



**MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE FLUJO DOMÉSTICO**

14 de Enero de 2025

REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA
0	Manual de OYM PTARD – Taura 7	14 de enero de 2025

1. PROYECTO	4
2. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	4
2.1 Introducción	4
2.2 Alcance	4
2.3 Arranque, Puesta En Marcha y Parada de la PTAR	4
2.3.1 Arranque	5
2.3.2 Puesta en Marcha	7
2.3.3 Parada	8
2.4 Condiciones De Operación	8
2.5 Caudales De Operación	9
2.6 Ciclos De Programación	9
Pozo de Bombeo	9
Decantador Primario	9
Reactor Biológico	9
Decantador Secundario	10
Digester de Lodos	10
Deshidratador de lodos	10
3. Actividades De Operación	10
3.1 Actividades De Operación Y Filosofía De Operación	10
3.1.1 Descripción Del Flujo De Agua	11
3.1.2 Descripción Del Flujo De Lodos	11
3.1.3 Condiciones Óptimas De Operación Del Sistema	12
3.1.4 Actividades Rutinarias De Operación	12
4. Actividades de Mantenimiento	13
4.1. Detalle Por Unidad De Tratamiento	14
Canastilla del Pozo de Bombeo	14
Pozo de Bombeo	14
Sistema de Tamizado	15
Decantación Primaria	15
Reactor Biológico	15
Mantenimiento del proceso biológico:	17
Decantador Secundario	17
Digester de Lodos	18
Sistema de Desinfección	18
Cuadro Eléctrico	19
5. Registros Operacionales	20
5.1 Registro de Inspección de Proceso	20
5.2 Registro de Inspección Eléctrica	21
6. Operaciones Emergentes	22
6.1 Operaciones Especiales	22
6.2 Operación De Emergencia	22
6.3 Parada o Suspensión De La Operación De La Planta	23
6.4 Reinicio De La Operación De La Planta	23
7. Contingencias De La Planta De Tratamiento	23
7.1 Introducción	23
Objetivos	23
7.2 Acciones De Contingencia Por Etapas	24
Pozo de bombeo	24
Decantación Primaria	24
Reactor Biológico Aerobio	25
Bomba de recirculación y extracción de lodos en el decantador secundario	25

Sistema de desinfección	25
Gestión de lodos	25
Contingencia para todos los equipos electromecánicos	25
8. Prevención De Incendios En Equipos	26
9. En Caso de Accidentes	26
10. Problemas Comunes Y Soluciones	26
11. Manejo Y Disposición Final De Lodos	29
11.1 Estabilización Con Cal	29
11.2 Disposición Final De Lodos	30
12. Manejo Y Disposición De Desechos Sólidos	31
13. Parámetros De Contaminación	33
14. Plan De Monitoreo Y Control	34
Parámetros De Control	34
Oxígeno Disuelto	34
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	35
Sólidos Suspendidos En El Licor Mezclado (SSLM)	35
Demanda Bioquímica De Oxígeno (DBO)	35
Demanda Química De Oxígeno (DQO)	35
Temperatura	35
pH	35
15. Identificación De Puntos De Muestreo	36
16. Plan De Señalización Formatos Y Sitios	37
17. Cantidad Y Perfil Del Personal Técnico De La Estación.	38
18. Sugerencia De Equipos E Implementos Para Operación Y Mantenimiento	39
19. Cumplimiento Normativo	39
20. Importancia del Manual	39
21. Consultas y Asistencia	39

1. Proyecto

CLIENTE	Industrial Pesquera Santa Priscila S.A.
PROYECTO	PTARD – Campamento Taura 7
PROVEEDOR	South Ecuameridian S.A.
SISTEMA	Tratamiento de Aguas Residuales por Lodos Activos
CAPACIDAD	45 m ³ /día
AFLUENTE	Aguas Residuales de Flujo Doméstico
UBICACION	Taura, Campamento Taura 7

2. Operación Y Mantenimiento

El propósito de este documento es proporcionar un manual de operación para los equipos suministrados por Semgroup.

Se abordarán las operaciones de arranque, puesta en marcha, y parada de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), así como las condiciones de operación, regulaciones y programaciones del cuadro eléctrico y los diversos elementos electromecánicos de la planta.

2.1 Introducción

Este manual está diseñado para proporcionar información detallada sobre la operación y el mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas. La implementación adecuada de los procedimientos descritos aquí garantizará un funcionamiento eficiente de la planta, asegurando la calidad del efluente tratado y prolongando la vida útil de los equipos.

Se proporcionan las directrices y parámetros para garantizar que los equipos operen adecuadamente y en las condiciones óptimas. Es importante que el personal que opere el sistema de tratamiento esté capacitado en función de este Manual.

2.2 Alcance

Este manual busca ser una guía detallada para el correcto funcionamiento de los equipos suministrados por Semgroup en la PTAR. Se enfocará en proporcionar instrucciones claras y precisas para las diversas operaciones, garantizando un rendimiento óptimo de la planta y maximizando la eficiencia operativa.

2.3 Arranque, Puesta En Marcha y Parada de la PTAR

Proceso de Inicio y Puesta en Marcha

Una vez finalizada la obra civil e instalación de equipos, es imprescindible llevar a cabo la limpieza de las unidades (cisternas) de la planta y llenarlas con agua limpia bajo la supervisión personal del fabricante o representante autorizado. Después de este proceso, se procede a realizar pruebas de operación del sistema.

Una vez completadas satisfactoriamente estas pruebas, se deja el agua dentro de los tanques y se inicia la operación con agua residual.

Formación del Lodo y Puesta en Funcionamiento

El proceso de formación de lodo en la cisterna de aireación comienza aproximadamente 15 días después del arranque, momento en el cual se observa una disminución progresiva de la contaminación del agua en el efluente. Este proceso alcanza su punto de equilibrio en un periodo de desarrollo que puede oscilar entre 20 y 60 días. La concentración de lodo en el reactor aerobio se evaluará con la ayuda del cono IMHOFF.

Consideraciones Importantes

Es fundamental destacar que el resultado satisfactorio del tratamiento de aguas residuales depende de varios factores clave, como la transferencia adecuada de agua residual hacia el tanque de aireación, el funcionamiento intermitente de la planta, la recirculación adecuada de lodo desde los clarificadores y la eliminación regular de los lodos de desecho.

Importancia de la Formación y Experiencia del Personal

Es esencial que las operaciones de arranque, puesta en marcha y parada de la PTAR sean realizadas exclusivamente por personal autorizado, que cuente con la formación adecuada y una amplia experiencia en el manejo de este tipo de procesos. Esto garantiza un funcionamiento seguro y eficiente de la planta, así como el cumplimiento de los estándares de calidad y normativas vigentes.

2.3.1 Arranque

Se deberá comprobar:

- **Nivelación:** Verificar que todos los equipos estén correctamente nivelados para garantizar un funcionamiento óptimo.
- **Conexionado de tuberías:** Inspeccionar el conexionado de las tuberías para asegurar una conexión adecuada y libre de fugas.
- **Entradas, salidas, reboses, salidas de cables, venteos, entrada de aire:** Revisar todas las entradas y salidas del sistema, así como los puntos de rebosamiento, las conexiones de cables, los sistemas de ventilación y las entradas de aire para garantizar su correcto funcionamiento.
- **Nivel de llenado:** Asegurarse de que el nivel del agua coincida con los niveles y con la tubería de salida.
- **Conexionado de reguladores de nivel:** Verificar el conexionado de los reguladores de nivel en las diferentes unidades de tratamiento, para garantizar un control adecuado del nivel de agua.
- **Instalación de equipos electromecánicos:** Comprobar la instalación adecuada de todos los equipos electromecánicos para garantizar su correcto funcionamiento.

La PTARD cuenta con:

- 5 electrobombas sumergidas:
 - 2 Uds. en el pozo de bombeo (1 en funcionamiento + 1 en alternancia)
 - 1 Ud. en el decantador primario
 - 1 Ud. en el decantador secundario
 - 1 Ud. en el digestor de lodos
 - En todas ellas se comprobará:

- Nivelación y fijación del kit de descarga o auto acoplamiento (sistema de extracción de la bomba a través de guía).
- Conexionado hidráulico mediante la tubería de impulsión, fabricada en PVC, con su valvulería (antirretorno y cierre) y manómetro.
- Sentido de giro de la bomba, comprobando la impulsión de agua (impulsión a través de la tubería).
- Conexionado eléctrico y consumo eléctrico (según esquema eléctrico).
- Funcionamiento de los reguladores de nivel situados tanto en el pozo de bombeo como en el decantador secundario, para evitar que las bombas trabajen en vacío.
- 3 Uds. Equipos soplantes (2 en funcionamiento + 1 en alternancia), con función de aireación y agitación del licor mezcla.
- 1 Ud. Bomba Dosificadora de cloro.
- 1 Ud. Deshidratador de lodos por sacos filtrantes.
- Conexionado eléctrico y consumo eléctrico (según esquema eléctrico).

IMPORTANTE: Se recomienda la aplicación de antiespumante y el mismo debe ser dosificado en el reactor en los primeros 15 días de arranque y funcionamiento de la PTAR, para esto se debe realizar una solución de 1/2 litro de antiespumante en 20 litros de agua, y tomar medio litro de esta solución y aplicarlo en la superficie del reactor por periodos entre 1 a 2 horas, estos tiempos se ajustarán a medida que el proceso lo necesite.

Durante las operaciones de arranque de la planta, se llevan a cabo una serie de acciones críticas para garantizar un funcionamiento eficiente y seguro:

- **Revisión de la Instalación:**
 - Se realiza una exhaustiva revisión de la instalación mecánica, hidráulica y eléctrica por parte de Semgroup.
- **Verificación del Nivel de Llenado:**
 - Se verifica el nivel de llenado de agua en los diferentes tanques y cámaras para asegurar un funcionamiento adecuado.
- **Alimentación al Cuadro Eléctrico:**
 - Se comprueba la alimentación al cuadro eléctrico para asegurar un suministro eléctrico estable y seguro.
- **Apertura de Válvulas de Regulación:**
 - Se revisa y asegura la apertura total de las válvulas de regulación en todo el proceso para garantizar un flujo óptimo.
- **Programación de Ciclos de Motores:**
 - Se programan los ciclos de funcionamiento de los motores (compresores, bombas sumergidas) en el cuadro eléctrico de control.
- **Comprobación y Ajuste de Disyuntores/Térnicos**
- **Regulación de Válvulas de Impulsión:**
 - Se ajustan las válvulas ubicadas en las líneas de impulsión de las bombas sumergidas para garantizar un flujo adecuado.
- **Control de Reactivos Químicos:**
 - Se verifica la concentración de reactivos químicos en los depósitos para asegurar su disponibilidad y dosificación correcta.

- **Revisión y Dosificación de Bombas Dosificadoras:**
 - Se realiza la revisión y ajuste de las bombas dosificadoras, asegurando una dosificación precisa de los reactivos químicos.
- **Suministro de Agua de Red para Limpieza**
- **Colocación de Selectores en Posición Automática**
 - Finalmente, se colocan los selectores del cuadro eléctrico en posición automática para iniciar el funcionamiento del sistema según los parámetros preestablecidos.

Estas operaciones son esenciales para garantizar un inicio exitoso y un funcionamiento óptimo de la planta de tratamiento de aguas residuales.

2.3.2 Puesta en Marcha

Durante las operaciones de puesta en marcha, se realizan una serie de comprobaciones y ajustes cruciales para asegurar el correcto funcionamiento de la planta:

- **Revisión de Condiciones de la Instalación:**
 - Se verifica el caudal de entrada, la naturaleza de las aguas y las cargas contaminantes para evaluar las condiciones iniciales del sistema.
- **Comprobación y Regulación de Reguladores de Nivel:**
 - Se verifica el funcionamiento y se ajusta la altura de los reguladores de nivel, tanto en el pozo de bombeo como en el decantador lamelar, para evitar el trabajo en vacío de las bombas de alimentación al tratamiento biológico.
- **Comprobación de Equipos Electromecánicos:**
 - Se verifica el funcionamiento de los equipos electromecánicos para asegurar su correcta operatividad.
- **Comprobación de Niveles de Agua en Depósitos:**
 - Se realiza una verificación de los niveles de agua en los depósitos para garantizar un suministro adecuado.
- **Comprobación de Consumos Eléctricos:**
 - Se verifica el consumo eléctrico de los motores para asegurar un funcionamiento eficiente y evitar posibles sobrecargas.

La puesta en marcha, revisión y preoperación de la planta deben ser llevadas a cabo por personal del fabricante o representante autorizado.

Una vez finalizada la obra civil y conectado el equipo electromecánico, se procede a la limpieza de las cisternas de la planta y su llenado con agua limpia.

Durante este proceso, se verifica que el agua fluya sin obstáculos entre las unidades y se inspecciona la tubería en busca de fugas, taponamientos y fisuras en los tanques. Es importante destacar que estas operaciones deben realizarse exclusivamente con agua limpia.

Una vez completadas todas las comprobaciones anteriores, incluido el funcionamiento de los equipos electromecánicos y la regulación de las condiciones de operación (caudales y niveles), la planta estará lista

para recibir agua residual. Posteriormente, se llevan a cabo pruebas de operación del sistema para asegurar su correcto funcionamiento.

Una vez terminada la obra civil e instalado y conectado el equipo electromecánico, es necesario limpiar las cisternas de la planta y llenarlas con agua.

- Se revisa, que el agua fluya sin obstáculos de una unidad a otra.
- Se verifica, que no existan fugas o taponamientos en la tubería y fisuras en los tanques.

NOTA: Las operaciones de puesta en marcha se deberán realizar con agua limpia.

Una vez comprobadas las operaciones anteriores (funcionamiento de equipos electromecánicos, regulación de condiciones de operación (caudales y niveles) la planta estará lista para la entrada de agua residual.

Posteriormente, se realizan las pruebas de la operación del sistema.

2.3.3 Parada

El funcionamiento previsto de los diversos componentes de la PTAR se lleva a cabo mediante el cuadro eléctrico ubicado en la caseta de control. Los elementos electromecánicos se configuran para su operación a través de temporizadores y sistemas de nivel.

Para las diferentes operaciones de mantenimiento, no es necesario detener por completo la PTAR. En caso de fallo o sobrecalentamiento de algún motor, el cuadro está diseñado para emitir una alerta visual mediante una luz LED en el armario eléctrico.

Las paradas programadas para el mantenimiento preventivo de los distintos elementos electromecánicos se llevarán a cabo colocando el selector del cuadro en la posición “0” y realizando la operación necesaria.

No se deben realizar paradas prolongadas sin consultar previamente con el departamento técnico de Semgroup y, en todo caso:

- Colocar los selectores del cuadro eléctrico en la posición 0.
- Seguir las instrucciones de mantenimiento de los manuales de los elementos electromecánicos.
- Vaciar los lodos acumulados en el reactor y mantener los equipos llenos con agua limpia.

Si es necesario vaciar alguna cámara, se debe eliminar los lodos acumulados, limpiar la cámara y volver a llenar con agua limpia. Antes de vaciar alguna cámara/equipo, es imprescindible consultar con el departamento técnico de Semgroup.

2.4 Condiciones De Operación

Las condiciones de operación que se detallan a continuación incluyen la programación de los ciclos del cuadro eléctrico y de los diversos equipos electromecánicos, así como la regulación de los caudales de trabajo.

2.5 Caudales De Operación

Aguas residuales domésticas
 Caudal diario (m³/día): 45

2.6 Ciclos De Programación

Pozo de Bombeo

El pozo de bombeo trabaja en función de los sensores de nivel, los cuales activan de forma automática las bombas.

Decantador Primario

BOMBA ELECTROMECANICA	
HORA	FUNCIÓN
9:00 – 9:00:30	FUNCIONAMIENTO
21:00 – 21:00:30	FUNCIONAMIENTO
RESTO DE HORAS: PARADA	

NOTA: LA PROGRAMACIÓN SE AJUSTARÁ EN FUNCIÓN DE LAS HORAS DE VERTIDO Y CARGAS DE ENTRADA.
 SIEMPRE HAY QUE REVISAR EL NIVEL DE LODOS OBSERVANDO LA CALIDAD DEL LODO QUE CAE EN EL DIGESTOR.

Reactor Biológico

REACTOR BIOLÓGICO – BLOWERS 2 + 1	
HORA	FUNCIÓN
9:00 – 12:00	FUNCIONAMIENTO
12:00 – 13:00	PARADA
13:00 – 16:00	FUNCIONAMIENTO
16:00 – 17:00	PARADA
17:00 – 20:00	FUNCIONAMIENTO
20:00 – 21:00	PARADA
21:00 – 00:00	FUNCIONAMIENTO
00:00 – 1:00	PARADA
1:00 – 4:00	FUNCIONAMIENTO
4:00 – 5:00	PARADA
5:00 – 8:00	FUNCIONAMIENTO
8:00 – 9:00	PARADA

NOTA: LA PROGRAMACIÓN SE AJUSTARÁ EN FUNCIÓN DE LAS HORAS DE VERTIDO Y CARGAS DE ENTRADA

Decantador Secundario

La recirculación de lodos del decantador secundario opera de dos modos en función del nivel de lodos en el reactor biológico de la siguiente manera:

- Una vez establecido el rango del nivel de lodos del reactor medidos en el cono Imhoff, se debe mantener el sistema biológico trabajando en ese rango. Se abre la válvula que envía el lodo hacia el reactor y se cierra la válvula que envía al digestor, se abre la válvula de aire y se mantiene la recirculación.
- Una vez alcanzado el nivel de lodos recomendado máximo se procede a abrir la válvula de paso hacia el digestor y se cierra la que envía al reactor y luego de 5 minutos se deja de bombeo al digestor. Se procede a revisar con el cono Imhoff.

Digestor de Lodos

El funcionamiento de la bomba será de activación manual, en función de la cantidad de lodo que se tenga en el digestor se enviará este lodo al deshidratador.

Deshidratador de lodos

El equipo sirve para deshidratar lodos del tratamiento de aguas residuales, se lo debe operar según el nivel de lodos en el digestor, cuando suba el nivel deben realizarse el deshidratado, cuando los sacos están llenos y saturados deben extraerse para la disposición final y deben instalarse nuevos sacos filtrantes.

3. Actividades De Operación

3.1 Actividades De Operación Y Filosofía De Operación

La planta de tratamiento de aguas residuales emplea un sistema de lodos activos altamente eficiente, diseñado para la eliminación efectiva de contaminantes orgánicos e inorgánicos presentes en las aguas residuales. Este sistema se basa en un proceso biológico que utiliza microorganismos aeróbicos para descomponer y eliminar los contaminantes, minimizando así el impacto ambiental y optimizando el uso de recursos.

El proceso se inicia con la entrada de las aguas residuales domésticas en el reactor de lodos activos. Aquí, los microorganismos aeróbicos presentes en el lodo biológico descomponen la materia orgánica, convirtiéndola en compuestos más simples como dióxido de carbono y agua. Este proceso de oxidación biológica aerobia es fundamental para la eliminación eficiente de contaminantes como materia orgánica, nitrógeno y fósforo.

Una vez tratadas en el reactor de lodos activos, las aguas residuales pasan a través de un proceso de clarificación, donde se separan los sólidos biológicos del efluente tratado. Los sólidos biológicos separados se recirculan nuevamente al reactor de lodos activos para mantener una población microbiana activa y garantizar un tratamiento continuo y efectivo.

El diseño de nuestra planta de tratamiento por lodos activos permite una operación eficiente y una alta eficacia en la eliminación de contaminantes. Al combinar procesos biológicos aerobios con recirculación de lodos, logramos maximizar la remoción de materia orgánica y nutrientes sin necesidad de un consumo

excesivo de energía o productos químicos. Este enfoque sostenible garantiza un tratamiento efectivo de las aguas residuales, protegiendo así el medio ambiente y promoviendo la salud pública."

3.1.1 Descripción Del Flujo De Agua

El agua residual procedente de la línea de aguas servidas del campamento llega a un pozo de bombeo, donde se encuentra instalada una canastilla diseñada para retener sólidos de tamaño gruesos. Una vez que los sólidos son eliminados, el efluente es bombeado al sistema de tamizado. Aquí, las rejillas mecánicas retienen los sólidos medios y finos presentes en el agua.

Después de pasar por el sistema de tamizado, el agua residual continúa su recorrido hacia el decantador primario. En este punto, se permite que los lodos se sedimenten naturalmente, separándose del flujo principal de agua. Posteriormente, el agua pretratada fluye hacia el reactor secundario, donde tiene lugar el proceso biológico crucial para la eliminación de contaminantes.

Dentro del reactor secundario, los microorganismos biológicos actúan sobre la materia orgánica presente en el agua residual, descomponiéndola y convirtiéndola en productos más simples y menos contaminantes. Esta fase biológica es esencial para garantizar un tratamiento efectivo y completo del agua residual.

Tras el proceso biológico en el reactor secundario, el agua tratada se dirige al clarificador secundario. Aquí, los microorganismos y otros sólidos suspendidos, que se han agrupado en flóculos de lodo durante el tratamiento, se separan del agua. Las tuberías estratégicamente ubicadas en esta sección del sistema dirigen los lodos secundarios hacia el fondo del compartimento, donde se acumulan para su posterior tratamiento o disposición adecuada.

Finalmente, el agua tratada y libre de contaminantes se libera por gravedad hacia la línea de drenaje municipal, donde se integra de nuevo al medio ambiente o se redirige hacia su uso seguro y adecuado. Este proceso completo de tratamiento de aguas residuales asegura la protección del medio ambiente y contribuye al mantenimiento de la salud pública.

3.1.2 Descripción Del Flujo De Lodos

En la planta de tratamiento de agua, los lodos se clasifican en lodos de proceso y lodos de desecho.

- Los lodos de proceso se generan durante el tratamiento biológico secundario y están compuestos por microorganismos que se desarrollan de manera natural como resultado del crecimiento microbiano aeróbico y facultativo. Estos lodos son reutilizables en el proceso, pero cuando su concentración excede el nivel óptimo, es necesario retirarlos y estabilizarlos en el tanque de lodos. La gestión de los lodos secundarios se lleva a cabo mediante bombas instaladas en los clarificadores y válvulas colocadas en la tubería de PVC.
- Otro tipo de sólidos que pueden formarse en el sistema son los lodos de desecho que comprenden las natas que se acumulan en la superficie de los clarificadores. Estas natas son perjudiciales para el proceso y, si no se eliminan, pueden formar capas gruesas que causan problemas operativos significativos.

Para obtener información detallada sobre las interconexiones y los flujos entre las partes del sistema, se recomienda consultar el diagrama de flujo correspondiente.

3.1.3 Condiciones Óptimas De Operación Del Sistema

- **Limpieza Diaria de la Canastilla en el Pozo de Bombeo:**
 - Se requiere realizar una limpieza diaria de la canastilla ubicada en el pozo de bombeo para asegurar un flujo fluido y evitar obstrucciones en el sistema.
- **Flujo Continuo de Agua a la Biozona de la Planta y Funcionamiento de los Blowers:**
 - Es fundamental mantener un flujo continuo de agua hacia la biozona de la planta, junto con el funcionamiento eficiente de los blowers, para garantizar el suministro adecuado de oxígeno y mantener la actividad microbiana óptima.
- **Recirculación Regular de Lodos del Proceso:**
 - Se debe llevar a cabo una recirculación periódica de los lodos del proceso para mantener la homogeneidad en el sistema y optimizar la actividad microbiana.
- **Retiro Correcto y Periódico de Lodos de Desecho:**
 - Se requiere un retiro regular y adecuado de los lodos de desecho para prevenir la acumulación excesiva y mantener la eficiencia del proceso de tratamiento.

Se conoce como **Lodos en Exceso** a la acumulación de lodos, compuesta por una biomasa rica en bacterias, puede provocar inestabilidad en el reactor aerobio debido a una demanda aumentada de oxígeno y nutrientes. Esto puede resultar en daños en la biomasa y una reducción en la eficiencia del tratamiento. Por lo tanto, es crucial eliminar periódicamente la biomasa excedente para mantener el equilibrio del sistema.

Nota Importante:

Durante la operación de la planta, es común la formación de flóculos de lodos (natas) en los tanques de sedimentación (clarificadores). Estos flóculos, compuestos por microorganismos filamentosos, deben retirarse regularmente para evitar problemas operativos y garantizar la calidad del agua tratada. Es esencial depositar estos lodos en el tanque de lodos para su estabilización y posterior disposición.

Observaciones:

Es esencial implementar un estricto control para prevenir la entrada de grasas y aceites al sistema, ya que su presencia puede generar la formación de bacterias filamentosas. En caso de problemas con la formación de microorganismos filamentosos, se recomienda consultar con el fabricante o distribuidor autorizado.

Es de suma importancia retirar de manera regular este tipo de sólidos y controlar su crecimiento. En caso de que el operador de la planta no logre controlar la formación de los microorganismos filamentosos es necesario consultar el problema con el fabricante o el distribuidor autorizado.

3.1.4 Actividades Rutinarias De Operación

El trabajo rutinario de operación y mantenimiento de la planta de tratamiento debe ser llevado a cabo por un operador con conocimientos técnicos en electricidad o mecánica, lo que le permitirá comprender los conceptos fundamentales que rigen el tratamiento de aguas residuales. Entre las actividades rutinarias que debe realizar el operador se encuentran:

1. El técnico de mantenimiento de la PTAR se encargará de la operación diaria, así como del mantenimiento rutinario y de emergencia, en todas las instalaciones, bombas, motores, máquinas, filtros, tamices, válvulas, tuberías y demás equipos.
2. Sus responsabilidades incluyen:
 - a. Verificar, calibrar y mantener los equipos mecánicos, incluyendo el engrase de las piezas móviles, el cambio de aceite y otras actividades rutinarias de mantenimiento.
 - b. Mantener los edificios, caminos y jardines en condiciones adecuadas.
 - c. Realizar tareas de limpieza en todas las áreas pertinentes.
 - d. Reponer las piezas desgastadas y llevar a cabo el servicio técnico y las reparaciones rutinarias o de emergencia, que pueden incluir el reemplazo de motores, rodamientos, rebordes, sellos y otros componentes de los equipos.
 - e. Monitorear las instalaciones y equipos para identificar y reparar fugas u otros desperfectos.
 - f. Mantener registros detallados de todas las actividades de operación y mantenimiento, elaborando informes que resuman las principales actividades, desperfectos y recomendaciones.
 - g. Eliminar natas, espumas, grasas y aceites que se acumulen en la parte superior del tanque de aireación y clarificador secundario utilizando un cedazo. Estos materiales deben ser almacenados y dispuestos adecuadamente para prevenir malos olores causados por su descomposición.
 - h. Recolectar muestras del agua de entrada y salida según sea necesario, siguiendo procedimientos específicos para muestras puntuales o compuestas.
 - i. Realizar la evacuación de lodos del clarificador secundario según sea necesario.
 - j. Controlar la recirculación de lodos desde el clarificador secundario al tanque de aireación.
 - k. Supervisar el flujo de lodos que serán enviados al digestor de lodos anaerobio.
 - l. Revisar el nivel de trabajo del digestor de lodos anaerobio y notificar al supervisor cuando sea necesario su vaciado.
 - m. Controlar el nivel de lodos en los clarificadores secundarios para evitar que sean arrastrados con el efluente.
 - n. Realizar mediciones diarias de pH, temperatura y sólidos sedimentables en el cono Imhoff para garantizar que se mantengan en niveles óptimos para el tratamiento.

4. Actividades de Mantenimiento

Las actividades de mantenimiento deben ser realizadas por personal capacitado que conozca el funcionamiento y los componentes de la planta. Semgroup proporcionará formación y capacitación para el personal de mantenimiento.

El mantenimiento descrito a continuación será principalmente preventivo. La garantía de los equipos electromecánicos, proporcionada por el proveedor, será válida siempre y cuando los equipos hayan sido operados de manera correcta y sean revisados y reparados por el servicio técnico original.

El mantenimiento correctivo será definido y valorado tras informe del servicio técnico correspondiente. Esta garantía cubre cualquier defecto de fabricación del material suministrado por SEMGROUP, siendo siempre por cuenta del cliente cualquier gasto que se origine por transporte, desplazamiento del personal y mano de obra fuera de nuestros servicios oficiales.

La garantía del proveedor será anulada si los equipos han sido sometidos a condiciones inapropiadas de operación (como sobrecalentamiento, cortocircuitos repetidos, etc.). Además, los equipos no podrán ser manipulados por ningún otro servicio técnico sin el consentimiento expreso del fabricante y/o Semgroup. El mantenimiento correctivo será definido y valorado luego de recibir un informe del servicio técnico correspondiente.

El incumplimiento de las obligaciones prescritas, que incluyen un uso inadecuado desde el punto de vista técnico o de seguridad, exime a SEMGROUP de toda responsabilidad en caso de accidentes a personas, daños al medio ambiente o a los equipos. Además, resulta en la pérdida de la garantía.

No se deben realizar reparaciones en talleres no especializados. El desmontaje y montaje realizado por personal externo a Semgroup resultará en la pérdida de la garantía.

El mantenimiento preventivo consistirá en la revisión del nivel de obstrucción, los niveles y el funcionamiento de los equipos, así como la inspección del cuadro eléctrico de control y la eliminación, si es necesario, de los residuos generados, todo esto llevado a cabo por el personal responsable de la propiedad.

4.1. Detalle Por Unidad De Tratamiento

Canastilla del Pozo de Bombeo

OPERACIÓN	FRECUENCIA	MANTENIMIENTO
CANASTILLA DE SÓLIDOS GRUESOS	1 VEZ/ DÍA	Se debe realizar inspección y limpieza en el caso sea necesario.

Pozo de Bombeo

OPERACIÓN	FRECUENCIA	MANTENIMIENTO
SISTEMA DE BOMBEO	1 VEZ / SEMANA	<u>Revisar niveles y funcionamiento de sistema de bombeo:</u> Se comprobará visualmente nivel de agua en pozo de bombeo y funcionamiento, en función de niveles de las bombas. <u>Revisar funcionamiento del sistema:</u> Se revisará funcionamiento de bombas (2 Ud.) y funcionamiento de reguladores de nivel.
	1 VEZ / MES	<u>Revisar funcionamiento del sistema:</u> Se revisará funcionamiento de bombas (2 Ud.) y funcionamiento de reguladores de nivel.
	1 VEZ / 3 MESES	Se extraerán las bombas a través de los kits de descarga y se revisará su estado, comprobando colmatación u obstrucción en aspiración. Se extraerán los reguladores de nivel procediendo a las operaciones de revisión de estado, limpieza, y recorrido.

Sistema de Tamizado

OPERACIÓN	FRECUENCIA	MANTENIMIENTO
SISTEMA DE TAMIZADO	1 VEZ/ SEMANA	<p>Revisar grado de colmatación: Se comprobará la colmatación de las rejillas de gruesos. Se procederá a la retirada de los residuos retenidos en las rejillas y a su envío a contenedor de basuras (residuos Urbanos y asimilables a urbanos).</p>

Decantación Primaria

OPERACIÓN	FRECUENCIA	MANTENIMIENTO
DECANTACIÓN – SEPARACIÓN DE FLOTANTES	1 VEZ/ SEMANA	<p><u>Revisar el grado de colmatación y estado:</u> Se comprobará el nivel de flotantes y sobrenadantes en la capa superior de la cámara, procediendo a su recogida. Se comprobará el correcto funcionamiento de la bomba de extracción de lodos y de los reguladores de nivel.</p>
	1 VEZ / 3 MESES	<p>Limpieza del colector. Revisión de fugas.</p>

Reactor Biológico

OPERACIÓN	FRECUENCIA	MANTENIMIENTO
TANQUE DE AIREACIÓN	1 VEZ / DIARIA	<p>Se revisará el nivel de O₂, comprobando ausencia total de olores y contenido de oxígeno disuelto igual o superior a 2 ppm (recomendable medición mediante sonda portátil de oxígeno disuelto). Se deberá revisar presencia de natas sobrenadantes en el reactor y las mismas deber ser limpiadas y notificar al supervisor la existencia de estas. Se debe revisar el nivel de lodos mediante el uso del Cono IMHOFF.</p>
	1 VEZ / SEMANA	<p><u>Revisar aireación en reactor biológico:</u> Se revisará el grado de agitación en el reactor, comprobando que la agitación observada es homogénea. Si no existiera agitación se comprobará el ciclo de programación. Se comprobará el estado del filtro del blower y se realizará su limpieza</p>

	1 VEZ / MES	<u>Revisar programación, funcionamiento y horario</u> El blower deberá trabajar de manera automática cada 3 horas y tendrá 1 hora de descanso, estos tiempos deben confirmarse en la operación.
	1 VEZ / 3 MESES	<u>Revisar equipo de aireación:</u> Se revisará estado y funcionamiento de los soplantes y cambio de filtros
	1 VEZ / 4 – 5 MESES	Se revisará el nivel de sólidos (lodos) acumulados en la parte inferior y sustancia flotante y/o espumas, acumuladas en la parte superior del equipo. Si el nivel de elementos flotantes fuera elevado se procederá a la retirada.
	EVENTUAL	En el caso de que el blower presente problemas de funcionamiento el mismo debe ser extraído y revisado

Observaciones en el tanque de aireación:

La correcta operación del tanque de aireación de lodos activados puede ser percibida a través de observaciones visuales del color, tipo de lodo, ausencia o presencia de espumas lodos flotantes. etc. Por medio de estas observaciones el operador puede determinar en qué fase del proceso se encuentra, y si esta marcha correctamente o no. Estas observaciones le permiten obtener conclusiones físicas que se realizan en el laboratorio. Las observaciones físicas que se describen deben ser hechas cada que se efectúan análisis de control.

Turbulencia: El operador debe siempre observar la superficie total del tanque de aireación. Aunque algunas conclusiones están basadas en la experiencia, la distribución uniforme de toda la turbulencia indica si todas las aguas residuales, lodos de retorno y licor mezclado están siendo aireadas en la totalidad del tanque de aireación o si hay problema de daño en el aireador por la presencia de turbulencia excesiva en algunas zonas del tanque. Espumas y natas superficiales. El tipo de natas y espumas, si las hay, sobre la superficie del tanque de aireación y en menor grado el color de los lodos del licor mezclado revela el estado del proceso e indican los requerimientos sobre descarga de lodos.

Espumas frescas y blancas: Solo una acumulación moderada de espuma blanca, o algo coloreada, se debe producir en la superficie del tanque de aireación, lo que indica que el proceso está balanceado y que se producen excelentes efluentes finales. Cuando se presente abundancia de espumas acusadas muchas veces por la presencia excesiva de detergentes en el desecho. En estos casos el principal control es la aplicación de anti-espumantes, si se torna exagerada la espuma.

Espuma café oscura, espesa y espumosa: Otro extremo que se puede presentar es la presencia superficial en el tanque de aireación de una espuma densa, algo grasosa, de color café marrón. Este tipo de espuma indica que el lodo es muy viejo y posiblemente demasiado oxigenado.

Mantenimiento del proceso biológico:

Revisión del cárcamo de bombeo: Limpieza de los sólidos que se retienen en el cárcamo de bombeo. Esa actividad es de suma importancia y si no se realiza correctamente, los sólidos que llegan al cárcamo pueden obstruir los propulsores de las bombas.

Revisión del tanque de aireación: Limpieza de sólidos pegados sobre las paredes del tanque que se pueden formar en el proceso. Durante la putrefacción de estos se generan olores desagradables en los alrededores de la planta. En caso de ser necesario, hay que realizar el lavado de los muros. La periodicidad de estos trabajos se mide en base a las experiencias obtenidas durante la pre-operación de la planta.

Las mismas actividades hay que realizarlas en los tanques de sedimentación secundaria (clarificadores). En estos pueden proliferar los microorganismos filamentosos, que son causa de lodos abultados, flotando sobre la superficie del agua. Estos se controlan con recirculación de lodos secundarios al registro mezclador. Si estas medidas no son suficientes para impedir el crecimiento de los lodos abultados, es necesario cambiar el pH de los tanques por medio de dosificación de cal apagada.

NOTA: ¡NUNCA USAR CLORO PARA LA LIMPIEZA DEL REACTOR BIOLOGICO O EN ETAPAS PREVIAS A ESTE REACTOR!

Decantador Secundario

OPERACIÓN	FRECUENCIA	MANTENIMIENTO
DECANTADOR	1 VEZ / MES	<p>Se comprobará el nivel de lodos (sólidos pesados y flotantes)</p> <p>Si el nivel de elementos flotantes fuera elevado se procederá a la retirada y envío al tanque de lodos. Para la revisión del nivel de sustancias decantadas se introducirá una varilla hasta la base del decantador y se detectará, de manera visual, al sacar la varilla, la proporción de lodos respecto al nivel del agua. Cuando el nivel de lodos sea superior a 20 cm será necesario revisar la programación y funcionamiento de la bomba de extracción de lodos situada en ese compartimento. En caso de ser necesario la retirada o vaciado de la cámara se contratará los servicios de un Gestor Autorizado.</p> <p>Se revisará el funcionamiento de la bomba de recirculación de lodos, comprobando los ciclos de programación.</p> <p>Las purgas se harán de manera frecuente en función de la cantidad y calidad de lodos.</p>
	1 VEZ / 3 MESES	Revisar el colector y posibles fugas

Digestor de Lodos

OPERACIÓN	FRECUENCIA	MANTENIMIENTO
DIGESTOR DE LODOS	1 VEZ / DIA	Revisar niveles y funcionamiento: llevar un control y confirmar la cantidad de lodos en el mismo, en el caso de haberse llenado comunicar oportunamente al supervisor para su respectiva evacuación o tratamiento en su respectivo deshidratador.
DESHIDRATADOR DE LODOS	1 VEZ / DÍA	Revisar la saturación del saco. Bombeo de lodos al deshidratador. Extraer el saco cuando este saturado. Aplicar cal sobre el lodo dentro del saco.
	1 VEZ / MES	Limpiar equipo

Sistema de Desinfección

OPERACIÓN	FRECUENCIA	MANTENIMIENTO
CLORADOR-DESINFECCIÓN	1 VEZ / DIA	Revisar niveles y funcionamiento: Se revisará nivel de llenado del depósito de acumulación de Hipoclorito y el funcionamiento de la bomba dosificadora.
	1 VEZ/SEMANA	Revisar niveles y funcionamiento: 1.- Verifique periódicamente el nivel del tanque químico para evitar que la bomba funcione sin líquido, esto podría dañar el correcto funcionamiento de la bomba y afectar el proceso de depuración de la planta de aguas residuales debido a la falta de la inyección del agente desinfectante. 2.- Compruebe el estado de funcionamiento de la bomba al menos cada 6 meses, bomba posición de la cabeza, tornillos, pernos y sellos; verifique con mayor frecuencia dónde se bombean productos químicos agresivos. - Pulso y potencia L.E.D. La concentración de aditivos en la tubería puede ser causada por el desgaste de las válvulas, en las que, si necesitan reemplazarse o por obstrucción del

		<p>filtro que debe limpiarse como en el punto 3 siguiente.</p> <p>3.- La compañía sugiere la limpieza periódica de las partes hidráulicas (válvulas y filtro). No podemos decir con qué frecuencia se debe realizar esta limpieza, ya que depende del tipo de aplicación, también no puedo sugerir qué agente de limpieza usar, ya que esto dependerá del aditivo utilizado.</p>
--	--	--

IMPORTANTE

Sugerencias de funcionamiento al administrar hipoclorito de sodio (caso más frecuente):

- A.-Desconecte las clavijas de la red eléctrica o mediante un interruptor unipolar con un mínimo de 3 mm distancia entre el contacto.
- B.- Desconecte la manguera de descarga de la tubería.
- C.- Retire la manguera de succión (con filtro) del tanque y sumérjala en agua limpia.
- D.- Encienda la bomba dosificadora y déjela funcionar con agua durante 5 a 10 minutos.
- E.- Apague la bomba, sumerja el filtro en una solución de ácido clorhídrico y espere hasta que el ácido termina de limpiar.
- F.- Encienda la bomba nuevamente y opere con ácido clorhídrico durante 5 minutos en un circuito cerrado con la manguera de succión y la de descarga sumergida en el mismo tanque.
- G.- Repita la operación con agua para enjuagar.
- H.- Vuelva a conectar la bomba dosificadora a la tubería.

El flujo puede controlarse manualmente configurando la frecuencia del pulso de la bomba mediante un potenciómetro.

Posibilidad de un ajuste de caudal más preciso a bajas frecuencias a través de las dos teclas del 20% al 100%.

Cuadro Eléctrico

OPERACIÓN	FRECUENCIA	MANTENIMIENTO
CUADRO ELÉCTRICO	1 VEZ / MES	Se revisarán ciclos de programación de equipos electromecánicos, revisión de pilotos luminosos y funcionamiento mediante arranques en posición manual de los diferentes elementos constitutivos de la PTAR

5. Registros Operacionales

5.1 Registro de Inspección de Proceso

5.2 Registro de Inspección Eléctrica

Fecha de Inspección:			
Técnico responsable:			
CONSUMOS ELÉCTRICOS.			
POZO DE BOMBEO	amperaje	Voltaje	Observaciones:
<i>Bomba sumergible 1</i>			
<i>Bomba sumergible 2</i>			
DECANTADOR PRIMARIO	amperaje	Voltaje	Observaciones:
<i>Bomba sumergible</i>			
REACTOR BIOLÓGICO	amperaje	Voltaje	Observaciones:
<i>Blower 1</i>			
<i>Blower 2</i>			
<i>Blower 3</i>			
DIGESTOR DE LODOS	amperaje	Voltaje	Observaciones:
<i>Bomba sumergible</i>			
CAMARA DE DESINFECCIÓN	Parámetros	Lectura	Observaciones:
<i>Bomba dosificadora de cloro</i>			
Novedades			

6. Operaciones Emergentes

6.1 Operaciones Especiales

Las operaciones especiales se desencadenan debido a actividades de mantenimiento, daños menores, cortes de energía breves y otras situaciones que provocan una parada total o parcial de la planta, sin que se produzcan daños graves. Es fundamental planificar adecuadamente estas labores.

Las principales actividades clasificadas como operaciones especiales incluyen:

- Limpieza de estructuras principales: canastillas, tamices, decantadores.
- Mantenimiento correctivo en obras civiles y equipos:
 - Sustitución de válvulas.
 - Reparación de fugas.
 - Reparación o reemplazo de equipos.
 - Daños inusuales como terremotos o inundaciones.
- Cambios bruscos en la calidad del efluente: que requieran detener o modificar la operación de la planta.
- Otros eventos relevantes: como períodos prolongados de lluvia, inundaciones, huelgas, actos de terrorismo, entre otros.

Es fundamental minimizar estas operaciones especiales. Para ello, se recomienda:

- Implementar programas de mantenimiento preventivo.
- Realizar una vigilancia exhaustiva del sistema, tanto física como sanitaria.

6.2 Operación De Emergencia

La operación de emergencia se da por motivos de fuerza mayor y se presenta en forma imprevista a causa de fallas graves o desastres. Los casos más comunes pueden ser:

- Fallas de Energía eléctrica de largos periodos de duración.
- Fallas en estructuras en obra civil o en estructuras que comprometan a Equipos Esenciales de funcionamiento.
- Eventos de Fuerza Mayor, (Terremotos, inundaciones, etc.)
 - En el caso de terremotos y de acuerdo con la intensidad de un sismo, pueden producirse fallas de energía o daños en tuberías. Pasado el movimiento sísmico, se evaluarán los daños y se programarán las reparaciones.
 - En el caso de Incendios, estos se presentan con frecuencia en los motores arrancadores. Es necesario tener disponibles extinguidores de CO2 debidamente

Como principal acción emergente que se nos pudiera presentar es la ausencia de energía eléctrica para el correcto funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales, lo cual afectara directamente a todos los equipos electromecánicos de cada una de las etapas del proceso.

6.3 Parada o Suspensión De La Operación De La Planta

Una parada programada de la planta se realiza para vaciar las unidades y llevar a cabo reparaciones que requieren operaciones en seco. La secuencia de acciones para la parada incluye:

- Programación de la Actividad de Mantenimiento o Suspensión.
- Parada de la planta.
- Limpieza de tanques y lechos bacterianos.
- Limpieza o reparación de rejillas / canastillas
- Seguridad del Personal durante estos trabajos.

6.4 Reinicio De La Operación De La Planta

Para el reinicio del funcionamiento de la planta tratamiento de aguas residuales debemos realizar una revisión de todos los puntos del proceso, como principal punto es que el agua fluya sin obstáculos de una unidad a otra.

Se verifica, que no existan fugas o taponamientos en la tubería y fisuras en los tanques.

Posteriormente, se realizan las pruebas de la operación del sistema de depuración de agua residual:

- Se revisará el correcto funcionamiento de las bombas instaladas en el pozo de bombeo y decantador secundario.
- Se revisará el correcto funcionamiento de cada uno de los aireadores instalados en el reactor aerobio y digestor de lodos.
- Se revisará que no existan obstrucciones mecánicas de las unidades y éstas trabajen libremente.
- Se tomará lectura de los amperajes de los equipos electromecánicos - los motores eléctricos deben trabajar dentro de los límites de consumo determinados por los fabricantes. Los valores de amperaje máximo se encuentran señalados en la placa de cada motor eléctrico.

IMPORTANTE:

Una vez realizada la evaluación de la planta, se pondrá agua limpia dentro de las cisternas por lo menos a la mitad de agua limpia y se inicia la preoperación, es importante destacar que para el reactor aerobio se debe contar con antiespumante en vista que no se cuenta con la concentración de suficiente de biomasa que absorba la presencia de tensoactivos.

7. Contingencias De La Planta De Tratamiento

7.1 Introducción

Por este Plan de Contingencia, se informan los lineamientos a seguir por un problema que afecte el funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales.

Objetivos

Los objetivos del Plan de Contingencias están basados en el cumplimiento de lo siguiente:

- Evaluar, analizar y prevenir los riesgos en la operación y funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales.
- Evitar o minimizar el impacto de los siniestros sobre la salud y el medio ambiente.

- Capacitar permanentemente a todo el personal de que operará la PTAR en prevención de riesgos.

Al momento que se dé una contingencia se dará lugar a acciones operacionales necesarias y se hará una inspección de la situación de terminando la magnitud del incidente las áreas que pueden ser afectadas los posibles peligros para las personas y daños por el medio ambiente y para los bienes del área

Las funciones del Supervisor de planta están relacionadas directamente con las actividades del plan de control de la contingencia sus responsabilidades básicas son las que se indican a continuación:

- Evaluar la situación inicial de un evento y definir su magnitud.
- Determinar el tipo del evento, magnitud, localización, su posible trayectoria y las áreas susceptibles a ser afectadas.
- Elaborar el informe inicial de contingencia.
- Decidir las estrategias a seguir.
- Iniciar las acciones a tomar para el control de la contingencia y supervisarlas.
- Dirigir las operaciones de reparación y rehabilitación del proyecto que se requieran.
- Determinar la necesidad de solicitar personal y equipos adicionales.
- Determinar la necesidad de la activación del plan de contingencia, junto con el coordinador del plan.
- Adelantar los preparativos para adecuar el sistema de comunicación y las áreas de trabajo para la operación de respuesta a la contingencia.

7.2 Acciones De Contingencia Por Etapas

Pozo de bombeo

Las condiciones operacionales normales de las bombas sumergibles presentes en el pozo de bombeo pueden provocar daños en las mismas, por lo cual el principal mecanismo de protección es una canastilla de tamizado de sólidos gruesos previa al pozo de bombeo para controlar sólidos que pudiesen causar algún daño, por lo cual la misma tiene que ser revisada y limpiada de manera diaria para que esta pueda ejercer efectivamente la retención de sólidos proteger a las bombas antes mencionadas y que puedan continuar su funcionamiento.

1. En el caso que alguna de las bombas que opera en el pozo de bombeo sea retirada para mantenimiento correctivo o preventivo, se cuenta con el respaldo de la que queda en funcionamiento.
2. En el caso de que las 2 bombas sumergibles fallen se deberá contar con una motobomba con sus respectivos accesorios, (tubo absorbente y de descarga.)

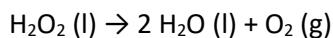
Decantación Primaria

En caso de daño en la bomba sumergible, se podrá esperar hasta 3 días sin purgar, tiempo suficiente para reemplazar el sistema de bombeo, caso contrario usar una moto bomba para extraer sedimentos.

Reactor Biológico Aerobio

En el caso de que uno de los soplantes sea retirado para mantenimiento correctivo o preventivo, el otro soplante estará en la capacidad de cubrir la demanda de oxígeno que requiere el reactor para su normal funcionamiento.

Si la ausencia de los dos soplantes es de 1 a 2 días, la biomasa del reactor si la misma ha mostrado un buen comportamiento de estabilidad y sedimentabilidad podrá soportar máximo 2 días sin oxígeno, pero si la ausencia del aireador superará este periodo de mantenimiento se deberá aplicar peróxido de hidrogeno que por su reacción con el agua liberará oxígeno y de esta forma se suministrará el oxígeno que se necesita para la oxidación de la materia orgánica mediante la siguiente reacción:



Esto se realizará máximo hasta el día 4 de la ausencia del equipo, superado este periodo se deberá acondicionar la planta para reiniciar el proceso, esto quiere decir que el efluente estará fuera de norma y dará lugar a una nueva etapa de estabilización de la PTAR.

Bomba de recirculación y extracción de lodos en el decantador secundario

En caso de daño en la bomba sumergible, se podrá esperar hasta 3 días sin purgar, tiempo suficiente para reemplazar el sistema de bombeo, caso contrario usar una moto bomba para recircular o extraer sedimentos.

Sistema de desinfección

En el caso de que la bomba dosificadora de cloro sea retirada para mantenimiento correctivo o preventivo, se deberá hacer la aplicación de pastillas de hipoclorito de calcio en el tanque clorador, hasta que sea regulada la operación normal del equipo antes mencionado.

Gestión de lodos

Los lodos se los podrá acumular en el digestor de lodos y luego enviar con un gestor ambiental para su tratamiento.

Contingencia para todos los equipos electromecánicos

También es importante para evitar cualquier potencial problema tener como parte de las inspecciones diarias los consumos eléctricos de energía por cada equipo y llevar un registro de este.

Normalmente los motores/bombas cualquier equipo electromecánico NO debe consumir la corriente nominal (indicada en la placa). Esto es porque todos estos equipos se diseñan con un % de eficiencia.

En caso de fallas la corriente se eleva un % dependiendo del tipo de falla. Este % no es fijo. Y siempre dependerá de las condiciones de trabajo

- Corto circuito.
- Problema en la carga.
- Problema de red-alimentación.

8. Prevención De Incendios En Equipos

El mayor riesgo que corren los equipos en el campamento es el cortocircuito, el que se produce cuando las instalaciones eléctricas pudieran estar en mal estado, y por fuga de combustibles y lubricantes, por lo que se recomienda:

- Instruir al personal de operadores sobre la obligación de informar cualquier avería del sistema eléctrico de las maquinas.
- Debe participar en la ejecución del programa de mantenimiento un electricista con experiencia laboral, quien recibirá en una lista de chequeo para que la ejecute en la rutina de revisión del sistema eléctrico de los equipos.
- Una vez identificados los riesgos y después de implantadas las acciones de prevención, se debe dar como paso siguiente la información a todo el personal mediante la organización y ejecución de charlas de adiestramiento que afiancen lo expresado anteriormente.

9. En Caso de Accidentes

- Comunicar inmediatamente a la base más cercana, el lugar del hecho, personas involucradas, lesiones corporales.
- El departamento de seguridad industrial y el departamento médico pondrán en marcha los mecanismos apropiados para llegar al sitio de siniestro con todos los elementos de apoyo que requiera el caso.
- Los responsables de cada área resolverán de acuerdo con las necesidades las mejores acciones a ser tomadas, sin interferencias de otras áreas.
- Luego de realizadas las primeras acciones, se comunicarán a la gerencia administrativa y gerencia general, la gravedad del hecho o el apoyo posterior que sea necesario.

10. Problemas Comunes Y Soluciones

Lista de problemas comunes y sus soluciones. Si el problema persiste póngase en contacto con su proveedor.

PROBLEMA MECANICOS	ELECTRO	CAUSA	SOLUCIÓN
Alguno de los equipos eléctricos no enciende.		Interrumpida la alimentación eléctrica	Esperar que se restablezca la alimentación
		Elemento de protección eléctrica desactivado	Activar el elemento correspondiente en el tablero de control.

Algún equipo eléctrico no prende y está encendida la luz que señala la falla del equipo.	El protector termo magnético detectó anomalía en el funcionamiento del equipo	Es necesario restablecer el arrancador dentro del tablero y revisar el consumo de corriente del equipo. Si el consumo es elevado, llamar al proveedor autorizado. Si el consumo es normal y la falla se repite, llamar al proveedor autorizado.
Las bombas del cárcamo prenden, pero no bombean el agua	Obstrucción del propelador de la bomba	Extraer la bomba y verificar ausencia de sólidos que obstruyan el impulsor, y realizar la respectiva limpieza del propelador
El Blower no arranca.	La tensión de red no llega al motor eléctrico.	Verificar las conexiones eléctricas entre motor y armario de maniobra.
El Blower no arranca y saltan los fusibles de Protección del armario eléctrico.	Fusibles incorrectos.	Reemplazar los fusibles por unos adecuados (usar siempre fusibles de retardo).
	Cortocircuito sobre el motor eléctrico	Sustituir el motor o rebobinarlo.
	Cortocircuito en el armario de maniobra o Sobre la línea de alimentación de motor.	Reemplazar los elementos que provocan el cortocircuito.
El Blower no arranca y el contacto del disyuntor de protección se mantiene abierto.	Máquina bloqueada por entrada de polvo o cuerpos extraños.	Abrir la máquina y limpiar el interior. Controlar el filtro y, si es necesario, reemplazar el elemento filtrante.
Falta de fluido aspirado en el blower.	Elemento filtrante colmatado.	Limpiar o reemplazar el elemento filtrante.
El Blower se para por disparo del disyuntor no obstante el rotor gira libremente a mano.	Para soplantes: Presión de impulsión superior al valor nominal.	Controlar la apertura de la válvula de seguridad y el Circuito de impulsión. Instalar una válvula de seguridad, si no prevista anteriormente
	Elemento filtrante obturado	Reemplazar el elemento filtrante.

El Blower se para por Disparo de disyuntor. El rotor se encuentra bloqueado.	Rodamientos del motor deteriorados y posible gripaje entre rotor y fondos.	Desmontar la máquina. Reemplazar los rodamientos. Eliminar con lija fina las eventuales adherencias frontales provocados por el gripaje.
PROBLEMAS BIOLOGICOS.	CAUSA	SOLUCION
Presencia de espumas blancas en grandes cantidades en la superficie del reactor.	Es causada por altas concentraciones de tensoactivos como los detergentes, jabones, etc.	Aplicar dosis de antiespumante diluidos en agua en el reactor, y generar un programa de control de las espumas generadas.
Espumas de color marrón oscura, espesa y esponjosa en la superficie del reactor.	Generalmente es causado por el crecimiento de Nocardia o Microthrix parvicella, que crecen en la MCRT alta / baja. Condición F / M asociada con lodo viejo.	Reducir y extraer lodos viejos del sistema y enviar al digestor de lodos. Lo cual aumentará la generación de este desperdicio. Tratar de eliminar la espuma del sistema, recogiéndola manualmente. y una vez limpiada aplicar antiespumante sobre la superficie del agua presente en el reactor en conjunto con dosis de hipoclorito de sodio.
Espumas de color marrón oscura, espesa y esponjosa en la superficie del reactor.	Presencia de lodos muy viejos dan lugar a condiciones para que se genere esta espuma. Generalmente es causado por el crecimiento de Nocardia o Microthrix parvicella, que crecen en la MCRT alta / baja. Condición F / M asociada con lodo viejo y presencia de grasas y aceites en el sistema.	Reducir y extraer lodos viejos del sistema y enviar al digestor de lodos. Lo cual aumentará la generación de este desperdicio. Realizar limpieza total de las trampas de grasas existentes. Tratar de eliminar la espuma del sistema, recogiéndola manualmente y una vez limpiada aplicar antiespumante sobre la superficie del agua presente en el reactor en conjunto con dosis de hipoclorito de sodio.

11. Manejo Y Disposición Final De Lodos

Como ya hemos visto los lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales poseen características que nocivos para el medio ambiente, por lo que no pueden desecharse fácilmente.

Por lo que deben pasar por un proceso de estabilización puede considerarse como el conjunto de procesos que dan como producto final un lodo con características que después del proceso puede usarse sin comprometer la salud pública o al medio ambiente.

El mal olor, la proliferación de patógenos y la putrefacción tienen lugar cuando los microorganismos se establecen en la fracción orgánica. De esta manera la estabilización de los lodos buscará cumplir con 4 objetivos principales:

- Reducir la presencia de microorganismos patógenos,
- Eliminar el mal olor;
- Inhibir, reducir, eliminar, su potencial de putrefacción y
- Reducir los efectos de compuestos orgánicos.

La principal meta en estos procesos está relacionada con su efecto sobre la fracción volátil u orgánica de los lodos biológicos generados por la planta. Para cumplir con estos objetivos se pueden seguir varios caminos, la primera consiste en la reducción biológica o la oxidación química del contenido de materia volátil, se pueden agregar agentes químicos a fin de imponer condiciones poco favorables para el desarrollo de microorganismos y aplicar calor con el objeto de desinfectar o esterilizar los lodos. Bajo estos principios se rigen los procesos de estabilización.

Las tecnologías más utilizadas para la estabilización de los lodos incluyen:

1. Estabilización con cal
2. Tratamiento térmico
3. Incineración
4. Compostaje
5. Estabilización aerobia.
6. Estabilización anaerobia.

Por lo cual del listado anterior se destacará la estabilización con cal y la estabilización anaerobia.

11.1 Estabilización Con Cal

Durante este proceso se añade suficiente cal a los lodos para elevar el pH arriba de 12 condiciones a las cuales los microorganismos no mantienen sus funciones metabólicas, como consecuencia de ello, mientras se mantenga este valor de pH, los lodos no serán vectores infecciosos y se eliminará su potencial de putrefacción. El proceso de estabilización con cal puede ser previo a un proceso de deshidratación o posterior a él, y se utiliza tanto cal hidratada (Ca(OH)_2), como cal viva, (CaO). En algunos casos, la cal se ha sustituido por polvo de hornos de cemento.

Pretratamiento con cal. Para este proceso es necesario aplicar una cantidad mayor de cal por peso unitario de lodo tratado, que la requerida para la deshidratación. Este excedente es necesario para mantener un pH alto, así mismo es necesario suficiente tiempo de contacto para obtener un alto porcentaje de climatización de patógenos. Se recomienda mantener el pH arriba de 12 por lo menos 2 horas para asegurando la destrucción de patógenos (Metealf, Eddy, 1998). La dosis de cal necesaria estará en función del tipo de lodos y la concentración de sólidos.

A mayor concentración de sólidos menor será la dosis de cal necesaria para un aumento constante de la temperatura. La estabilización con cal no destruye la materia orgánica, de manera que se debe aplicar un exceso de cal al ser evacuados o desecharlos antes de que el pH disminuya. El exceso puede llegar a ser de hasta 1.5 veces la cantidad necesaria para mantener el pH en 12.

Post-tratamiento con cal. En este proceso la cal hidratada o viva se añade a los lodos deshidratados y se mezcla con un transportador de tornillo o con un mezclador de paleta para elevar el pH de la mezcla. Este paso es importante, ya que hay que eliminar la formación de bolsas de materia putrescible, si el mezclado se realiza con éxito, el resultado final es una mezcla formada por pequeñas partículas que pueden almacenarse por largos periodos o esparcida sobre el terreno de manera sencilla. El uso de cal viva es preferible debido a que al contacto con el agua se producen 2 efectos benéficos:



(1) es una reacción exotérmica lo que lleva la temperatura por arriba de 50 °C, y se logra la inactivación de los huevos de gusanos.

(2) Parte del agua contenida se une químicamente al calcio lo que beneficia el secado del lodo

11.2 Disposición Final De Lodos

En este proceso contamos con dos formas para tratar o eliminar los lodos generados del proceso de depuración:

- Los extraídos de la decantación primaria
- Los extraídos del sistema de clarificación secundario
- Los extraídos del sistema hacia el lecho de secado

a) Indicadores De Aplicación

En este caso, el lodo extraído del digestor aerobio generado por el proceso de depuración del agua residual se evacuará de él con ayuda de un gestor autorizado.

b) Medios De Verificación.

Se debe realizar registros mensuales de la cantidad de material de desalojo que sale desde la planta de tratamiento de aguas residuales, y que es evacuado por el gestor mediante registro fotográfico y registro escrito.

c) Lodo Reactor aerobio

El lodo generado del proceso aerobio podrá ser bombeado desde el decantador secundario al lecho de secado para su deshidratación y posterior gestión.

12. Manejo Y Disposición De Desechos Sólidos

La separación en la fuente de los residuos es responsabilidad del generador y la gestión integral de los residuos, y se deben utilizar recipientes que faciliten su identificación, especiales o peligrosos, comprenden los lineamientos, métodos, infraestructura y sistemas relativos a la generación, almacenamiento transitorio, manipulación, transporte y disposición final/tratamiento de residuos especiales o peligrosos, incluyendo aceites, residuos patogénicos y otros (líquidos y sólidos), generados por las operaciones, actividades o infraestructuras relacionadas con la planta, desde el montaje y la operación.

Los residuos deben ser separados y dispuesto en las fuentes de generación (Estación con recipientes de colores), ya sea en un área específica para el efecto, definida como un área concurrida o pública a la que todas las personas tienen acceso; o un área interna, definida como un área con acceso condicionado solo a personal autorizado y deben mantenerse separados en los centros de almacenamiento temporal y acopio.

Generalmente encontramos algunos tipos de contenedores de basura entre los más conocidos tenemos verde y gris que nos muestran donde debemos colocar los desechos orgánicos e inorgánicos, sin embargo, se usa la norma INEN 2841 como referencia y guía para una correcta guía para el uso la gestión de residuos

Residuos Especiales o Específicos

Los residuos determinados en el listado Nacional de Desechos Especiales, lo que implica que la regularización ambiental para su gestión, transporte, almacenamiento y disposición final se regulará según los lineamientos técnicos específicos establecidos según la legislación ambiental vigente; que sin ser peligrosos, por su naturaleza, pueden impactar el entorno ambiental o la salud, por el volumen de generación y/o difícil degradación y para lo que se implementará un sistema de recuperación, reutilización y/o reciclaje para reducir la cantidad de residuos generados.

Orgánico / reciclables	VERDE	Origen Biológico, restos de comida, cáscaras de fruta, verduras, hojas, pasto, entre otros.
Desechos	NEGRO	Materiales no aprovechables: pañales, toallas sanitarias, Servilletas usadas, papel adhesivo, papel higiénico, Papel carbón desechos con aceite, entre otros.
		Envases plásticos de aceites comestibles, envases con restos de comida.

Plástico / Envases multicapa	AZUL	Plástico susceptible de aprovechamiento, envases multicapa, PET.
		Botellas vacías y limpias de plástico de: agua, yogurt, jugos, gaseosas, etc.
		Fundas Plásticas.
		Recipientes de champú o productos de limpieza vacíos y limpios.
Vidrio / Metales	BLANCO	Botellas de vidrio: refrescos, jugos, bebidas alcohólicas. Frascos de aluminio, latas de atún, sardina, conservas, bebidas. Deben estar vacíos, limpios y secos
Papel / Cartón	GRIS	Papel limpio en buenas condiciones: revistas, folletos publicitarios, cajas y envases de cartón y papel.
Especiales		De preferencia que no tengan grapas Papel periódico, propaganda, bolsas de papel, hojas de papel, cajas, empaques de huevo, envolturas.
Escombros y asimilables a escombros, neumáticos, muebles, electrónicos.	ANARANJADO	

Será dispuesto adecuadamente en algún área para que este sea almacenado mientras sea recogido por el sistema de recolección de desechos Urvaseo.

13. Parámetros De Contaminación

La contaminación supone una alteración perjudicial de la calidad del agua en su uso posterior o con su función ecológica. Por ello, es de vital importancia la definición de una serie de parámetros de calidad de las aguas.

Debido a propiedades fisicoquímicas, el agua puede presentar indicios de contaminantes, ya que es un disolvente tanto de compuestos orgánicos como inorgánicos.

A continuación, se detallan los parámetros más importantes de la contaminación del agua:

Sólidos: el agua puede contener sólidos en suspensión sin disolver o compuestos solubilizados, definiéndose la suma de ambos como sólidos totales (ST). El resultado se indica en mg/l, esta medida permite conocer la cantidad de sustancias no volátiles presentes en el agua.

Temperatura: la temperatura involucra en muchos procesos del agua, de forma que un aumento de temperatura modifica la solubilidad de los sólidos disueltos, disminuye la de los gases y aumenta la actividad biológica.

Conductividad y dureza: la conductividad es la capacidad del agua de conducir la corriente eléctrica; cuanto mayor sea el valor de conductividad, mayor serán los sólidos disueltos. El valor máximo instantáneo autorizado en vertidos es de 5000 µS cm⁻¹.

Con relación a la dureza, se hace referencia a la concentración total de iones de calcio y magnesio. El problema de las aguas duras se centra en la formación de precipitados insolubles de carbonatos e hidróxidos que, al depositarse sobre tuberías y equipos, pueden causar problemas de funcionamiento en calderas de vapor, torres de refrigeración, intercambiadores de calor y filtros.

Oxígeno disuelto: el oxígeno disuelto indica la calidad de un agua. El valor de oxígeno disuelto es dependiente de la temperatura del agua, de modo que el oxígeno disuelto disminuya con el aumento de la temperatura.

Demandा bioquímica de oxígeno (DBO): mide la carga contaminante debido a sustancias bioquímicamente degradables. En otras palabras, es la cantidad de oxígeno necesaria para que los microorganismos aerobios puedan oxidar la materia orgánica presente en la muestra de agua.

Demandа química de oxígeno (DQO): es un método más rápido que DBO5, que analiza todas las sustancias orgánicas oxidables (biorefractarias y tóxicas).

El valor de DQO siempre debe ser mayor que la de DBO5, pues no toda la materia oxidable químicamente es bio-oxidable. En general, se puede decir que cuando se da $DBO5 < DQO < 0,5$, significa un efluente fácilmente biodegradable, mientras que si este cociente es inferior a 0,2 será escasamente biodegradable.

Aceites y grasas: los aceites y grasas en los vertidos líquidos generan dos problemas en la depuración de las aguas residuales: disminuyen el contacto del agua con los sólidos en suspensión, impidiendo así su sedimentación; forman una película que recubre los microorganismos encargados de la biodegradación, impidiendo la captación de oxígeno y disminuyendo su poder depurador.

14. Plan De Monitoreo Y Control

La Tabla muestra los parámetros de importancia para la evaluación y su frecuencia para establecer la eficiencia de remoción y funcionamiento del proceso de lodos activado.

Parámetros	Frecuencia	Observación
Análisis visual de la calidad del afluente y efluente.	Diferentes horas del día	El efluente debe tener tendencia a color café claro
Temperatura	Diaria	En el Afluente/ Reactor.
pH	2 veces al día (mañana y tarde)	Con control inmediato si el pH está el reactor (pH entre 7 a 8), preferiblemente debe mantenerse \leq que 8. También revisar en Afluente. También revisar en Efluente.
Solidos suspendidos totales	Diaria	En el Afluente/ Efluente
Oxígeno disuelto	Diaria	Con control inmediato sí está por debajo de 2.0 mg/l, en el reactor.
DBO₅	Una vez cada 1 semana	Muestra del Afluente/ Muestra del Efluente
DQO	Una vez cada 1 meses	Muestra del Afluente/ Muestra del Efluente
Licor mezcla (SSLM)	Diaria	Muestra de 1 litro tomada en el reactor aerobio, se usa como IMHOFF.

Parámetros De Control

Monitoreo Continuo:

Supervise regularmente los parámetros de operación, como el pH, la concentración de oxígeno disuelto (OD), la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), y la concentración de sólidos suspendidos volátiles (SSV). Ajuste los flujos de entrada y salida según sea necesario para mantener un rendimiento óptimo.

Las estructuras que conforman todo el sistema de tratamiento por si solas no garantizan su efectivo funcionamiento, se hace necesario que el operario esté al tanto de cada uno de los procesos que se llevan a cabo y evalúe algunos parámetros claves que le permiten concluir si los procesos se están dando de manera eficiente o no. Para entender mejor como se utilizan estos parámetros, a continuación, se hace una relación de cada uno de los parámetros de control y su principal significado, tanto para el control del proceso anaerobio como del aerobio.

Oxígeno Disuelto

Al menos una vez al día se deben hacer determinaciones de oxígeno disuelto a la entrada y salida de los tanques de aireación. También se deben hacer mediciones de oxígeno disuelto en puntos específicos de los tanques de aireación para conocer variaciones del día. La concentración de oxígeno disuelto en los tanques de aireación debe ser de 2 a 3 mg/l. Se debe utilizar un medidor de oxígeno.

Sólidos Suspendidos Totales (SST)

Los sólidos suspendidos totales se utilizan para conocer la calidad del efluente de la planta de tratamiento. Si la planta de tratamiento está bien operada la remoción de estos en la planta debe ser mayor del 90 %.

Sólidos Suspendidos En El Licor Mezclado (SSLM)

Se utilizan para controlar la concentración de sólidos en el tanque de aireación con el fin de mantener las condiciones operativas previstas en el diseño del proceso, además permite regular el bombeo de lodos de retorno.

Demanda Bioquímica De Oxígeno (DBO)

La DBO también se utiliza como en el caso de los sólidos suspendidos para evaluar la calidad del efluente. Se debe hacer un análisis de DBO en el afluente y efluente final

Demanda Química De Oxígeno (DQO)

La DQO también se utiliza como en el caso de la DBO y los sólidos suspendidos para evaluar la calidad del efluente. Se debe hacer un análisis de DQO en el afluente y efluente final. Tiene la ventaja de ser una prueba que requiere mucho menor tiempo que la DBO, y, por lo tanto, permite conocer con mayor rapidez los resultados de la evaluación.

Temperatura

Todas las actividades biológicas y las reacciones químicas están reguladas por la temperatura. En particular los procesos aerobios son muy sensibles a las bajas temperaturas e incrementan su actividad cuando la temperatura aumenta, se debe evitar el ingreso de aguas con temperaturas superiores a 32 grados celcius, ya que afectara a la biomasa presente en el reactor.

pH

Al igual que en el caso anterior las actividades biológicas y las reacciones químicas están reguladas por el pH. En particular la remoción biológica de nitrógeno es más eficiente cuando el pH se mantiene en el rango de 7 a 8

A continuación, se detalla las condiciones de conservación de muestras de los parámetros a revisar:

Determinación	Tipo de recipiente	Almacenamiento
Aceites y grasas	Vidrio	24 h, 2-5 °C
Color	Plástico o vidrio	24 h, 2-5 °C, oscuridad
Conductividad	Plástico	24 h, 2-5 °C
DBO	Plástico o vidrio	24 h, 2-5 °C, oscuridad
DQO	Plástico o vidrio	5 días, 2-5 °C, oscuridad
Dureza	Plástico o vidrio	24 h

Metales	Plástico o vidrio	1 mes
Nitratos	Plástico o vidrio	24 h, 2-5 °C
Oxígeno disuelto	Plástico o vidrio	Indiferente
pH	Plástico o vidrio	Indiferente
Sólidos suspendidos	Plástico o vidrio	24 h
Temperatura	Plástico o vidrio	Indiferente
Bacterias totales	Plástico o vidrio	24 h, pH<7

A continuación, se enumeran aspectos a considerar en el muestreo:

- El muestreador debe estar limpio y sin restos de agua de la muestra anterior.
- Normalmente la recogida de muestras se realiza en envases de plástico, exceptuando las muestras de análisis de compuestos orgánicos volátiles en las que los envases deben ser de vidrio.
- Se debe etiquetar los envases de la recogida de muestras, indicando en ellos los siguientes puntos:
- Fecha de recogida
- Hora del muestreo
- Nombre y/o número de la muestra
- Limpiar 2 o 3 veces el envase de recogida de muestras antes de llenarlo con el agua a analizar.
- Diversos parámetros como el pH, temperatura, conductividad y oxígeno disuelto deben de medirse "in situ".
- La muestra siempre debe estar refrigerada hasta el momento del análisis.
- Previo al análisis, debe atemperarse el agua.
- Agitar la muestra diversas veces antes de analizar el agua.
- Siempre hay que empezar a tomar las muestras con el agua más purificada
- Tomar la muestra en la mitad del flujo de agua. Nunca se debe tocar el fondo o las paredes. Si se toca el fondo, los sedimentos en la muestra pueden provocar malos resultados. Por el contrario, el flujo superior contendría menos partículas que también pueden causar malos resultados.

15. Identificación De Puntos De Muestreo

La muestra para determinar la calidad del efluente de la PTAR debe ser recolectada luego del serpentín de cloración, en la línea se encuentra una válvula toma muestra.

16. Plan De Señalización Formatos Y Sitios

Deben ser ubicados en la parte frontal o entrada a la planta para brindar la información necesaria al personal que ingresará al área de la PTAR.

INDICACIÓN	CONTENIDO DE IMAGEN DEL SÍMBOLO	SÍMBOLO
Uso obligatorio de casco	Cabeza portando casco	
Uso obligatorio de protección auditiva	Cabeza llevando elementos de protección auditiva	
Uso obligatorio de protección respiratoria	Cabeza llevando elementos de protección respiratoria.	
Uso obligatorio de protección ocular	Cabeza llevando anteojos de seguridad	
Uso obligatorio de calzado de seguridad	Un zapato de seguridad	
Uso obligatorio de guantes de seguridad	Un par de guantes	
Prohibido fumar	Cigarrillo encendido	
Prohibido el paso	Silueta humana caminando	

Deben ser ubicados en el área cercana en donde será instalado el cuadro eléctrico a la planta para brindar la información necesaria al personal que ingresará al área de la PTAR.

INDICACIÓN	CONTENIDO DE IMAGEN DEL SÍMBOLO	SÍMBOLO
Precaución, riesgo de choque eléctrico	Flecha cortada en posición vertical hacia abajo	

La señal de Extintor debe ser ubicados en el área cercana en donde será instalado el cuadro eléctrico a la planta para brindar la información necesaria al personal que ingresará al área de la PTAR

INDICACIÓN	CONTENIDO DE IMAGEN DEL SÍMBOLO	SÍMBOLO
Ubicación de extintor	Silueta de un extintor con flecha direccional	
Ubicación de salida de emergencia	Silueta humana avanzando hacia una salida de emergencia indicando con flecha direccional el sentido requerido	

17. Cantidad Y Perfil Del Personal Técnico De La Estación.

- La dirección y supervisión se debe realizar con un Ing. Químico o Ambiental, para lo cual en la planta se deben realizar análisis de muestras de diferentes puntos del proceso y su respectivo registro de los resultados obtenidos, además para de esta forma llevar el respectivo control y revisión de registros llenados por el personal técnico.
- La supervisión eléctrica debe hacerse mediante la acción de un ingeniero eléctrico y llevar el respectivo control y revisión de registros llenados por el personal técnico.
- También debe contar con la asistencia de 2 personas con conocimiento en electricidad básica y mecánica industrial básica para que cumpla el rol de Técnico de manteniendo y limpieza.

Entrenamiento del Personal:

- Proporcione capacitación adecuada al personal sobre los procedimientos de seguridad y operación de la planta.
- Asegúrese de que todo el personal esté al tanto de los protocolos de emergencia.

18. Sugerencia De Equipos E Implementos Para Operación Y Mantenimiento

Se recomienda que el área del laboratorio sea de 2 x 3 metros. Adicional a un mesón y un lavadero.

Se sugiere que el cliente adquiera:

- Colorímetro marca Hach Modelo DR900
- Digestor marca hach modelo DRB 200
- pH metro
- Medidor de conductividad en el agua.
- Cono Imhoff
- Medidor de oxígeno disuelto
- Reactivos para análisis de DQO.

19. Cumplimiento Normativo

Cumpla con todas las regulaciones locales y nacionales relacionadas con el tratamiento de aguas residuales y la protección del medio ambiente.

20. Importancia del Manual

Este manual es una herramienta crucial para el personal encargado de operar la PTAR, ya que proporciona información esencial para realizar las tareas operativas de manera efectiva y segura. Siguiendo las instrucciones y recomendaciones aquí descritas, se asegura un funcionamiento eficiente de los equipos suministrados por Semgroup, lo que contribuye al éxito y la sostenibilidad de la planta de tratamiento de aguas residuales.

21. Consultas y Asistencia

Para consultas adicionales o asistencia técnica, por favor, comuníquese con el equipo de soporte de Semgroup. Estamos comprometidos a brindar el apoyo necesario para garantizar el funcionamiento óptimo de nuestros equipos y la satisfacción de nuestros clientes.