

---

**EMPRESA DE SERVICIOS SANITARIOS SAN ISIDRO S.A.**

**PROYECTO:**

**“SOLUCIÓN TRANSITORIA PARA LA PROVISIÓN DE LOS  
SERVICIOS DE TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN DE AGUAS  
SERVIDAS PARA UN SECTOR DE LA CONCESIÓN “PARCELA 7 –  
LOTE B”, QUILICURA”**

**PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS  
COMUNA DE QUILICURA  
REGION METROPOLITANA DE SANTIAGO**

**MEMORIA DE PROCESOS**

**SANTIAGO, Marzo 2020**

# INDICE

<b>1.</b>	<b>INTRODUCCION .....</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>BASES DE CÁLCULO .....</b>	<b>1</b>
2.1	Valores previstos para el cálculo.....	1
2.2	Caudales y Cargas.....	3
<b>3.</b>	<b>DESCRIPCION GENERAL DE LA PLANTA DISEÑADA .....</b>	<b>4</b>
<b>4.</b>	<b>TRATAMIENTO SECUNDARIO .....</b>	<b>6</b>
4.1	ESTANQUE DE AIREACION.....	6
4.2	SISTEMA DE AIREACION.....	7
4.3	CLARIFICACION.....	8
<b>5.</b>	<b>TRATAMIENTO DE LODOS .....</b>	<b>9</b>
5.1	DESHIDRATACION DE LODOS.....	9
<b>6.</b>	<b>VERIFICACION DE LA DESINFECCION .....</b>	<b>11</b>

**PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS  
TRANSITORIA  
COMUNA DE QUILICURA  
REGION METROPOLITANA DE SANTIAGO**

**MEMORIA DE PROCESOS**

**1. INTRODUCCION**

La presente memoria tiene como objetivo presentar los dimensionamientos y verificaciones de procesos de las instalaciones correspondientes a la planta de tratamiento de aguas servidas transitoria que la Empresa de Servicios Sanitarios San Isidro S.A. desarrollará para parte de su zona de concesión en la comuna de Quilicura.

El texto se organiza de la siguiente forma:

- ✓ Bases de cálculo: donde se organizan y resumen los datos de entrada de la planta, los que han sido proporcionados por ESSSI para el desarrollo de este proyecto.
- ✓ Pre tratamiento: donde se eliminan principalmente solidos finos y otros mayores que puedan interferir en los mecanismos de equipamiento aguas arriba.
- ✓ Tratamiento secundario: se seleccionan, dimensionan y verifican las instalaciones definidas para la concreción del proyecto de la PTAS, asociadas al tratamiento secundario, tomadas desde el efluente del pretratamiento de desbaste fino hasta el efluente de la cámara de contacto, pasando por la línea de aireación.
- ✓ Tratamiento de lodos: se seleccionan, dimensionan y verifican las instalaciones definidas para la concreción del proyecto de la PTAS, asociadas al tratamiento de lodos, considerando desde las líneas de purga de lodos de exceso hasta la deshidratación de los lodos.

**2. BASES DE CÁLCULO**

Se indican a continuación los parámetros que han servido de base al dimensionamiento de las instalaciones, los que han sido entregados por ESSSI. Se trata en este capítulo sobre las calidades del agua a tratar y la calidad objetivo y los caudales asociados.

**2.1 Valores previstos para el cálculo**

Las condiciones establecidas para el diseño de las instalaciones son las siguientes:

### **Calidad de las aguas a tratar**

Las aguas a tratar son eminentemente de tipo doméstico, donde los parámetros de mayor importancia son la materia orgánica biodegradable, los sólidos suspendidos, los nutrientes y la contaminación bacteriológica.

En lo que respecta a los otros parámetros de contaminación, se considerará en los cálculos las características principales clásicas que figuran a continuación:

$$\text{SST total/ DBO}_5 \text{ total} = 0,8$$

$$\text{SSV/SST} = 0,75$$

$$\text{NTK/ DBO}_5 \text{ total} = 0,20$$

$$\text{P/ DBO}_5 \text{ total} = 0,04$$

$$\text{NH}_3/\text{NKT} = 0.67$$

Se utilizarán para el diseño concentraciones de Coliformes Fecales que se ubican en torno a  $10^6$  [NMP/100 ml].

Por su parte, la temperatura ambiente media anual es cercana a los 15 °C, y las temperaturas extremas (redondeadas) han sido: máxima = 38 °C y mínima = -7 °C.

### **Calidad final del efluente tratado**

La instalación se proyectará para que sea capaz de producir un efluente que respete la normativa vigente para descargas de efluentes líquidos. A continuación, se indican los principales parámetros regulados:

#### **Parámetros de Calidad de Efluente exigido**

Se complementa el requerimiento de calidad con todos los parámetros de la Tabla N°1, del DS N°90/2001. A continuación, se destacan los más relevantes.

<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Límite</b>
DBO5	mg/l	35
SST	mg/l	80
NKT	mg/l	50
PT	mg/l	10
Coliformes fecales	NMP/100 ml	1000

## 2.2 Caudales y Cargas

Se resumen a continuación las condiciones de diseño resultantes, aplicando los criterios que se establecieron más arriba.

Los criterios adoptados para el dimensionamiento del sistema de tratamiento son los siguientes:

### Caudales y Cargas

ITEM	UNIDAD	Valores
Población Abastecida	hab	2.490
Dotación	l/h/d	150,0
Coefficiente de Recuperación		0,85
Caudal total de aguas servidas	m <sup>3</sup> /d	317
Coefficientes		1,00
Caudal medio de AS	l/s	3,7
Infiltración	l/s	0,6
Otros aportes (agua lavado filtros)	l/s	0,0
Caudales de diseño	l/s	<b>3,2</b>
	m <sup>3</sup> /d	<b>365</b>
Coefficiente de máximo diario		1,25
Caudal máximo diario	l/s	<b>5,1</b>
Coefficiente de máximo horario		3,51
Caudal máximo horario de diseño	l/s	<b>13,4</b>
Aporte Unitario de DBO5	g/h/d	40
Carga DBO5	kg/d	100
Carga DBO5 RILes	kg/d	0
Carga DBO5 de diseño	kg/d	<b>100</b>
Coefficiente de máximo horario	8%	1,93
Carga DBO5 máxima horaria diseño	kg/h	<b>8,0</b>
SST/DBO		80%
NKT/DBO		20%
P/DBO		4%
SSV/SST		75%
NH3/NKT		67%
Concentración de diseño		
<b>DBO</b>	mg/l	<b>273</b>
<b>SST</b>	mg/l	<b>218</b>
<b>NKT</b>	mg/l	<b>55</b>
<b>P</b>	mg/l	<b>11</b>

### **3. DESCRIPCION GENERAL DE LA PLANTA DISEÑADA**

En términos generales, el proyecto de tratamiento a las aguas servidas de Quilicura consistirá en recibir los residuos líquidos domiciliarios generados en la comunidad tributaria. Las aguas, previa elevación desde la planta elevadora de aguas servidas (PEAS) proyectada, entran al sistema de tratamiento secundario proyectado. El pretratamiento se realiza inicialmente en el sistema de rejillas gruesas provistas previo a la planta elevadora, donde se retiran las basuras gruesas y otros componentes presentes en las aguas residuales, con el fin de evitar la obstrucción posterior de los elementos mecánicos. Posteriormente, las aguas son elevadas al reactor biológico, donde a su ingreso se encontrará un tambor rotatorio para el retiro de los sólidos más finos.

El tratamiento secundario propuesto será por medio de Lodos Activados en modalidad de Aireación Extendida, el cual se efectúa al interior de un reactor aerobio a partir de la remoción del sustrato (materia orgánica) mediante acción bacteriana, favoreciendo el crecimiento de biomasa activa (microorganismos), para conseguir la transformación desde un estado soluble a particulado (sólido). El estanque reactor se han concebido bajo un régimen de flujo tipo pistón y de geometría cilíndrica.

Las aguas crudas entrarán directamente vía bombeo (desde la PEAS) hasta un tanque concéntrico al reactor aerobio, con características anóxicas, donde se mezclarán con los lodos recirculados desde el clarificador secundario (RAS). En este tanque anóxico se llevará a cabo la denitrificación. Desde este estanque, el agua pasa gravitacionalmente hacia el estanque concéntrico exterior. La aireación se realiza en el tanque exterior, que forma un anillo sobre el tanque anóxico.

En el estanque de aireación se ha dispuesto de parrillas de difusores alimentados por sopladores, los cuales proveerán el oxígeno necesario para degradar la materia orgánica además de la energía para mantener en suspensión el licor de mezcla del reactor en todas sus zonas de reacción. El aire será proporcionado por dos sopladores lobulares. El reactor biológico se diseña de tal magnitud que el tiempo de retención celular (SRT) sea superior a los 40 días, con lo cual se obtiene un lodo estabilizado e higienizado, de modo que no se requiera de la aplicación de cal para su higienización al final del tratamiento.

Luego, el licor de mezcla o lodo activado pasará gravitacionalmente hacia el clarificador secundario donde se producirá la separación de fases (sólida - líquida) y el agua clarificada rebalsará por un vertedero perimetral hacia un conducto único que transportará el agua tratada hacia el proceso de desinfección. El clarificador cuenta con un skimmer diametral que recolectará el material flotante desde su superficie y lo llevará hasta la cámara de espumas desde donde pasarán a la planta elevadora que los enviará hasta la cámara de aireación para su reproceso y degradación.

En el clarificador secundario, los lodos sedimentan sobre el cono inferior, los que serán recolectados y estarán permanentemente comunicados con un manifold de succión el cual comunica con las bombas de recirculación (RAS) y de purga (WAS). Por un lado,

los lodos recirculados (RAS) se devuelven nuevamente al estanque de anoxia, según lo descrito anteriormente, para mezclarse con las aguas crudas lo que favorece el proceso de degradación actuando como una cámara selectora que evita la generación de flora filamentosa.

Por otro lado, los lodos de exceso (WAS) son espesados y deshidratados en un equipo mecánico. En efecto, los lodos son sometidos a un proceso de deshidratación reduciendo su humedad hasta un 80% mediante el accionamiento mecánico, generando un queque de aspecto sólido con un 20% sequedad. Estos lodos finalmente, serán colocados en una cancha de secado, la cual en un periodo de a lo más 7 días permitirá lograr obtener una humedad en el lodo inferior al 70%.

Este proceso final generará un lodo Clase B, según la descripción del DS 4/09, para luego ser dispuesto finalmente en sitio autorizado. El tratamiento a los lodos satisface todos los requerimientos de la autoridad sanitaria y la SISS para su disposición en relleno sanitario.

El efluente clarificado del estanque de sedimentación secundaria se conducirá hasta la obra de contacto para la desinfección, donde se agregará a las aguas clarificadas hipoclorito de sodio, como producto desinfectante, mediante un sistema de dosificación vía bombas de diafragma que agregará el producto comercial desde los tanques de almacenaje del cloro al 10% activo. Esta solución de cloro se dosifica directamente sobre el agua tratada. El tiempo de contacto mínimo es de 30 minutos para el caudal medio<sup>1</sup>.

Como se muestra en los planos del proyecto, todas las partes del tratamiento biológico secundario como el tratamiento de los lodos se emplazará al interior de un galpón de encapsulamiento.

---

<sup>1</sup> Tiempo de contacto= 30 min. @  $Q_{\text{medio}}$  ó 15 min. @  $Q_{\text{maximo}}$

## 4. TRATAMIENTO SECUNDARIO

### 4.1 ESTANQUE DE AIREACION

Como se dijo anteriormente, el sistema de tratamiento será por Lodos activados en Modalidad Aireación Extendida. El dimensionamiento es el siguiente:

#### Dimensionamiento Estanque de Aireación

ITEM	UNIDAD	VALORES
<b><u>Estanque de Aireación</u></b>		
Producción de lodos	kgSST/kgDBO	0,68
	kg/d	70
DBO final (@ 35 mg/L)	kg/d	13
Producción neta lodos	kgSST/kgDBOrem	0,78
SSLM	mg/L	4.000
SSV/SST en LM		65%
SSVLM	mg/L	2.615
Profundidad estanque	m	6,0
Unidades Operando		1
Volumen zona anóxica	m <sup>3</sup>	151
Volumen zona aerobia	m <sup>3</sup>	556
Volumen Total	m <sup>3</sup>	707
SRT	d	40,6
F/Mv	kgDBO/kgSSV/d	0,06
F/M	kgDBO/kgSST/d	0,04

Se prevé el diseño de estas unidades como estanques de sección circular, concéntricos, con unidad anóxica interna y aireación en el anillo exterior, en flujo continuo, de materialidad metálica, bajo un régimen de mezcla de flujo pistón (carrusel).

Se contempla un estanque, con un volumen total de 707 m<sup>3</sup>, con una profundidad de 6,00 m útiles.

Características del reactor:

$V_{\text{unitario}} = 707 \text{ m}^3$

Geom. Sección = circular, estanques concéntricos

D = 13,5 m

Profundidad = 6,00 m

El tanque considera un tanque concéntrico interno, que forma parte del volumen de reacción donde se realiza la mezcla del RAS con el agua cruda y la recirculación interna con el fin de realizar el proceso de denitrificación.

## 4.2 SISTEMA DE AIREACION

La cantidad total de oxígeno requerido en cualquier proceso de lodos activados depende de la demanda total de los microorganismos que oxidan la materia orgánica.

Luego, el objetivo final es determinar la potencia de aireación necesaria para oxidar dicha materia orgánica. En consecuencia, el cálculo de este valor implica determinar primero el oxígeno demandado.

Para las condiciones descritas en el punto anterior, las verificaciones son las que se muestran en la página siguiente.

### Dimensionamiento Sistema de Aireación

ITEM	UNIDAD	VALORES
<b>Aireación reactores</b>		
AOR para demanda carbonácea	kg/d	113
AOR para nitrificación	kg/d	71
AOR para desnitrificación	kg/d	-35
AOR total	kg/d	150
Factor peak		1,92
AOR total máximo	kg/h	12
<b>Aireación por difusión</b>		
Factor de corrección		2,11
SOR	kg/h	13
Eficiencia sistema de aireación		21,2%
Aire requerido E. Aireación (medio)	m <sup>3</sup> /h	105
Aire requerido E. Aireación (Diseño)	m <sup>3</sup> /h	203
Capacidad equipos seleccionados	m <sup>3</sup> /h	210
Factor de seguridad		2,00
<b>Difusores</b>		
aire	m <sup>3</sup> /h	4,15
cantidad	N°	56

Del cuadro se desprende que la demanda de oxígeno, en términos de AOR, para el diseño es de 12 kgO<sub>2</sub>/hora, lo cual se traduce en un requerimiento de aireación de 203 m<sup>3</sup>/h. Como se describió, la demanda de oxígeno será absorbida por un sistema de aireación mediante difusores de burbuja fina. En efecto, el proyecto comprende la instalación de dos sopladores en disposición 1+1, de las siguientes características:

N° equipos = 2 (1+1)  
 Caudal de diseño = 201 m<sup>3</sup>/h @ 650 mbar  
 N° Difusores = 56

### 4.3 CLARIFICACION

Se prevé la instalación de un (1) clarificador circular para todo el periodo de provisión. Tendrá un diámetro de diseño  $D = 9,0$  m.

De esta forma, los sólidos en suspensión a la salida de la planta estarán convenientemente controlados, como así también la DBO5 asociada al material particular. El cálculo es el siguiente:

#### Dimensionamiento Estanque de Clarificador Secundario

ITEM	UNIDAD	VALORES
<u>Clarificador Secundario</u>		
Diámetro util	m	9
Número de unidades		1
Superficie	m <sup>2</sup>	64
SSLM	kg/m <sup>3</sup>	4,0
IVL	mL/g	150
S.Sedimentados	mL/L	600
Porcentaje recirculación		150%
Concentración lodo sedimentado.	kg/m <sup>3</sup>	6,7
Tasa hidráulica máxima	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /d	16,4
$V_{\text{máx}} \times \text{IVL} \times \text{SSLM}$	< 500	411

Considerando el volumen que ocupa la torre central del clarificador, se ha adoptado un estanque de  $D=9,0$  m

Selección de bombas para Sobrenadantes: se instalarán dos equipos de elevación sumergibles (1+1) de 1,0 L/s c/u.

Selección de bombas RAS: se instalarán dos equipos de elevación superficiales (1+1) de 7,5 L/s c/u.

Selección de bombas WAS: se instalarán dos equipos de elevación de cavidad progresiva de 0,5 L/s c/u.

## 5. TRATAMIENTO DE LODOS

### 5.1 DESHIDRATACION DE LODOS

El lodo proviene de un sistema de tratamiento tipo aireación extendida con tiempo de retención de lodos superior a 40 días, lo que genera un lodo bien estabilizado e higienizado de acuerdo a los requisitos del DS 4/2009, cumpliendo clase B, por tal, la línea de tratamiento está complementada por la digestión aeróbica producida en el reactor más la deshidratación con aplicación de polímero para llegar a un 20% de contenido seco. Se muestra a continuación la verificación de las instalaciones proyectadas. La deshidratación se realizará mediante un Filtro de Bandas.

#### Dimensionamiento Sistema de Deshidratación

ITEM	UNIDAD	VALORES
<u>Deshidratación</u>		
Operación semanal	días/semana	5
Caudal de lodo	m <sup>3</sup> /d	13,6
Carga de lodo	kg/d	91
Operación diaria	h/día	6,5
Caudal diseño	m <sup>3</sup> /h	2,1
Carga diseño	kg/h	14,0
<u>Equipo seleccionado</u>		
Caudal	m <sup>3</sup> /h	4
Carga	kg/h	14
<u>Bombeo</u>		
Bombas en operación		1
Caudal de bombeo	m <sup>3</sup> /h	2,1
<u>Lodo Total Producido</u>		
Lodo generado	kg/d	82
Lodo total a disponer	kg/d	82
	t/mes	8

Para el sistema de preparación de polímeros, se prevé la operación mediante un sistema manual de preparación de la solución de polímero diluida. Se utilizará polímero en emulsión, la cual será mezclada en partes determinadas de agua y serán maduradas en lotes en el tanque de preparación a una concentración del 1%.

Las bombas dosificadoras succionaran directamente desde el tanque hasta la línea de lodos donde se inyectará la solución de polímero. Por otro lado, se instalará una línea secundaria de dilución, necesaria para disminuir la concentración de la solución a dosificar hasta los 0,3%. El equipo deshidratador está provisto de un mezclador estático en línea lo que facilitará la coagulación de los lodos. Se requiere un estanque de preparación de 250 l, para obtener una solución al 1 %. Como se dijo anteriormente, se prevé dilución en línea mediante inyección de agua limpia de la red de servicio con el objetivo de poder obtener hasta una concentración en la línea final de 0,3 %.

## 6. ACOPIO Y SECADO DE LODOS

Con el fin de que los lodos cumplan con el porcentaje máximo de humedad permitido (70%), de acuerdo a los nuevos requerimientos por parte de la SEREMI de Salud para la co-disposición de Lodos en Rellenos Sanitarios autorizados, según lo informado en el oficio SISS N°2321 de fecha 28 de junio de 2019 a las concesionarias de la Región Metropolitana, se considera la construcción de una cancha de secado y acopio donde se esparcirá el lodo deshidratado en capas de 10 a 20 cm de espesor. Esto permitirá su secado obteniendo porcentajes de humedad bajo el límite máximo establecido. En la siguiente Tabla se resume el cálculo del secado de lodos de acuerdo a las condiciones atmosféricas del sector y considerando el encapsulamiento de esta unidad dentro del galpón principal de la PTAS. Es importante destacar que el cálculo se establece para un periodo máximo de secado y acopio de lodos de 7 días para la producción máxima de lodos al final de la previsión del proyecto.

### Cancha de acopio/secado de lodos

<b>DISEÑO CANCHA DE ACOPIO DE LODOS</b>	
Producción de lodos (m3/d)	0,51
% humedad del lodo	80%
Producción de lodos semanal (m3/semana)	3,57
Periodo de secado (mes)	0,23
Tasa de evaporación localidad (TEL) (mm = m3/m2*d)	0,0025
Tiempo de secado total según (TEL) (d)	62,00
% TEL utilizado para diseño (factor encapsulado)	120%
Tasa de evaporación utilizada (TEU) (mm = m3/m2*d)	0,003
Tiempo de secado total según (TEU) (d)	51,67
Volumen de lodo remanente semanal (m3/semana)	3,09
%humedad remanente mensual	69%
<b>Área de cancha (m2)</b>	<b>20</b>

## 7. VERIFICACION DE LA DESINFECCION

Para la desinfección se utilizará una cámara de contacto un ducto de 8 m de longitud formada con tubos de 1,2 m de diámetro interior y 2 cámaras de hormigón armado para cumplir con un volumen de 12,1 m<sup>3</sup> de contacto. La cámara dispondrá de un dispositivo en la descarga que garantice un uso completo del volumen de la tubería.

El equipamiento de desinfección que se considera suministrar corresponde a un sistema dosificador para hipoclorito de sodio, el cual comercialmente posee un 10% de cloro activo.

La verificación se entrega en el cuadro siguiente.

### Dimensionamiento Sistema de Desinfección

ITEM	UNIDAD	2026
<u>Desinfección</u>		
Caudal medio	l/s	4,2
Caudal máximo horario	l/s	13,4
<u>Cámara de Contacto</u>		
Largo	m	8,0
N° Unidades		1
Volumen	m <sup>3</sup>	12,1
Tiempo de contacto @ Qm	min	47,9
Tiempo de contacto @ Qmáx	min	15

Santiago, marzo de 2020