

	MANUAL DE OPERACIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICA MUNICIPALES DE CHÍA	Versión: 2
		Fecha: Diciembre 21 de 2021
		Código: GSA M01

MANUAL DE OPERACIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICA MUNICIPALES DE CHÍA

	MANUAL DE OPERACIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICA MUNICIPALES DE CHÍA	Versión: 2
		Fecha: Diciembre 21 de 2021
		Código: GSA M01

INTRODUCCIÓN

Toda obra de infraestructura de servicios públicos, necesita un continuo seguimiento y mantenimiento de la misma, lo que significa que la empresa encargada de operar la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) debe contar con un personal calificado y además con recursos e insumos suficientes para operar y mantener cada sistema en particular. El buen funcionamiento y la vida útil de la PTAR dependen generalmente de una buena operación y un mantenimiento adecuado.

El propósito del Manual de Operación y Mantenimiento, es dar al operador de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), la información básica necesaria para que los sistemas de tratamiento funcionen y se mantengan en condiciones apropiadas de operación y mantenimiento, garantizando alta calidad en el efluente y que ésta a su vez se verá reflejada en la fuente receptora, la cual finalmente impactará en el Río Bogotá como principal corriente hídrica de la Sabana de Bogotá.

En la operación y mantenimiento se distinguen las siguientes categorías: Operación de control mantenimiento rutinario preventivo y correctivo monitoreo seguimiento y registro de formatos de laboratorio además de soluciones a posibles dificultades, conocidas como novedades y actividades de emergencia.

El operador de la PTAR debe estar consciente de la importancia de su labor, una PTAR mal operada o mantenida produce efluentes de baja calidad y puede convertirse en un problema de malestar público y ambiental.

En las páginas siguientes se presenta una guía detallada de cada uno de los pasos necesarios para iniciar o poner en marcha un sistema de tratamiento de agua residual. Operar, mantener y solucionar las dificultades más frecuentes que eventualmente puedan suceder al interior de la planta de agua residual.

Cabe anotar que las recomendaciones aquí suministradas deben ser estudiadas y analizadas por el personal encargado del manejo del sistema, hasta adquirirla destreza en el manejo de los diferentes procesos.

	MANUAL DE OPERACIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICA MUNICIPALES DE CHÍA	Versión: 2
		Fecha: Diciembre 21 de 2021
		Código: GSA M01

1. OBJETIVO GENERAL

Presentar al operador de la planta, una guía básica para la operación de las unidades que componen la PTAR, para garantizar un adecuado funcionamiento del sistema.

2. ALCANCE

El presente documento está diseñado para ser asequible para los operadores del sistema, teniendo en cuenta que los mismos son la base fundamental de la operación y el mantenimiento de la PTAR, y que, en compañía de los supervisores técnicos, deben adoptarse y generarse pautas para el óptimo funcionamiento del sistema.

El manual de operación es la base para la ejecución de las labores operativas en las unidades del sistema; siendo éste la guía de las actividades a ejecutar durante los turnos operativos. El detalle de las actividades de operación y mantenimiento para los componentes estructurales de las fases del sistema, se especifica en los instructivos, los cuales fueron diseñados para cada una de las unidades.

3. PUESTA EN MARCHA

3.1. CONSIDERACIONES PRELIMINARES DEL PROCESO DE ARRANQUE

El arranque del sistema de tratamiento es la etapa más importante del componente. El inicio de operación del sistema integra no solo lo relacionado con la remoción de materia orgánica, sino también, con la estabilización. La población bacteriana es altamente sensible a cambios generados en el medio ambiente que los rodea, además de que inicialmente no está adaptada al nuevo sustrato. La adaptación es una etapa lenta que se debe realizar gradualmente. En el medio acuoso está ocurriendo una selección y adaptación de microorganismos necesarios para el metabolismo del sustrato (aguas residuales) en sus diferentes fases.

Una vez terminada la construcción de la planta, se debe proceder al inicio de trabajo de la misma, para esto se deben tener las siguientes consideraciones:

- Es necesario que el personal de operación y mantenimiento de la planta conozca las funciones de cada componente del sistema, de cada pieza de los equipos y tuberías que componen la planta.
- La dirección del flujo debe ser indicado claramente en las tuberías.
- Las lagunas, aliviadero, desarenador, las tuberías, cámaras de repartición de caudales y demás estructuras que intervengan en el proceso deben estar limpias de escombros de construcción u otro material extraño.
- Las luces, regletas, indicadores y demás sistemas de control deben estar probados y en funcionamiento.
- Los manuales de mantenimiento de las lagunas deben haber sido leídos y entendidos por el operador y almacenados en una ubicación de fácil acceso y referencia por parte del personal.
- El diario de notas operativas de la planta se debe tener ubicado y a la mano con el fin de registrar los datos operativos desde el mismo inicio de la planta.

	MANUAL DE OPERACIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICA MUNICIPALES DE CHÍA	Versión: 2
		Fecha: Diciembre 21 de 2021
		Código: GSA M01

- El llenado inicial de estas lagunas deberá ser lento para evitar erosión de la capa de arcilla ubicada en el fondo de las lagunas y saturar en forma gradual los taludes perimetrales.
- Las lagunas facultativas y maduración deben ser llenadas una vez culmine la etapa de construcción y en lo posible coincida en época de verano, con agua de río o quebrada cercanos a un nivel mínimo de 0.50m, reduciendo el crecimiento de vegetación en el fondo de las lagunas.
- En caso de no disponer de agua fresca, las lagunas facultativas y maduración deben llenarse con agua residual cruda y dejarse en batch por unas tres (3) o cuatro (4) semanas para permitir el desarrollo de las poblaciones microbianas antes mencionadas. Una población saludable de algas le confiere un color verde oscuro a la columna de agua. Durante la aplicación de este último método es inevitable una pequeña liberación de olor en la laguna facultativa.
- Tasa de llenado en 0.05m de aumento de nivel por día, hasta alcanzar en 10 días los 0.50m posteriormente esta tasa se incrementará de acuerdo con la carga de diseño.
- Una vez alcanzado el nivel medio de operación 1.50m de altura, este periodo de incremento de la carga puede durar entre una (1) a cuatro (4) semanas, dependiendo de la calidad del inóculo utilizado o si la unidad se arrancó sin inoculación previa.
- El efluente de la primera laguna comenzará a verter a la laguna secundaria, se estima que el llenado de esta unidad dure aproximadamente veinte (20) días, el proceso de llenado de esta laguna será igual al de la primera laguna.
- Si el caudal de ingreso diario no es suficiente para un llenado rápido de la laguna (s), divida la laguna en secciones construya diques a una altura 0.50 metros, luego de llenada la sección retire los diques y continuar esta rutina hasta llenado total de la laguna.
- Revisar que las válvulas se encuentren en la posición correcta.
- Abrir la compuerta de admisión y simultáneamente cerrar la compuerta de paso directo.

3.2. ESTABLECIMIENTO DE LA COMUNIDAD BACTERIAL EN EL ARRANQUE

Al principio el sistema no alcanzará los niveles de eficiencia exigidos, esto es debido a que se debe establecer una colonia de microorganismos anaerobios, facultativos y aerobios estable y en suficiente cantidad.

Este proceso se puede lograr dejando que se desarrollen las especies bacterianas in situ de forma natural en las lagunas, proceso que puede tardar de tres a cuatro meses aproximadamente.

	MANUAL DE OPERACIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICA MUNICIPALES DE CHÍA	Versión: 2
		Fecha: Diciembre 21 de 2021
		Código: GSA M01

3.3. CONTROL DE OLORES Y SÓLIDOS EN EL ARRANQUE OPERACIONAL

Teniendo en cuenta que los sistemas de tratamiento con lagunas de estabilización producen potencialmente malos olores (CO₂ dióxido de carbono, CH₄ metano entre otros) debido a los cambios bruscos de la temperatura ambiente, deben controlarse dichos olores por medio de la implementación de barreras vivas en el perímetro de planta, así mismo la PTAR debe ubicarse en área distante de los núcleos urbanos.

La remoción de los sólidos acumulados en el cribado, debe realizarse a diario y de ser posible de forma continua las 24 horas del día, para evitar el colapso de las estructuras preliminares o tratamiento preliminar, así como el ingreso de los mismos a las lagunas. Igualmente, una vez a la semana debe hacerse el mantenimiento preventivo (remoción de sólidos decantados y limpieza de las estructuras) en cada una de las unidades desarenadoras, previniendo el taponamiento de difusores, sopladores y/o aireadores, teniendo en cuenta las condiciones de operación de la primera laguna del tratamiento biológico.

Como medida de control operacional se toman parámetros de campo como pH y Oxígeno disuelto, Conductividad, Temperatura, verificando las condiciones del agua entrante al tratamiento y que las mismas, no vayan a afectar la biomasa microbiana en estabilización.

4. GENERALIDADES.

4.1. DESCRIPCION DEL SISTEMA.

La planta de tratamiento de aguas residuales PTAR Chía I, se encuentra ubicada en la parte oriental vereda Samaria sector Delicias sur, al costado norte del centro comercial Sabana Norte; bajo las coordenadas geográficas: longitud: -47°2'21.9" y latitud: 4°51'37.6".

4.2. CARACTERISTICAS DEL SISTEMA.

La PTAR Chía I cuenta con un sistema lagunar para el tratamiento de las aguas residuales de su municipio, dos lagunas aireadas que trabajan paralelamente y una laguna facultativa. Una laguna aireada es un estanque en el que se trata agua residual que atraviesa de forma continua. El oxígeno es generalmente suministrado por aireadores superficiales o unidades de aireación por difusión. La acción de los aireadores y la de las burbujas de aire que ascienden desde el difusor mantiene en suspensión el contenido del estanque. Dependiendo del grado de mezclado, las lagunas suelen clasificarse en aerobias o aerobias – anaerobias.

La PTAR Chía I utiliza para el tratamiento de las aguas residuales municipales, un sistema lagunar, el cual fue optimizado en 2008, proporcionando aireación a dos lagunas y quedando una tercera laguna facultativa. El afluente llega a la PTAR a través de 2 colectores de 24" de diámetro:

- Delicias - Cuenta con un sistema de aliviadero antes de la llegada a la PTAR
- Centro Chía

	MANUAL DE OPERACIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICA MUNICIPALES DE CHÍA	Versión: 2
		Fecha: Diciembre 21 de 2021
		Código: GSA M01

En la tabla 1, se estipulan las características de diseño.

Puesta en Marcha (año)	1989
Horizonte de Diseño (año)	2030
Caudal de diseño	100 L/s
Carga Orgánica	2326 kg DBO5/día
Concentración de DBO5	1290 mg/l

Tabla 1. Características de diseño

Fuente: CONTRATO 276 DE 2004 ESTUDIOS Y DISEÑOS DE OBRAS DE REHABILITACIÓN Y PREDISEÑOS DE AMPLIACIÓN DE 19 PTARS OCTUBRE DE 2005 – CONHYDRA S.A E.S.P.

Para el presente año la PTAR Chía I, recibe las aguas residuales generadas por una población (casco urbano y rural). En las tablas 2 y 3 se plasman los valores de operación arrojados por los análisis de aguas realizados por el laboratorio **H2O ES VIDA SAS**, que es el laboratorio contratado para realizar los muestreos.

Caudal de operación	913,763639 L/seg
Porcentaje de remoción DBO	72,465%
Porcentaje de remoción SST	58,401%

Tabla 2. Características promedio de operación. Año 2020

Caudal de operación	147,399
Porcentaje de remoción DBO	72,510%
Porcentaje de remoción SST	65.443%

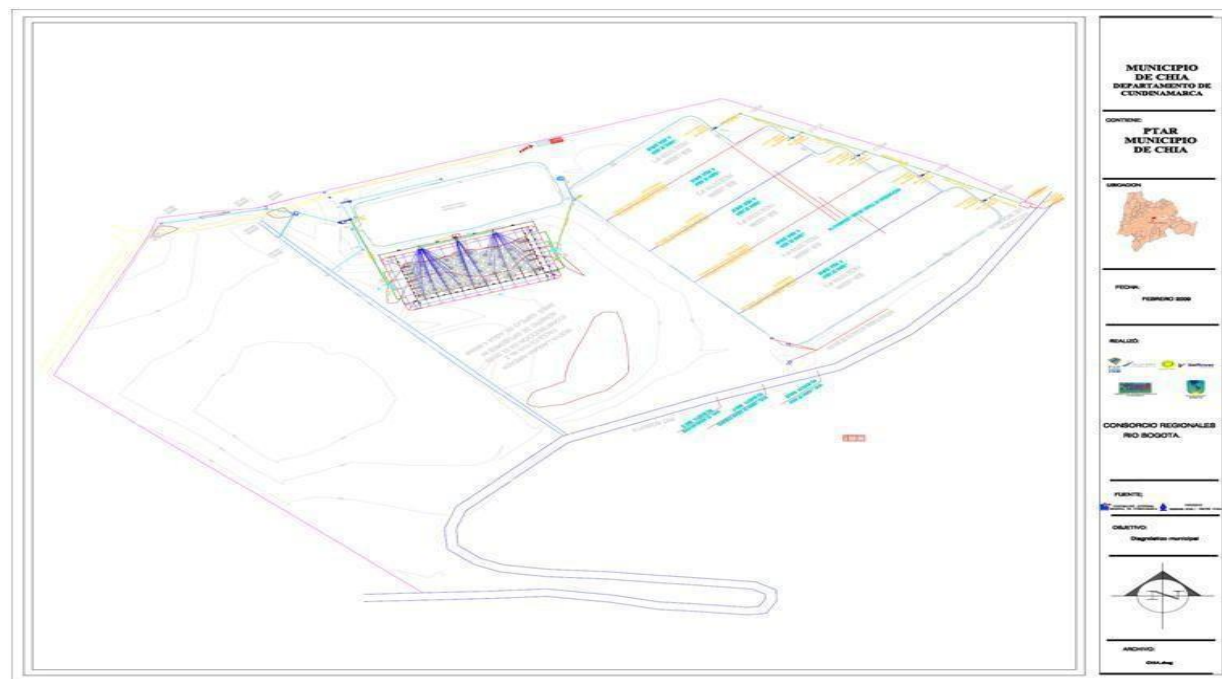
Tabla 3. Características promedio de operación. Año 2021

FUENTE: Consolidado de Informes mensuales PTAR I CHÍA, Laboratorio H2O es vida S.A.S

La PTAR Chía I, emplea un sistema lagunar para el tratamiento de sus aguas residuales. Posee un tratamiento preliminar conformado por cámara de llegada y alivio, cribado grueso y fino, unidades desarenadoras, vertederos sutros, trampa de grasas y caja distribuidora de caudal. Como tratamiento secundario posee dos lagunas aireadas que operan en paralelo, quienes vierten a una única laguna facultativa. Finalizado el tratamiento, las aguas residuales se vierten directamente al Río Bogotá.

	MANUAL DE OPERACIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICA MUNICIPALES DE CHÍA	
	Versión: 2	Fecha: Diciembre 21 de 2021
	Código: GSA M01	

En la figura No. 1, a continuación, presentada, se expone gráficamente la disposición de los cuerpos de agua en el área de la PTAR.



Fuente: Consorcio ESSERE LTDA – EMINSS LTDA, Contrato No. 119/07 O y M PTARS. Informe de diagnóstico.

Las lagunas aireadas son estanques artificiales excavados en el terreno, que se diferencian de las lagunas de estabilización, desde el punto de vista constructivo: son más profundas, entre 2 y 4,5 m., con cierta frecuencia son revestidas con una membrana plástica protectora para minimizar la posibilidad de infiltraciones y reducir el efecto de la turbulencia provocada por los aireadores sobre los terraplenes y el fondo de la laguna¹.

Las lagunas facultativas se caracterizan por poseer una zona aerobia superior, en la que los mecanismos de estabilización de la materia orgánica son la oxidación aerobia y la oxidación fotosintética, y una zona anaerobia en la camada del fondo donde ocurren los fenómenos típicos de la fermentación anaerobia. La camada intermedia entre esas dos zonas es llamada ZONA FACULTATIVA, predominando los procesos de oxigenación aerobia y fotosintética, de ahí, el nombre que reciben dichos cuerpos de agua.

Debido a que la depuración de la Materia Orgánica (MO) y los Sólidos Suspendidos Totales (SST) llevada a cabo en las lagunas, se habla de un SISTEMA LAGUNAR con tratamiento biológico, y cuyos lodos generados por los excesos en cada una de las lagunas, son manejados y dispuestos in situ, dentro del área de la PTAR. Por lo tanto, el único tratamiento que se hace a los biosólidos removidos de los espejos de agua, consiste en encalamiento y disposición en trincho.

¹ <http://www.guiaambiental.com.ar/conocimiento-calidad-de-agua-lagunas-aireadas.html>

	MANUAL DE OPERACIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICA MUNICIPALES DE CHÍA	Versión: 2
		Fecha: Diciembre 21 de 2021
		Código: GSA M01

4.3. COMPONENTES DEL SISTEMA

Como se mencionó anteriormente, la PTAR del municipio de Chía, es un sistema compuesto por las siguientes fases: tratamiento preliminar, tratamiento secundario conformado por dos lagunas aireadas y una facultativa convencional, y manejo y disposición de residuos sólidos in situ.

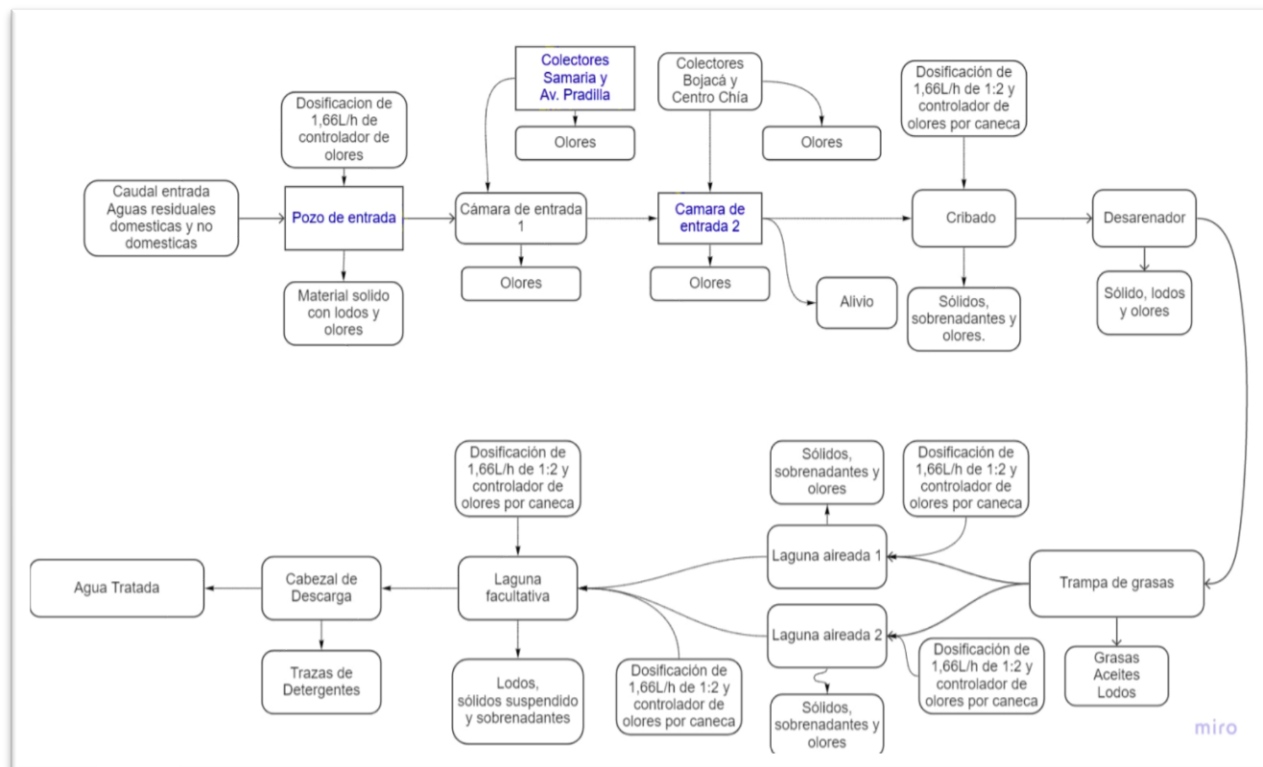


Figura 1. Diagrama PTAR I
FUENTE: Elaboración propia

Para mayor comprensión, a continuación, se desglosan cada una de las estructuras correspondientes a las fases del tratamiento.

4.3.1. Pretratamiento o Tratamiento Preliminar:

El objetivo principal del tratamiento preliminar en un sistema para depuración de aguas residuales o PTAR, es evitar el ingreso de residuos sólidos al tratamiento secundario, y reducir la cantidad de sólidos en suspensión en el tratamiento secundario.

	MANUAL DE OPERACIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICA MUNICIPALES DE CHÍA	
	Versión: 2	Fecha: Diciembre 21 de 2021
	Código: GSA M01	

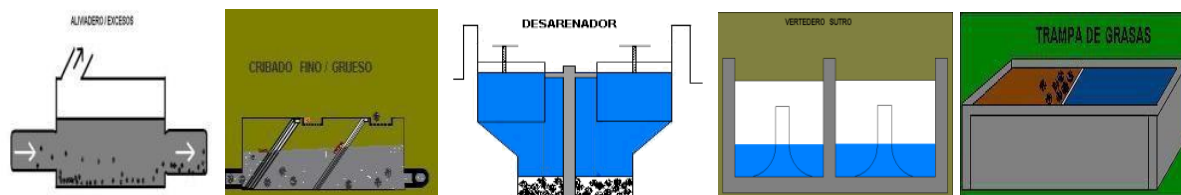


Figura 2. Componentes estructurales tratamiento preliminar

A continuación, acompañando a la figura 2, se describen las características principales de los componentes estructurales pertenecientes al tratamiento preliminar, que posee la PTAR Chía.

Cámara de Llegada y alivio: Es una estructura de concreto con vertedero rectangular de excesos y compuerta en metal tipo guillotina, para desviar el flujo de agua cuando el caudal del afluente supera la capacidad de la PTAR.

Cribado: Es una estructura metálica de 45° de inclinación y plataforma metálica para depositar los sólidos retenidos para escurrimiento. Se realiza remoción de residuos cada dos horas o más, para evitar problemas de desbordamiento.

Desarenadores y vertedero sutro: Los desarenadores son estructuras construidas en concreto reforzado, paralelas de aproximadamente 6 m de largo x 1 de ancho x 2 m de alto (cada una). Al finalizar cada una de las estructuras se encuentra un vertedero sutro en acrílico a fin de aforar los caudales.

Trampa de Grasas: Estructura cúbica (216 m³) en concreto reforzado de flujo subterráneo, provista con rejillas en la parte superior para la remoción de sobrenadantes.

4.3.2. Tratamiento secundario:

La planta se basa en la utilización de lagunas aireadas y facultativas en las cuales las aguas residuales municipales son depuradas mediante la acción de bacterias aeróbicas en la capa superior y de bacterias anaeróbicas en la capa inferior. El aporte de oxígeno se logra por fotosíntesis en la laguna posterior.

Laguna Aireada No. 1: Laguna aireada, por medio de aireación difusa, a través, de sistemas de inyección de aire por medio de sopladores y difusores de burbuja fina, algunas ventajas de este tratamiento es la eficiencia en relación al área de utilidad para su operación, la eliminación de los malos olores producto de la descomposición anaerobia y la utilización de las lagunas existentes como elemento importante de la aireación facultativa son algunas de las ventajas del sistema. Dimensionamiento y geometría del sistema Laguna Facultativa Aireada (actual laguna anaerobia): Área: 4464 m² Profundidad efectiva de la laguna 4.0 mts Profundidad de aireación: 2.50 mts Volumen de la laguna: 11160 m³ Taludes: 1: 2 Relación O₂/Aire: 20.95%.

Laguna Aireada No. 2: Al igual que la primera laguna, esta laguna es aireada a través, de sistemas de inyección de aire por medio de sopladores y difusores de burbuja fina. Relación O₂/Aire: 20.95 %.

	MANUAL DE OPERACIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICA MUNICIPALES DE CHÍA	Versión: 2
		Fecha: Diciembre 21 de 2021
		Código: GSA M01

Módulos de Aireación: La aireación mecanizada consiste en la instalación de difusores de burbuja fina dentro de las lagunas, los cuales estarán conectados por medio de mangueras plásticas a un soplador de cierta capacidad. Dichos sopladores deben estar lo más cerca posible de las lagunas, con el fin de minimizar las pérdidas de energía por fricción.

El Módulo de Aireación básico consta de: El motor eléctrico, el soplador, la base para acople por correas y poleas, el guarda poleas, la sub-base para el motor eléctrico con tornillos tensores, el silenciador de cámaras en la descarga y el filtro de aire. También se requiere de la tubería de conducción de aire hasta los Manifold de acople con las mangueras de cada difusor.

Difusores: Son sistemas de transferencia de oxígeno al medio de burbuja fina, cada uno de los cuales tiene las siguientes especificaciones:

- Espiral abierta, multiplano, difusor de burbuja fina. Membrana: 1" (2.54 cm)
- Altura: 4" (10.2 cm)
- Diámetro: 22" (55.9 cm) Peso: 5 lbs. (2.23 Kg) Interferencia de flujo: 1"
- Área superficial efectiva: 680 ln2 (17.27 m2)
- Capacidad de transferencia de oxígeno: 4.75 lb O2 / Hr / HP

Cada laguna cuenta con 41 difusores para la transferencia de oxígeno.

Laguna Facultativa: Es una laguna rectangular con área superficial de 2.8Ha, 1.7m de profundidad, fondo plano en arcilla compactada, taludes con pendiente 1V:1.5H sin recubrimiento y borde libre de 0.3m. La laguna presenta una coloración bastante olores desagradables en distintos sectores de la misma lo cual corrobora una sobrecarga que se ha traducido en el desequilibrio de las condiciones bióticas, generado una reducción en las eficiencias de remoción de DBO5, tenemos un volumen de lodos acumulado en esta laguna de 8332m3 y un nivel máximo de lodos de 1.12m.

Estructuras de descarga del efluente: Es un canal trapezoidal en concreto con un cabezal de salida, que descarga el efluente, Río Bogotá.

Teniendo en cuenta que la PTAR solamente comprende sistema lagunar para la depuración de aguas residuales domésticas, y teniendo en cuenta el documento de Gestión Integral de Lodos realizado por CONHYDRA S.A. E.S.P., se determinó todo biosólido producido en este sistema como Lodo Estabilizado Sin Deshidratar procedente de Lagunaje.

Dentro de este tipo de biosólidos se contemplan los sobrenadantes (lodos emergentes) removidos a diario del espejo de agua, además de los extraídos de las lagunas (facultativas, anaerobias y/o de maduración) cada 4- 5 años dentro del mantenimiento lagunar. Dichos lodos han sufrido un proceso de estabilización anaerobio, al encontrarse almacenados en la cámara del fondo o zona anaerobia de las lagunas.

Actualmente estos biosólidos son dispuestos en trinchos abiertos para este fin, y al igual que a los lodos deshidratados, se les adiciona una capa de cal y una capa de suelo, para incrementar su pH y evitar la postura de huevos de mosquitos y la presencia de malos olores.

	MANUAL DE OPERACIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICA MUNICIPALES DE CHÍA	Versión: 2
		Fecha: Diciembre 21 de 2021
		Código: GSA M01

4.3.3. Infraestructura, Equipos e Insumos Requeridos

La PTAR cuenta con una caseta de operaciones, la cual funciona como espacio para la vigilancia y bodega, entre otros. Aquí se encuentra el baño. En el cuarto de máquinas, se encuentran motores y sopladores para los difusores de las dos lagunas aireadas.

Dado que la PTAR de Chía cuenta con un sistema de lagunas aireadas, a continuación, se anexan las fichas técnicas de los equipos electromecánicos. La iluminación externa es proporcionada por 56 lámparas dispuestas en los linderos del área verde del sistema.

A continuación, se presentan las características de los equipos electromecánicos que proporcionan aireación a las lagunas aireadas 1 y 2.

EQUIPO : SOPLADOR 1			
PARTE 1: MOTOR		PARTE 2: COMPRESOR	
MARCA	EMERSON	MARCA	TUTHIL
NUMERO	L102AC2542033J	NUMERO	16120710
CLASE	ES2121	TIPO	LOBULAR
POTENCIA	15HP	MODELO	400522L2
FASES	3	REF CORREAS	3VX360 CANTIDAD 2
FRECUENCIA	60HZ	TIPO DE ACEITE	ISO100
RPM	3575	TIPO DE GRASA	N/A
COSTO DEL EQUIPO	N/A	CAUDAL	N/A

EQUIPO : SOPLADOR 3			
PARTE 1: MOTOR		PARTE 2: COMPRESOR	
MARCA	EMERSON	MARCA	TUTHIL
NUMERO	L102AC2542033J	NUMERO	1332700802
CLASE	ES2121	TIPO	LOBULAR
POTENCIA	15HP	MODELO	400522L2
FASES	3	REF CORREAS	3VX360 CANTIDAD 2
FRECUENCIA	60HZ	TIPO DE ACEITE	ISO100
RPM	3575	TIPO DE GRASA	N/A
COSTO DEL EQUIPO	N/A	CAUDAL	N/A

EQUIPO : SOPLADOR 4			
PARTE 1: MOTOR		PARTE 2: COMPRESOR	
MARCA	EMERSON	MARCA	TUTHIL
NUMERO	CO54556L03C	NUMERO	8130612
CLASE	ES2121	TIPO	LOBULAR
POTENCIA	15HP	MODELO	500921L3J
FASES	3	REF CORREAS	3VX560 CANTIDAD 3
FRECUENCIA	60HZ	TIPO DE ACEITE	ISO100
RPM	1755	TIPO DE GRASA	BASE DE LITIO
COSTO DEL EQUIPO	N/A	CAUDAL	N/A

EQUIPO : SOPLADOR 5			
PARTE 1: MOTOR		PARTE 2: COMPRESOR	
MARCA	EMERSON	MARCA	TUTHIL
NUMERO	CO54556L03C	NUMERO	81300614
CLASE	ES2121	TIPO	LOBULAR
POTENCIA	15HP	MODELO	500921L3J
FASES	3	REF CORREAS	3VX560 CANTIDAD 3
FRECUENCIA	60HZ	TIPO DE ACEITE	ISO100
RPM	1755	TIPO DE GRASA	BASE DE LITIO
COSTO DEL EQUIPO	N/A	CAUDAL	N/A

Tabla 4. Fichas técnicas de los equipos electromecánicos PTAR Chía

Los insumos químicos manejados por el operador de la PTAR, son CAL DOLOMITA ($\text{CaCO}_3 - \text{MgCO}_3$) para evitar malos olores y proliferación de vectores (larvas, mosquitos, algas) y acelerar la deshidratación de los lodos en el trincho; y ácido sulfúrico (H_2SO_4), utilizado para preservar las muestras puntuales de DQO. Adicionalmente, dentro de las labores de poda y pradeo, el operador emplea combustible de origen fósil (gasolina) y aceite 2 tiempos, para la guadaña.

Se maneja herramienta menor y/o de mano, para la efectiva ejecución de las labores de operación y mantenimiento.

	MANUAL DE OPERACIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICA MUNICIPALES DE CHÍA	Versión: 2
		Fecha: Diciembre 21 de 2021
		Código: GSA M01

4.4. PARÁMETROS DE CONTROL Y OPERACIÓN

Estas actividades están orientadas a medir el caudal, concentración y características del afluente y del efluente, controles que se realizan mediante monitoreos diarios, semanales, mensuales, como se describe más adelante.

Los parámetros comúnmente medidos para el análisis de calidad del agua según la *Resolución 0631 de 2015*, son de tipo fisicoquímico. Los principales analitos que deben vigilarse en una planta de tratamiento de aguas residuales determinados por normatividad son:

4.4.1. Parámetros de Control:

AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS – ARD, Y AGUAS RESIDUALES NO DOMÉSTICAS – ARnD DE LOS PRESTADORES DEL SERVICIO PÚBLICO DE ALCANTARILLADO, CON UNA CARGA MAYOR A 625,00 Kg/día Y MENOR O IGUAL A 3.000,0 Kg/día DBO₅

Generales	
pH	Unidades de pH
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg/L O ₂
Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	mg/L O ₂
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L
Sólidos sedimentables (SSED)	mg/L
Grasas y aceites	mg/L
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	mg/L
Hidrocarburos	
Hidrocarburos totales (HTP)	mg/L
Compuestos de fósforo	
Ortofosfatos (P-PO ₄ ³⁻)	mg/L
Fósforo Total (P)	mg/L
Compuestos de Nitrógeno	
Nitratos	mg/L
Nitritos	mg/L
Nitrógeno Amoniacal	mg/L
Nitrógeno Total	mg/L
Iones	
Cianuro total	mg/L
Cloruros	mg/L
Sulfatos	mg/L
Sulfuros	mg/L
Metales y Metaloides	
Aluminio	mg/L
Cadmio	mg/L
Cinc	mg/L
Cobre	mg/L
Cromo	mg/L
Hierro	mg/L
Mercurio	mg/L

	MANUAL DE OPERACIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICA MUNICIPALES DE CHÍA	Versión: 2
		Fecha: Diciembre 21 de 2021
		Código: GSA M01

Níquel	mg/L
Plata	mg/L
Plomo	mg/L
Otros parámetros para análisis y reporte	
Acidez total	mg/LCaCO ₃
Alcalinidad total	mg/LCaCO ₃
Dureza cálcica	mg/LCaCO ₃
Dureza total	mg/LCaCO ₃
Color real (Medidas de absorbancia a las siguientes longitudes de onda: 436nm, 525 nm y 620nm)	m ⁻¹

4.4.2. Parámetros de operación:

Parámetros como el caudal y sus variaciones, carga hidráulica aplicada, carga orgánica aplicada, carga volumétrica aplicada y el Tiempo de Detención Hidráulico (TDH2) deben ser calculados y tenidos en cuenta para el diseño y la construcción de la PTAR.

Para el sistema lagunar con lagunas aireadas que se opera en el municipio de Chía, se contempló, como parámetro de diseño un TDH de 15 días.

4.4.2.1. Tratamiento Preliminar:

En las tablas que aparecen a continuación, se relacionan las actividades a seguir, paso a paso, correspondientes a cada una de las estructuras pertenecientes a la PTAR.

ÍTEM	ACTIVIDAD	ACCIÓN
1	Mantenimiento que deben realizarse con periodicidad	Verificar los puntos de oxido presentes en la estructura metálica, y de esta forma corregirlos lijando y pintando para evitar desgaste por corrosión Se debe realizar la rotación de las rejillas para evitar desgastes por un solo lado.
2	Realizar mantenimiento de zonas verdes	Ejecutar mantenimiento de zonas verdes de acuerdo al instructivo correspondiente (I-EGE- 017)
3	Limpieza de paredes exteriores	Realizar la limpiar de las paredes externas de la estructura de la unidad de cribado con un cepillo.
4	Revisión del estado físico de la estructura	La estructura debe estar en buenas condiciones estéticas como pintura, corrosión, fisuras o grietas y demás situaciones que se puedan presentar.

	MANUAL DE OPERACIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICA MUNICIPALES DE CHÍA	Versión: 2
		Fecha: Diciembre 21 de 2021
		Código: GSA M01

5	Registro de información de campo	Diligenciar en el libro de bitácora las labores ejecutadas y las novedades presentadas en el cribado durante el turno de operación según lo establecido en el instructivo (I-EGE-018) para este fin.
---	----------------------------------	--

Tabla 5. Actividades para el mantenimiento del sistema de cribado

ÍTEM	ACTIVIDAD	ACCIÓN
1	Utilizar los elementos de protección personal	Utilizar los EPP que se necesitan para realizar la labor y evitar cualquier riesgo a la salud.
2	Alistar herramientas de mano	Se debe tener a la mano las herramientas que se van a utilizar en la actividad (palas, palustres, cepillos, etc.).
3	Realizar mantenimiento de equipos mecánico según las actividades de mantenimiento preventivo F-EGE-020	Lubricar los dispositivos de apertura de compuerta, vástago, válvula, y demás elementos que lo requieran, de acuerdo con instructivo elaborado para este fin.
4	Realizar mantenimiento de zonas verdes	Ejecutar mantenimiento de zonas verdes de acuerdo al instructivo correspondiente (I-EGE-017)
5	Limpieza de paredes exteriores	Realizar la limpieza de las paredes externas de la estructura de la unidad desarenadora con un cepillo.
6	Revisión del estado físico de la estructura	La estructura debe estar en buenas condiciones estéticas como pintura, corrosión, fisuras o grietas y demás situaciones que se puedan presentar
7	Registro de información de campo	Diligenciar en el libro de bitácora las labores ejecutadas y las novedades presentadas en el cribado durante el turno de operación según lo establecido en el instructivo (I-EGE-018) para este fin.

Tabla 6. Paso a paso de las actividades para el mantenimiento de la unidad desarenadora.

	MANUAL DE OPERACIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICA MUNICIPALES DE CHÍA	Versión: 2
		Fecha: Diciembre 21 de 2021
		Código: GSA M01

ITEM	ACTIVIDAD	ACCIÓN
1	Mantenimiento que deben realizarse con periodicidad	Verificar los puntos de oxido presentes en la estructura metálica, y de esta forma corregirlos lijando y pintando para evitar desgaste por corrosión
2	Realizar mantenimiento de zonas verdes	Ejecutar mantenimiento de zonas verdes de acuerdo al instructivo correspondiente (I-EGE- 017)
3	Limpieza de paredes exteriores	Realizar la limpiar de las paredes externas de la estructura de la trampa de grasas con un cepillo.
4	Revisión del estado físico de la estructura	La estructura debe estar en buenas condiciones estéticas como pintura, corrosión, fisuras o grietas y demás situaciones que se puedan presentar
5	Registro de información de campo	Diligenciar en el libro de bitácora las labores ejecutadas y las novedades presentadas en la unidad durante el turno de operación según lo establecido en el instructivo (I- EGE-018) para este fin.

Tabla 7. Paso a paso de las actividades para el mantenimiento de la trampa de grasa.

4.4.2.2. TRATAMIENTO SECUNDARIO

En las tablas siguientes se relacionan las actividades a seguir, paso a paso, correspondientes al mantenimiento del tratamiento secundario, que para la PTAR Chía, hace referencia a lagunas aireadas y facultativas.

ÍTEM	ACTIVIDAD	ACCIÓN
1	Utilizar los elementos de protección personal	Utilizar los EPP que se necesitan para realizar la labor y evitar cualquier riesgo a la salud.
2	Alistar herramientas de mano	Se debe tener a la mano las herramientas que se van a utilizar en la actividad (grasas o aceites, cepillos, etc.).
3	Realizar mantenimiento de las compuertas	A diario debe hacerse el mantenimiento preventivo de los dispositivos de apertura y regulación del caudal, es decir compuertas. Para este fin se deben abrir al máximo y cerrar al límite las compuertas, girando el timón. Después de lo anterior, se debe ubicar el vástago en la altura usual de la compuerta. Lo anterior se realiza para evitar aglomeración de partículas y grasas en el vástago de la compuerta, y posibles obstrucciones y/o deterioro

	MANUAL DE OPERACIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICA MUNICIPALES DE CHÍA	Versión: 2
		Fecha: Diciembre 21 de 2021
		Código: GSA M01

ÍTEM	ACTIVIDAD	ACCIÓN
		por oxidación en los mismos. Además, regularmente se deben engrasar los vástagos y/o los otros mecanismos de apertura de la compuerta. El tiempo para la ejecución de esta labor debe estipularse dependiendo del material en el que esté hecho el mecanismo.
4	Revisión del estado físico de la estructura.	Verificar que la geomembrana no presente fisuras o grietas, que las mangueras de conducción de aire estén en buen estado. Igualmente debe verificarse el estado de las cajas de conducción de agua y realizar limpieza ocasional de las paredes externas, empleando cepillo corto de cerdas duras.
5	Registro de información de campo	Diligenciar en el libro de bitácora las labores ejecutadas y las novedades presentadas en la laguna o en alguno de sus componentes durante el turno de operación, siguiendo lo establecido en el instructivo (I-EGE-018) para este fin

Tabla 8. Actividades para el mantenimiento de las lagunas aireadas.

ÍTEM	ACTIVIDAD	ACCIÓN
1	Utilizar los elementos de protección personal	Utilizar los EPP que se necesitan para realizar la labor y evitar cualquier riesgo a la salud.
2	Alistar herramientas de mano	Se debe tener a la mano las herramientas que se van a utilizar en la actividad (palas, palustres, cepillos, etc.).
3	Mantenimiento de equipos mecánico según las actividades de mantenimiento	Lubricar los dispositivos de apertura de compuerta, vástago, válvula, y demás elementos que lo requieran, de acuerdo con instructivo elaborado para este fin.
4	Realizar el mantenimiento de zonas verdes	Ejecutar la labor de mantenimiento de zonas verdes de acuerdo al instructivo establecido (I- EGE – 017).
5	Revisión del estado físico de la estructura	Verificar que los taludes no presenten fisuras o grietas, o lama entre sus placas de concreto
6	Registro de información de campo	Diligenciar en el libro de bitácora las labores ejecutadas y las novedades presentadas en la unidad durante el turno de operación según lo establecido en el instructivo (I- EGE-018) para este fin.

Tabla 9. Actividades para el mantenimiento de las lagunas facultativas.

5. OPERACIÓN

Operación son las acciones que garantizan el funcionamiento adecuado del sistema hidráulico y del proceso biológico que se lleva a cabo en la PTAR. La operación de la PTAR contempla tanto el trabajo rutinario con frecuencia diaria, semanal o mensual, como el trabajo ocasional.

TURNO DE 06:00 A 14:00 h								
COMPONENTES	DESCRIPCION LABOR	L U	M A	M I E	J U	V I	S A	D O
Todos / Sistema de aforo	Verificar las labores ejecutadas por el operador anterior y el estado de equipos, componentes y máquinas. Medición del	Todos los días de 06:00 a 06:30.						
Cribado	Remoción de residuos sólidos	Todos los días de 06:30 a 07:00						
Cámara de llegada y alivio	Limpieza de forma rápida eliminando residuos que se adhieran a las paredes internas de las estructuras.	07:00 -09:00	*	07:00 -09:00				
Desarenadores								
Vertedero Sutro								
Trampa de grasas								
Caja de conducción								
Sistema de Aforo	Medición de caudal	Todos los días a las 08:00 hs						
Cribado	Remoción de residuos sólidos	Todos los días de 09:00 a 09:30						
Desarenadores	Limpieza profunda y cambio de desarenador alternando las unidades.	*	07:00 - 11:30	*				
Sistema de Aforo	Medición de caudal	Todos los días a las 10:00 hs						

	MANUAL DE OPERACIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICA MUNICIPALES DE CHÍA	Versión: 2
		Fecha: Diciembre 21 de 2021
		Código: GSA M01

Trinchera / Herramientas y elementos	Disposición residuos sólidos en la trinchera, adición de cal sobre los residuos sólidos dispuestos. Limpiar y ubicar en el lugar correspondiente todos los elementos y las herramientas empleadas durante el turno.	Todos los días de 18:30 a 20:00 hs
Cuarto de máquinas	Limpieza y orden.	Todos los días de 20:00 a 21:30
Formatos y bitácora	Registrar la información en bitácora y en formatos. El los formatos como toma de caudales, debe registrarse la información inmediatamente se ha medido el caudal.	Todos los días de 21:30 a 22:00

TURNO DE 22:00 a 06:00 h								
COMPONENTES	DESCRIPCION LABOR	LU	MA	MIE	JU	VI	SA	DO
Todos / SISTEMA DE AFORO	Verificar las labores ejecutadas por el operador anterior y el estado de equipos, componentes y máquinas. Medición del CAUDAL	Todos los días de 22:00 a 22:30.						
Cribado	Remoción de residuos sólidos	Todos los días de 22:30 a 23:00						
Caseta de operaciones y baño	Limpieza general	Todos los días 23:00 - 24:00						
Bodega	Limpieza y orden.	Todos los días 24:00 - 24:30						
Cuarto de máquinas	Recorrido	Todos los días verificando funcionamiento y condiciones desde las 24:30 - 05:00 hs a intervalos de 1 hora. Registrar en bitácora.						
Lagunas								
Estructuras preliminares								
Trinchera / Herramientas y elementos	Disposición residuos sólidos en la trinchera, adición de cal sobre los residuos sólidos dispuestos. Limpiar y ubicar en el lugar correspondiente todos los elementos y las herramientas empleadas durante el turno.	Todos los días de 05:00 a 05:30 hs						
Sistema de Aforo	Medición del caudal	Todos los días a las 06:00 hs, para entregar el turno.						
Formatos y bitácora	Registrar la información en bitácora y en formatos. El los formatos como toma de caudales, debe registrarse la información inmediatamente se ha medido el caudal.	Todos los días de 05:30 a 06:00						

La rutina operacional es una tabla donde se estipulan las actividades que deben ejecutarse a diario como la limpieza y mantenimiento de las partes que componen la PTAR, de las cuales depende el funcionamiento hidráulico y las características de los vertimientos.

A continuación, se estipula la operación por fase de tratamiento; es decir operación de: tratamiento preliminar, tratamiento secundario, manejo y disposición de residuos sólidos, y la operación global del sistema.

	MANUAL DE OPERACIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICA MUNICIPALES DE CHÍA	Versión: 2
		Fecha: Diciembre 21 de 2021
		Código: GSA M01

5.1. OPERACIÓN DEL TRATAMIENTO PRELIMINAR.

En las tablas expuestas a continuación se estipulan las labores que se deben ejecutar para la operación de los componentes que pertenecen al tratamiento preliminar.

5.1.1. Cribado:

Comprende la remoción y disposición de residuos sólidos provenientes de la acumulación de los mismos en el sistema de cribado. Esta labor está estipulada para ejecutarse aproximadamente cada dos horas, con el fin de evitar taponamiento por los residuos sólidos en las rejillas, y pérdidas de caudal; además de garantizar que los sólidos de gran tamaño no obstruyan el sistema hidráulico y que no lleguen a las lagunas.

El material retenido en las rejillas se descompone muy rápidamente produciendo olores desagradables. Este material debe recolectarse en carretillas o canecas dispuestas junto a la estructura y disponerse inmediatamente haya terminado la labor en el trincho.

Paredes, rejillas y bandejas de escurrido, deben limpiarse con la misma agua residual y cepillo, evitando el uso de cualquier agente químico que pueda llegar a afectar las condiciones biológicas del tratamiento.

ÍTEM	ACTIVIDAD	ACCIÓN
1	Utilizar los elementos de protección personal.	Utilizar los EPP que se necesitan para realizar la labor y evitar cualquier riesgo a la salud.
2	Alistar herramientas de mano	Se debe tener a la mano las herramientas que se van a utilizar en la actividad (trinche, uñeta etc.)
3	Revisar estado de componentes de la estructura	Realizar diariamente Inspección visual del estado de los componentes que conforman la estructura.
4	Realizar remoción de material	Se debe realizar la remoción del material acumulado de las rejillas cada vez que se alcance el nivel máximo establecido, es decir cuando las rejillas se colmatan el agua se represa y aumenta su nivel.
5	Limpiar las rejillas	Remover el material acumulado en las rejillas y retirarlo manualmente con la ayuda de una uñeta o trinche. En el caso que las rejillas sean móviles se deben levantar las mismas y manualmente retirar el material acumulado en ella con ayuda de una uñeta o trinche. Restregar con cepillo de cabo largo desde el fondo de la estructura hacia la parte superior con el fin de limpiar las varillas. En el caso que las rejillas sean móviles se debe realizar la rotación de las mismas para evitar el desgaste y el deterioro por un solo lado.
6	Ecurrir los residuos sólidos	Los sólidos removidos se deben disponer en la bandeja para escurrir el agua de exceso, aproximadamente por seis horas.
7	Disposición final	Se deben llevar a cabo las actividades determinadas en el instructivo respectivo para el manejo y disposición de residuos sólidos

	MANUAL DE OPERACIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICA MUNICIPALES DE CHÍA	Versión: 2
		Fecha: Diciembre 21 de 2021
		Código: GSA M01

8	Limpiar canal de entrada donde están ubicadas las rejillas	Cada semana se debe realizar la limpieza del piso, debido a que algunos sólidos se sedimentan y generan obstrucción para el paso del agua. Desprender el material adherido en el fondo y en las paredes de la cámara, utilizando escobilla con cerdas de material sintético.
9	Registro de información de campo	Diligenciar en el libro de bitácora las labores ejecutadas y las novedades presentadas en el cribado durante el turno de operación según lo establecido en el instructivo para este fin.

Tabla 11. Paso a paso para la operación de la unidad de cribado

5.1.2. Desarenadores:

La operación de estas unidades es indispensable para evitar la acumulación de arena y demás material inerte en las unidades siguientes. De la eficiencia del desarenador depende la eficiencia en la remoción de las lagunas.

En condiciones normales de trabajo los desarenadores deben limpiarse cuando las arenas depositadas llenen un 50 o 60 % del espacio de almacenamiento. Para el caso puntual de la PTAR, esta condición se presenta cada 8 días. La presencia de olores desagradables (como a huevo u hortalizas podridas) indica excesiva acumulación de las arenas, para lo cual debe alternarse el desarenador o ajustar el vertedero de control a la salida.

Sí es el caso de cambio de unidad desarenadora, se debe cerrar la compuerta del desarenador que va a salir de operación, y abrir la compuerta que entra a operar.

Cuando se vaya a efectuar el mantenimiento a un desarenador y éste tenga que salir de servicio, se recomienda antes de cerrarlo iniciar el llenado de la otra unidad para evitar un rebosamiento.

Adicionalmente, y debido a que el sistema de alcantarillado es mixto o combinado, los desarenadores deben limpiarse después de cada evento de precipitación fuerte.

ÍTEM	ACTIVIDAD	ACCIÓN
1	Utilizar los elementos de protección personal	Utilizar los EPP que se necesitan para realizar la labor y evitar cualquier riesgo a la salud.
2	Alistar herramientas de mano	Se debe tener a la mano las herramientas que se van a utilizar en la actividad (palas, palustres, cepillos, etc.).
3	Realizar medición y control del nivel del agua	Verificar el nivel de agua en el dispositivo de aforo de cada unidad.
4	Revisar estado de componentes de la estructura	Realizar diariamente Inspección visual del estado de los componentes que conforman la estructura.

	MANUAL DE OPERACIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICA MUNICIPALES DE CHÍA	Versión: 2
		Fecha: Diciembre 21 de 2021
		Código: GSA M01

5	Abrir el flujo de agua de la unidad que se va poner en operación.	Abrir la válvula o compuerta de entrada al canal y proceder al llenado para evitar un rebosamiento de la unidad que se le va a realizar mantenimiento.
6	Cerrar el flujo de agua de la unidad que va realizar mantenimiento	Cerrar la válvula o compuerta de entrada al canal de desarenado que se encuentra activo
7	Desocupar la unidad para inicio de la limpieza	Drenar el agua hasta obtener una consistencia más sólida de los sedimentos, para proceder a retirarlos
8	Limpiar de canal de desarenación	Desprender el material adherido en el fondo y en las paredes de la cámara, utilizando escobilla con cerdas de material sintético. Retirar los sedimentos y depositarlos en un balde o en la carretilla, para llevarlos hasta los trinchos de disposición final. Con palas, cubetas, baldes, tablas y carretilla, remover los sedimentos del tanque, empujándolos hacia el drenaje y llevándolos fuera del lugar. Raspar el fondo del tanque y dejarlo completamente limpio. Si hay manguera, rociar los sedimentos del fondo. Enjuagar completamente el tanque antes de restaurar su funcionamiento.
9	Otros mantenimientos que deben realizarse con periodicidad	Engrasado de los dispositivos de apertura de compuertas (vástagos), mensualmente
10	Registro de información de campo	Diligenciar en el libro de bitácora las labores ejecutadas y las novedades presentadas en la unidad durante el turno de operación según lo establecido en el instructivo para este fin
11	Disposición final	Se deben llevar a cabo las actividades determinadas en el instructivo respectivo para el manejo y disposición de residuos sólidos.

Tabla 12. Paso a paso para la operación de la unidad desarenador

5.1.3. Trampa de grasas:

La trampa debe tener un diseño hidráulico y un tipo de retención apropiado para realizar la retención de las grasas y aceites. En una trampa de grasa no hay equipo mecánico y el diseño es similar al de un tanque séptico. La entrada y salida del agua residual de la trampa de grasas, es de flujo superficial.

La falta de limpieza continua permite la acumulación excesiva de grasa en la trampa y por lo tanto, paso de dichos sobrenadantes al tratamiento secundario. Por tal razón se deben limpiarse regularmente para prevenir el escape de cantidades apreciables de grasa y la generación de malos olores.

	MANUAL DE OPERACIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICA MUNICIPALES DE CHÍA	Versión: 2
		Fecha: Diciembre 21 de 2021
		Código: GSA M01

ÍTEM	ACTIVIDAD	ACCIÓN
1	Utilizar los elementos de protección personal	Utilizar los EPP que se necesitan para realizar la labor y evitar cualquier riesgo a la salud.
2	Alistar herramientas de mano	Se debe tener a la mano las herramientas que se van a utilizar en la actividad (palas, palustres, cepillos, etc.).
3	Revisar estado de componentes de la estructura	Realizar diariamente Inspección visual del estado de los componentes que conforman la estructura.
4	Inspección visual de los residuos que ingresan a la PTAR	Inspeccionar que no estén ingresando aguas contaminadas con aceite y grasa industrial, y en caso de presentarse proceder a cerrar válvulas y/o compuertas de alivio impidiendo el paso del agua a la siguiente fase de tratamiento.
5	Remoción de natas de grasas	Recoger con una naza el material flotante de la estructura y depositándolo en un balde o en la carretilla, para llevarlos hasta el trincho de disposición final.
6	Limpieza de la estructura	Retirar el agua del tanque, a través de una bomba, baldeo o vactor para desocuparlo en su totalidad. La operación de la unidad se debe hacer cada vez que se presenten olores fuertes y burbujas dentro de la unidad. Se debe realizar un lavado con agua y con un cepillo para remover las grasas en las paredes y componentes de la estructura en concreto. Retirar los sedimentos y depositarlos en un balde o en la carretilla, para llevarlos hasta los trinchos de disposición final. Raspar el fondo del tanque y dejarlo completamente limpio. Si hay manguera, rociar los sedimentos del fondo
7	Registro de información de campo - Disposición final	Diligenciar en el libro de bitácora las labores ejecutadas y las novedades presentadas en la unidad durante el turno de operación según lo establecido en el instructivo para este fin. Registrar en el formato de control diario la remoción de sólidos en volumen o peso los sólidos retirados. Se deben llevar a cabo las actividades determinadas en el instructivo respectivo para el manejo y disposición de residuos sólidos

	MANUAL DE OPERACIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICA MUNICIPALES DE CHÍA	Versión: 2
		Fecha: Diciembre 21 de 2021
		Código: GSA M01

5.1.4. Medición de Caudal:

La medición de caudales se realiza para garantizar que el flujo que ingresa a la PTAR esté de acuerdo con los criterios de diseño de la misma.

Como medida de control, la medición del caudal se realiza todos los días desde las 8 h hasta las 18 h, cada dos horas, para determinar el caudal promedio, mínimo y los picos. Igualmente, un día rotativo a la semana, se mide el caudal 24 h.

La medición del caudal se realiza mediante la lectura de la reglilla (en centímetros), dispuesta a un costado del Vertedero Sutro, para posteriormente determinar el caudal (en litros / segundos), estipulado en la tabla de aforo de caudales, estandarizada para las dimensiones de la estructura de aforo. Dicho dato debe registrarse en el formato de control de caudales.

5.1.5. Paredes internas y externas de las estructuras preliminares.

Limpieza de las paredes internas (principalmente) y externas de todas las estructuras componentes del tratamiento preliminar, evitando así acumulación de sólidos o colonización de algas u otros briófitos, que aceleren el proceso de intemperización y/o corrosión de los minerales que conforman las paredes estructurales.

5.2. OPERACIÓN DEL TRATAMIENTO SECUNDARIO.

Usualmente durante la tarde, el operador se dedica a realizar las labores de operación y mantenimiento del tratamiento secundario, en este caso de los cuerpos lagunares, así como de carreteables y zonas verdes.

En las tablas a continuación, se estipulan las actividades que se deben ejecutar para la operación de las lagunas tanto aireadas como facultativas.

ÍTEM	ACTIVIDAD	ACCIÓN
1	Utilizar los elementos de protección personal	Utilizar los EPP que se necesitan para realizar la labor y así evitar cualquier riesgo a la salud.

	MANUAL DE OPERACIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICA MUNICIPALES DE CHÍA	Versión: 2
		Fecha: Diciembre 21 de 2021
		Código: GSA M01

2	Realizar inspección periódica.	El operador debe estar pendiente del estado de los motores, los cuales usualmente están ubicados en un cuarto de máquinas cercano a la laguna aireada, de los aireadores (si hay), y de los difusores. De presentarse algún fallo o anomalía en los equipos, debe reportarse inmediatamente al supervisor y hacer la anotación en la bitácora, siguiendo las recomendaciones estipuladas en el instructivo de la misma. También deben verificarse las características perceptivas. Esta actividad se realiza todos los días a una misma hora verificando color, presencia de sobrenadantes y olores, según la tabla expuesta a continuación y las condiciones expuestas en el formato de Características Perceptivas
3	Operación del tablero de control.	Dependiendo de las necesidades y del diseño de la laguna aireada, los equipos deben ser manejados por el operador de la PTAR, siguiendo las recomendaciones del proveedor y del Técnico Electromecánico encargado de esta área.
4	Regulación del caudal, por medio de compuertas.	El operador debe estar pendiente de los niveles de agua en la laguna aireada. En el caso que se requiera aumentar o disminuir el tiempo de detención por alguna novedad presentada, se debe regular tanto el ingreso como la salida del agua, dicha labor debe estar dirigida por el supervisor de planta. Para controlar el caudal se emplean compuertas tipo guillotina, regulando el caudal de diseño y/o operación específica para el cuerpo de agua.
5	Alistar herramientas y elementos.	Se debe tener a la mano todas las herramientas y elementos que se van a utilizar durante la actividad (cepillos con cabo largo, baldes etc).
6	Limpieza de las cajas de conducción	Se debe realizar la respectiva limpieza de las cajas de entrada y salida de las lagunas, debido a que, en éstas, se acumulan materiales sólidos de diferentes tipos que pueden llegar a interferir en el tratamiento ya sea por obstrucciones o por cambio en las cualidades de las comunidades biológicas.
7	Remoción de sobrenadantes	Teniendo en cuenta que la masa de agua está en constante movimiento por la oxigenación mecánica, la producción de lodos es mínima. Sin embargo, se deben remover empleando una naza, hojas, ramas u otros residuos sobrenadantes que puedan llegar alterar el tratamiento o los equipos de aireación. Por la acción de la aireación, usualmente estos sobrenadantes se ubican en las orillas de la laguna, facilitando su remoción.

	MANUAL DE OPERACIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICA MUNICIPALES DE CHÍA	Versión: 2
		Fecha: Diciembre 21 de 2021
		Código: GSA M01

		Todo sobrenadante que se remueva de la laguna aireada debe ser manejado y dispuesto como se establece en el instructivo de residuos sólidos para este fin.
8	Registro de la información.	En el formato de Control diario de remoción de sólidos, se estipula el volumen de sobrenadantes retirados de la laguna aireada. Como se mencionó anteriormente, las características perceptivas se anotan en el formato, desarrollado para este fin. Diligenciar en el libro de bitácora las labores ejecutadas y las novedades presentadas en la laguna durante el turno de operación según lo establecido en el instructivo para este fin.

Tabla 14. Operación de las lagunas aireadas

ÍTEM	ACTIVIDAD	ACCIÓN
1	Inspección visual diaria del operario	Este control es muy sencillo y se limita a las observaciones hechas durante un recorrido de inspección alrededor de la planta, que debe realizarse de forma rutinaria a la misma hora del día.
2	Registro de información	Diligenciar el formato de características perceptivas, según los datos solicitados y la tabla de colores establecida.
3	Utilizar los elementos de protección personal	Utilizar los EPP que se necesitan para realizar la labor y evitar cualquier riesgo a la salud.
4	Alistar herramientas de mano	Se debe tener a la mano las herramientas que se van a utilizar en la actividad (naza, carretilla, palín, machete etc.).
5	Remoción de sobrenadantes	Se debe realizar el retiro de material flotante como: Lodos emergentes, plantas acuáticas, residuos sólidos, esta labor se realiza con la naza. Los lodos emergentes solo pueden ser removidos cuando estén maduros; es decir que tengan el diámetro y el espesor adecuado para retirarlos. Evitar que caigan plantas o ramas a las lagunas, que puedan servir de soporte para la proliferación de vectores.
6	Limpieza de taludes y rebordeo de lagunas	Periódicamente se debe realizar el retiro de las hierbas de forma manual de las estructuras en concreto tanto interno como externo, con ayuda de palín y el machete.
7	Limpieza de las cajas de conducción	Se debe realizar la respectiva limpieza de las cajas de entrada y salida de las lagunas, debido a que en estas se acumulan materiales sólidos de diferentes tipos.
8	Regulación del nivel del agua	En el caso que se requiera aumentar o disminuir el tiempo de detención por alguna novedad presentada, se debe regular tanto el ingreso como la salida del agua, dicha labor debe estar dirigida por el supervisor de planta.
9	Registro de información de campo	Diligenciar en el libro de bitácora las labores ejecutadas y las novedades presentadas en la unidad durante el turno de operación según lo establecido en el instructivo para este fin.

	MANUAL DE OPERACIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICA MUNICIPALES DE CHÍA	Versión: 2
		Fecha: Diciembre 21 de 2021
		Código: GSA M01

		Registrar en el formato de control diario la remoción de sólidos en volumen o peso los sólidos retirados.
10	Disposición final	Se deben llevar a cabo las actividades determinadas en el instructivo respectivo para el manejo y disposición de residuos sólidos.

Tabla 15. Operación de lagunas facultativas.

En ocasiones se presentan macrófitas sobre el espejo de agua (lentejilla de agua o buchón entre otras), que, de no removerse a tiempo, suelen proliferar hasta generar un problema mayor para la operación de las lagunas. Igualmente, a veces, se acumulan algas verde azules o cianofíceas (que aportan, además del oxígeno disuelto, la coloración verde a las lagunas). Dichas poblaciones tienden a formar “lamas” que deben ser removidas solamente, cuando la solidificación de las mismas lo permita.

La limpieza de taludes y rebordeo de las lagunas, se realiza manualmente, removiendo las plantas que empiecen a crecer y que puedan llegar a meterse dentro del agua.

5.2.1. Limpieza de carretables y mantenimiento de zonas verdes:

El operador debe mantener los carretables totalmente transitables, así como las áreas verdes con césped bajo y presentable.

Las labores de poda comprenden: poda de las zonas verdes, plateado de los árboles que conforman barreras forestales y cercas vivas, así como aquellas plantas que son ornamentales.

Dichas labores las ejecuta el operador mediante la operación de guadañadora y en ocasiones, con ayuda de la cuadrilla de mantenimiento.

5.3. LABORES COMPLEMENTARIAS, POR PARTE DEL OPERADOR.

A lo largo del turno de operación, el operador también realiza:

5.3.1. Manejo y Disposición de sólidos.

Todo tipo de sólido subproducto del tratamiento primario y secundario, deben ser pesados y transportados al trincho, donde se hará su disposición final. Dicho agujero es aproximadamente de 1m³, ahí se hace la disposición final de los sólidos, a los cuales se les esparce encima una capa de cal y una capa de suelo, buscando estabilizar los posibles agentes patógenos. Todas las veces que se dispongan sólidos, se deben tapar con cal y suelo, como se mencionó anteriormente.

Después que el trincho haya cumplido su vida útil, es decir, que se haya llenado este debe ser clausurado, disponiendo aproximadamente 10 cm de suelo negro, para dejar como capa superficial de cierre. Durante el proceso de adición de suelo se debe aprisionar el mismo, con el fin de compactar las capas más superiores y evitar, que, con el tiempo, se hunda el material contenido.

	MANUAL DE OPERACIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICA MUNICIPALES DE CHÍA	Versión: 2
		Fecha: Diciembre 21 de 2021
		Código: GSA M01

Para determinar el peso del material removido, se tiene en cuenta un volumen previamente establecido. En la PTAR se toma el equivalente en peso, del volumen de sólidos contenidos en la carretilla en la que se transportan los sólidos hacia el lugar de disposición final.

La tabla 16, muestra el resumen de las actividades que se deben ejecutar para garantizar un adecuado manejo y operación de los residuos sólidos generados en la PTAR.

ÍTEM	ACTIVIDAD	ACCIÓN
1	Utilizar los elementos de protección personal.	Utilizar los EPP que se necesitan para realizar la labor y así evitar cualquier riesgo a la salud.
2	Alistar herramientas y elementos.	Se debe tener a la mano todas las herramientas y elementos que se van a utilizar durante la actividad (palas, escobas, rastrillos, carretilla etc)
3	Recolección y transporte de los sólidos generados.	Toda vez que se haga la remoción de residuos sólidos (excepto los residuos extraídos de los cribados que deben dejarse escurrir), incluyendo los lodos deshidratados y encalados en los lechos de secado, deben ser recogidos del lugar de extracción inmediatamente al finalizar la labor, y transportados en una carretilla hacia el lugar de disposición final llamado trinchera. La recolección se realiza con la ayuda de palas para los sólidos gruesos, y con escobas para retirar los sólidos de menor tamaño, depositándolos en la carretilla para su transporte. En el caso de sobrenadantes presentes en las lagunas, la extracción se hace empleando una naza, y teniendo en cuenta que la naza actúa como un colador dejando escapar los excesos de agua, los sobrenadantes son depositados en una carretilla para su transporte. La remoción de los sobrenadantes de las lagunas se realiza teniendo en cuenta las consideraciones estipuladas en el instructivo de operación para sistemas lagunares. Los residuos de poda son dispuestos directamente en la trinchera, pueden ubicarse en la capa superior tapando los otros residuos dispuestos anteriormente.
4	Depositar los sólidos en la trinchera.	Todos los tipos de residuos sólidos antes mencionados, previamente recogidos y transportados, deben ser depositados en las trincheras excavadas para este fin, una vez terminada la labor, o en el caso de los residuos sólidos extraídos de los cribados, posterior su escurrimiento.
5	Adicionar cal o encalamiento.	Después de depositar cualquier tipo de residuo sólido en la trinchera, estos deben taparse con una fina capa de suelo y una capa de cal.
6	Verificar condiciones de la trinchera.	En el momento de hacer la deposición de los sólidos y la adición de suelo y de cal sobre los mismos, el operario debe verificar las condiciones de trinchera, comprobando la altura de la excavación (para determinar si es necesario la apertura de una nueva).

	MANUAL DE OPERACIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICA MUNICIPALES DE CHÍA	Versión: 2
		Fecha: Diciembre 21 de 2021
		Código: GSA M01

		También debe evaluar si hay generación de olores provenientes de la trinchera, o si hay presencia de vectores. De presentarse alguna de las anteriores situaciones, deben tomarse las medidas correctivas correspondientes.
7	Clausura y apertura de una nueva trinchera.	Después que la trinchera haya cumplido su vida útil, es decir, que se haya llenado, debe ser clausurado. Se disponen aproximadamente 10 cm de suelo negro, para dejar como capa superficial de cierre. Durante el proceso de adición de suelo se debe aprisionar el mismo, con el fin de compactar las capas más superiores y evitar, que, con el tiempo, se hunda el material contenido. La apertura de una nueva trinchera consiste en excavar un agujero en el suelo, aproximadamente de 1m³, en el cual se continuará haciendo la disposición final de los residuos sólidos.
8	Registrar información.	En el formato de Control de secado de lodos, se estipula la fecha, la altura de los lodos, y si hay o no presencia de vectores. Debe haber un formato para cada unidad de lodos de secado. Este debe ser diligenciado cada vez que se mida la columna de lodos o se adicione cal. Los volúmenes de residuos sólidos removidos diferentes a los lodos deshidratados en los lechos de secado, deben registrarse en el formato de Control diario de remoción de sólidos Diligenciar en el libro de bitácora las labores ejecutadas y las novedades presentadas, según lo establecido en el instructivo para este fin.

Tabla 16. Manejo y disposición de residuos sólidos.

5.3.2. Muestreo del Afluente y Efluente:

Dependiendo del Tiempo de Detención Hidráulico (THD=1 mes), Se toman muestras compuestas y puntuales de afluente y efluente, para determinar las concentraciones de los parámetros mencionados en el numeral 4.4.1.

La toma de muestras puntuales es labor subcontratada por la empresa y se realiza por un laboratorio autorizado por el IDEAM.

5.3.3. Características perceptivas:

El operador mediante la observación de la coloración de los cuerpos de agua, la presencia o no de sobrenadantes como macrófitas, residuos sólidos, espumas y otros, así como la generación de olores ofensivos, determina si los cuerpos de agua están o no acorde con lo esperado de la laguna

	MANUAL DE OPERACIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICA MUNICIPALES DE CHÍA		Versión: 2
			Fecha: Diciembre 21 de 2021
			Código: GSA M01

La determinación de las condiciones perceptivas, está dada por una tabla de colores y observaciones, realizada específicamente para las lagunas del sistema. Para la PTAR Chía se contemplan dos tipos de tablas de colores, una para lagunas aireadas y otra para lagunas facultativas.

Dado caso que en el momento que el operador, por medio del seguimiento de las características perceptivas de las lagunas encuentre algo atípico, debe informar inmediatamente al supervisor del sistema, para tomar soluciones frente la situación descrita.

LAGUNAS CONVENCIONALES			
VALORACIÓN	COLOR	CARACTERÍSTICAS	MEDIDAS DE ACCIÓN
1	Verde	Buen funcionamiento lagunas facultativas y de maduración. Concentraciones de oxígeno disuelto óptimas Presencia de algas en simbiosis con otros microorganismos.	Observación diaria. Mantenimiento taludes, remoción sobrenadantes.
2	Café	Mal funcionamiento sistema lagunar Presencia de barros disueltos en el agua por arrastre (precipitaciones)	Aumentar tiempos de retención. Bloquear vertedero efluente, subir el nivel de la laguna.
3	Negro	Mal funcionamiento sistema lagunar Ascenso de lodos a la superficie de la laguna (precipitaciones) Presencia de olores fuertes Bajas concentraciones de oxígeno disuelto	Disminuir tiempos de retención. Abrir efluente, bajar el nivel de la laguna. Remoción frecuente de sobrenadantes.
4	Rosado	Mal funcionamiento sistema lagunar Presencia de colonias Bacterias púrpura Bajas concentraciones de oxígeno disuelto Excesivos niveles de sulfuros	Informar para toma de decisiones.
5	Gris	Mal funcionamiento sistema lagunar Presencia de tensoactivos (jabones / detergentes) Bajas concentraciones de oxígeno disuelto	Disminuir tiempos de retención. Abrir efluente, bajar el nivel de la laguna.

LAGUNAS AIREADAS			
VALORACIÓN	COLOR	INDICADORES	MEDIDAS DE ACCIÓN
1	Café oscuro	Buen funcionamiento lagunas aireadas Concentraciones de oxígeno disuelto óptimas Buen mezclado del agua en tratamiento	Observación diaria. Mantenimiento taludes. Mantenimiento equipo aireador.
2	Gris	Mal funcionamiento de la laguna Presencia de barros disueltos en el agua por arrastre (Precipitaciones) Presencia de olores fuertes Bajas concentraciones de oxígeno disuelto	Aumentar tiempos de retención. Bloquear vertedero efluente, subir el nivel de la laguna. Aumentar aireación lagunar
3	Negro	Mal funcionamiento del sistema de aireación Aireación parada total o parcialmente Bajas concentraciones de oxígeno disuelto Presencia de olores fuertes	Informar para toma de decisiones.

Tabla 17. Características perceptivas.
FUENTE: Conhydra S.A.E.S

	MANUAL DE OPERACIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICA MUNICIPALES DE CHÍA	Versión: 2
		Fecha: Diciembre 21 de 2021
		Código: GSA M01

5.3.4. Verificación del componente hidráulico:

Consiste en la supervisión directa y continua de todo el sistema de tratamiento, con el objetivo de obtener un funcionamiento óptimo en las unidades hidráulicas que componen los procesos físicos y biológicos de la PTAR.

5.4. DETERMINACIÓN DE LA ALTURA DE LOS LODOS EN LA CÁMARA ANAEROBIA PARA DRAGADO DE LOS MISMOS.

Debido a que los lodos producidos por un sistema lagunar son menores en cantidad a los producidos por otros sistemas como zanjas de oxidación, dentro del diseño de las lagunas se contempla una altura para la deposición de lodos en el fondo de las lagunas. Dicha altura depende del volumen acumulado de lodos, dependiente a su vez de la población y de la tasa de acumulación de los mismos.

El periodo de limpieza estipulado para el dragado o remoción de los lodos para lagunas de estabilización es de 5 a 10 años⁴, dependiendo, como se mencionó anteriormente la población a que atañe el tratamiento.

Anualmente, posterior a los primeros 5 años de operación de la PTAR, deben revisarse los niveles de los lodos depositados en los fondos de las lagunas. Para ello deben realizarse batimetrías y determinar si los lodos acumulados han sobrepasado la altura del depósito de lodos, especificada en el diseño de las lagunas; de ser así, debe dragarse la laguna, dejando una columna de lodos en el fondo, aproximada a la que se acumularía a los seis meses de la puesta en marcha de la PTAR.

Las ecuaciones correspondientes para la verificación de los niveles de lodos, son las siguientes:

EQ. VOLUMEN DE LODOS (V lodos en m³)

$$V_{lodo} = \frac{Pob * Ta * N}{1000}$$

Donde;

Pob: Población de Chía.

Ta: Tasa de acumulación de lodos, de 100 a 120 litros/hab*año.

N: Periodo de limpieza de 5 a 10 años.

Con el volumen de lodos se calcula la profundidad de los mismos:

EQ. ALTURA DE LODOS (Z lodos en m)

$$Z_{lodo} = \frac{V_{lodo}}{A_f}$$

Donde;

A_f: Área del fondo de la laguna, en m.

	MANUAL DE OPERACIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICA MUNICIPALES DE CHÍA	Versión: 2
		Fecha: Diciembre 21 de 2021
		Código: GSA M01

5.5. MEDIDAS PARA ESTABILIZAR EL SISTEMA LAGUNAR, POSTERIOR A INUNDACIONES.

Un problema que puede presentarse es la pérdida de microorganismos en las lagunas de estabilización, por causa de fuertes y constantes precipitaciones (lavado del sistema lagunar). Para el restablecimiento de la población microbiana operante en las lagunas, se recomienda seleccionar, aislar y bioaumentar los organismos que actúan en el tratamiento.

Igualmente, para iniciar la estabilización del sistema, se debe permitir el ingreso al sistema de forma continua del agua residual, con el fin de garantizar el sustrato para los microorganismos que se inoculan y los presentes aún en las lagunas.

A continuación, se describen los procesos que se deben llevar a cabo en el laboratorio, según Bellosio, Claudio. (1999)⁷, que logran la estabilización del sistema lagunar, así como mejoras en las eficiencias de remoción en el tratamiento de aguas residuales.

5.5.1. Proceso de selección de las cepas microbianas autóctonas:

Se debe realizar aislamiento de una muestra tomada de los lodos depositados en el fondo de la última laguna facultativa (sedimentos). La muestra se debe extraer con una bomba de sólidos, hasta recuperar aproximadamente 0,10 m, directamente del sector cercano al efluente de la laguna. La muestra debe disponerse en una bolsa de plástico estéril, conservado a $\pm 4^{\circ}\text{C}$ hasta su procesamiento en el laboratorio.

Se debe incubar el sedimento recolectado en el caldo de cultivo Tripticasa de Soya, después de 72 horas de incubación a 30°C , se debe realizar aislamientos directamente sobre agar Tripticasa de Soya. Una vez aisladas y desarrolladas las colonias se deben hacer pruebas de la tasa de biodegradación, con cada una de las cepas aisladas. Se recomienda cultivar cada cepa aislada en aguas residuales provenientes de la laguna anaerobia a una temperatura de 30°C durante 72 horas.

5.5.2. Bioaumentación:

Se debe propagar la comunidad microbiana, posteriormente aislada y cultivada, en un medio mineral líquido, empleando como única fuente de carbono las aguas residuales crudas, obtenidas por evaporación al vacío.

El cultivo bioaumentado debe inocularse una única vez, en la laguna facultativa. Se recomienda emplear $1,3 \times 10^8$ UFC/m³.

5.5.3. Población microbiana habitual en lagunas de estabilización:

El rendimiento óptimo de un sistema lagunar ocurre cuando existe una población equilibrada de bacterias, hongos, protozoos, rotíferos y algas.⁸

	MANUAL DE OPERACIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICA MUNICIPALES DE CHÍA	Versión: 2
		Fecha: Diciembre 21 de 2021
		Código: GSA M01

En la tabla 21 se presentan los principales microorganismos presentes en lagunas para tratamiento de aguas residuales, con algunas de sus características y el rango óptimo de pH para su desarrollo.

MICROORGANISMO	DESCRIPCIÓN	RANGO de pH - OPTIMO DESARROLLO
Procariotes	Unicelulares	
Bacterias	Anaerobias, aerobias facultativas. Asimiladoras de MO, N, P, entre otros elementos y compuestos.	6,5 - 7,5. Aunque toleran y se adaptan a condiciones de acidez y basicidad.
Eucariotes	Multicelulares	
Hongos	Protistas, heterótrofos. No fotosintéticos. Usualmente aerobios estrictos.	Prefieren pH entre 4 - 6,5, pero toleran pH bajos.
Protozoos	Protistas móviles, microscópicos. Anaerobios facultativos. Bacteriófagos y asimiladores de restos de MO	6 - 8, pero al encontrarse en asociación con algas, toleran pH básicos.
Rotíferos	Aerobios, heterótrofos, bacteriófagos	pH neutro (6 - 8), con tolerancia a pH básicos
PROCARIOTES/EUCARIOTES		
Algas	Protistas, autótrofas, fotosintetizadores.	pH de neutro a básico (desde 6 en adelante)

Tabla 18. Microorganismos presentes en lagunas de estabilización

FUENTE: Vascones, José. UBA. 2000

5.5.4. Posibles problemas en un sistema lagunar:

A continuación, se presentan los posibles problemas, causas y soluciones a los mismos, que pueden presentarse en un sistema lagunar empleado como sistema de tratamiento biológico de aguas residuales domésticas.

PROBLEMAS EN LA OPERACIÓN DE LA PLANTA		
SINTOMA	CAUSA	SOLUCIÓN
Acumulación de material flotante en la superficie.	Formación de natas en la superficie debido a la acumulación de algas, generalmente de épocas calurosas.	Forzar la sedimentación utilizando un chorro de agua con manguera. Retirarlas con rastrillo, una vez el viento haya arrastrado el sedimento hacia las orillas. No realizar fumigaciones con productos químicos para la radicación de plantas u otros organismos.

	MANUAL DE OPERACIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICA MUNICIPALES DE CHÍA	Versión: 2
		Fecha: Diciembre 21 de 2021
		Código: GSA M01

	Flotación de lodo en el fondo	Utilizar una red para el retiro de los lodos flotantes.
	Acumulación de papeles plásticos o grasas que no hayan sido retenidos en el sistema de pretratamiento o arrastrados por el viento.	Eliminar todos los materiales flotantes mediante una red de limpieza de piscinas
Según la coloración que se evidencie en las lagunas		
Oscuro casi negro	Presencia de concentraciones elevadas de carga orgánica. El proceso empieza a funcionar de forma anaeróbica.	Colocar a funcionar las cuatro lagunas en paralelo.
Verde oscuro brillante	Evidencia de un buen funcionamiento de la planta y oxígeno disuelto alto.	Buena operación y mantenimiento del sistema.
Verde opaco amarillo	Predominio de algas verde azules	Ajuste de la concentración de nutrientes.
Rosa o rojo	Presencia de bacterias de azufre por sobrecarga. Sobrecarga por vertimientos sin control.	Colocar a funcionar las cuatro lagunas en paralelo. Recircular parte del efluente.
Canela o carmelito	Producto de erosión de taludes.	Verificación de estabilidad de taludes. Tomar medidas de control de forma inmediata.
Olores desagradables	Sobrecarga: disminuye la intensidad del color verde normal en la laguna y la concentración de O.D. otra causa puede ser la distribución desigual del caudal de entrada a la planta, si se encuentra trabajando en paralelo. Puede ser causada por vertidos de desechos industriales. La sobrecarga puede ser causada por presencia de tóxicos que ingresaron al sistema. Los valores de pH se encuentran por fuera de lo normal. Periodos prolongados de lluvia y bajas temperaturas.	Si es posible trabajar las lagunas en serie. Mejorar la distribución en las cajas de reparto. Identificación de la fuente de tóxicos. Si es por el agua que ingresa a la planta, desviar todo el caudal por el aliviadero. Intentar renovar el agua almacenada en la laguna afectada. Recircular el efluente hasta que se tengan condiciones normales. Caracterizar inmediatamente el agua tanto de entrada como de salida. Avisar a la interventoría y autoridades municipales. Controlar el caudal afluente a la planta utilizando el aliviadero.
Cortos circuitos o anomalías de flujo	Localización deficiente de entradas y salidas.	Rediseñar las entradas y salidas teniendo en cuenta la buena práctica del diseño hidráulico.
	Presencia de plantas acuáticas.	Eliminación de todas las plantas acuáticas.
	Acumulación de lodo.	Retirar los depósitos de lodo del fondo.
Presencia de mosquitos u otros insectos. Crecimiento de plantas acuáticas y maleza en los taludes.	Crecimiento de plantas acuáticas. Descuido en las labores de mantenimiento	Eliminación de todas las plantas acuáticas u otros soportes de larvas. Verificar existencia de zonas muertas. Eliminación de todas las plantas, en los taludes internos por medio de elementos mecánicos o manuales.

	MANUAL DE OPERACIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICA MUNICIPALES DE CHÍA	Versión: 2
		Fecha: Diciembre 21 de 2021
		Código: GSA M01

		No realizar fumigaciones con productos químicos para la radicación de plantas u otros organismos.
--	--	--

Tabla 19. Resumen de los posibles problemas que puedan presentarse en una PTAR

5.6. COMPONENTE ELÉCTRICO INSPECCIÓN Y REPARACIÓN.

Como en todos los casos de manejo e instalaciones, (rosetas, tomacorrientes, interruptores, bombillos, luminarias externas) y estar familiarizado con los sistemas eléctricos que utiliza para que las operaciones de emergencia puedan hacerse rápida y correctamente.

Componente Eléctrico.

Los componentes eléctricos en la caseta del operador y del cuarto de máquinas deberán ser revisados mínimo cada tres meses así estos estén funcionando correctamente; así como rosetas, tomacorrientes, interruptores, bombillos, luminarias externas.

6. FORMATOS ESTANDARIZADOS PARA EL SISTEMA.

Tal y como se mencionaban en las tablas que competen tanto al mantenimiento como a la operación de los componentes del sistema, cada una de las labores ejecutadas por el operador deben ser registradas en los formatos estandarizados para el sistema y en la bitácora que es el libro de registros de la operación y de las labores.

Dichos formatos se encuentran anexos al presente documento y se pueden descargar dentro del SIG

7. GLOSARIO

Afluente: Agua residual que ingresa a la planta de tratamiento de aguas residuales, o algún proceso de tratamiento.

Aforo: Es la medida del caudal, o de la cantidad de agua que pasa en un determinado tiempo por algún sistema, siendo las formas más comunes de aforar, las volumétricas. Los instrumentos o estructuras empleadas para determinar el caudal, deben ser previamente calibrados. Estructuras de aforo comunes: canaleta Parshall, vertedero sutro, triangular 90°

Agua residual tratada: Agua que fluye de una planta de tratamiento de aguas residuales. Las aguas tratadas son más seguras que las aguas residuales no tratadas y se pueden utilizar para irrigar las cosechas, pero no son adecuadas para el consumo humano.

Aguas residuales: Agua que contiene desechos humanos y/o proveniente de otra actividad (industriales, comerciales). Para el caso puntual de la PTAR Chía, son aguas residuales domiciliarias mezcladas con aguas lluvias, por lo tanto, los principales contenidos son materia orgánica y sólidos en solución.

	MANUAL DE OPERACIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICA MUNICIPALES DE CHÍA	Versión: 2
		Fecha: Diciembre 21 de 2021
		Código: GSA M01

Aguas servidas: Aguas de desecho provenientes de lavamanos, tinas de baño, duchas, lavaplatos, y otros artefactos que no descargan materias fecales.

Alga: Organismos que usualmente se encuentran en la superficie del agua. Actúan sobre el agua residual y adicionan oxígeno al agua como producto de desecho fotosintético.

A/M: La proporción entre la cantidad de microorganismos activos y el alimento disponible. Parámetro decisivo en el control del proceso. Si esta proporción no es equilibrada, aparecerán serios problemas en planta. El número de organismos aumenta también al aumentar la carga de materia orgánica (alimento) y el tiempo de permanencia en el zanjón de oxidación. El operador deberá eliminar el exceso de microorganismos (fangos en exceso o purga de fangos).

Ambiente aerobio: Zona o lugar donde hay suficiente oxígeno disuelto en el agua.

Ambiente anaerobio: Zona o lugar donde no hay oxígeno disuelto en el agua. Los microorganismos anaerobios usualmente toman para su respiración azufre o nitrógeno.

Análisis: Examen del agua, agua residual o lodos, efectuado por un laboratorio.

Biodegradación: Degradación de la materia contaminante por acción de microorganismos sobre el suelo, aire, cuerpos de agua receptores o procesos de tratamiento de aguas residuales.

Bacterias: Microorganismo unicelular, pueden ser heterótrofas o autótrofas. Bacterias autótrofas – fotosintéticas – aerobias - facultativas: capaces de sintetizar las sustancias orgánicas a partir de las minerales. -Fotosíntesis: empleo de la energía de las radiaciones luminosas, gracias a ciertos pigmentos que poseen, para obtención de energía. Bacterias anaeorobias - quimiosintetizantes: Obtienen la energía necesaria a partir de reacciones químicas de oxidación, como las bacterias nitrificantes del suelo y las sulfobacterias de las aguas sulfurosas.

Cámara: Región o zona de la laguna.

Carga orgánica: Producto de la concentración media de DBO por el caudal medio determinado en el mismo sitio; se expresa en kilogramos por día (kg/d).

Combinado: Sistema de alcantarillado que recibe aguas lluvias y aguas residuales de origen doméstico y/o industrial.

Concentración: Cantidad de una sustancia, elemento o compuesto en un líquido contenedor.

Cribado: Conjunto de rejillas barras paralelas de separación uniforme (2 a 4cm), utilizado para remover residuos sólidos. Es la empleada en el tratamiento preliminar.

	MANUAL DE OPERACIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICA MUNICIPALES DE CHÍA	Versión: 2
		Fecha: Diciembre 21 de 2021
		Código: GSA M01

Digestión aerobia: Descomposición biológica de la materia orgánica o de un lodo en presencia de oxígeno. **Digestión anaerobia:** Descomposición biológica de la materia orgánica o de un lodo en ausencia de oxígeno. **Efluente:** Líquido que sale de un proceso de tratamiento. Agua residual tratada.

Emisario: Canal o tubería que recibe las aguas residuales de un sistema de alcantarillado, las conduce a una planta de tratamiento, o de una planta de tratamiento hasta el punto de disposición final.

Espuma: Impurezas flotantes que se encuentran sobre la superficie del agua, producto del contacto de tensoactivos (compuesto principal de detergentes) con el oxígeno a grandes velocidades o por choque.

In situ: En el sitio.

Laguna anaerobia: Empleadas para tratar aguas residuales. Por lo general tienen una profundidad entre 2.00 y 5.00 metros. Las lagunas anaeróbicas funcionan de modo similar a los tanques sépticos abiertos y trabajan en forma óptima en los climas calientes, tropicales y subtropicales, dado que la intensidad del brillo solar y la temperatura ambiente son factores clave para la eficiencia en los procesos de degradación.

Lagunas Facultativas: Pueden ser de dos tipos: Lagunas facultativas primarias y secundarias, estas lagunas reciben las aguas sedimentadas de la etapa primaria (usualmente el efluente de una laguna anaeróbica). Las lagunas facultativas en ciertos casos, pueden tornarse rojas o rosadas cuando existen bacterias fotosintéticas púrpuras oxidantes del sulfuro en su composición. Este cambio en la ecología de las lagunas facultativas ocurre debido a ligeras sobrecargas. De esta manera, el cambio de coloración en estas lagunas es un buen indicador cualitativo del funcionamiento del proceso de degradación. Oscilan entre los 1,5 y 3 m de profundidad.

Laguna de Maduración: Es la menos profunda de todas las lagunas de estabilización, llegando hasta los 1,5 m. La población de algas es mucho más diversa en las lagunas de maduración que en las lagunas facultativas, aportando una gran cantidad de oxígeno al agua. Son llamadas de pulimento por cuanto aparecen comunidades de macroorganismos quienes depredan a las bacterias que pudieron pasar de las lagunas facultativas, algunas de ellas factor etiológico de enfermedades como la e - coli.

Lodo: Emergente de lagunas: Mezcla de microorganismos, sólidos en suspensión y materia orgánica, presentes en las profundidades de las lagunas (zona anaerobia) que por cambios de temperatura ascienden hacia la superficie lagunar.

Muestra compuesta: Mezcla de varias muestras o alícuotas instantáneas recolectadas en el mismo punto de muestreo en diferentes tiempos. La mezcla se hace teniéndolos caudales individuales de cada muestra puntual o instantánea.

Muestra puntual: Muestra de agua residual tomada al azar en un momento determinado para su análisis. Algunos parámetros deben determinarse in situ y otros en el laboratorio.

Paso directo (By-Pass o alivio): Conjunto de tuberías, canales, válvulas y compuertas que permiten desvío del agua residual de un proceso o planta de tratamiento en condiciones de emergencia o de mantenimiento correctivo.

	MANUAL DE OPERACIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICA MUNICIPALES DE CHÍA	Versión: 2
		Fecha: Diciembre 21 de 2021
		Código: GSA M01

PTAR: Planta de Tratamiento de Agua Residual. Conjunto de obras, instalaciones y procesos para tratar las aguas residuales. Sistema diseñado y construido para la depuración de aguas residuales.

Pretratamiento o tratamiento preliminar: Procesos de tratamiento localizados antes del tratamiento primario. Su principal objetivo es hacer remoción de residuos sólidos y arenas.

Tratamiento biológico: Procesos de tratamiento en los cuales se emplea la acción natural de los microorganismos para estabilizar la materia orgánica y los sólidos disueltos presentes en las aguas residuales. Usualmente se utilizan para la remoción de material orgánico disuelto.

Tratamiento primario: Tratamiento en el que se remueve una porción de los sólidos suspendidos y de la materia orgánica del agua residual. Esta remoción normalmente es realizada por operaciones físicas como la sedimentación. El efluente del tratamiento primario usualmente contiene alto contenido de materia orgánica y una relativamente alta DBO5.

Tratamiento secundario: Es aquel directamente encargado de la remoción de la materia orgánica y los sólidos suspendidos.

Válvulas: Son accesorios que permiten controlar la dosis de químicos o la regulación de caudales en tuberías y/o estructuras.

Vertederos: Son dispositivos que permiten determinar el caudal. Poseen una ecuación general que depende de la gravedad, de su geometría, de su espesor de pared. La variable independiente será siempre la altura de la lámina de agua sobre el nivel de referencia. De esta forma cualquier vertedero puede calibrarse mediante una curva de calibración del mismo con base en diferentes alturas de la lámina de agua de los diferentes caudales.

Volumétrico: El aforo volumétrico consiste en recoger en un tiempo específico una cantidad de material que se está aforando o recoger un volumen específico midiendo el tiempo utilizado en la recolección de este. Es útil para el aforo de vertimientos puntuales de pequeño tamaño.