



Autoridad para el Manejo Sustentable de la
Cuenca del Lago de Atitlán y su Entorno



INFORME DE EVALUACIÓN E INTERPRETACION RESULTADOS DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA EN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL CEBOLLALES I, PANAJACHEL, SOLOLA

Descripción breve

El presente informe contiene el análisis del funcionamiento de la planta de tratamiento de agua residual de Cebollales I, Panajachel, Sololá, con base en los monitoreos de calidad de agua realizados por AMSCLAE.

Felix Aguilar

Tabla de contenido

1	Antecedentes	2
2	Planta de tratamiento existente	3
2.1	Pretratamiento	3
2.2	Tratamiento primario	3
2.3	Tratamiento secundario.....	4
2.4	Tratamiento terciario.....	8
2.5	Digestor de lodos y Patio de secado de lodos	8
3	Conclusiones.....	9

1 Antecedentes

La planta de tratamiento Cebollales I de Panajachel entró en operaciones en el año 2013. Esta planta fue construida con financiamiento del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el INFOM, contando dentro de su tren de tratamiento con un sistema de lodos activados y tratamiento terciario de tipo químico.

La planta de tratamiento se encuentra compuesta por:

- 1) Canal de rejas y desarenador
- 2) Trampa de grasas
- 3) Sedimentador primario
- 4) Tanques de aireación-lodos activados (2 unidades)
- 5) Sedimentador secundario
- 6) Coagulación-floculación
- 7) Desinfección
- 8) Sedimentador terciario
- 9) Digestor anaerobio de lodos
- 10) Patio de secado de lodos

En el año 2018, derivado de gestiones realizadas por AMSCLAE se obtuvo el beneficio de invertir un resarcimiento en la sustitución de los difusores tipo snapy con los que originalmente fue construida la planta de tratamiento, ello derivado que durante la evaluación realizada por AMSCLAE en el año 2017, se identificó que varios difusores se encontraban dañados, razón por la cual la concentración de oxígeno de los tanques de aireación no lograba llegar a valores de 1 miligramo por litro (valor mínimo de operación), haciendo que la planta de tratamiento opere de forma ineficiente.

Adicionalmente aprovechando el resarcimiento ya mencionado, la municipalidad asignó recursos financieros para cambiar los restantes difusores snapy del tanque de aireación No. 2 (izquierdo), y el 75% de los difusores snapy del tanque de aireación No. 1 (derecho).

Con estas mejoras se espera mejorar las condiciones de aireación de la planta de tratamiento Cebollales I, razón por la cual AMSCLAE en apoyo a la municipalidad de Panajachel, ha programado durante el año 2019 la medición de varios parámetros en las distintas unidades que conforman esta planta de tratamiento, con el objetivo de evaluar el comportamiento de la misma, y continuar en el proceso de mejora que permita que la planta de tratamiento cumpla con lo que establece el Acuerdo Gubernativo 12-2011.

En el presente documento, se muestran los resultados del comportamiento de la planta de tratamiento al mes de junio de 2019.

2 Planta de tratamiento existente

2.1 Pretratamiento

El pretratamiento consiste en un canal de rejillas, desarenador y trampa de grasas. Durante el proceso de evaluación se ha identificado que es necesario sustituir la compuerta de ingreso (derivadora de caudal), dado que esta se encuentra completamente deteriorada, y no permite manipularse (abrirse o cerrarse).

En el caso del desarenador, derivado de ajustes realizados por la municipalidad de Panajachel al incorporar una rejilla fina (según se indica, esta se instaló dado que la rejilla gruesa permitía el ingreso de mucho material flotante y suspendido), se redujo la longitud de desarenado, razón por la cual las arenas no terminan de precipitar dentro del canal de rejillas, pasando este material a la trampa de grasas y sedimentador primario. Es importante indicar que los canales de desarenado se encuentran trabajando con caudales no equitativos, derivado que las compuertas de aislamiento de estas unidades se encuentran totalmente dañadas, por lo que estas deben sustituirse con el objetivo de distribuir de forma equitativa los caudales en ambos canales. Se recomienda que se evalúe una vez habilitadas las compuertas de los canales desarenadores, la velocidad y longitud de desarenado a efecto de establecer la necesidad o no de ampliar esta unidad para manejar los caudales que ingresan actualmente (de 20 a 40 litros por segundo aproximadamente).

En el caso de la trampa de grasas, se debe evaluar su capacidad, principalmente para caudales pico, dado que en el sedimentador primario se observan grasas sobrenadantes, lo cual obedece a la poca capacidad que tiene esta unidad para retener grasas.

2.2 Tratamiento primario

El tratamiento primario se realiza a través de procesos de tipo físico (sedimentación). La planta de tratamiento cuenta con una unidad que de acuerdo a las evaluaciones realizadas por AMSCLAE, tiene capacidad para tratar hasta 37 litros por segundo (caudal de diseño), sin embargo, es importante mencionar, que presenta inconvenientes dado que, durante el primer semestre del año 2019, no ha podido extraerse los lodos de la unidad, dado que los lodos del digestor anaerobio que recibe estos lodos no tienen forma de extraerlos por encontrarse dañada la bomba de extracción de lodos.

Por lo anterior, es importante realizar la reparación y/o sustitución de la bomba de extracción de lodos del digestor de lodos, a efecto se pueda extraer lodos de esta unidad hacia el patio de deshidratado (patio de secado de lodos).

Al lograrse extraer los lodos, deberá mantenerse evaluaciones de esta unidad para regular el período y tiempo de extracción de lodos que evite la formación de condiciones anaerobias en esta unidad. También es importante determinar la necesidad de contar con

el sedimentador primario, dado que esta unidad reduce la concentración de la Demanda Bioquímica de Oxígeno, con lo cual se descompensa la unidad de aireación.

Se recomienda evaluar, convertir esta unidad en un tanque anaerobio y anóxico, realizándose los ajustes de recirculación de los lodos que sea requerido para realizar la desnitrificación y reducción de fósforo en esta unidad.

2.3 Tratamiento secundario

El tratamiento secundario (remoción de materia orgánica DBO₅) se lleva a cabo en dos tanques de aireación (tanque 1 derecho y tanque 2 izquierdo).

Las evaluaciones realizadas por AMSCLAE en el año 2017, evidenciaron la necesidad de reparar o sustituir los difusores snapy de ambos tanques de aireación, dado que se pudo observar varios espacios muertos (sin aireación) en los tanques, adicionalmente, se identificó a través del monitoreo de concentración de oxígeno, que esta se encontraba por debajo de 1 miligramo por litro.

Con base en esta evaluación, y considerando que el costo de sustitución de difusores snapy era superior al de los difusores de burbuja fina, se optó por instalar estos últimos, lográndose la sustitución total de los difusores en el tanque 2 (izquierda), y en un 75% los difusores del tanque de aireación 1 (derecho) en el año 2018.

Durante el proceso de monitoreo realizado durante el año 2018 y 2019, ha quedado evidenciado que el tanque de aireación 1 presenta inconvenientes para alcanzar el nivel de concentración de oxígeno disuelto, ello derivado que existen aún varios difusores snapy que se encuentran dañados y en el existe una combinación de difusores snapy con difusores de burbuja fina. Adicionalmente, se ha podido identificar que a este tanque ingresa el 40% del caudal de la planta, dado que la caja distribuidora de caudales que distribuye el caudal entre los dos tanques de aireación, no lo realiza de forma uniforme, enviando un caudal menor al tanque de aireación No. 1. Finalmente, se identificó que el caudal de recirculación de lodos en este tanque es de 14.55 litros por segundo.

La eficiencia de remoción de DBO de esta unidad es de 81.47%, con un tiempo de retención hidráulica de 20.40 horas (a un caudal de 8.884 litros por segundo), cumpliéndose las recomendaciones de diseño para este parámetro, las cuales estipulan que este debe ubicarse en un rango de 18 a 36 horas.

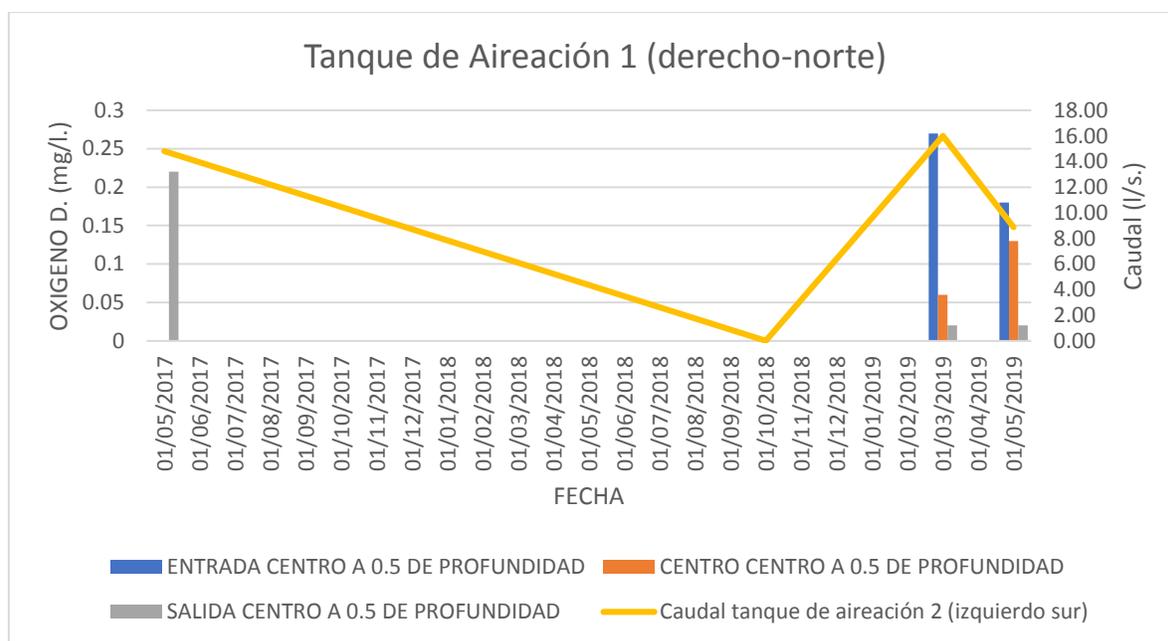
El índice volumétrico de lodos es de 186 ml/g., siendo lo recomendado un valor menor a 125 ml/g. Los SSLM presenta un valor de 4437.50, encontrándose dentro de los valores recomendados (3000 a 6000 mg/l).

La carga volumétrica es de 0.45 KgDBO/m³*día, encontrándose levemente por arriba del valor recomendado (0.16 a 0.40).

Derivado de lo indicado, la concentración de oxígeno en el tanque No. 1, no supera una concentración a la salida mayor a 0.02 miligramos por litro (ver grafica mostrada a continuación), por lo que se recomienda lo siguiente:

- 1) Ajustar la distribución de la caja distribuidora de caudales para evitar distribución desigual.
- 2) Operar la unidad a un caudal que no supere los 8 litros por segundo, una vez se sustituyan los difusores dañados).
- 3) Sustituir los difusores snapy que aún no han sido sustituidos por difusores de burbuja fina.
- 4) Realizar limpieza y mantenimiento general del tanque (pintura).

Gráfica 1: Comportamiento del oxígeno disuelto y caudal en el tanque de aireación No. 1.



Fuente: monitoreos realizados por AMSCLAE.

En relación al tanque de aireación No. 2, en este ingresa un caudal de 13.326 litros por segundo (caudal mayor al que ingresa al tanque No. 1, por las condiciones de la caja distribuidora de caudales que ya se ha mencionado). El caudal de lodos (recirculación) es de 13.33 litros por segundo, menor al caudal de lodos que ingresa al tanque No. 1, por lo

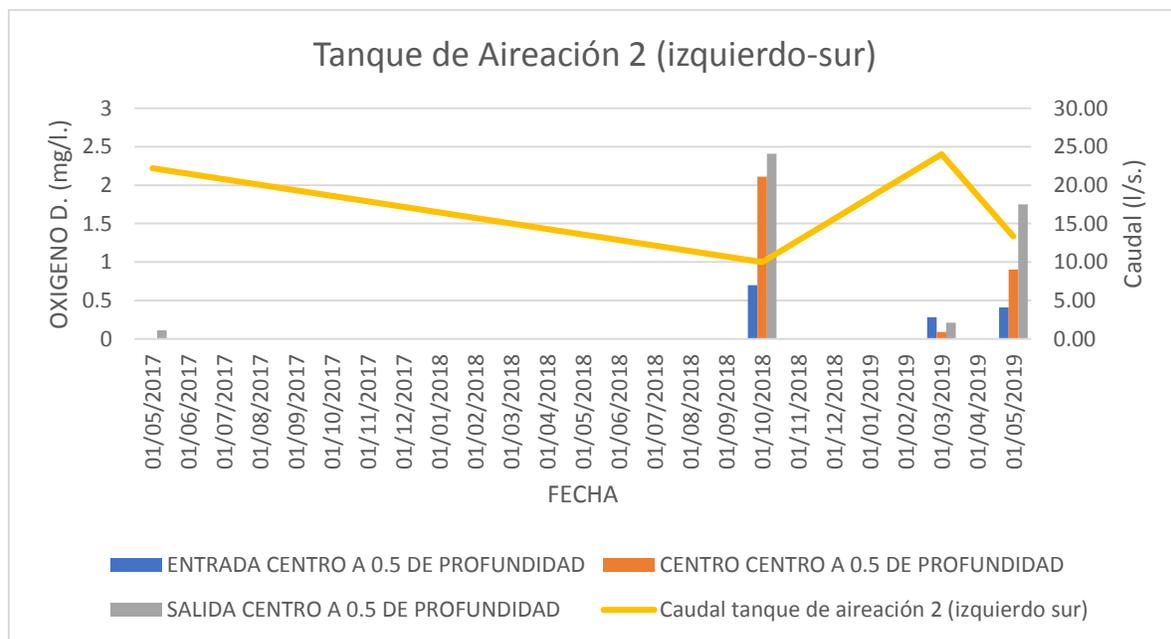
que deberán realizarse los ajustes necesarios para que, al momento de ingresar caudales equitativos de agua residual, también se reciba caudal equitativo de lodos.

La carga volumétrica en el tanque No. 2 es de 0.62 kgDBO/m³*dia (el rango recomendado es de 0.16 a 0.40), ubicándose por arriba de los valores recomendado, lo cual puede atribuirse al caudal de agua que ingresa (que supera su capacidad) o por valores bajos de DBO (como consecuencia de la eliminación de una fracción de materia orgánica en el sedimentador primario).

El tiempo de retención hidráulico en este tanque es de 13.60 horas, encontrándose por debajo del valor recomendado (18 a 36 horas), lo cual vendría a confirmar que esta unidad se encuentra trabajando con un caudal superior al que debe trabajar (ver comentario de carga volumétrica realizado en párrafo anterior).

En relación al comportamiento del Oxígeno Disuelto, este presentó un valor de 1.75 mg/l., a 0.50 metros de profundidad en la salida y centro del tanque de aireación, siendo este un valor aceptable, toda vez que la recomendación es que sea mayor a 1 mg/l. (ver gráfica siguiente).

Gráfica 2: Comportamiento del oxígeno disuelto y caudal en el tanque de aireación No. 2.



Fuente: monitoreos realizados por AMSCLAE.

Es importante observar en la gráfica anterior, que, en el monitoreo realizado en el mes de marzo, cuando ya se tenían los difusores de burbuja fina en funcionamiento, la

concentración de oxígeno era de 0.21 mg/l., lo cual se atribuye a que en ese monitoreo el caudal que ingresaba a la unidad era de 16.00 litros por segundo, el doble del caudal medido el 21 de mayo (8.88 litros por segundo). En el muestreo del mes de mayo, se obtienen valores buenos de oxígeno disuelto a pesar que el caudal aún supera el tiempo de retención recomendado.

El índice volumétrico de lodos es de 125.11 ml/g., encontrándose dentro del recomendado (menor a 125 ml/g). Los SSLM presenta un valor de 3100, encontrándose dentro de los valores recomendados (3000 a 6000 mg/l).

Finalmente, la eficiencia en remoción de DBO5 es de 80%, encontrándose por debajo de los valores recomendados 85 a 95%.

Derivado de lo indicado, se recomienda para el tanque de aireación No. 2 lo siguiente:

- 1) Ajustar la distribución de la caja distribuidora de caudales para evitar la sobrecarga de la unidad.
- 2) Operar la unidad a un caudal que no supere los 8 litros por segundo, una vez se sustituyan los difusores dañados).
- 3) Ajustar caudales de recirculación de lodo para que los dos tanques tengan el mismo caudal.
- 4) Realizar limpieza y mantenimiento general del tanque (pintura).

Como recomendaciones generales para el tratamiento secundario se adiciona a las recomendaciones específicas de los tanques de aireación lo siguiente:

- 1) Instalar cableado eléctrico para habilitar el bombeo de lodos del sedimentador secundario hacia el digester de lodos, darle mantenimiento a la bomba para que opere bien.
- 2) Ajustar los caudales de retorno de lodos para que sean iguales para ambos tanques de aireación.
- 3) Aumentar los equipos de oxigenación (compresores), recomendándose ubicar equipos que no dificulten la adquisición de servicios y piezas de reposición – reparación.
- 4) Operar la planta de tratamiento de agua residual para que no supere un caudal de 16 litros por segundo (8 litros por cada tanque de aireación), e iniciar los estudios que permitan ampliar la capacidad de operación del sistema de aireación (para tratar los caudales que ingresan actualmente y una proyección de 5 años más de forma adicional), para lo cual se recomienda considerar la utilización de membranas (BMR) o lecho móvil fluidificado (star-lam o similar).

2.4 Tratamiento terciario

La planta de tratamiento de agua residual Los Cebollales I, cuenta con un tratamiento terciario con el objetivo de reducir las concentraciones de Nitrogeno Total, Fósforo Total, y Coliformes Fecales, para lo cual realizan la aplicación de Sulfato de Aluminio y Cloro.

En el caso específico de la remoción de Nitrógeno Total y Fósforo Total, la aplicación del Sulfato de Aluminio no logra la remoción de ninguno de estos compuestos, dado que el Fósforo Total en la salida del sedimentador secundario (previo a la aplicación del Sulfato de Aluminio) es de 5.4 mg/l., y en la salida del sedimentador terciario (posterior a la aplicación del sulfato de aluminio-floculación y sedimentación) es de 6.2 mg/l., y para el Nitrógeno Total, en la salida del sedimentador secundario se tiene un valor de 31 mg/l, y en la salida del sedimentador terciario es de 34 mg/l.

Por lo expuesto, se recomienda no continuar con la aplicación de sulfato de aluminio, dado que no se está logrando el objetivo de su aplicación, generando esto un gasto innecesario en compra de producto químico. Es imperativo, realizar los ajustes inmediatos del tratamiento primario y secundario ya expuesto en este informe, para que una vez se implementen estas mejoras se proceda a realizar las pruebas de dosificación que permita la remoción de Nitrógeno Total y Fósforo Total previo a su descarga.

2.5 Digestor de lodos y Patio de secado de lodos

Con el objetivo de otorgar un tratamiento a los lodos procedentes del sedimentador primario, sedimentador secundario y sedimentador terciario, se tiene un digestor anaerobio de lodos, el cual actualmente no se encuentra recibiendo lodos de estas unidades por fallas en los equipos de bombeo que trasladan los lodos a esta unidad y del equipo de bombeo que extrae los lodos digeridos al patio de secado de lodos. Este aspecto debe corregirse a la brevedad para evitar el retiro de lodos en la línea de tratamiento.

3 Conclusiones

- 1) Es necesario finalizar la sustitución de difusores snapy por difusores de burbuja fina del tanque de aireación No. 1
- 2) Es necesario aumentar el número de compresores (equipos de aireación), para aumentar la tasa de oxigenación en los tanques de aireación.
- 3) El sistema de lodos activados de la planta de tratamiento, no posee capacidad para tratar caudales mayores a 16 litros por segundo.
- 4) Es necesario realizar los estudios que permitan ampliar la capacidad de tratamiento de la planta Los Cebollales I, a efecto que pueda tratar los caudales que actualmente ingresan y dejar previsto un crecimiento de este en por lo menos 5 años más.
- 5) Se deben fortalecer las capacidades operativas de la planta de tratamiento Cebollales I a través de capacitación a los operadores, dotación de equipo (sonda de medición de oxígeno, conos Imhoff y otros).
- 6) Realizar la rehabilitación indicada en este informe (sustitución de compuertas, equipos de bombeo, cableado eléctrico, compresores de aire, difusores snapy),