enfermedades gastrointestinales, ocasionadas a causa del uso de aguas residuales en riego agrícola, eliminación de malos olores, en el recorrido del agua residual, rehabilitación del hábitat de la fauna local, específicamente de los peces y aves.

En el estado de Jalisco, las necesidades de tratamiento son muchas y de gran relevancia, por la calidad de las aguas descargadas que representan un serio riesgo a la salud de la población



y al equilibrio de los ecosistemas. Por lo que las áreas de oportunidades de desarrollarse profesionalmente están presentes.

Este proyecto me enseña cómo se genera un impacto ambiental positivo, ya que las aguas residuales al ser enviadas a la PTAR para su respectivo tratamiento primario, secundario y terciario, estas cumplen finalmente con la normatividad vigente, al descargar el efluente la calidad del agua de la laguna ira mejorando paulatinamente restaurándose el equilibrio ecológico, mejorando la calidad de vida de la fauna local, así también se mejorara la calidad de vida de los habitantes de las zonas cercanas al embalse de la laguna, ya que las condiciones actuales existentes son deplorables.

Asimismo con este proyecto se fortalecen mis conocimientos, adquiridos durante la carrera, he podido participar en un proyecto de cuidado al medio ambiente, realizar estudios futuros para mitigar, reducir y compensar los impactos al medio ambiente.

Agradezco de forma especial al Ing. Carlos Adrián Sánchez Jefe de PTAR, por su aceptación, motivación y orientación durante el tiempo que he desarrollado mi proyecto terminal “Evaluación de Mejora de la PTAR”, asimismo a personal de operación y mantenimiento. Finalmente reconozco la gran capacidad de mi asesor interno MI Mariana Veira Huerta por su orientación, paciencia y apoyo incondicional durante la elaboración de este proyecto terminal, gracias totales.



Referencias

1. Autogestión en Seguridad y Salud en el trabajo Normas Oficiales Mexicanas de Seguridad y Salud en el Trabajo. Disponible en:
<http://asinom.stps.gob.mx:8145/Centro/CentroMarcoNormativo.aspx>
2. Confirman causa de mortandad de peces, en Laguna de Cajititlán, Jalisco Disponible en:
<https://aristeguinoicias.com/0309/mexico/confirman-causa-de-mortandad-de-peces-en-laguna-de-cajititlan-jalisco/>
3. Jornada/ 2017/ Contaminados la mayoría de los cuerpos de agua de Jalisco. Disponible en:
<https://www.jornada.com.mx/2017/12/04/estados/029n1est>
4. Design of Municipal Wastewater Treatment Plants 1998 “WEF Manual of Practice No. 8 (Water Environment Federation)” MOP N° 8, 4th y 5th Edition, USA.
5. DOF: 21/01/1997. REGLAMENTO Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo.
6. Gobierno del Estado de Jalisco. Tlajomulco de Zúñiga. Disponible en:
<https://www.jalisco.gob.mx/es/jalisco/municipios/tlajomulco-de-zuniga>
7. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente AGUA Y CONFLICTOS AMBIENTALES EN LA RIBERA DE CAJITITLÁN, JALISCO. Repositorio Institucional del ITESO. Disponible en:
<https://rei.iteso.mx/bitstream/handle/11117/427/ConflictosAgua.pdf?sequence=2>
8. Laguna de Cajititlán contaminada por aguas residuales. Disponible en:
<https://www.jalisco.gob.mx/es/prensa/noticias/16072>
9. Metcalf and Eddy, (2003) Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, and Reuse, McGraw-Hill, Fourth Edition, USA.
10. Normas Oficiales Mexicanas NOM-001-SEMARNAT-1996. Disponible en:
<https://videsa.com.mx/analisis-de-aguas-residuales-y-tratadas/>
11. Proyecto de modificación de la PROY – NOM -001-SEMARNAT - 2017, que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas RESIDUALES EN CUERPOS RECEPTORES PROPIEDAD DE LA NACIÓN. Disponible en:
http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5510140&fecha=05/01/2018
12. W.W. Eckenfelder Jr, et.al. (1989) Industrial Water Pollution Control, McGraw-Hill, Second Edition, USA.





Anexos

Anexo 1. Lista de verificación (Formato 1)



FECHA: _____

		1° TURNO	2° TURNO	3° TURNO
HORA DE RECORRIDO				
NIVEL DE CARCAMO DE AGUA CRUDA (1/4,1/2,3/4,4/4)				
BOMBA(S) AGUA CRUDA OPERANDO	Hp N0			
CONDICION DE REJILLAS MANUALES HRS DE LIMPIEZA	Hp			
CONDICION DE REJILLAS GRUESAS Y FINAS AUTOMATICAS HR. DE LIMPIEZA	Hp			
CONDICION DEL DESARENADOR, No. Y HORAS DE CICLOS	No Hp			
MOTOR DE LA RASTRA DE SEDIMENTADOR	Hp			
COLCHON SEDIMENTADOR 1°ario	N0. 1 cm			
COLCHON SEDIMENTADOR 1°ario	N0. 2 cm			
SOPLADOR OPERANDO	No. Hp			
OXIGENO DISUELTO EN EL REACTOR	N0 1			
OXIGENO DISUELTO EN EL REACTOR	N0 2			
PROMEDIO DE FLUJO	LPS			
PROMEDIO DE SOLIDOS SEDIMENTABLES R 1	ml/l			
PROMEDIO DE SOLIDOS SEDIMENTABLES R 2	ml/l			
COLCHON SEDIMENTADOR 2°ario	N0.1 cm			
COLCHON SEDIMENTADOR 2°ario	N0.2 cm			
PURGA HORA DE INICIO Y FINAL	HR			
ASPECTO SUPERFICIE DIGESTOR	N0 1			
ASPECTO SUPERFICIE DIGESTOR	N0 2			
BOMBA DE CAVIDAD PROGRESIVA	N0. 1 Hp			
BOMBA DE CAVIDAD PROGRESIVA	N0. 2 Hp			
LIMPIEZA DE CANALES EN LUZ ULTRAVIOLETA	N0 1			
LIMPIEZA DE CANALES EN LUZ ULTRAVIOLETA	N0 2			

OBSERVACIONES, COMENTARIOS Y ACCIONES

1° TURNO

2° TURNO

3° TURNO



Anexo 2. Residuos (Formato RS)



PTAR TLAJOMULCO DE ZÚÑIGA

FECHA _____

BASURA						
LUGAR	BOTES			CARRETILLAS		
	TURNO 1	TURNO 2	TURNO 3	TURNO 1	TURNO 2	TURNO 3
REJILLAS						
CANALES						
CARCAMOS						
TANQUES DE NATAS						

ARENAS	BOTES			CARRETILLAS		
	TURNO 1	TURNO 2	TURNO 3	TURNO 1	TURNO 2	TURNO 3

TURNO

1 _____

TURNO 2

TURNO 3



Anexo 3. Flujos (Formato FLU)



PTAR TLAJOMULCO DE ZÚÑIGA

FECHA _____

HORARIO	INFLUENTE	EFLUENTE
	M3 TOTALIZADOS	M3/HORA
08:00		
09:00		
10:00		
11:00		
12:00		
13:00		
14:00		
15:00		
16:00		
17:00		
18:00		
19:00		
20:00		
21:00		
22:00		
23:00		
00:00		
01:00		
02:00		
03:00		
04:00		
05:00		
06:00		
07:00		

M3 ACUMULADOS A 8 HRS.

ATLAJOMULCO	
-------------	--



Anexo 4. Proceso PTAR Tlajomulco (Formato P2)



FECHA _____

HORA	ALTURA AGUA DE CLARIFICADOR	FLUJO CLARIFICADOR 1	FLUJO REACTOR 1	FLUJO REACTOR 2	REC 1	REC 2	SEDIMENTABLES		OXIGENO DISUELTO		COLCHON LODOS	
							REACTOR 1	REACTOR 2	R1	R2	S1	S2
	cm	L/s	L/s	L/s	L/s	L/s	L/s	ml/L	ml/L	mg/l		
06:00												
07:00												
08:00												
09:00												
10:00												
11:00												
12:00												
13:00												
14:00												
15:00												
16:00												
17:00												
18:00												
19:00												
20:00												
21:00												
22:00												
23:00												
00:00												
01:00												
02:00												
03:00												
04:00												
05:00												

OBSERVACIONES -

OPERADORES 1° TURNO

OPERADORES 1° TURNO

OPERADORES 2° TURNO

OPERADORES 2° TURNO

OPERADORES 3° TURNO

OPERADORES 3° TURNO



Anexo 5. Espesado de lodos



Fecha _____

ESPEADO DE BANDA	PRIMER TURNO	SEGUNDO TURNO	TERCER TURNO	COMENTARIOS
CONDICION DE BANDAS				
PRESION DE AGUA (PSI)				
MESA EN OPERACIÓN N° 1, N° 2				
BOMBA DE LODOS EN OPERACIÓN N° 1, N°2				
BOMBA DE POLIMEROS EN OPERACIÓN N° 1, N°2				
VELOCIDAD DE LA BANDA DE (1-10)				
OPERACIÓN DEL POLIMERO EN (Hz) PROMEDIO				
CONCENTRACION DEL POLIMERO				
CLAVE DE POLIMERO				

HORA INICIO	HORA FINAL	HORAS TOTAL DE OPERACIÓN

KG DE POLIMERO INICIALES	KG DE POLIMERO FINALES

LECTURA INICIAL M3	LECTURA FINAL M3
M3 TOTALES DE LODO A ESPESADO	
M3 DE LODO ESPESADO	
KG. TOTALES DE POLIMERO UTILIZADOS	

PRIMER TURNO	SEGUNDO TURNO	TERCER TURNO



Anexo 6. Deshidratado de lodos digeridos (Formato DLD)



Fecha _____

FILTRO BANDA	PRIMER TURNO	SEGUNDO TURNO	TERCER TURNO	COMENTARIOS
CONDICION DE BANDAS				
NIVEL ACEITE HIDRÁULICO EN (%)				
NIVEL DE ACEITE (PSI)				
VERIFICACION DE SENSORES				
PRESION DE AGUA (PSI)				
FILTRO PRENSA EN OPERACIÓN N° 1, N° 2				
BOMBA DE LODOS EN OPERACIÓN N° 1, N°2				
VELOCIDAD DE BANDA EN (Hz) PROMEDIO				
OPERACIÓN DEL POLIMERO EN (Hz) PROMEDIO				
CONCENTRACION DEL POLIMERO				
CLAVE DE POLIMERO				

HORA INICIO	HORA FINAL	HORAS TOTAL DE OPERACIÓN

KG DE POLIMERO INICIALES	KG DE POLIMERO FINALES

LECTURA INICIAL M3	LECTURA FINAL M3
M3 TOTALES DE LODO A PRENSA	
M3 DE LODO PRENSADO	
KG. TOTALES DE POLIMERO UTILIZADOS	

PRIMER TURNO	SEGUNDO TURNO	TERCER TURNO





Anexo 7. Resultados - Lista de verificación



FECHA: 4 / marzo / 2019

		1° TURNO	2° TURNO	3° TURNO
HORA DE RECORRIDO		8:00	15:00	23:00
NIVEL DE CARCAMO DE AGUA CRUDA (1/4,1/2,3/4,4/4)		1/4	1/2	¼
BOMBA(S) AGUA CRUDA OPERANDO.	Hp Nº.	27 1	27 1	27 1
RUIDOS EXTRAÑOS VIBRACIONES		NO	NO	NO
VÁLVULAS ABIERTAS		SI	SI	SI
CONDICION DE REJILLAS MANUALES LIMPIEZA	Hp Hr.	1.5 Limpia 9:00 y 13:00 hr	1.5 Limpia 15:00 y 20:00 hr	1.5 Limpia 23:00 y 6:00 hr
CONDICION DE REJILLAS GRUESAS Y FINAS AUTOMATICAS HR. DE LIMPIEZA	Hp	2.35 12:00 hr	2.35 21:00 hr	2.35 24:00 hr
CONDICION DEL DESARENADOR, No. y HORAS DE CICLOS	No Hp	D-1 8 hr 10	D-2 8 hr 10	D-1 8 hr 10
BOMBA DE RECIRCULACION Hp	Hp	3	3	3
MOTOR DE LA RASTRA DE SEDIMENTADOR Hp	Hp	1	1	1
ASPECTO DE SUPERFICIE DE SEDIMENTADOR 1°	1	SIN NATA	SIN NATA	SIN NATA
ASPECTO DE SUPERFICIE DE SEDIMENTADOR 1°	2	SIN NATA	SIN NATA	SIN NATA
COLCHON LODOS SEDIMENTADOR 1° 1	cm	25	25	20
COLCHON LODOS SEDIMENTADOR 1° 2	cm	20	20	18
SOPLADOR OPERANDO	No Hp	2 125	2 125	2 125
OXIGENO DISUELTO DE REACTORES BIOLOGICOS	1 2	2.5 mg/l 2.5 mg/l	1.5 mg/l 1.0 mg/l	1.8 mg/l 2.0 mg/l
PROMEDIO DE FLUJO	lps	51	55	68
PROMEDIO DE SEDIMENTABILIDAD	ml/l ml/l	50 50	60 56	50 50
COLCHON LODOS SEDIMENTADOR 2° 1	cm	25	25	20
COLCHON LODOS SEDIMENTADOR 2° 2	cm	25	25	25
ASPECTO SUPERFICIE SEDIMENTADOR 2° 1	cm	SIN NATA	SIN NATA	SIN NATA
ASPECTO SUPERFICIE SEDIMENTADOR 2° 2	cm	SIN NATA	SIN NATA	SIN NATA
PURGA HORA DE INICIO Y FINAL	HR	---	---	---
ASPECTO SUPERFICIE DIGESTOR	1	BIEN AEREADO	AEREADO	BIEN AEREADO
ASPECTO SUPERFICIE DIGESTOR	2	BIEN AEREADO	AEREADO	BIEN AEREADO
BOMBA DE CAVIDAD PROGRESIVA	1	---	---	---
BOMBA DE CAVIDAD PROGRESIVA	2	---	---	---
LIMPIEZA CANAL UV	1	SI	NO	NO
LIMPIEZACANAL UV	2	NO	SI	NO

OBSERVACIONES, COMETARIOS Y ACCIONES _____

1er TURNO

2do TURNO

3er TURNO



Anexo 8. Resultados – Proceso



FECHA: 04 /03/ 2019

HORA	ALTURA AGUA DE CLARIFICADOR	FLUJO CLARIFICADOR 1	FLUJO REACTOR 1	FLUJO REACTOR 2	REC 1	REC 2	SEDIMENTABLES		OXIGENO DISUELTO		COLCZHON	
							REACTOR 1	REACTOR 2	R1	R2	S1	S2
	cm	L/s	L/s	L/s	L/s	L/s	L/s	ml/L	ml/L	mg/l		
06:00	350	51	60	66	16	16	50	60	2.5	3.0	20	25
07:00												
08:00												
09:00												
10:00	350	55	57	58	16	12	80	60	2.0	2.4	25	25
11:00												
12:00												
13:00												
14:00	350	68	70	72	16	16	80	80	1.5	1.8	25	25
15:00												
16:00												
17:00												
18:00	340	39	40	48	16	15	60	60	1.5	1.5	25	25
19:00												
20:00												
21:00												
22:00	350	60	58	58	14	12	56	60	1.0	1.2	32	28
23:00												
00:00												
01:00												
02:00	330	6	24	26	16	16	50	50	2.2	2.0	20	20
03:00												
04:00												
05:00												

OBSERVACIONES

OPERADORES 1° TURNO

OPERADORES 2° TURNO

OPERADORES 3° TURNO



Anexo 9. Resultados – Flujos



PTAR TLAJOMULCO DE ZÚÑIGA

FECHA: 05/03/ 2019

HORARIO	INFLUENTE	EFLUENTE
	M3 TOTALIZADOS	M3/HORA
08:00	180	198
09:00	362	374
10:00	544	556
11:00	723	744
12:00	897	910
13:00	1076	1088
14:00	1254	1268
15:00	1388	1404
16:00	1580	1596
17:00	1720	1732
18:00	1920	1936
19:00	2160	2174
20:00	2348	2362
21:00	2530	2548
22:00	2690	2706
23:00	2680	2692
00:00	2948	2958
01:00	3110	3122
02:00	3218	3228
03:00	3316	3326
04:00	3452	3460
05:00	3596	3604
06:00	3750	3762
07:00	3912	3928

M3 ACUMULADOS A 8:00 HRS.

ATLAJOMULCO	4028
-------------	------



Anexo 10. Actividades de operación (Formato ACTIV OP)

56



ACTIVIDADES DE OPERADORES		1º TURNO	2º TURNO	3º TURNO
HORA DE RRECORRIDO		7:00	15:00	22:00
LIMPIEZA DE CRIBAS GRUESAS		✓	X	✓
LIMPIEZA DE CRIBAS MEDIANAS		✓	✓	✓
LIMPIEZA DE CRIBAS FINAS		✓	✓	✓
LIMPIEZA DE CANAL DESARENADOR N0.1		✓	✓	X
LIMPIEZA DE CANAL DESARENADOR N0.2		X	X	X
LIMPIEZA DE CANAL DESARENADOR N0.3		✓	✓	X
EXTRACCION DE ARENAS DESARENADOR N° 1		✓	✓	X
EXTRACCION DE ARENAS DESARENADOR N° 2		X	X	X
CONDICION DEL DESARENADOR N0. 1 y HRS. CICLO		8 HRS	8 HRS	8 HRS
CONDICION DEL DESARENADOR N0. 2 y HRS. CICLO		X	X	X
BOMBAS DE AGUA CRUDA OPERANDO	HP	25	25	25
	NO	1	1	1
NIVEL DE CARCAMO DE AGUA CRUDA 1/4,1/2,3/4,4/4		1/4	1/2	1/2
SEDIMENTADOR PRIMARIO N0. 1 LIMPIEZA DE CUNETAS		✓	✓	X
SEDIMENTADOR PRIMARIO N0. 2 LIMPIEZA DE CUNETAS		X	X	X
MOTOR DE LA RASTRA DE SEDIMENTADOR N0. 1	HP	1	1	1
MOTOR DE LA RASTRA DE SEDIMENTADOR N0. 2	HP	1	1	1
TOMA COLCHON DE LODO SEDIMENTADOR N0. 1		.30 m	.30 m	.30 m
TOMA COLCHON DE LODO SEDIMENTADOR N0. 2		.25 m	.25 m	.25 m
ASPECTO DE SUPERFICIE DE SEDIMENTADOR N0. 1		SIN NATAS	SIN NATAS	SIN NATAS
ASPECTO DE SUPERFICIE DE SEDIMENTADOR N0. 2		SIN NATAS	SIN NATAS	SIN NATAS
BOMBAS DE RECIRCULACION N0. 1		✓	X	✓
BOMBAS DE RECIRCULACION N0. 2		✓	✓	X
APARIENCIA DEL LODO EN EL REACTOR N0. 1		CAFE	CAFÉ	CAFE
COLOR	OLOR	HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD
APARIENCIA DEL LODO EN EL REACTOR N0. 2		CAFÉ	CAFÉ	CAFE
COLOR	OLOR	HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD
OXIGENO DISUELTO SUPERFICIE REACTOR N0. 1		2.0 mg/l	1.5 mg/l	1.5 mg/l
OXIGENO DISUELTO SUPERFICIE REACTOR N0. 2		2.0 mg/l	1.0 mg/l	1.5 mg/l
PROMEDIO DE SEDIMENTABILIDAD mg/L REACTOR N0. 1		250	250	300
PROMEDIO DE SEDIMENTABILIDAD mg/L REACTOR N0. 2		230	240	260
LIMPIEZA PASILLOS DE REACTORES		✓	✓	✓
SOPLADORES OPERANDO	NO.	1	1	1
	HP.	125	125	125
CLARIFICADOR SECUNDARIO N0. 1 LIMPIEZA DE CUNETAS		X	X	X
CLARIFICADOR SECUNDARIO N0. 2 LIMPIEZA DE CUNETAS		✓	✓	X
MOTOR DE LA RASTRA DE CLARIFICADOR N0. 1	HP	1	1	1
MOTOR DE LA RASTRA DE CLARIFICADOR N0. 2	HP	1	1	1
TOMA COLCHON DE LODO CLARIFICADOR N0. 1		.25 m	.25 m	.25 m
TOMA COLCHON DE LODO CLARIFICADOR N0. 2		.25 m	.25 m	.25 m
PURGA HORA DE INICIO Y FINAL CLARIFICADOR N0. 1		X	X	X
PURGA HORA DE INICIO Y FINAL CLARIFICADOR N0. 2		X	X	X
APARIENCIA DEL LODO EN EL DIGESTOR N0. 1 COLOR/OLOR		CAFÉ / HUMEDAD	CAFÉ / HUMEDAD	CAFÉ / HUMEDAD
APARIENCIA DEL LODO EN EL DIGESTOR N0. 2 COLOR/OLOR		CAFÉ / HUMEDAD	CAFÉ / HUMEDAD	CAFÉ / HUMEDAD
ASPECTO AEREACION SUPERFICIE DIGESTOR N0. 1		AEREACION TOTAL	AEREACION TOTAL	AEREACION TOTAL
ASPECTO AEREACION SUPERFICIE DIGESTOR N0. 2		AEREACION TOTAL	AEREACION TOTAL	AEREACION TOTAL



Anexo 11. Mantenimiento preventivo (Formato MANTTO PREV)



	EQUIPAMIENTO	MENSUAL	TRIMESTRAL	ANUAL
1	COMPUERTA TIPO HARDESTY (GILLOTINA VERTICAL) - CAJA EXCEDENCIAS - 1	✓		
2	COMPUERTA TIPO HARDESTY (GILLOTINA VERTICAL) ENTRADA - 2	✓		
3	COMPUERTA TIPO GILLOTINA VERTICAL - CANAL REJILLAS PREDESBASTE 1	✓		
4	PRETRATAMIENTO - REJILLA DE PREDESBASTE MANUAL DE BARRAS	✓		
5	COMPUERTA TIPO GILLOTINA VERTICAL - CANAL REJILLAS PREDESBASTE 2	✓		
6	POLIPASTO PARA IZAJE DE REJILLAS DE PREDESBASTE EN PRETRATAMIENTO	✓		
7	COMPUERTA TIPO GILLOTINA VERTICAL CANAL -1 REJILLAS MECANICAS	✓		
8	PRETRATAMIENTO - REJILLA MECANICA GRUESA	✓		
9	TRANSPORTADOR DE BASURA DE REJILLAS GRUESAS	✓		
10	PRETRATAMIENTO - REJILLA GRUESA MANUAL DE BARRAS	✓		
11	PRETRATAMIENTO - REJILLA FINA MANUAL DE BARRAS	✓		
12	COMPUERTA TIPO GILLOTINA VERTICAL CANAL -2 DE REJILLAS MECANICAS	✓		
13	COMPUERTA TIPO GILLOTINA VERTICAL -1 CANAL DE LOS DESARENADORES	✓		
14	CAMARA DE DESARENACION	✓		
15	BOMBAS DE ARENAS	✓		
16	SEPARADOR DE ARENA	✓		
17	BOMBA SUMERGIBLE DE INFLUENTE – GRANDE		✓	
18	BOMBA SUMERGIBLE DE INFLUENTE – PEQUEÑA	✓		
19	COMPUERTA VERTEDORA ACTUADOR MANUAL -DISTR. A SED. PRIMARIOS	✓		
20	SEDIMENTADOR PRIMARIO			
21	BOMBEO DE LODOS PRIMARIOS A TANQUE DE MEZCLA	✓		
22	BOMBAS DE NATAS DEL SEDIMENTADOR PRIMARIO	✓		
23	TANQUE ANOXICO	✓		
24	MEZCLADOR SUMERGIBLE TIPO PROPELA EN TANQUES ANOXICOS			
25	TANQUE DE AERACION			
26	SOPLADOR CENTRIFUGO PARA TANQUE DE AERACIÓN Y DIGESTIÓN		✓	
27	BOMBEO DE RECIRCULACIÓN INTERNA DE LICOR MEZCLADO		✓	
28	SEDIMENTADOR SECUNDARIO			
29	BOMBEO DE RECIRCULACIÓN DE LODOS		✓	
30	BOMBEO DE EXCESO DE LODOS SECUNDARIOS A ESPESADO MECANICO		✓	
31	BOMBA SUMERGIBLE DE NATAS DE LOS SEDIMENTADORES SECUNDARIOS		✓	
32	CANAL DE DESINFECCION DE UV			
33	TANQUE DE AGUA TRATADA			
34	ESPESADOR DE BANDA	✓		



	EQUIPAMIENTO	MENSUAL	TRIMESTRAL	ANUAL
35	SISTEMA DE ALIMENTACION DE POLIMEROS	↙		
36	COMPRESOR DE AIRE PARA ESPESADOR MECANICO DE BANDA		↙	
37	BOMBA PARA LAVADO DE BANDA DEL ESPESADOR		↙	
38	TANQUE DE MEZCLA		↙	
39	MEZCLADOR SUMERGIBLE TIPO PROPELA EN TANQUE DE MEZCLA		↙	
40	BOMBEO DE LODOS MEZCLADOS A DIGESTORES		↙	
41	DIGESTOR AEROBIO			
42	TANQUE DE LODOS DIGERIDOS	↙		
43	MEZCLADOR SUMERGIBLE TIPO PROPELA EN TANQUE DE MEZCLA		↙	
44	BOMBEO DE LODOS DIGERIDOS A FILTROS PRENSA DE BANDA		↙	
45	FILTRO PRENSA DE BANDA			↙
46	SISTEMA DE ALIMENTACION DE POLIMEROS			↙
47	BOMBA PARA LAVADO DE FILTRO BANDA			↙
48	COMPRESOR DE AIRE PARA FILTRO PRENSA DE BANDA		↙	
49	BOMBA PARA AGUA POTABLE			
50	BOMBA PARA AGUA DE SERVICIOS		↙	
51	BOMBA DE AGUA TRATADA A PIPAS		↙	
52	MEDIDOR DE FLUJO INFLUENTE		↙	
53	MEDIDOR DE FLUJO EFLUENTE		↙	



Anexo 12. Programa de capacitación en proceso y mantenimiento preventivo



FECHA Y HORA	TEMA A TRATAR	EXPOSITOR
LUNES 3 DE DIC/2018		
9:00 A 11:00 HRS	Apertura y presentación de expositores	Ing. Alfonso Santana
	Entrega de Memoria Técnica	
	Objetivos Conceptos más utilizados	
	Introducción	Ing. Alfonso Santana
11:00 A 11:30 HRS	DESCANSO	Ing. Alfonso Santana
11:30 A 12:00 HRS	Objetivos Conceptos más utilizados	Ing. Alfonso Santana
12:00 a 13:00 HRS	Características principales de un agua residual	Ing. Alfonso Santana
MARTES 4 DE DIC/2018		
9:00 A 11:00 HRS	Principales procesos de tratamiento	Ing. Carlos Sánchez
	Descripción del proceso de tratamiento PTAR Tlajomulco	Ing. Carlos Sánchez
11:00 A 11:30 HRS	DESCANSO	
11:30 A 13:00 HRS	Factores que influyen en el tratamiento del agua residual y como afectan en la eficiencia de tratamiento	Ing. Alfonso Santana
MIERCOLES 5 DE DIC/2018		
9:00 A 11:00 HRS	Desinfección por Luz Ultravioleta	Ing. Carlos Sánchez
11:00 A 11:30 HRS	DESCANSO	
11:30 A 13:00 HRS	Tratamiento de lodos objetivos, Espesado y deshidratado	Ing. Carlos Sánchez
JUEVES 6 DE DIC/2018		
9:00 A 11:00 HRS	Digestión Aerobia Objetivo, descripción del proceso	Ing. Andrés Castañeda
	Factores que influyen en la Digestión Aerobia y como afectan en la eficiencia de lodos	Ing. Andrés Castañeda
11:00 A 11:30 HRS	DESCANSO	
11:30 A 13:00 HRS	Control de proceso y criterios de operación	Ing. Andrés Castañeda
	Descripción y control de equipamiento utilizado.	Ing. Andrés Castañeda
VIERNES 7 DE DIC/2018		
9:00 A 11:00 HRS	LABORATORIO Laboratorio y muestreo Introducción, alcances y objetivos. Procedimientos de muestreo y tipos de muestreo, técnicas de análisis	Ing. Andrés Pinzón
11:00 A 11:30 HRS	DESCANSO	
11:30 A 13:00 HRS	Presentación de Resultados y procedimientos de higiene y seguridad en el laboratorio	Ing. Andrés Pinzón
SABADO 8 DE DIC/2018		
9:00 A 11:00 HRS	Procedimiento de arranque y operación de equipos tren agua	Ing. Flavio García
	Programa de mantenimiento preventivo y predictivo	Ing. Flavio García
11:00 a 11:30 HRS	DESCANSO	
11:30 A 13:00 HRS	Programa de Higiene y Seguridad	Ing. Carlos Sánchez



Anexo 13. Lista de asistencia - Capacitación en proceso y mantenimiento preventivo



FECHA: 8/12/2018
SEMANA
No. 49

LISTA DE ASISTENCIA CAPACITACION PROCESO Y MANTENIMIENTO PREVENTIVO

FORMATO A 2

	NOMBRE	ASISTENCIA
1	Mancilla Analco Felipe	Felipe Mancilla
2	Canela Maciel Irvin	Canela
3	Suazo Rosas Alejandro	A
4	Chávez Cruz Epifanio	Chavez Cruz Epifanio
5	González Arredondo Manuel	Gonzalez Arredondo Manuel
6	Zamora Baños Fernando	Zamora
7	Mancilla Analco Luis Alberto	MAA
8	Gallardo Magadan Sergio	Sergio Gallardo M.
9	Palma Alvarado Jonathan Martín	J.P.
10	Rosalio Morales Fierro Rosalio	RMF
11	Alanís García Albis	A.A.G.
12	Varela Ferrara José Angel	Jose Ferrara



Anexo 14. Programa de capacitación “Protección Civil”



FECHA Y HORA	TEMA A TRATAR	EXPOSITOR
LUNES 8 DE OCT/2018	PROTECCION CIVIL	
9:00 A 12:00 HRS	<p>Aprender los antecedentes de protección civil, la clasificación de riesgos y cómo actuar ante una situación de emergencia, siniestro o desastre.</p> <p>CURSO BÁSICO DE BRIGADAS DE EVACUACIÓN Y REPLIEGUE.</p> <p>Aprender las técnicas actuales para desalojar centro de trabajo con mayor seguridad y la identificación de las rutas a emplear según sus condiciones.</p> <ol style="list-style-type: none"> Objetivos y alcances del curso. Funciones de la brigada de evacuación y repliegue, Evaluación de riesgos. Definición y procedimientos de Repliegue. Señalización en materia de protección civil, atendiendo a la normatividad vigente. Identificación de zonas de menor riesgo, rutas de evacuación, salida de emergencia y punto de reunión. Definición y procedimiento de evacuación Reingreso 	Arq. Pavel del Prado
FECHA Y HORA	TEMA A TRATAR	EXPOSITOR
MARTES 9 DE OCT/2018	INTRODUCCION A LA PROTECCION CIVIL	
9:00 A 11:00 HRS	<p>CURSO BÁSICO DE BRIGADAS DE EVACUACIÓN Y REPLIEGUE.</p> <ol style="list-style-type: none"> Como y donde se forma un espacio vital aislado Identificación de sistema de alertamiento Ejercicios de simulación Con previo aviso Sin previo aviso Tipos de estructura Tipos de colapso estructural Evaluación de conocimientos 	Arq. Pavel del Prado
11:00 A 11:30 HRS	DESCANSO	
11:30 A 13:00 HRS	<p>CURSO BASICO DE PRIMEROS AUXILIOS.</p> <p>Identificara las lesiones más comunes, así como su tratamiento inicial.</p> <ol style="list-style-type: none"> Evaluación de una escena Activación de los servicios de emergencia Evaluación primaria Protocolo básico de atención al lesionado Atención básica de hemorragias Atención básica de quemaduras Atención básica de fracturas Técnicas de inmovilización de paciente 	C. Valentín Valdez



FECHA Y HORA	TEMA A TRATAR	EXPOSITOR
SABADO 13 DE OCT 2018	PROTECCION CIVIL	
9:00 A 11:00 HRS	<p>CURSO BÁSICO DE PREVENCIÓN Y COMBATE DE INCENDIOS.</p> <p>Conocer las técnicas actuales para combatir incendios, actuar con mayor seguridad al identificar y manejar el equipo de protección personal y de extinción así como las herramientas y accesorios para la prevención y combate de incendios.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Historia del fuego 2. Medidas de prevención 3. Elementos que conforman el fuego 4. Condiciones potenciales de riesgo antes de atacar un conato de fuego incipiente 5. Tipos de agentes extintores 6. Métodos de propagación del fuego 7. Operación de extintores 8. Equipos de protección personal 	C. Valentín Valdez
11:00 a 11:30 HRS	DESCANSO	
11:30 A 14:00 HRS	<p>CURSO BASICO DE BRIGADAS DE BUSQUEDA Y RESCATE.</p> <p>Conocer las técnicas actuales para la realización de búsqueda y rescate, actuar con mayor seguridad al identificar y manejar el equipo de protección personal, así como las herramientas y accesorios para el rescate de víctimas.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Perfil de los brigadistas 2. Tipos de rescate 3. Técnicas de búsqueda 4. Técnicas de traslado 5. Equipo de protección persona 6. Zonificación de la emergencia 7. Sistema de comando de incidencias. 	C. Valentín Valdez



Anexo 15. Lista de asistencia - Capacitación “Protección Civil”

PROCESO Y MANTENIMIENTO PREVENTIVO PTAR TLAJOMULCO



FECHA: 8/12/2018
SEMANA
No. 49

LISTA DE ASISTENCIA CAPACITACION PROCESO Y MANTENIMIENTO PREVENTIVO

FORMATO A 2

	NOMBRE	ASISTENCIA
1	Mancilla Analco Felipe	Felipe Mancilla
2	Canela Maciel Irvin	Canela
3	Suazo Rosas Alejandro	A
4	Chávez Cruz Epifanio	Chavez Cruz Epifanio
5	González Arredondo Manuel	Gonzalez Arredondo Manuel
6	Zamora Baños Fernando	Zamora
7	Mancilla Analco Luis Alberto	MAA
8	Gallardo Magadan Sergio	Sergio Gallardo M.
9	Palma Alvarado Jonathan Martín	Palma
10	Rosalio Morales Fierro Rosalio	RMF
11	Alanís García Albis	A.A.G.
12	Varela Ferrara José Angel	Jose Varela