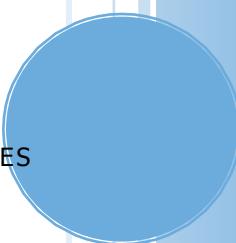




**MEMORIA DE CÁLCULO
HIDROSANITARIA
PROYECTO HOSPITAL NACIONAL - COSTA VERDE**

**PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS
RESIDUALES DE 240 MCD**

**DISEÑO HIDRÁULICO DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
DEL HOSPITAL NACIONAL – COSTA VERDE**



INDICE

INDICE	1
1 INTRODUCCION.....	3
2 DESCRIPCION DE SISTEMA DE TRATAMIENTO	3
2.1 DATOS BÁSICOS DEL PROYECTO	3
2.2 LOCALIZACION DEL PROYECTO	4
2.2.1 Macro localización	4
2.3 CARGAS ESTIMADAS	4
2.3.1 Datos del proyecto	4
2.3.2 Calidad del efluente de la planta de tratamiento	5
3 DESCRIPCION DE OPERACIONES UNITARIAS.....	5
3.1.1 CANAL DE REJILLAS Y TANQUE DE ECUALIZACION (FASE 01).....	6
3.1.1.1 Canal de rejillas	6
3.1.1.2 Tanque de ecualización.....	6
3.1.1.3 Tanque anoxico	6
3.1.2 TANQUE DE AIREACION Y SEDIMENTADOR (FASE 02)	7
3.1.2.1 Tratamiento Biológico (Lodos Activados Moving Bed Biofilm Reactor, MBBR)	7
3.1.2.2 Sedimentador.....	7
3.1.3 DESINFECCION (FASE 03)	8
3.1.3.1 Desinfección.....	8
3.1.4 EXTRACCION DE LODOS (FASE 04)	8
3.1.4.1 Tanque de almacenamiento de lodos	8
3.1.4.2 Extracción de lodos y tratamiento de lodos.....	9
4 CARGA HIDRAULICA.....	9
4.1 CAUDAL PROMEDIO DIARIO (QPD).....	9
4.2 CAUDAL MAXIMO DIA (QMD).....	9
4.3 CAUDAL MAXIMO HORA (QMH).....	9
5 CARGA CONTAMINANTE	9
6 DIMENSIONAMIENTO DE COMPONENTES DE LA PTAR.....	10
6.1 DIMENSIONAMIENTO DE CANAL DE REJILLAS	10
6.2 DIMENSIONAMIENTO DE TANQUE DE ECUALIZACION	13
6.2.1 CALCULO DE VOLUMEN DE TANQUE Y REQUERIMIENTO DE AIRE	13
6.2.2 DIMENSIONES DE TANQUE DE ECUALIZACION	14
6.2.3 DETERMINACION DEL EQUIPO MEZCLADOR AIREADOR.....	14

6.3	DISEÑO DEL TANQUE PRINCIPAL DE LODOS ACTIVADOS	15
6.3.1	VOLUMEN DE TANQUE DE AIREACION	16
6.3.2	TIEMPO DE RETENCION HIDRAULICA.....	16
6.3.3	RELACION ALIMENTO/MICROORGANISMOS	16
6.3.4	AIRE REQUERIDO.....	17
6.4	DISEÑO DE SEDIMENTADOR SECUNDARIO.....	17
6.4.1	TASA DE SEDIMENTACION PARA CAUDAL MEDIO DIARIO.....	17
6.4.2	TASA DE SEDIMENTACION PARA CAUDAL MAXIMO HORA	18
6.4.3	CARGA DE SOLIDOS PARA CAUDAL MAXIMO DIARIO (CSQMED)	18
6.5	DISEÑO DE TANQUE DE LODOS	18
6.5.1	CALCULO DE LA CANTIDAD DE LODOS A PURGAR DIARIAMENTE	18
6.5.2	CALCULO DEL VOLUMEN DEL TANQUE DE LODOS	20
6.6	DESHIDRATADO DE LODOS	20
6.7	DESINFECCION	20

1 INTRODUCCION

El tratamiento de aguas residuales es una réplica del proceso natural de descomposición por medio del uso de procesos físicos y biológicos. Por lo general, el tratamiento de las aguas residuales domésticas incluye dos niveles de tratamiento: el primario y el secundario. El objetivo del tratamiento primario es eliminar la materia sólida no degradable y de mayor tamaño de las aguas residuales domésticas. El tratamiento secundario elimina contaminantes orgánicos solubles y en suspensión por medio de proceso biológico y de sedimentación.

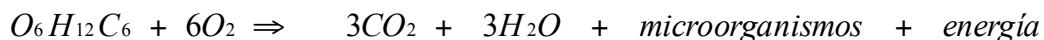
El proceso de lodos activados es un proceso de tratamiento secundario que utiliza microorganismos para degradar hasta compuestos inocuos, la materia orgánica en las aguas residuales.

En el proceso de los lodos activados los microorganismos son completamente mezclados con la materialorgánica en el agua residual de manera que esta les sirve de alimento para su reproducción. Es importante indicar que la mezcla o agitación se efectúa por medio de aire que se insufla en el fondo del tanques, usualmente se utilizan difusores para este propósito.

2 DESCRIPCION DE SISTEMA DE TRATAMIENTO

El proceso de tratamiento a ser utilizado en la planta de tratamiento es el llamado "Lodos Activados" "en su modalidad de "Aireación Extendida" con media de soporte de biomasa conocido como Moving Bed Biolfilm Reactor (MBBR) concepto asociado a una alta edad de lodo y por ende a una mayor eficiencia por unidad de volumen de reactor aeróbico. En este proceso bacterias aeróbicas, las cuales se encuentran en un tanque al que se le introduce aire, transforman la materia orgánica contaminante (DBO5) presente en el agua residual en compuestos inocuos (H₂O y CO₂), formándose en el proceso nueva masa de microorganismos. Esta masa de microorganismos responsable de la remoción de contaminantes es lo que se conoce como lodos activados.

El concepto de aireación extendida se encuentra asociado al tiempo promedio en que los "lodos" permanecen dentro del tanque de aireación, el cual suele ser relativamente suficiente para estabilizarlos de mejor manera, con la consecuente ventaja para el manejo posterior de los mismos (menos cantidad de lodos y reducción de posibilidad de malos olores). El sistema de lodos activos utiliza una media de soporte especial para MBBR (fabricada en Alemania), lo cual permite una concentración de biomasa activa. El sistema de tratamiento es de fácil operación y mantenimiento y se maneja manualmente con ayuda de un gabinete de control (CCM) para el módulo.



2.1 DATOS BÁSICOS DEL PROYECTO

Esta memoria de cálculo justifica el diseño hidrosanitario de los componentes de la planta de tratamiento de aguas residuales del HOSPITAL NACIONAL - COSTA VERDE. El sistema lo compone un canal de rejilla, un tanque de ecualización, y un sistema de lodos activos MBBR. El agua residual a ser

tratada es el agua residual proveniente exclusivamente de las instalaciones sanitarias del Hospital Nacional - Costa Verde en La Chorrera, Panamá.

2.2 LOCALIZACION DEL PROYECTO

2.2.1 Macro localización

El proyecto “Hospital Nacional – Costa Verde”, se encuentra ubicado al Noreste del Desarrollo Costa Verde, Distrito de La Chorrera, a un costado del boulevard de acceso al puente vehicular hacia la urbanización Montelimar.

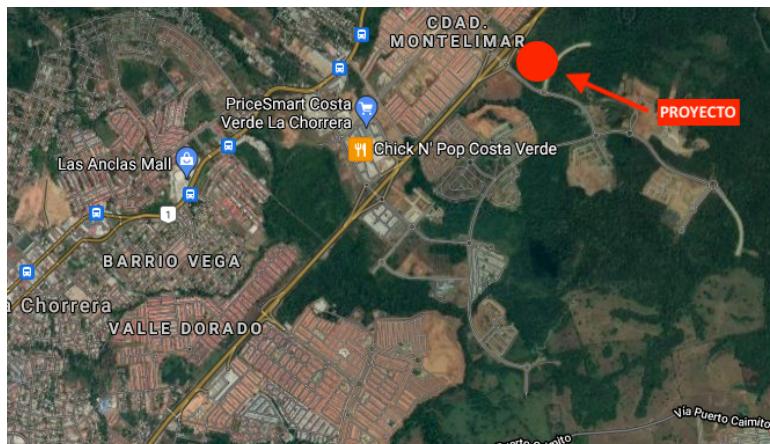


Figura 1. Macro localización

2.3 CARGAS ESTIMADAS

En correspondencia con la información brindada, se estiman las siguientes características para las aguas residuales generadas:

2.3.1 Datos del proyecto

DESCRIPCIÓN	DATOS
CONCENTRACIÓN DE DBO ₅	400 mg/l
CAUDAL MEDIO DIARIO	240 m ³ /día
CAUDAL MÁXIMO HORARIO	15 m ³ /hora
CARGA ORGÁNICA MEDIA	96 kg DBO/día
NTK MEDIO	40 mg/l
SST	200 mg/l
PH	6-8

2.3.2 *Calidad del efluente de la planta de tratamiento*

ENTECH basa su diseño en el sobre cumplimiento de la normatividad establecida en Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT-2019.

La planta de tratamiento del proyecto HOSPITAL NACIONAL - COSTA VERDE estará en capacidad de alcanzar, holgadamente, la siguiente calidad de efluente:

Calidad de Efluente de la Planta de Tratamiento

Parámetros	Rangos y límites máximos de calidad de agua
Ph	5.5 - 8.5
Sólidos Suspendidos Totales (mg/l)	<35
Grasas y aceites (mg/l)	<20
Sólidos Sedimentables (ml /l)	<15
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/l)	<50
Demanda Química de Oxígeno (mg/l)	<100
Materia Flotante	NULA
Nitrógeno Total (mg/l)	<15
Fosforo total (mg/l)	<10

3 DESCRIPCION DE OPERACIONES UNITARIAS

Las operaciones unitarias del sistema de tratamiento se encuentran integradas adecuadamente en una unidad compacta diseñada para optimizar el espacio disponible en el área del proyecto y para brindar el mayor confort a los usuarios del sistema. El sistema incluye cuatro fases generales que se describen a continuación:

- Fase I:** *Tratamiento primario: Canal de rejillas y tanque de ecualización*
- Fase II:** *Tratamiento Biológico para la remoción de la contaminación orgánica disuelta y de partículas muy finas (TANQUE ANOXICO, TANQUE DE AIREACION Y SEDIMENTADOR).*
- Fase III:** *Tanque de Desinfección por aplicación de cloro*
- Fase IV:** *Deshidratación de lodo (Deshidratador mecánico manual)*

Estas cuatro fases generales se alcanzan por medio de los siguientes dispositivos específicos:

3.1.1 CANAL DE REJILLAS Y TANQUE DE ECUALIZACION (FASE 01)

3.1.1.1 Canal de rejillas

El canal de rejillas tiene la función de eliminar materiales gruesos como trapos, plásticos y trozos de madera que no puedan degradarse fácilmente en el tanque de aireación, las barras de la rejilla tendrán una separación de 3 mm. Este es un dispositivo sencillo que contribuye a proteger los difusores que están en el tanque de aireación como el conjunto de todo el sistema. El criterio de diseño es simple y se basa en la separación de partículas u objetos mayores de 3 mm.

El canal contara con una rejilla automática de tornillo sin fin, esta es la que se encontrara en funcionamiento constante, y además se tendrá un canal de rejillas manuales para ser utilizado para seguir filtrando en agua mientras la rejilla automática se encuentra en funcionamiento.

Las rejillas manuales serán una gruesa y una fina, Las rejas gruesas removerán objetos de mayor tamaño que puedan obstruir las tuberías y a unidades posteriores. Se proponen rejas gruesas compuestas de barras inclinadas de acero inoxidable espaciadas a 30 mm y una rejilla fina con separación de 10 mm ambas con inclinación de 60°

Las rejillas de limpieza manual, deben limpiarse según su construcción, por la cara anterior o posterior. En la parte superior de la rejilla existirá una placa de drenaje o placa perforada para que los objetos rastrillados puedan almacenarse temporalmente para su escurrimiento. En caso de obstrucción se debe rastrillar desde la parte inferior hasta la parte superior de la misma, de manera que los sólidos gruesos no pasen al tanque de ecualización.

La reja automática retirara todos los sólidos de gran tamaño retenidos en ella y lo retirara a un tanque de descarga dispuesto en el cabezal de descarga en la parte superior de la rejilla.

3.1.1.2 Tanque de ecualización

Dado que los caudales de aguas residuales colectados son intermitentes, es decir tienen picos muy altos de caudal sobre todo en los procesos de lavado y que las calidades de aguas rojas y verdes son totalmente diferentes. Es necesario contar con un tanque que permita la doble función de ecualizar el caudal; pasando en una recepción de agua discontinua a un sistema de tratamiento que el agua pasa necesariamente con caudal continuo y homogenización; a través de agitación y aireación en el tanque se homogenizan las calidades del agua para que pase al tratamiento una calidad similar en todo el periodo de operación de la planta.

3.1.1.3 Tanque anoxicó

En este tanque se realizará la primera etapa de sedimentación, para retener los sólidos suspendidos y arenas presentes en el agua y evitar que ingresen en el tanque de aireación, además se realizará la desnitrificación del agua para reducir el nitrógeno en ella, se mantendrá un estado de mezcla en este tanque por medio de un agitador mecánico.

3.1.2 TANQUE DE AIREACION Y SEDIMENTADOR (FASE 02)

3.1.2.1 Tratamiento Biológico (Lodos Activados Moving Bed Biofilm Reactor, MBBR)

Una vez que el agua ha pasado por la fase I, es conducida hasta el tanque de aireación, donde le es insuflado aire por medio de sopladores (blowers) y difusores de burbuja fina de alta eficiencia, con el objetivo de permitir que las bacterias presentes degraden la materia orgánica contaminante.

El sistema de aireación se seleccionó considerando los requerimientos de oxígeno de la planta, la eficiencia de los difusores y la simplicidad en su instalación, operación y mantenimiento combinado con la media MBBR, son ideales para situaciones que combinan una mezcla de flujo de aire y la introducción de oxígeno, y especialmente en aguas residuales con alto contenido de materia orgánica.

Equipo	Difusores (Tanque de Aeración)	Difusores (Tanque de lodo)
Número de Unidades	12	2
Dimensiones	64"	32"

Sumergencia del Difusor	3.80 m
SOTE para los difusores:	13.30 %
Requerimiento de aire para mezcla:	55 SCFM
Requerimiento de aire para proceso	222 SCFM

El volumen del tanque de aireación se calculó considerando la información básica ya definida, adicionalmente se seleccionaron los parámetros cinéticos que el autor consideró más apropiados de acuerdo a su amplia experiencia en el diseño de plantas de tratamiento y en correspondencia a la buena práctica de la ingeniería ambiental ampliamente aceptada. También fueron considerados los criterios recomendados por el fabricante de la media de soporte, fabricada en Alemania.

3.1.2.2 Sedimentador

Posterior a la etapa de aireación, la mezcla de lodo y agua ya tratada, es conducida al tanque de sedimentación o clarificador. Este dispositivo tiene la finalidad de separar el agua tratada de los "Lodos Activados" los cuales sedimentan por gravedad en el fondo del clarificador. Para mantener un balance adecuado de lodos y no permitir su acumulación en el sedimentador parte de los mismos se recirculan convirtiendo así entonces en el MBBR en un IFAS (INTEGRATED FIX AIREATION SYSTEM).

Se debe tener presente entonces que los modelos de cálculo de sistemas de lodos activados los cuales se basan en un balance de masas en el tanque aeróbico no son aplicables a los MBBR, o IFAS;. En estos últimos sistemas mencionados, el criterio del fabricante de la media, las características de la media de soporte y la experiencia práctica del diseñador juegan un papel decisivo en la selección del volumen del tanque de aireación. El exceso de lodos debe ser retirado periódicamente para evitar una acumulación excesiva de los mismos, sin embargo, debe tenerse

presente que la mayor parte de la biomasa activa en un sistema MBBR o IFAS, permanece adherida a la media de soporte presente en el interior del tanque de aireación lo cual reduce sustancialmente la producción de lodos esperada de acuerdo a los modelos de cálculos tradicionales. El MBBR producirá por lo tanto mucho menos lodos y mucho más digeridos que un sistema de lodos activados tradicional.

En el diseño del sedimentador se tomaron en cuenta los siguientes criterios:

- Proveer adecuada y rápidamente la recolección del lodo sedimentado
- El efluente debe salir sin alterar el contenido del tanque.
- Proveer el área suficiente del tanque de sedimentación para que la tasa hidráulica sea apropiada.

Se calculó el área del clarificador dividiendo el caudal entre la carga superficial (m³/m² d). Este valor es obtenido en base a criterios del diseñador y a la buena práctica de Ingeniería recomendada en el “Wastewater Engineering Treatment and Reuse” Fourth Edition (la más actualizada de Metcalf & Eddy) y en el “Design of Municipal Wastewater Treatment Plants” (Water Environment Federation, WEF & The American Society of Civil Engineers, ASCI)

La carga Superficial es Concepto muy utilizado en el diseño de un sedimentador y se basa en el siguiente principio: ***La velocidad del flujo de agua es menor a la velocidad de sedimentación de los sólidos.***

3.1.3 DESINFECCION (FASE 03)

3.1.3.1 Desinfección

El agua proveniente del clarificador de cada módulo es conducida al tanque de **Desinfección** en el que las bacterias patógenas son destruidas obteniendo finalmente una calidad de agua que cumple con los parámetros de descarga establecidos en la legislación vigente, se recomienda un tiempo de contacto mínimo de 30 minutos para una desinfección apropiada.

3.1.4 EXTRACCION DE LODOS (FASE 04)

3.1.4.1 Tanque de almacenamiento de lodos

Se estima una producción de lodos de acuerdo a modelo de Lodos Activados de 8.5 kg/día, que ya deshidratados en el deshidratador al 30% se reduce a unos 0.028 m³/día de material. Sin embargo nuestra estimación para MBBR de acuerdo a nuestra experiencia es que esto se reduce hasta en más del 50%. Esto es una cantidad relativamente muy pequeña.

3.1.4.2 Extracción de lodos y tratamiento de lodos.

Esta última fase tiene la finalidad de deshidratar el lodo y reducir sensiblemente el volumen del mismo, de tal manera que permita un fácil manejo una vez que este sea retirado del sistema de tratamiento. Esta operación se realizará por medio de sistema de deshidratación mecánica de alta eficiencia. Estos lodos una vez deshidratados estarán estabilizados y sin malos olores, así que pueden ser dispuestos en otro lugar y eventualmente ser aprovechados como mejoradores de suelos o abono orgánico.

4 CARGA HIDRAULICA

4.1 CAUDAL PROMEDIO DIARIO (QPD)

La planta de tratamiento será acorde al caudal promedio diario suministrado por los representantes del cliente, el caudal es el siguiente:

$$Q_{pd} = 240 \frac{m^3}{dia}$$

4.2 CAUDAL MAXIMO DIA (QMD)

El caudal Máximo día considerado es:

$$Q = 1.5Q_{pd} = 96 \frac{m^3}{dia}$$

4.3 CAUDAL MAXIMO HORA (QMH)

El caudal Máximo hora considerado es:

$$Q_{mh} = 1.5 * \frac{Q_{pd}}{24} = 15 \frac{m^3}{hr}$$

5 CARGA CONTAMINANTE

En correspondencia con la información brindada, se estiman las siguientes características para las aguas residuales generadas:

Datos del proyecto:

• Concentración de DBO ₅	400 mg/l
• Caudal medio diario	240 m ³ /día
• Caudal máximo horario	19 m ³ /h
• Carga orgánica media	96 Kg DBO/día
• NTK medio	40 mg/l

• SST	200 mg/l
• pH	6-8

6 DIMENSIONAMIENTO DE COMPONENTES DE LA PTAR

6.1 DIMENSIONAMIENTO DE CANAL DE REJILLAS

Debido a ser un caudal relativamente pequeño se propone para el canal de rejillas un canal con un ancho mínimo de 40 cm. Esto es debido por procesos constructivos en donde es la distancia mínima para que un obrero pueda trabajar dentro del canal. A continuación, se muestra el diseño hidráulico del canal propuesto dando como resultado un tirante de 3.91 cm en caudal de máxima hora.

Cálculo de tirante normal secciones: trapezoidal, rectangular, triangular

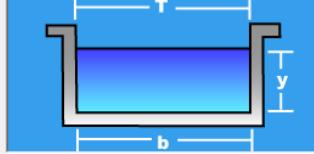
Lugar: PTAR CHINANDEGA	Proyecto: HOSPITAL CHINANDEGA
Tramo:	Revestimiento: CONCRETO
Datos: Caudal (Q): 1.002777778 m ³ /s Ancho de solera (b): 0.4 m Talud (Z): 0 Rugosidad (n): 0.017 Pendiente (S): 0.01 m/m	
	
Resultados: Tirante normal (y): 0.0181 m Perímetro (p): 0.4363 m Área hidráulica (A): 0.0073 m ² Radio hidráulico (R): 0.0166 m Espejo de agua (T): 0.4000 m Velocidad (v): 0.3831 m/s Número de Froude (F): 0.9085 Energía específica (E): 0.0256 m-Kg/Kg Tipo de flujo: Subcrítico	
	
Ingresar el valor del talud, para taludes diferentes ingresar su promedio	
01:59 p.m. 19/02/2021	

Figura 2. Diseño Hidráulico de canal de rejillas

DISEÑO HIDRAULICO DE CANAL DE REJILLA AUTOMATICA

DATOS DE DISEÑO

Ancho de canal	Numero y diametro de perforaciones	Caudal de diseño
$W := 0.4 \text{ m}$	$n_1 := 443$ $\theta := 3 \text{ mm}$	$Q := 240 \frac{\text{m}^3}{\text{day}}$ $Q = 0.00278 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$
Tirante de agua	Desarrollo de placa	Area de placa
$h := 0.0181 \text{ m}$	$d_{placa} := \pi \cdot 0.2 \frac{\text{m}}{2} = 0.314 \text{ m}$	$A_{placa} := d_{placa} \cdot h = 0.006 \text{ m}^2$
Area de Canal	Area de placa filtrante	Gravedad
$A := W \cdot h = 0.007 \text{ m}^2$	$A_r := A_{placa} - \frac{\pi \cdot \theta^2}{4} \cdot n_1 = 0.0026 \text{ m}^2$	$g = 9.807 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

Velocidad de Acercamiento, aguas arriba

$$V_a := \frac{Q}{A} = 0.384 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Velocidad a travez de la rejilla

$$V_r := \frac{Q}{A - A_r} = 0.593 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Perdida Hidraulica en la rejilla

$$h_L := \frac{1}{0.7} \left(\frac{V_r^2 - V_a^2}{2 g} \right) = 14.882 \text{ mm}$$

Velocidad en la rejilla ligeramente obstruida

$$V_{ro} := \frac{Q}{A - 1.25 A_r} = 0.686 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Perdida Hidraulica en la rejilla ligeramente obstruida

$$h_L := \frac{1}{0.7} \left(\frac{V_{ro}^2 - V_a^2}{2 g} \right) = 23.603 \text{ mm}$$

CONDICIONES DE CUMPLIMIENTO

CRITERIO DE DISEÑO	VALOR DE CASO	U/M	CONDICION A CUMPLIR	ESTADO
VELOCIDAD ANTES DE LA REJA	0.3831 m/s		-	-
VELOCIDA DE ACERCAMIENTO	0.384 m/s		0.3-0.6 m/s	CUMPLE
MEMORIA DE CÁLCULO HIDROSANITARIA				

AREA DE LAS REJAS A CAUDAL	0.0026 m ²	-	-
VELOCIDAD ATRAVEZ DE LA REJA A CAUDAL	0.593 m/s	-	-
PERDIDA HIDRAULICA EN LAS BARRAS	0.00149 mts	-	-
PERDIDA EN LA REJA PARCIALMENTE OBSTRUIDA	0.00236 mts	-	-
ALTURA TOTAL DE AGUAS MAS PERDIDAS	0.0385 mts	0.15 mts MAX	CUMPLE
BORDE LIBRE	0.25 mts	0.25 mts MIN	CUMPLE

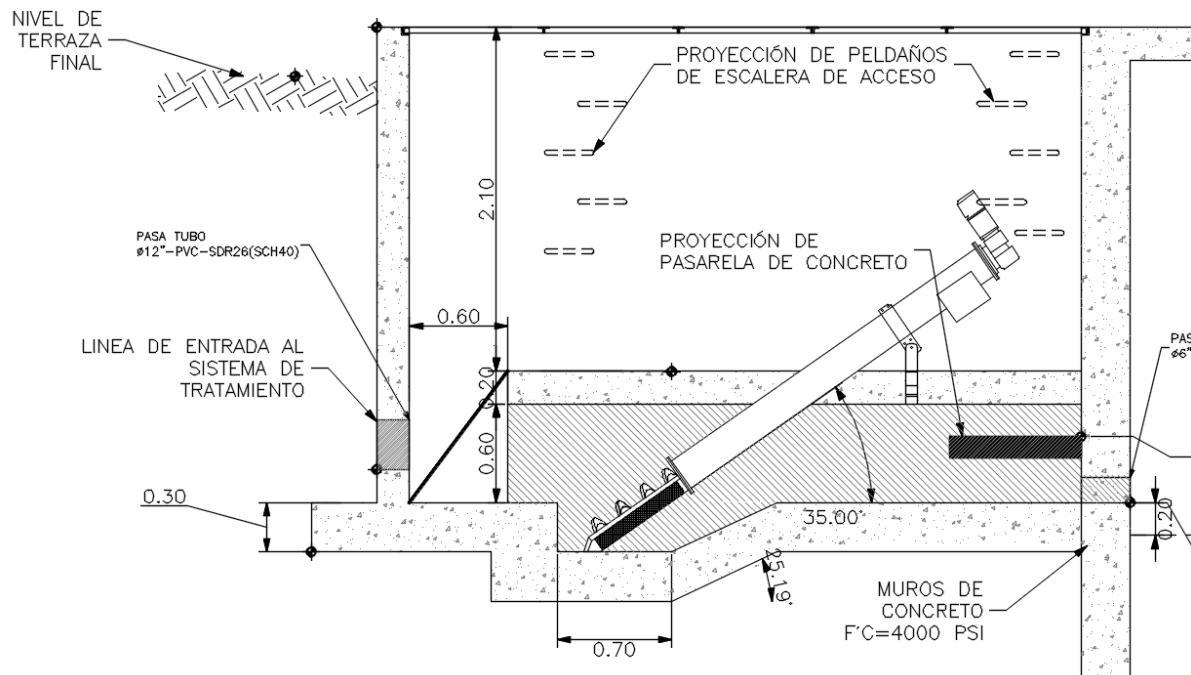


Figura 3. Canal de rejillas, sección.

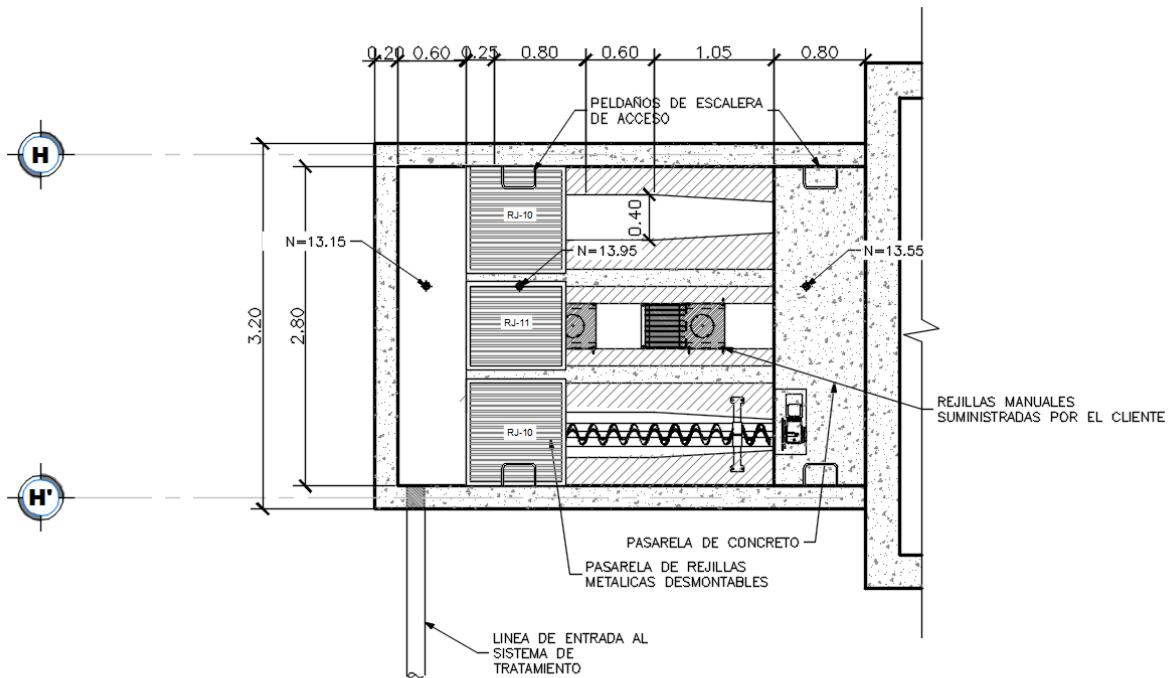


Figura 4. Canal de rejillas, Planta.

6.2 DIMENSIONAMIENTO DE TANQUE DE ECUALIZACION

6.2.1 CALCULO DE VOLUMEN DE TANQUE Y REQUERIMIENTO DE AIRE

CALCULO DE TANQUE DE ECUALIZACION

Caudal de Diseño

$$Q_{diseño} := 240 \frac{m^3}{day}$$

Tiempo de retención Hidráulica

$$T_r := 2 \text{ hr}$$

Volumen de tanque

$$V := Q_{diseño} \cdot T_r = 20 m^3$$

Aireación de aire para mezcla

$$req := 10 \frac{l}{m^3 \cdot min}$$

$$req_{total} := req \cdot V = 12 \frac{m^3}{hr}$$

6.2.2 DIMENSIONES DE TANQUE DE ECUALIZACION

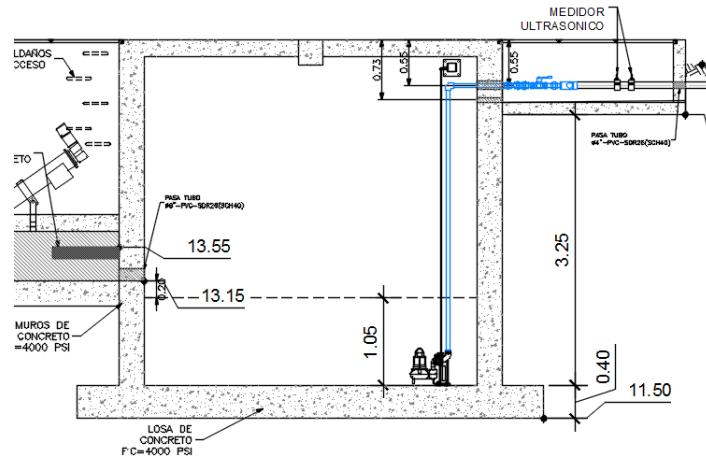


Figura 5. Tanque de Ecualización, Sección.

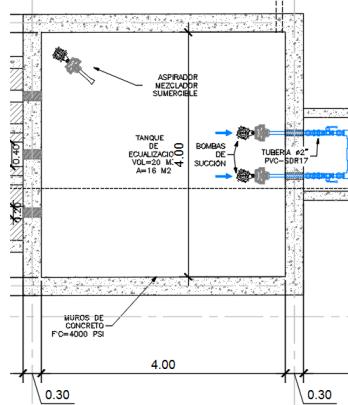
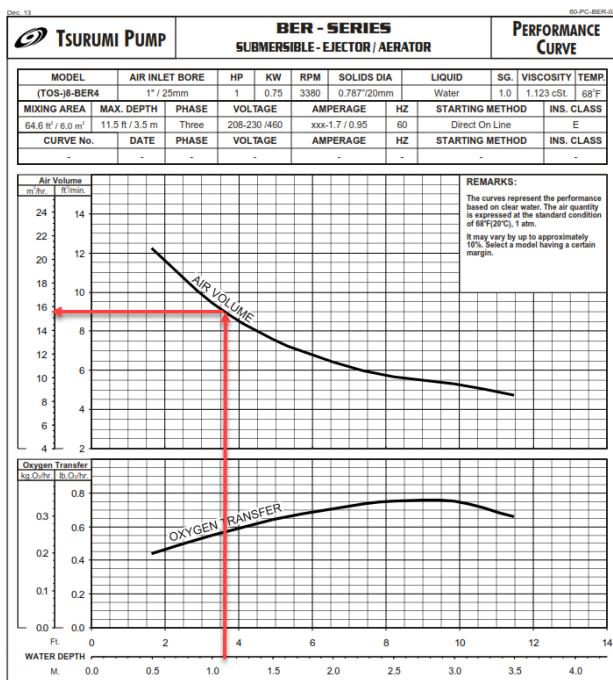


Figura 6. Tanque de Ecualización, Planta.

6.2.3 DETERMINACION DEL EQUIPO MEZCLADOR AIREADOR



NOTA: EL EQUIPO SELECCIONADO ES EL DE MENOR CAPACIDAD

Figura 7. Tanque de Ecualización, Planta.

EQUIPO ENTREGA Q=15.8 M3/HR de aire

6.3 DISEÑO DEL TANQUE PRINCIPAL DE LODOS ACTIVADOS

DATOS DE DISEÑO

Flujo de diseño	240	m ³ /d
Máximo caudal horario	15.0	m ³ /h
DBO	400	mg/l
a) Concentración	96	kg/d
b) Peso/día		
Elevación del sitio	15.75	MSNM
Presión atmosférica	983.9	millibar
Concentración de O ₂ en tanque de aireación	2	mg/l
Temperatura de agua en tanque	27	°C
Alpha = relación de transferencia de O ₂ en agua residual respecto a agua limpia	0.8	
Beta = relación de solubilidad de oxígeno en agua residual respecto a agua limpia	0.9	
Relación DBO ₅ y DBO última	0.6	
Oxígeno por unidad de DBO carbonácea removida	1.67	kg/kg
Demanda carbonácea última	666.7	mg/l
Masa de oxígeno para remoción de DBO última	160.0	kg O ₂ /día
Coeficiente de Arrhenius Θ	1.03	

MEMORIA DE CÁLCULO HIDROSANITARIA

6.3.1 VOLUMEN DE TANQUE DE AIREACION

$$V = Q_{pd} * TRH = 240 \frac{m^3}{dia} * 0.34 \text{ dias} = 81.6 m^3$$

Dado que queremos tener un control más riguroso del nivel de nitrógeno y recirculación de lodos se separa una porción del tanque de aireación para ser usado como tanque anoxico. Se utilizará un 9% del volumen de aireación para dicho fin.

Por lo tanto

$$V_{anoxico} = 81.6 m^3 * 9\% = 7.3 m^3$$

$$V_{aireacion} = 81.6 m^3 - 7.3 m^3 = 74.3 m^3$$

6.3.2 TIEMPO DE RETENCION HIDRAULICA

$$S = 400 \frac{mg}{l} = 0.3 \frac{kg}{m^3}$$

$$S_e = 110 \frac{ml}{l} = 0.11 \frac{kg}{m^3}$$

$$SST = 250 \frac{ml}{l} = 0.25 \frac{kg}{m^3}$$

$$TRH = \frac{S - S_e}{k_{27} * SST * S_e}$$

$$k_{27} = 29.52 * \theta^{t-20^\circ} = 29.25 * 1.03^{27-20} = 30.95$$

$$TRH = \frac{(0.3 - 0.11)}{30.95 * 0.25 * 0.11} = 0.34 \text{ dias} = 8.1 \text{ hr}$$

6.3.3 RELACION ALIMENTO/MICROORGANISMOS

$$\frac{F}{M} = \frac{CARGA DBO}{CSSV}$$

$$CARGA DBO = \frac{Q_{pd} * DBO}{1000} = \frac{40 \frac{m^3}{dia} * 400 \frac{ml}{l}}{1000} = 96 kg/dia$$

$$CSSV = SST_{REC} * V$$

$$SST_{REC} = 10000 \frac{ml}{l} = 10 \frac{kg}{m^3} \text{ CONCENTRACION ALTA POR CONTENER MEDIA MBBR}$$

$$SSV = 10 \frac{kg}{m^3} * 74.3 m^3 = 743 kg$$

$$\frac{F}{M} = \frac{90 kg/dia}{743 kg} = 0.12 d^{-1}$$

6.3.4 AIRE REQUERIDO

Profundidad hidráulica de tanque	4	m
Profundidad de instalación de difusores	3.8	m
% de transferencia de oxígeno (SOTE)	13.30	%
Factor de corrección por temperatura (θ)	1.040	
Concentración de saturación en superficie	8.07	mg/l
TOR/SOR	0.58	
Requerimiento Standard de oxígeno (SOR)	14.64	kg O ₂ /h
Flujo de aire requerido en tanque de aireación	204	SCFM
Número de difusores sugerido	12.00	
Flujo por unidad de área para mezcla	2.7	SCFM/m ²
Requerimiento de aire para mezcla	55	SCFM
Presión de operación normal	6.89	PSI
Flujo de aire requerido en tanque de lodos	7	SCFM
Flujo de aire requerido por airlifts y skimmers	10	SCFM
Flujo de aire requerido en tanque de ecualización	0	SCFM
Flujo total de aire requerido en planta	222	SCFM

6.4 DISEÑO DE SEDIMENTADOR SECUNDARIO

DATOS DE DISEÑO

Carga de superficie en clarificador	35	m ³ /m ² d
Area clarificador	6.9	m ²

6.4.1 TASA DE SEDIMENTACION PARA CAUDAL MEDIO DIARIO

$$tasa_{sed} = \frac{Q_{pd}}{A_{clarificador}}$$

$$A_{clarificador} = 9 m^2$$

$$tasa_{sed} = \frac{240 \frac{m^3}{dia} * \frac{1 dia}{24 hr}}{9 m^2} = 1.11 \frac{m3}{m^2 * hr} \approx 26.7 \frac{m3}{m^2 * dia}$$

6.4.2 TASA DE SEDIMENTACION PARA CAUDAL MAXIMO HORA

$$tasa_{sedm} = \frac{Q_{mh}}{A_{clarificador}}$$

$$A_{clarificador} = 9 \text{ m}^2$$

$$tasa_{sedm} = \frac{15 \frac{\text{m}^3}{\text{hr}}}{9 \text{ m}^2} = 1.66 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2 * \text{hr}} \approx 40 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2 * \text{dia}}$$

6.4.3 CARGA DE SOLIDOS PARA CAUDAL MAXIMO DIARIO (CSQMED)

$$C(Q_{MD}) = \frac{S * Q_{mh}}{1000 * A_{clarificador}}$$

$$S = 2500 \frac{\text{ml}}{\text{l}}$$

$$(Q_{MD}) = \frac{2500 \frac{\text{ml}}{\text{l}} * 15 \frac{\text{m}^3}{\text{hr}} * \frac{24 \text{ hr}}{1 \text{ dia}}}{1000 * 9 \text{ m}^2} = 100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 * \text{dia}} \leq 168$$

Área designada es correcta

6.5 DISEÑO DE TANQUE DE LODOS

6.5.1 CALCULO DE LA CANTIDAD DE LODOS A PURGAR DIARIAMENTE

a) Producción de lodo activado:

$$P_x = Y_{obs} Q (S_o - S)$$

$$Y_{obs} = \frac{Y}{1 + k_d \theta_c}$$

$$Y_{obs} = 0.18919 \text{ g/g}$$

$$P_x = 18 \text{ kg/d}$$

b) Producción de lodos inertes:

$$P_{inerte} = 0.2 * SST * Q$$

$$P_{inerte} = 12 \text{ kg/día}$$

d) Producción de lodos no degradables:

$$\begin{aligned} P_{SSV \text{ no}} \\ \text{degradables} \\ = 0.4 * SSV * Q \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{SSV \text{ no}} \\ \text{degradables} \\ = 0.4 * 0.8 * SST \\ * Q \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{SSV \text{ no}} \\ \text{degradables} \\ = 19.2 \text{ kg/día} \end{aligned}$$

e) Producción de lodos por remoción de nitrógeno:

$$P_{Nitrogeno} = Y_{obsN} * (N_o - N) * Q$$

$$Y_{observadaN} = \frac{Y_N}{1 + \theta_c * K_{d-N}}$$

$$Y_{observada} \\ N = 0.04$$

$$P_{Nitrogeno} = 0.4 \text{ kg/día}$$

f) Producción total de lodos:

$$P_{xtotal} = P_x + P_{inerte} + P_{SSV \text{ no degradable}} + P_{Nitrogeno}$$

$$P_{Total} = 48.8 \text{ kg/d}$$

5. Determinar el flujo de lodo a purgar si la purga se realiza en la línea de recirculación:

Masa a purgar = incremento de SSLM - SS perdidos en el efluente

$$\begin{aligned} \text{Masa a} \\ \text{purgar} = 50 \text{ kg/día} \end{aligned}$$

Purgando desde la línea de recirculación con concentración de 6500 mg/l de SSCLM, equivalente a 8125 mg/l SSLM.

SSLM en línea de recirculación = 8.125 kg de SSLM/m³ Concentración 0.8

Q_w = Masa a purgar/SSLM en línea de recirc.

Q_w = 6.1 m³/día

6.5.2 CALCULO DEL VOLUMEN DEL TANQUE DE LODOS

Se estima un tiempo de permanencia de un día para acondicionar el lodo y enviarlo a la etapa de deshidratado.

Tiempo de almacenamiento en tanque de lodos	1.3 días
Volumen de tanque de lodos	8. m ³

6.6 DESHIDRATADO DE LODOS

El deshidratado de lodos será realizado por medio de un deshidratador de lodos mecánico de 4 bolsas, este almacenara el lodo en bolsas que filtraran en lodo y regresaran el agua escurrida de este mismo.

Cada bolsa podrá albergar un total de 1 m³ de lodos deshidratados.

6.7 DESINFECCION

Para el diseño del tanque de desinfección considero mediante el caudal de diseño con tiempo de retención de 30 min. El producto de la concentración de desinfectante por el tiempo de contacto con el agua, es comúnmente empleado como medida de la eficiencia del sistema de desinfección. Naturalmente, cuanto mayor sea la concentración de desinfectante, más intenso será el tratamiento (y los consumos de desinfectante). Por otro lado, cuanto mayor sea el tiempo de contacto, el desinfectante tendrá más tiempo para actuar y por lo tanto el proceso será más eficiente.

DISEÑO DE TANQUE DE DESINFECCION		
Nº MODULOS	1.000	C/U
CAUDAL	240.00	M3/DIA
	0.167	M3/MIN
DOSIS DE CLORO	2.78	LPS
TIEMPO DE RETENCION	5.000	PPM
VOLUMEN DE DESINFECCION	30.000	5-10 PPM
VOLUMEN UTIL DE TANQUE PROPUESTO	5.01	MIN
	5.05	M3
		CUMPLE

TANQUE SELECCIONADO COMO TANQUE DE DESINFECCION

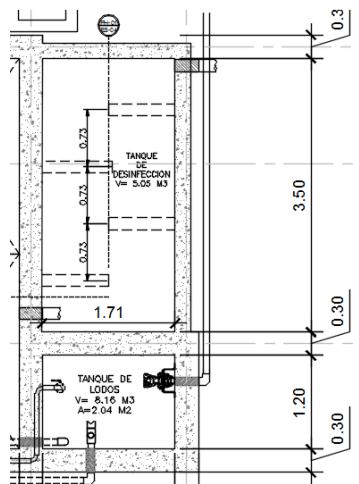


Figura 8. Vista en planta de tanque

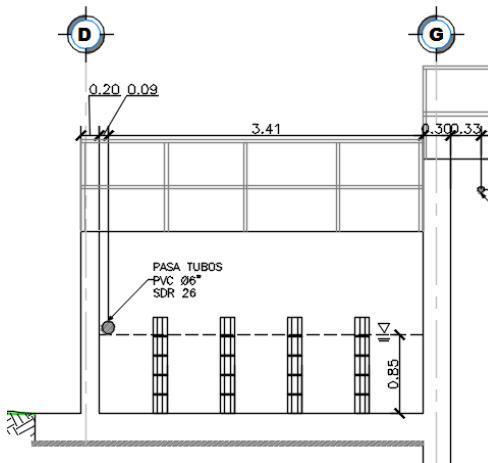


Figura 9. Sección de tanque

6.7.1 Calculo de dosificación

Caudal = 240 m³/día

Dosis de Cloro = 5.00 mg/l

	Hipoclorito de calcio	Hipoclorito de sodio
Pureza comercial	65%	12%
Concentración de dilución	1%	100%
Caudal requerido	2.0 GPH 128.2 ml/min	0.1 GPH 0.1 ml/min
Presentación	Polvo	Líquido

Cantidad requerida	1.85 kg/día	10.00 lt/día
--------------------	-------------	--------------

Hipoclorito de Calcio Pureza (%): 65	Hipoclorito de Calcio				
	Concentración de Dilución (%)	Caudal de Dosificación			(GPH)
Cantidad de Hipoclorito de Calcio (kg/hora)		(Ips)	ml/min		
0.08	1.8462	1.00	0.0021	128.21	2.03

Hipoclorito de Sodio Pureza (%): 12	Hipoclorito de Sodio				
	Concentración de Dilución (%)	Caudal de Dosificación			(GPH)
Cantidad de Hipoclorito de Sodio (litros/hora)		(Ips)	ml/min		
0.42	10.00	100.00	0.0001	6.94	0.11