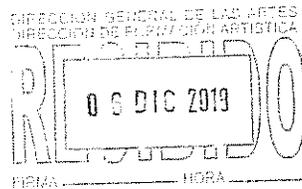




Guatemala 06 de Diciembre 2018

Dirección General de las Artes  
Ministerio de Cultura y Deportes  
Palacio Nacional de la Cultura  
Ciudad de Guatemala.



Esperando que sus labores cotidianas marchen de la mejor manera, le hacemos llegar la presente de la manera más atenta.

Adjunto a la presente le hacemos entrega del respectivo informe con planos esquemáticos de las instalaciones hidráulicas (Drenaje Sanitario, Drenaje Pluvial y Agua Potable) también adjuntando sus respectivas memorias de diseño y manuales de mantenimiento.

Sin más por el momento, agradezco la atención prestada a la presente

Reciba un cordial saludo.

Atentamente,

Edgar Dajoberto Bucaro Pérez  
Director General  
Dirección General de las Artes  
Ministerio de Cultura y Deportes

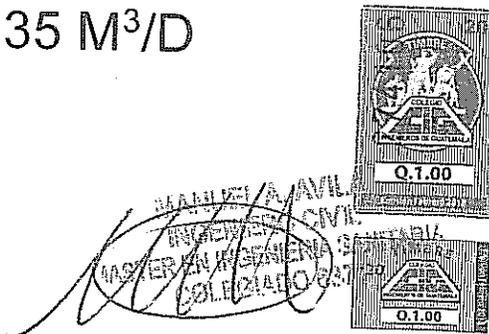


WATER SYSTEM MANAGEMENT, S.A.

M.Sc. Ing. Manuel Alberto Ávila  
Colegiado activo No. 6,371  
DPI: 2351 61292 0101

PROYECTO  
EDIFICIO DE LA ESCUELA NACIONAL  
DE ARTE DRAMATICO Y ESCUELA  
NACIONAL DE CINE, CCMA, CIUDAD  
DE GUATEMALA  
24 CALLE 3-81 ZONA 1 GUATEMALA, GUATEMALA.

Memoria de Diseño  
Planta de Tratamiento de Aguas  
Residuales  
20.35 M<sup>3</sup>/D



M.Sc. ING. MANUEL ALBERTO AVILA  
Colegiado Activo No. 6,371  
Guatemala, Diciembre 2018

MANUEL ALBERTO AVILA  
INGENIERO CIVIL  
MAESTRO EN INGENIERIA SANITARIA  
COLEGIADO ACTIVO NO. 6371

## INDICE DE CONTENIDO

a)	Sistema de recolección y conducción aguas residuales.....	5
b)	Características del afluente y efluente.....	5
c)	Calidad del afluente.....	5
d)	Calidad del efluente con 90% de eficiencia.....	5
e)	Característica de lodos.....	6
f)	Diagrama de flujo.....	6
g)	Sistema de tratamiento.....	7
h)	Ubicación de la PTAR.....	7
1.	MEMORIA TECNICA.....	9
a)	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PROCESO PRODUCTIVO DE LAS AGUAS A TRATAR.....	9
	Tabla 1. Parámetros de diseño.....	13
▪	CARGA HIDRÁULICA.....	13
▪	CARGA CONTAMINANTE.....	14
i)	Tratamiento Primario (Canal de Rejas y Desarenador).....	14
j)	Trampa de grasa.....	15
k)	Contactador Anóxico (Igualación y Homogenización).....	15
l)	Tanque de Aireación.....	16
m)	Componentes Electro-Mecánicos.....	16
n)	Tanque de Clarificación.....	17
o)	Pozo de Recirculación.....	18
p)	Tanque para almacenamiento, espesado y digestión de lodos.....	19
q)	Clorinador y Tanque de Contacto.....	19
r)	Toma de Muestras y Pozo de Bombeo.....	20
2.	DIMENSIONAMIENTO.....	21
3.	FUENTES DE INFORMACIÓN.....	24

MANUEL A. AVILA  
INGENIERO CIVIL  
MAESTRO EN INGENIERIA SANITARIA  
& COLEGIADO 6371

## INDICE DE TABLAS

TABLA 1. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE LODOS ACTIVADOS.....	16
TABLA 2. PARÁMETROS DE DISEÑO DEL CLARIFICADOR SECUNDARIO.....	17
TABLA 3. DIMENSIONES DE PROCESOS DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO.....	21

## ABREVIATURAS

PTAR	Planta de Tratamiento de Agua Residual
mg/L	miligramos por litro
DBO <sub>5</sub>	Demanda Bioquímica de Oxígeno a 5 días
SST	Sólidos Suspendedos Totales
L/s	Litros por segundo
kg	Kilogramos
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono
m <sup>2</sup>	metro cuadrado
DQO	Demanda Química de Oxígeno
pH	potencial de Hidrógeno
cm	Centímetro
mm	Milímetro
m <sup>3</sup>	metro cúbico
d	Día
kg/d	kilogramo por día
kW	kilo Watts
PVC	Cloruro de Polivinilo
HP	Horse Power
g/L	gramos por litro

MANUEL A. AVILA  
INGENIERO CIVIL  
MAESTRO EN INGENIERIA SANITARIA  
COLEGIADO N° 5571

Memoria Descriptiva  
Planta de Tratamiento de Aguas  
Residuales  
20.35 m<sup>3</sup>/d

**a) Sistema de recolección y conducción aguas residuales**

El Sistema De drenaje está Diseñado con Criterio de Drenaje separativo de aguas Servidas o Negras que de las Pluviales

Los Artefactos de los Servicios Sanitarios se unirán por medio de tuberías horizontales de Drenaje de Aguas Negras y se conectarán a una tubería para que Todos se conduzcan a la Planta de tratamiento el proyecto tendrá una planta de tratamiento que dará Soporte a la descarga de agua Servida del **Proyecto**.

Para luego conectarse a la Caja Unificadora de Caudales y luego descargar.

**b) Características del afluente y efluente**

La PTAR tratará una carga orgánica, a condiciones de diseño (máxima ocupación), de **6.11 Kg de Demanda Bioquímica de Oxígeno, DBO<sub>5</sub>, por día**. Esta carga equivale a tratar aguas residuales domésticas con una concentración media de **350 mg/L de DBO<sub>5</sub>**.

La planta deberá ser capaz de tratar aguas residuales con las características de las siguientes tablas

**c) Calidad del afluente**

Parámetro	Valor máximo
Demanda química de oxígeno (DQO)	500 mg/L
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	350 mg/L
Grasas y aceites	50 mg/L
Potencial hidrógeno (pH)	6.0 a 9
Temperatura	15 a 35 °C
Sólidos suspendidos Totales	700 mg/l
Material flotante	presente
Color	1000 U Pt-C
Nitrógeno total	85 mg/L
Fósforo total	30 mg/L
Coliformes Fecales	10 <sup>8</sup> NMP /100ml

**d) Calidad del efluente con 90% de eficiencia**

La Planta Contará con un 90% de eficiencia en el efluente de la PTAR (el agua ya tratada) tendrá las características de la tabla 2:

MANUELA AVILA  
INGENIERO CIVIL  
MASTER EN INGENIERIA SANITARIA  
COLEGIADO 6371

**Tabla 2.** Características del efluente de la planta de tratamiento

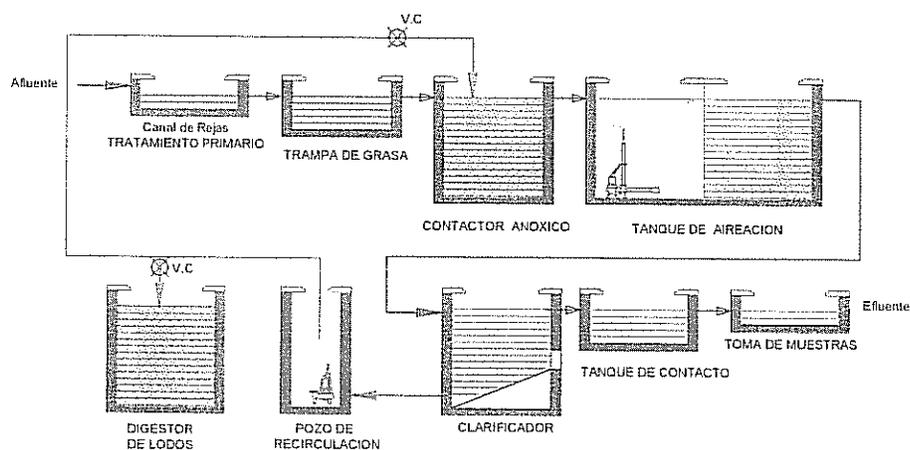
Parámetro	Valor máximo
Demanda química de oxígeno (DQO)	<50 mg/L
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	<30mg/L
Grasas y aceites	(<9 mg/L)
Potencial hidrógeno (pH)	6.0 a 9
Temperatura	Rango (15-35 °C)
Sólidos suspendidos Totales	<90 mg/l
Materia flotante	Ausentes
Color	<400 U Pt-C
Nitrógeno total	<19 mg/L
Fósforo total	<9 mg/L
Coliformes Fecales	<10 <sup>3</sup> NMP/100ml

Nota: Estos son los Parámetros Máximos de Eficiencias con una Operación Adecuada

#### e) Característica de lodos

Esta planta No contara con Patio de secado de lodos por lo que se contratara empresas certificadas para el manejo de los lodos tal como lo establece el artículo 47 del Acuerdo Gubernativo 236-2006, reglamento de las descargas y reusó de aguas residuales y de la disposición de lodos. Los horarios recomendados serán en donde no se encuentre personas a su alrededor contemplar un horario de 5 am para 7 am y se realizara una vez al año.

#### f) Diagrama de flujo



MANUEL A. AMILA  
INGENIERO CIVIL  
MAESTRO EN INGENIERIA SANITARIA  
REGISTRADO 6371

### g) Sistema de tratamiento

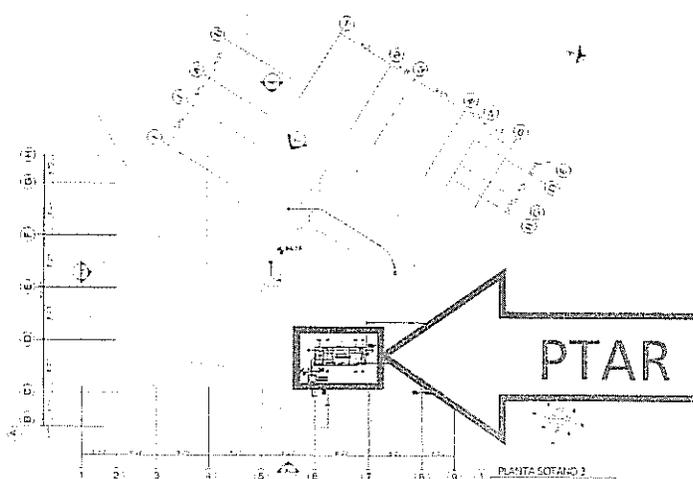
La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, **EDIFICIO DE LA ESCUELA NACIONAL DE ARTE DRAMATICO Y ESCUELA NACIONAL DE CINE, CCMA, CIUDAD DE GUATEMALA**. Está basada en un sistema de tratamiento de tipo biológico aeróbico con base en Lodos Activados con Aireación Extendida.

El proceso de tratamiento aeróbico de aguas residuales, por medio de Lodos Activados, tiene las siguientes ventajas:

- Es un proceso intensivo de tratamiento, en otras palabras, requiere muy poca área.
- Es un proceso altamente eficiente, capaz de entregar un efluente (agua tratada) cumpliendo con el Acuerdo Gubernativo 236-2006, que contienen Demanda Bioquímica de Oxígeno, DBO<sub>5</sub>, y de Sólidos Suspendidos Totales, SST.
- El proceso de puesta en operación del sistema es bastante rápido, permitiendo tener un efluente de buena calidad luego de una o dos semanas de haber sido puesto en operación.
- No produce olores molestos a los vecinos de la PTAR.
- El sistema de Aireación Extendida utilizado da mayor flexibilidad al proceso de Lodos Activados, tolerando el sistema mayores variaciones hidráulicas y orgánicas.
- Es un proceso bastante conocido en el medio.

La PTAR ha sido dimensionada con base en la información suministrada por el diseñador del proyecto. La PTAR manejará un caudal promedio de **0.24 L/s equivalente a los 20.35 m<sup>3</sup>/d aportados por el Proyecto**.

### h) Ubicación de la PTAR



MANUELA AVILA  
INGENIERO CIVIL  
MAESTRO EN INGENIERIA SANITARIA  
COLEGIADO CST 7/24

**Memoria Técnica**  
**Planta de Tratamiento de Aguas**  
**Residuales**  
**20.35 m<sup>3</sup>/d**

MANUEL A. AVILA  
INGENIERO CIVIL  
MASTER EN INGENIERIA SANITARIA  
COLEGIADO 6371

## 1. MEMORIA TECNICA

La Planta para Tratamiento de Aguas Residuales, está basada un sistema de tratamiento de tipo biológico aeróbico con base en Lodos Activados con Aireación Extendida.

Al colocar aquí La PTAR se está cumpliendo con la Ley basado en El Reglamento de las Descargas y Reusó de Aguas Residuales y de La Disposición de Lodos, Acuerdo Gubernativo No. 236-006 del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

### a) ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PROCESO PRODUCTIVO DE LAS AGUAS A TRATAR.

Las aguas que serán tratadas en esta Planta de Tratamiento serán única y exclusivamente de tipo doméstica, o sea generada por el uso de los artefactos sanitarias de este **proyecto**, por parte de las personas que visiten o trabajen en este. Serán todas las producidas en los inodoros, mingitorios, lavatorios, baños, cocinas y pilas de lavar. Estamos hablando tanto de las aguas negras como de las aguas grises o jabonosas. (Bajo ningún concepto se pueden conectar aguas pluviales, de piscinas o de refrigeración a este sistema). Estas aguas residuales serán conducidas por una red de alcantarillado sanitario hasta la Planta de Tratamiento.

El sistema de tratamiento se inicia con la llegada por gravedad de todas las aguas residuales a un canal con rejilla como

**1ª etapa de Tratamiento Primario**, con el fin de proteger los equipos y de evitar la entrada al sistema biológico de material no biodegradable tales como piedras, plásticos, etc. Los sólidos retenidos en el Tratamiento Primario serán retirados de la planta de tratamiento y dispuestos con los otros residuos sólidos del **proyecto**.

#### **Trampa de Grasa:**

En esta parte de la Planta de tratamiento se desea separar las grasas de las aguas residuales por medio de Gravedad, estas grasas permanecerán en la parte superior Para ser removidas

MANUEL A. AVILA  
INGENIERO CIVIL  
MAESTRO EN INGENIERIA SANITARIA  
COLEGIADO 6371

### Contactor Anoxico

Homogenizar el contenido del tanque, mediante la mezcla de su contenido, de forma que se disminuyan las variaciones en concentraciones de las aguas residuales que entran al proceso

A continuación, el agua entrará al tanque de aireación donde será sometida al proceso de conversión de materia orgánica en gas carbónico (CO<sub>2</sub>) y agua, así como en nuevo material celular (bacterias, protozoarios, etc.), de tipo aeróbico, denominado comúnmente Lodo. El agua pasa entonces a un tanque de sedimentación o clarificación, denominado clarificador secundario, donde el lodo se sedimenta por su propio peso y el agua clarificada pasa por un clorinador de pastillas que nos dará agua con calidad microbiológica, luego dicho caudal puede verterse directamente al drenaje pluvial o bien reutilizarse para riego.

Con el fin de mantener la concentración de biomasa deseada dentro del tanque de aireación los lodos retenidos en el clarificador serán retornados de manera continua al contactor anóxico. La planta cuenta con un tanque para el almacenamiento, espesado y digestión de los lodos, una vez que llegue el momento de retirar del sistema el exceso de lodos, ya digeridos y estabilizados podrán extraerse por medio de cisterna.

El objetivo de este proyecto está centrado en la depuración o purificación de aguas residuales (aguas negras) hasta un grado tal que de acuerdo con lo establecido en la legislación nacional pueda verterse hacia un cuerpo receptor, sin ocasionar contaminación significativa o bien reutilizarse, por ejemplo, en el riego de las áreas verdes.

El proceso de tratamiento aeróbico de aguas residuales, por medio de Lodos Activados, tiene las siguientes ventajas:

- Es un proceso intensivo de tratamiento, en otras palabras, requiere muy poca área.
- Es un proceso altamente eficiente, capaz de entregar un efluente (agua tratada) con menos de 50 mg/L de Demanda Bioquímica de Oxígeno, DBO<sub>5</sub>, y de Sólidos Suspendedos Totales, SST.

MANUEL A. ANA  
INGENIERO CIVIL  
MASTER EN INGENIERIA SANITARIA  
C.E.S. 0671 T0/24

- El proceso de puesta en operación del sistema es bastante rápido, permitiendo tener un efluente de buena calidad luego de una o dos semanas de haber sido puesto en operación.
- No produce olores molestos a los vecinos de la PTAR. El biogás producido en el tanque de digestión anaerobio es ventilado rápidamente a la atmósfera.
- El sistema de Aireación Extendida utilizado da mayor flexibilidad al proceso de Lodos Activados, tolerando el sistema mayores variaciones hidráulicas y orgánicas.
- Es un proceso bastante conocido en el medio.

#### b) MATERIAL CONSTRUCTIVO.

Toda la Planta serán construidas en concreto reforzado, con hierro- doble cama no. 4 @ 0.20. En el recubrimiento de concreto Sobre el acero será de 3 cm, todo el acero será = grado 60° 1) todo concreto a usarse en obra será de 4000 psi, todos los materiales deben cumplir con las normas ASTM- se colocara un Impermeabilizante en los muros AQUAFIN-1K es un polvo cementico, que cuando es mezclado con agua forma una barrera superficial rígida, densa e impermeable. Consiste de cemento Portland, arena de cuarzo gradada mejorada con polímeros en los químicos. "1K" no contiene ningún ingrediente el cual pueda afectar negativamente el refuerzo o el concreto. Después de mezclar con agua cura como una membrana dura.

Datos Físicos & Técnicos		
<b>Presentación:</b> Polvo <b>Densidad:</b> 88 lb/ft <sup>3</sup> (1.4 kg/L) seco; 116 lb/ft <sup>3</sup> (1.85 kg/L) húmeda		
<b>Color:</b> Gris o Blanco <b>Tiempo Fraguado:</b> aprox. 2 a 4 horas a 68° F (20°C)		
TEST	RESULTADOS	MÉTODOS
Resistencia Compresion: Gris Blanco	3300 psi (22.7 MPa) en 28d 3000 psi (20.7 MPa) en 28d	(ASTM C-109)
Resistencia Flexion: Gris Blanco	330 psi (2.3 MPa) en 28d 300 psi (2.1 MPa) en 28d	EN 196/1 (ASTM C-348 modif.)
Adherencia:	> 220 psi (> 1.5 MPa)	(ASTM C-321)
Retraccion:	0.014% en 28 dias	(ASTM C-596)
Dureza Shore 'D':	D/66/1	(ASTM D-2240 : 05)
Permeabilidad Vapor: U.S. perms	8 (control no tratado = 10)	(ASTM E-96)
Certificacion agua potable	aprobado (ver www.wqa.org)	NSF/ANSI Standard 61 by WQA
Crecimiento microbiologico:	no soporta	DVGW-W270 Germany
Contenido VOC:	0% (0 g/L)	
Permeabilidad: Lada positivo ó negativo de presion hidrostatica	No penetra agua con: 50 ft (15 m) (1.5 bar) presion hidrostatica.	DIN 1048 sample 80 mils (2.0 mm) thick
Toda la informacion son promedios de varios tests bajos condiciones de laboratorio. En la practica, variaciones climaticas tales como temperatura, humedad, porosidad del soporte puede afectar estos valores.		

Memoria calculo  
Planta de Tratamiento de Aguas  
Residuales  
20.35 m<sup>3</sup>/d

MANUEL A. AVILA  
INGENIERO CIVIL  
MASTER EN INGENIERIA SANITARIA  
COLEGIADO 6371

El cuadro que se inserta continuación fue utilizado para el cálculo del proyecto  
**EDIFICIO DE LA ESCUELA NACIONAL DE ARTE DRAMATICO Y ESCUELA NACIONAL DE CINE, CCMA, CIUDAD DE GUATEMALA**

BASES DE DISEÑO AGUA NEGRA			
<b>PROYECTO:</b>	Edificio de la escuela nacional de arte dramatico y escuela nacional de cine, CCMA, Ciudad de Guatemala		
<b>DIRECCION:</b>	24 Calle 3-81 Zona 1		
<b>SERVICIOS</b>	<b>DOTACION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>CAUDAL</b>
Garita	100.00 Lts/Per/Dia	2 Persona	0.002 LPS
Aulas	40.00 Lts/Per/Dia	439 Persona	0.203 LPS
Camerinos	50.00 Lts/Per/Dia	40 Persona	0.023 LPS
Espectadores	3.00 Lts/Per/Dia	413 Persona	0.014 LPS
Administracion	70.00 Lts/Per/Dia	18 Persona	0.015 LPS
Mantenimiento	70.00 Lts/Per/Dia	5 Persona	0.004 LPS
TOTAL:			0.262 LPS
<b>Caudal Medio o Necesario:</b>	0.26 LPS		
<b>Caudal Total:</b>	22.61 M <sup>3</sup> /D		
<b>Retorno:</b>	0.90 %		
<b>Caudal Total:</b>	0.24 LPS		
<b>Caudal Total:</b>	20.35 M <sup>3</sup> /D		

Tabla 1. Parámetros de diseño

PARAMETROS	VALOR
Volumen ARD m <sup>3</sup> /d	20.35
Caudal medio de diseño, L/s	0.24
Carga Orgánica DBO <sub>5</sub> , kg/d	6.11

#### ▪ CARGA HIDRÁULICA

La PTAR manejará un caudal promedio de **0.24 L/s** equivalente a los **20.35 m<sup>3</sup>/d** aportados por habitantes, visitantes y empleados del **Proyecto**.

Como caudal promedio de diseño se ha tomado un flujo medio diario, a plena ocupación, de **0.24 L/s**. Se ha asumido un Factor Pico horario de 2 lo cual arroja un caudal máximo horario de aguas residuales de **0.48 L/s** llegando a la PTAR.

La PTAR tratará una carga orgánica, a condiciones de diseño (máxima ocupación), de **6.11 Kg de Demanda Bioquímica de Oxígeno, DBO<sub>5</sub>, por día**. Esta carga equivale a tratar aguas residuales domésticas con una concentración media de **350 mg/L de DBO<sub>5</sub>**.

MANUEL A. AVILA  
 INGENIERO CIVIL  
 MASTER EN INGENIERIA SANITARIA  
 COLEGIADO 0371

### ▪ CARGA CONTAMINANTE

La PTAR tratará una carga orgánica, a condiciones de diseño (máxima ocupación), de **6:11 kg de Demanda Bioquímica de Oxígeno, DBO<sub>5</sub>, por día**. Esta carga equivale a tratar aguas residuales domésticas con una concentración media de **350 mg/L de DBO<sub>5</sub>**.

La planta deberá ser capaz de tratar aguas residuales con las características de la siguiente tabla.

Tabla 2. Parámetros de diseño utilizados

Parámetro	Valor máximo
Demanda química de oxígeno (DQO)	500 mg/L
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	350 mg/L
Grasas y aceites	50 mg/L
Potencial hidrógeno (pH)	6.0 a 9
Temperatura	15 a 35 °C
Sólidos suspendidos Totales	700 mg/l
Material flotante	Presente
Color	1000 U Pt-C
Nitrógeno total	85 mg/L
Fósforo total	30 mg/L
Coliformes Fecales	10 <sup>8</sup> NMP /100ml

#### i) Tratamiento Primario (Canal de Rejas y Desarenador)

CANAL DE REJILLAS		
ANCHO	(Metros)	0.30
LARGO	(Metros)	1.55
ALTURA UTIL	(Metros)	0.10
ALTURA TOTAL	(Metros)	1.10
AREA	(Metros) <sup>2</sup>	0.47

A la entrada de las aguas residuales se instalarán dos rejillas, para atrapar los sólidos gruesos no biodegradables. Estas serán limpiadas manualmente diariamente y por lo menos 3 veces al día.

MANUEL A. AVILA  
INGENIERO CIVIL  
MAESTRÍA EN INGENIERÍA SANITARIA/  
COLEGIADO 6971

Los sólidos gruesos serán retirados manualmente - de forma periódica - y dispuestos con otros residuos sólidos del **Proyecto**. Los mismos serán siempre embolsados y llevados a un colector de basura dentro del área de la Planta, para que sea recogida por el recolector público de basuras.

j) Trampa de grasa

<b>TRAMPA DE GRASA</b>		
ANCHO	(Metros)	0.50
LARGO	(Metros)	0.90
ALTURA UTIL	(Metros)	1.10
ALTURA TOTAL	(Metros)	2.15
AREA	(Metros) <sup>2</sup>	0.45
VOLUMEN	(Metros) <sup>3</sup>	0.50
TIEMPO DE RETENCION	(Minutos)	35.03

Las aguas residuales (domésticas y fecales) se recolectan en la Trampa de Grasa, En la superficie de este compartimiento se forma un sombrero sólido de grasas por lo que las aguas residuales.

k) Contactador Anóxico (Igualación y Homogenización)

<b>CONTACTADOR ANOXICO</b>		
ANCHO	(Metros)	0.60
LARGO	(Metros)	1.50
ALTURA UTIL	(Metros)	2.55
ALTURA TOTAL	(Metros)	3.70
AREA	(Metros) <sup>2</sup>	0.90
VOLUMEN	(Metros) <sup>3</sup>	2.30
TIEMPO DE RETENCION	(Horas)	2.71

La salida del Tratamiento Primario descarga directamente – por gravedad - dentro de un tanque con **2.30 m<sup>3</sup> de capacidad**, en el cual se buscan varios objetivos:

- Amortiguar variaciones en flujo procedente del **Proyecto**: Igualación de flujo.
- Homogenizar el contenido del tanque, mediante la mezcla de su contenido, de forma que se disminuyan las variaciones en concentraciones de las aguas

residuales que entran al proceso biológico siguiente: Homogenización de cargas orgánicas.

- Servir como punto de contacto entre el lodo reciclado del Clarificador Final y el agua cruda que llega a la planta, acelerando el proceso de biodegradación y disminuyendo el potencial de crecimiento de bacterias filamentosas.

#### l) Tanque de Aireación

TANQUE DE AIREACION		
ANCHO	(Metros)	2.50
LARGO	(Metros)	2.50
ALTURA UTIL	(Metros)	2.50
ALTURA TOTAL	(Metros)	3.70
AREA	(Metros) <sup>2</sup>	6.25
VOLUMEN	(Metros) <sup>3</sup>	15.63
TIEMPO DE RETENCION	(Horas)	18.43

Para el sistema de Lodos Activados se ha optado por trabajar con un sistema de Aireación Extendida con el fin de minimizar la producción de lodos (biomasa) en exceso y de dotar al sistema de una mayor flexibilidad, es decir, con una capacidad para manejar variaciones hidráulicas y orgánicas en el agua de llegada.

Las características más importantes del sistema de lodos activados se muestran en la Tabla 1:

**Tabla 1.** Características del sistema de lodos activados

Volumen total del tanque de aireación	15.63 m <sup>3</sup>
Rata de recirculación de lodos	55 %
Relación F: M (alimento a microorganismos)	0.35/d
Carga Volumétrica	6.11kgDBO <sub>5</sub> /m <sup>3</sup>

#### m) Componentes Electro-Mecánicos

- Un (1) Aireador de 2.2kW marca Tsurumi.
- Una (1) **bomba sumergible para recirculación de lodos**, marca LITTLE GIANT, modelo WS51M, con motor de ½ HP, a 230 Voltios.

C. Una (1) **bomba sumergible en el digestor de lodos**, marca LITTLE GIANT, modelo WS51M, con motor de  $\frac{1}{2}$  HP, a 230 Voltios, para extracción de lodos.

El equipo de aireación suministrado pertenece a la categoría de "aireadores de tercera generación": son equipos de aspiración de aire, totalmente sumergidos dentro del tanque de aireación. Debido a esto, los equipos no presentan ningún tipo de ruido y utilizan de manera óptima la energía eléctrica que es suministrada al equipo, no solo para transferir al agua el oxígeno requerido sino para mezclar de manera continua el contenido del tanque de aireación.

#### n) Tanque de Clarificación

<b>CLARIFICADOR</b>		
ANCHO	(Metros)	1.24
LARGO	(Metros)	2.50
ALTURA UTIL	(Metros)	2.45
ALTURA TOTAL	(Metros)	3.70
AREA	(Metros) <sup>2</sup>	3.10
VOLUMEN	(Metros) <sup>3</sup>	7.60
TIEMPO DE RETENCION	(Horas)	8.96
CANTIDAD DE TANQUES	(Unidad)	1.00
NO. DE PLACAS X TANQUE	(Unidad)	6.00
ESPACIAMIENTO ENTRE PLACAS	(Unidad)	0.14

El Clarificador Secundario ha sido diseñado con base en los parámetros de la Tabla 2:

**Tabla 2.** Parámetros de diseño del clarificador secundario

Caudal a tratar	<b>0.24 L/s promedio</b>
	<b>0.48 L/s máximo</b>
Concentración de SST a la entrada	1,710 mg/L
Carga Superficial	0.65 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .d
Altura hidráulica	<b>2.45 mts</b>
Área efectiva de sedimentación	<b>3.10</b>

El Clarificador es del tipo Lamella (o de alta tasa), de flujo ascendente, con placas inclinadas a 45° con respecto a la horizontal. La planta cuenta un clarificador, que

cuenta con **6 placas** planas de PVC, de 6 mm de espesor, de 124 cm de largo y 124 cm de ancho, igualmente espaciadas cada 14 cm.

La alimentación al Clarificador se hace por la parte inferior de la unidad, el agua atraviesa de manera ascendente las placas y es recolectada en la parte superior de la unidad en una canaleta de sección circular, con 6 pulgadas de diámetro y **24 cm de largo**.

Con el fin de mantener la concentración de biomasa deseada dentro del tanque de aireación los lodos retenidos en el clarificador serán retornados de manera continua al contactor anóxico. Para ello, el clarificador cuenta con una bomba para retorno de lodos, de tipo sumergible marca LITTLE GIANT, con motor de ½ HP a 230 Voltios. La bomba para retorno de lodos está ubicada en un pozo de bombeo de lodos construido junto al Clarificador, desde donde periódicamente se evacúan lodos hacia el tanque digestor.

o) Pozo de Recirculación

<b>POZO DE RECIRCULACION</b>		
ANCHO	(Metros)	1.00
LARGO	(Metros)	0.60
ALTURA UTIL	(Metros)	2.40
ALTURA TOTAL	(Metros)	3.70
AREA	(Metros) <sup>2</sup>	0.60
VOLUMEN	(Metros) <sup>3</sup>	1.44
TIEMPO DE RETENCION	(Horas)	1.70

El pozo contará con una bomba sumergible para recirculación de lodos, marca LITTLE GIANT, modelo WS51M, con motor de ½ HP, a 230 Voltios la cual se encargará de recircular los lodos hacia el digestor de lodos y al tanque de aireación.

MANUEL A. AVILA  
INGENIERO CIVIL  
MASTER EN INGENIERIA SANITARIA  
SOLECIADO 6271

## p) Tanque para almacenamiento, espesado y digestión de lodos

<b>DIGESTOR DE LODOS</b>		
ANCHO	(Metros)	1.50
LARGO	(Metros)	1.70
ALTURA UTIL	(Metros)	2.35
ALTURA TOTAL	(Metros)	3.70
AREA	(Metros) <sup>2</sup>	2.55
VOLUMEN	(Metros) <sup>3</sup>	5.99
TIEMPO DE RETENCION	(Horas)	7.07

Si la PTAR opera de manera continua bajo las condiciones de diseño, se deberían descartar 4,05 kg de SST/d equivalentes a 0.397 m<sup>3</sup> de lodos: éstos se descartarán desde la línea de retorno de lodos, con unos 10 g/L de SST. Estos lodos serán almacenados, espesados y digeridos (o estabilizados) en un tanque con un tiempo de residencia de 21 días. El tanque tiene un volumen útil de 5.99 m<sup>3</sup>.

El tanque de digestión de lodos está equipado con una bomba sumergible para lodos, marca MONARCH con motor de ½ HP a 230 Voltios, la cual sirve para realizar la extracción de lodos.

## q) Clorinador y Tanque de Contacto

<b>TANQUE DE CONTACTO</b>		
ANCHO	(Metros)	1.00
LARGO	(Metros)	0.55
ALTURA UTIL	(Metros)	0.40
ALTURA TOTAL	(Metros)	1.37
CANTIDAD DE TANQUES	(Unidad)	2.00
AREA	(Metros) <sup>2</sup>	0.55
VOLUMEN	(Metros) <sup>3</sup>	0.44
TIEMPO DE RETENCION	(Minutos)	31.14

Después del proceso, el efluente pasara por un dosificador de cloro y por un tanque de contacto con dos objetivos, el primero eliminar todas las bacterias presentes en el proceso y segundo cumplir con el Acuerdo Gubernativo 236-2006.

El agua tratada puede ser vertida un cuerpo receptor de flujo permanente, drenaje Municipal.

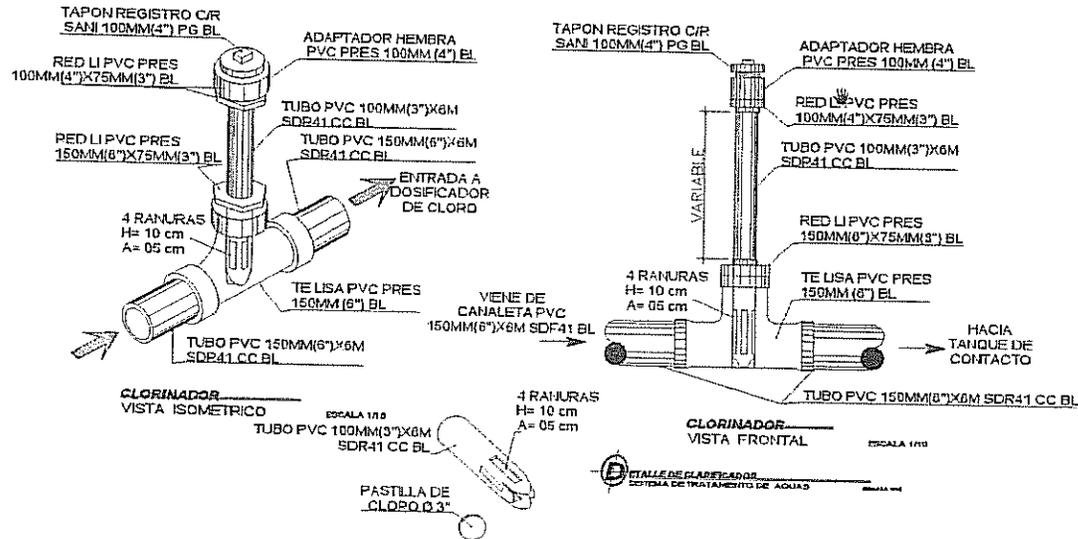
MANUEL A. AVILA  
INGENIERO CIVIL  
MASTER EN INGENIERIA SANITARIA  
COLEGIADO 6371

**Dosificador de Cloro:**

El dosificador de Cloro es un accesorio Fabricado en PVC con diámetro de Ø6" se utilizara para que el Agua tenga contacto con las Pastillas de Cloro, y estará colocado en la parte final del clarificador para que luego pueda pasar al Tanque de Contacto

**El tipo de Cloración:**

Será con Pastillas de Cloro, Aplicándolas al Dosificador de Cloro, las pastillas tendrán un (65 % de concentración de Cloro)



**r) Toma de Muestras y Pozo de Bombeo**

TOMA DE MUESTRA		
ANCHO	(Metros)	1.00
LARGO	(Metros)	0.50
ALTURA UTIL	(Metros)	0.05
ALTURA TOTAL	(Metros)	1.37
AREA	(Metros) <sup>2</sup>	0.50
VOLUMEN	(Metros) <sup>3</sup>	0.03
TIEMPO DE RETENCION	(Minutos)	1.77

El sistema de tratamiento contará con medición directa del flujo de agua residual que llega a la planta mediante un vertedero Triangular ubicado en la caja de toma de muestras.

MANUEL A. AVILA  
INGENIERO CIVIL  
MAESTRO EN INGENIERIA SANITARIA  
COLEGIADO 6371



<b>TRAMPA DE GRASA</b>		
ANCHO	(Metros)	0.50
LARGO	(Metros)	0.90
ALTURA UTIL	(Metros)	1.10
ALTURA TOTAL	(Metros)	2.15
AREA	(Metros) <sup>2</sup>	0.45
VOLUMEN	(Metros) <sup>3</sup>	0.50
TIEMPO DE RETENCION	(Minutos)	35.03

<b>CONTACTOR ANOXICO</b>		
ANCHO	(Metros)	0.60
LARGO	(Metros)	1.50
ALTURA UTIL	(Metros)	2.55
ALTURA TOTAL	(Metros)	3.70
AREA	(Metros) <sup>2</sup>	0.90
VOLUMEN	(Metros) <sup>3</sup>	2.30
TIEMPO DE RETENCION	(Horas)	2.71

<b>TANQUE DE AIREACION</b>		
ANCHO	(Metros)	2.50
LARGO	(Metros)	2.50
ALTURA UTIL	(Metros)	2.50
ALTURA TOTAL	(Metros)	3.70
AREA	(Metros) <sup>2</sup>	6.25
VOLUMEN	(Metros) <sup>3</sup>	15.63
TIEMPO DE RETENCION	(Horas)	18.43

MANUELA AVILA  
 INGENIERO CIVIL  
 MASTER EN INGENIERIA SANITARIA  
 COLEGIADO 6371

<b>CLARIFICADOR</b>		
ANCHO	(Metros)	1.24
LARGO	(Metros)	2.50
ALTURA UTIL	(Metros)	2.45
ALTURA TOTAL	(Metros)	3.70
AREA	(Metros) <sup>2</sup>	3.10
VOLUMEN	(Metros) <sup>3</sup>	7.60
TIEMPO DE RETENCION	(Horas)	8.96
CANTIDAD DE TANQUES	(Unidad)	1.00
NO. DE PLACAS X TANQUE	(Unidad)	6.00
ESPACIAMIENTO ENTRE PLACAS	(Unidad)	0.14

<b>DIGESTOR DE LODOS</b>		
ANCHO	(Metros)	1.50
LARGO	(Metros)	1.70
ALTURA UTIL	(Metros)	2.35
ALTURA TOTAL	(Metros)	3.70
AREA	(Metros) <sup>2</sup>	2.55
VOLUMEN	(Metros) <sup>3</sup>	5.99
TIEMPO DE RETENCION	(Horas)	7.07

<b>POZO DE RECIRCULACION</b>		
ANCHO	(Metros)	1.00
LARGO	(Metros)	0.60
ALTURA UTIL	(Metros)	2.40
ALTURA TOTAL	(Metros)	3.70
AREA	(Metros) <sup>2</sup>	0.60
VOLUMEN	(Metros) <sup>3</sup>	1.44
TIEMPO DE RETENCION	(Horas)	1.70

MANUEL A. AVILA  
 INGENIERO CIVIL  
 MAESTRO EN INGENIERIA SANITARIA  
 SOLECIADO 6371

TANQUE DE CONTACTO		
ANCHO	(Metros)	1.00
LARGO	(Metros)	0.55
ALTURA UTIL	(Metros)	0.40
ALTURA TOTAL	(Metros)	1.37
CANTIDAD DE TANQUES	(Unidad)	2.00
AREA	(Metros) <sup>2</sup>	0.55
VOLUMEN	(Metros) <sup>3</sup>	0.44
TIEMPO DE RETENCION	(Minutos)	31.14

TOMA DE MUESTRA		
ANCHO	(Metros)	1.00
LARGO	(Metros)	0.50
ALTURA UTIL	(Metros)	0.05
ALTURA TOTAL	(Metros)	1.37
AREA	(Metros) <sup>2</sup>	0.50
VOLUMEN	(Metros) <sup>3</sup>	0.03
TIEMPO DE RETENCION	(Minutos)	1.77

### 3. FUENTES DE INFORMACIÓN

- Metcalf & Eddy. Ingeniería de Aguas Residuales, tratamiento, vertido y reutilización. Tercera edición. Volumen I y II. Mc Graw-Hill. México. 1991.

MANUEL A. AVILA  
INGENIERO CIVIL  
MASTER EN INGENIERIA SANITARIA  
COLEGIADO 6371

M.Sc. ING. MANUEL ALBERTO AVILA

Colegiado Activo No. 6,371

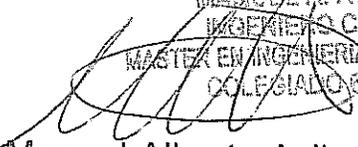
Guatemala, Diciembre 2018

MANUEL A. AVILA  
INGENIERO CIVIL  
MASTER EN INGENIERIA SANITARIA  
COLEGIADO 6371

PROYECTO  
EDIFICIO DE LA ESCUELA NACIONAL  
DE ARTE DRAMATICO Y ESCUELA  
NACIONAL DE CINE, CCMA, CIUDAD  
DE GUATEMALA  
24 CALLE 3-81 ZONA 1

Manual de Operación y Mantenimiento  
Planta de Tratamiento de  
Aguas Residuales

MANUEL A. AVILA  
INGENIERO CIVIL  
MAESTRO EN INGENIERIA SA  
COLEGIADO 6371



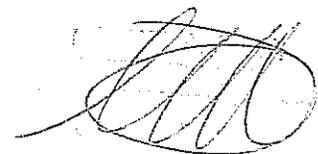
M. Sc. Ing. Manuel Alberto Avila

Colegiado No. 6,371  
Guatemala, Diciembre 2018



## INDICE DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN .....	3
2.	ALCANCES .....	3
3.	PROCESOS DE TRATAMIENTO .....	3
4.	INFORMACIÓN BÁSICA DE DISEÑO .....	4
4.1	TIPO DE AGUA RESIDUAL .....	4
4.2	CARACTERÍSTICAS DEL AGUA RESIDUAL CRUDA .....	5
➤	CONCENTRACIÓN DE DBO5 Y DQO DE DISEÑO EN MG O2/L .....	5
➤	CARACTERÍSTICAS QUE DEBERÁ CUMPLIR EL EFLUENTE DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO .....	5
5.	PERSONAL ENCARGADO DE REALIZAR LAS ACTIVIDADES .....	6
6.	EQUIPO Y HERRAMIENTAS NECESARIAS PARA REALIZAR LA ACTIVIDAD .....	6
7.	BODEGA .....	7
8.	PUESTA EN MARCHA .....	7
9.	ARRANQUE DEL AIREADOR .....	7
10.	ARRANQUE DEL SISTEMA BIOLÓGICO .....	8
11.	OPERACIÓN .....	9
12.	CONTROL OPERACIONAL .....	9
A.	REJILLAS DE RETENCIÓN DE SÓLIDOS .....	9
B.	TRAMPA DE FLOTANTES Y DESARENADOR .....	10
C.	CONTACTOR ANOXICO .....	10
D.	TANQUE DE AIREACIÓN (REACTOR AEROBIO O DE OXIGENACIÓN) .....	10
E.	CLARIFICADOR (SEDIMENTADOR) .....	11
F.	DIGESTOR DE LODOS .....	12
G.	TANQUE DE CONTACTO Y CLORINADOR .....	13
5	MEDICIONES DIARIAS .....	13
6	OTRAS MEDICIONES DE CALIDAD .....	14
13.	DIAGRAMA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO .....	15
14.	POSIBLES PROBLEMAS .....	15
15.	MANTENIMIENTO .....	16
16.	DESECHOS .....	17
17.	OBSERVACIONES .....	18
	ANEXO 1 COMPONENTES ELECTROMECAÑICOS Y EQUIPOS .....	18
18.	COMPONENTES ELECTRO-MECÁNICOS .....	18
	ANEXO 2 SINOPSIS DE ACTIVIDADES RECOMENDADAS EN EL MANUAL Y FRECUENCIA .....	23
	ANEXO 3 FORMULARIO MEDICIÓN DE PARÁMETROS .....	24



## 1. Introducción.

El presente documento constituye el Manual de Operación y Mantenimiento para la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del proyecto **EDIFICIO DE LA ESCUELA NACIONAL DE ARTE DRAMATICO Y ESCUELA NACIONAL DE CINE, CCMA, CIUDAD DE GUATEMALA.**

## 2. Alcances.

Este Manual debe de estar presente en todo momento en el sitio de la obra y deberá ser consultado en todo momento por el operador para las actividades de rutina o en caso de situaciones fuera de lo normal. Se constituye en el documento base de consulta tanto para las actividades de operación como de mantenimiento del sistema.

## 3. Procesos de tratamiento

La planta de tratamiento para aguas residuales de origen doméstico para el proyecto **EDIFICIO DE LA ESCUELA NACIONAL DE ARTE DRAMATICO Y ESCUELA NACIONAL DE CINE, CCMA, CIUDAD DE GUATEMALA.** Es una planta de tipo biológico Aerobio, diseñada para tratar la totalidad de las aguas residuales generadas por los visitantes y personas que laboren en este **Proyecto**, en época de mayor afluencia, para un caudal promedio estimado de **20.35 m3 por día.**

La planta de tratamiento está compuesta por los siguientes procesos o etapas de tratamiento:

- ✓ Tratamiento Primario: Rejillas para retención de sólidos, desarenador y trampa de flotantes
- ✓ Contactor Anóxico
- ✓ Etapa de Tratamiento biológico Aerobio: reactor de Lodos Activados con Aireación Extendida
- ✓ Tanque digestor de lodos
- ✓ Equipos de Aireación por aspiración de aire: aireador sumergible
- ✓ Etapa de Clarificación Secundaria: sedimentador secundario
- ✓ Sistema de bombeo para recirculación interna y extracción de lodos en exceso
- ✓ Dosificador de cloro y tanque de contacto

El Tratamiento Primario está formado por un canal de rejillas, en el cual se capturan los sólidos gruesos (no biodegradables) antes de que el agua residual entre al sistema.

Luego lleva un sistema de desarenador para eliminar las partículas de arena más pesadas y una trampa de flotantes para separar y eliminar los sólidos livianos y grasas.

La etapa de tratamiento biológico aerobio esta formada por un tanque de aireación, con una etapa de clarificación final, luego del tanque de aireación.

El sistema de tratamiento está dotado de una línea para la recirculación interna de Lodos, así como para el manejo de Lodos en exceso mediante Digestión Anaerobia, para su posterior extracción a través de camión cisterna.

Y finalmente posee una etapa de desinfección del efluente de la planta de tratamiento.

El diseño de la planta se ha hecho utilizando aireadores de última generación, del tipo sumergible. El sistema de aireación - mediante aspiración de aire - permite altas eficiencias en la transferencia de oxígeno. En este caso, el aire es aspirado por un sistema tipo "Venturi", ubicado en la descarga de una bomba centrífuga sumergida dentro del tanque de aireación, la cual - mediante un apropiado y eficiente sistema - absorbe el aire del exterior mezclándolo y distribuyéndolo dentro de toda la masa de agua.

Una ventaja importante de este sistema es la poca producción de ruido, al encontrarse sumergido y contar además con un silenciador en la tubería de aspiración.

#### **4. Información básica de diseño**

##### **4.1 Tipo de agua residual**

El agua residual para la cual ha sido diseñada la planta de tratamiento es agua residual doméstica.



#### 4.2 Características del agua residual cruda

Las características del agua residual cruda que será tratada en la planta de tratamiento aparecen en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Características de las aguas residuales a tratar

Parámetro	Valor máximo
Demanda química de oxígeno (DQO)	500 mg/L
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	350 mg/L
Grasas y aceites	50 mg/L
Potencial hidrógeno (pH)	6.0 a 9
Temperatura	15 a 35 °C
Sólidos suspendidos Totales	700 mg/l
Material flotante	presente
Color	1000 U Pt-C
Nitrógeno total	85 mg/L
Fósforo total	30 mg/L
Coliformes Fecales	10 <sup>8</sup> NMP /100ml

➤ **Concentración de DBO<sub>5</sub> y DQO de diseño en mg O<sub>2</sub>/L**

La concentración de la demanda bioquímica de oxígeno **6.11 Kg de Demanda Bioquímica de Oxígeno, DBO<sub>5</sub>, por día.** (DBO<sub>5</sub>) y demanda química de oxígeno (DQO) utilizadas en el diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales es de 350 mg O<sub>2</sub>/L y 500 mg O<sub>2</sub>/L respectivamente.

➤ **Características que deberá cumplir el efluente del sistema de tratamiento**

Las características del efluente del sistema de tratamiento se encuentran en la siguiente tabla.

**Tabla 2.** Características del efluente de la planta de tratamiento

Parámetro	Valor máximo
Demanda química de oxígeno (DQO)	<50 mg/L
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	<30mg/L
Grasas y aceites	(<9 mg/L)
Potencial hidrógeno (pH)	6.0 a 9
Temperatura	Rango (15-35 °C)
Sólidos suspendidos Totales	<90 mg/l
Materia flotante	Ausentes

Color	<400 U Pt-C
Nitrógeno total	<19 mg/L
Fósforo total	<9 mg/L
Coliformes Fecales	<10 <sup>3</sup> NMP/100ml

Nota: Estos son los Parámetros Máximos de Eficiencias con una Operación Adecuada

### 5. Personal encargado de Realizar las Actividades

El perfil de la persona encargada de la operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales debe ser:

- Educación básica.
- Experiencia en instalación de equipos de bombeo e instalación tubería
- Capacitación Constante.
- Iniciativa y proactividad en sus actividades

### 6. Equipo y Herramientas necesarias para realizar la actividad

Los equipos, herramientas, vehículos, reactivos e implementos necesarios para llevar a cabo las diferentes actividades y procedimientos para la operación y mantenimiento de la planta de tratamiento se detallan en la siguiente Tabla. (Tabla 3)

**Tabla 3.** Equipo necesario para la operación y mantenimiento de la PTAR

Cantidad	Descripción
1	Utensilio para atrapar sólidos gruesos y material flotante
1	Rastrillo
1	Kit de herramientas
2	Recipientes plásticos de 5 galones
1	Sierra para cortar tubería PVC
1	Escoba
1	Escoba tipo cepillo
1	Par de botas de hule
1	Guantes de hule
1	Uniforme tipo overall

---

1	Mascarilla
1	Botiquín de primeros auxilios
	Detergente
1	Jabón desinfectante
	Bolsas plásticas
1	Cepillo de plástico
2	Conos Imhoff con base
1	Medidor de pH
1	Manguera
1	Pistola de presión
1	Machete
1	Pala
1	Azadón

---

#### 7. Bodega.

Todos estos equipos se tendrán en un área determinada, que destinará **del Proyecto**, específicamente para el uso del operador, y tendrá todo lo necesario para su aseo diario, a saber, inodoro, lavamanos, baño, y un espacio para los implementos de laboratorio.

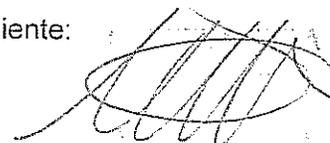
#### 8. Puesta en marcha

El arranque del sistema de tratamiento de aguas residuales será llevado a cabo de manera simultánea, el Tratamiento Primario, el Tanque de Aireación y el Clarificador final. Se parte del supuesto de que los tanques están llenos con agua limpia, fruto de las pruebas de estanqueidad (o hidrostáticas) previas a su puesta en funcionamiento.

#### 9. Arranque del Aireador

Inicialmente, se pondrán en funcionamiento el equipo de aireación. La generación de burbujas finas de aire, dirigidas hacia el centro del tanque de aireación, denotará un sentido de giro apropiado del equipo y su adecuado funcionamiento. Durante esta etapa, se verificará el estado de los diferentes elementos que lo componen, así como su desempeño. Se observará, y registrará, entre otros, lo siguiente:

- Ausencia de ruidos extraños



- Ausencia de vibración en la estructura de entrada de aire
- Producción de burbujas hasta el centro del tanque
- Amperaje consumido por el motor de la bomba-del aireador

Una vez esté verificado el estado y la correcta operación del aireador se procederá a alimentar la planta de tratamiento desde el Tratamiento Primario.

## 10. Arranque del Sistema Biológico

El procedimiento de arranque de un sistema biológico está basado en el aumento "gradual" de la población microbiana existente en un momento dado dentro del sistema, con el fin de poder alcanzar las cargas orgánicas de diseño que pueden aplicarse al mismo. El procedimiento de arranque estará bien encaminado si es posible, a través del tiempo, aumentar paulatinamente la cantidad de material orgánico que entra al sistema, sin pérdida de eficiencia en la conversión de materia orgánica (sin observar un deterioro en la calidad del agua de salida del Clarificador Secundario) ni la aparición de olores molestos dentro del sistema.

Es conveniente verificar que las rejillas del Tratamiento Preliminar están en su lugar (toda el agua residual está siendo "tamizada") y que tanto el Aireador como la bomba de recirculación interna de lodos están operando adecuadamente. Antes de iniciar la alimentación al sistema de tratamiento, se debe encender la bomba de recirculación de lodos desde el Clarificador hacia el Tanque de Aireación. Esta bomba de recirculación deberá operarse de manera continua.

Se deberá revisar y registrar el caudal de agua que está pasando a través de la planta de tratamiento, el cual se mide, así como la tasa de recirculación interna de lodos.

Normalmente solo será necesario purgar (evacuar) lodos del sistema de tratamiento, luego de varios meses de operación. Esto se hará una vez que la concentración de sólidos suspendidos totales (SST), medidos de manera indirecta en el cono de sedimentación (o cono Imhoff), alcancen un valor de 400 mL por litro, en un lapso de una hora.

Es posible que durante la Puesta en Operación se observe la presencia de espuma blanca. Esta espuma desaparecerá gradualmente a medida que el sistema va alcanzando la madurez del sistema y se va desarrollando la masa de microorganismos

dentro del mismo. La presencia de biomasa activa se detecta por una coloración café oscuro dentro del Tanque de Aireación.

Se debe revisar la perfecta nivelación de la canaleta de salida de agua del clarificador.

## 11. Operación

- Bajo condiciones normales de operación, el agua residual llegará por gravedad hasta el Tanque de bombeo luego de su paso a través del canal de rejas,
- Mediante las bombas sumergibles, pasará al Tanque de Aireación.
- Finalmente, al Clarificador Secundario.
- Luego el efluente sale del sistema a través de la caja final, desde donde abandona definitivamente el sistema de tratamiento para poder ser dispuesto en un sistema de drenaje profundo, construido y diseñado específicamente para esto.

En operación normal, y una vez se alcancen los niveles deseados de lodos (biomasa) dentro del Tanque de Aireación, se deberá proceder a purgar lodos del sistema cada dos semanas (su frecuencia variará de acuerdo con el grado de ocupación del **Proyecto** a través de las válvulas correspondientes, hacia el tanque digester de lodos.

La purga de lodos deberá de hacerse de acuerdo con el inventario de lodos (cantidad) dentro del Tanque de Aireación. Se deberá tener cuidado especial de no retirar lodos en exceso pues de hacerlo se afecta adversamente el desempeño del sistema.

## 12. Control operacional

Las rutinas de control normal estarán centradas en vigilar la correcta operación de los equipos de aireación, así como de retorno interno de lodos. Más adelante se describen las rutinas de análisis que se deben implementar diariamente y que indicarán al operador el grado de desempeño del sistema.

### a. Rejillas de retención de sólidos

Su función es atrapar los sólidos gruesos, tales como plásticos, toallas sanitarias, envases, trozos de madera, etc., así como plásticos, grasas y otros materiales flotantes en general No Biodegradables. El operador debe retirar estos desechos teniendo cuidado de dejar pasar la materia orgánica. Se recomienda hacer limpiezas lo más frecuentemente posible (en días y horas de poca afluencia de personas en (el

**Proyecto**), ya que puede ser un punto donde se generen olores molestos, o moscas, si no se practica adecuadamente esta actividad.

La limpieza frecuente impide el atascamiento de la unidad y el desborde de las aguas sucias. Se recomienda efectuar la limpieza a las 06:00, 12:00 y 18:00. Estos horarios pueden variar de acuerdo a los horarios de mayor actividad, por ejemplo, durante los fines de semana. Como mínimo, deberá hacerse una limpieza diaria.

El operario deberá limpiar las rejas, colocar los sólidos sobre la bandeja perforada y dejarlos un tiempo prudencial de secado. Cuando note que los sólidos hayan perdido buena parte de su humedad, deberá proceder a retirar los sólidos gruesos o materiales no biodegradables que han sido atrapados en las rejas, embolsarlos y manejarlos como un residuo sólido, disponiéndose con la basura del **Proyecto**. El líquido que escurren los sólidos atrapados en las bandejas cae de nuevo al canal de rejillas para que continúe el proceso de tratamiento correspondiente.

#### **b. Trampa de Flotantes y Desarenador**

El operador debe estar revisando estas dos unidades y en el caso de la trampa de flotantes, retirar, cuando detecte presencia de materiales flotantes, estos residuos livianos, embolsándolos y disponiéndolos como residuos sólidos o basuras. En el caso del desarenador debe estar revisando el nivel de arenas y cuando detecte que el depósito se está llenando debe de retirarla y disponerla como residuo sólido.

#### **c. Contactador Anoxico**

En este tanque el Operador tendrá que observar el flujo libre del agua residual, y que no se encuentren obstrucciones al tanque de aireación, limpiar continuamente las paredes y remover los lodos Flotantes que se puedan producir sobre el agua

#### **d. Tanque de Aireación (Reactor Aerobio o de Oxigenación)**

Es el tanque donde se logra la incorporación del oxígeno, desde el aire hacia el agua, de forma que los microorganismos Aerobios puedan utilizar y degradar la materia orgánica, convirtiéndola en nuevos microorganismos y en gases de respiración (gas carbónico y agua) sin que se presenten problemas de olores. El periodo de retención

hidráulico (HRT) global garantiza un constante contacto del oxígeno del aire con los microorganismos Aerobios encargados del proceso de depuración, a la vez que - con el movimiento interno generado por el equipo aireador - se mantendrá la mezcla y homogeneización de toda la masa contenida dentro del tanque de aireación.

La materia orgánica fresca (en forma disuelta y coloidal) se mezcla con los lodos previamente activados (microorganismos Aerobios) que se reproducen dentro del tanque de aireación y se almacenan en la parte baja del Sedimentador, promoviéndose así una mayor velocidad de reacción. La recirculación de estos lodos desde el Sedimentador Secundario hacia el Tanque de Aireación, generalmente varía del 15 al 50 %, con respecto al flujo de entrada, pero la cantidad exacta se determinará o variará de acuerdo con las características encontradas tanto en las aguas de entrada y salida de la planta.

Como parte de la Operación de la Planta, se debe medir la cantidad de lodo o biomasa presente en el Tanque de Aireación, con el fin de asegurar que hay una buena cantidad de lodos para el proceso de tratamiento. Esto se hace en la práctica mediante el muestreo de lodos y su medición dentro de un cono Imhoff. Se toma un volumen de 1 litro del líquido presente en el Tanque de aireación, se deja sedimentar libremente por espacio de una hora, y se hace la lectura del volumen de lodos sedimentados: en mL por hora. Este valor debe mantenerse cercano a los 400 mL. Si el valor disminuye, se debe aumentar la tasa de recirculación interna de lodos y evitar la purga de lodos. Si el valor aumenta, se deberá evacuar un poco de lodos hacia el digestor.

El equipo de aireación no se obstruye si se cumple con las operaciones de limpieza de las estructuras previas: Canal de rejillas, Trampas de Flotantes, etc. El equipo está diseñado para manejar sólidos de tamaño muy conveniente, que de por sí no deben estar presentes en las aguas del reactor. Es necesario el cambio de aceite de la bomba del equipo aireador cada seis meses.

#### **e. Clarificador (Sedimentador)**

En esta unidad se da el proceso de separación de los microorganismos que abandonan el Tanque de Aireación anterior, mediante su propio peso. También se

conoce como proceso de clarificación del agua. La bomba sumergible instalada en el Pozo de Bombeo de Lodos, re-circula o envían nuevamente los lodos al Tanques de Aireación, con el fin de mantener la concentración y actividad adecuadas de los microorganismos, dentro del sistema de tratamiento. Una vez que se ha alcanzado la concentración ideal de biomasa para el sistema, se deberán enviar parte de los lodos hacia el Digestor de lodos.

La canoa (o canal) usada para recolectar el agua clarificada debe permanecer siempre nivelada de forma tal que ingrese agua por todo su contorno. Se debe observar una lámina de agua alrededor de toda la unidad. La canoa debe permanecer limpia, sin presencia de algas o mucílago, con el fin de poder observar fácilmente la calidad del agua tratada. Cuando se note estas adherencias, se deberá proceder a cepillar. Se deben retirar los lodos más livianos o motas que suben a la superficie para evitar que éstas desborden a la canoa. Para ello se puede utilizar un colador fino similar a los usados en la limpieza de piscinas.

Se debe de estar vigilando el funcionamiento de la bomba de recirculación de lodos, la cual debe operar de manera permanente. Cuando se detecte poco lodo dentro del tanque de aireación se debe suspender la purga de lodos y tratar de mantener al máximo la recirculación de lodos. Cuando se note exceso de lodos dentro del reactor de aireación se debe desviar (purgar) los lodos al Digestor por medio de las válvulas dispuestas para este fin.

#### **f. Digestor de lodos**

Cuando se alcance la concentración de biomasa deseada dentro del sistema (cerca de 400 mL por litro, en una hora, en el Tanque de Aireación) se deberá proceder a enviar los lodos en exceso hacia el Digestor, desde el fondo del Clarificador Secundario. Se recomienda que el tanque Digestor de lodos permanezca siempre tapado, para disminuir la salida libre de los gases, producto de la digestión anaerobia de los lodos. Se recomienda que los lodos se mantengan dentro del Digestor por un período superior a 21 días, con el fin de lograr una buena estabilización. Una vez esté lleno este tanque digestor se pueden retirar estos lodos mediante un camión-cisterna se contratará empresas certificadas para el manejo de los lodos tal como lo establece

el artículo 47 del Acuerdo Gubernativo 236-2006, reglamento de las descargas y reusó de aguas residuales y de la disposición de lodos

Se deberá hacer cuando se anticipe una mínima cantidad de personas en los alrededores de la Planta de Tratamiento.

#### **g. Tanque de Contacto y Clorinador**

Después del proceso, el efluente pasara por un dosificador de cloro y por un tanque de contacto. Con dos objetivos, el primero reducir las bacterias presentes en el proceso y segundo cumplir con el Acuerdo Gubernativo 236-2006.

La Operación será de colocar continuamente las pastillas de cloro, y no permitir que el dosificador de Cloro se mantenga vacío, esto requiere una inspección diaria.

En el caso del tanque de contacto se debe verificar que no existan natas en el mismo, de ser así el operador procederá a retirarlas, así mismo se deberán limpiar los muros vistos del tanque con el fin de evitar cualquier tipo de vector que puede producirse en este.

#### **5 Mediciones diarias**

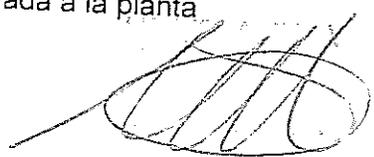
De ser posible se sugiere realizar análisis mínimos de rutina (diarios) que deben realizarse para vigilar el correcto desempeño del sistema de tratamiento están:

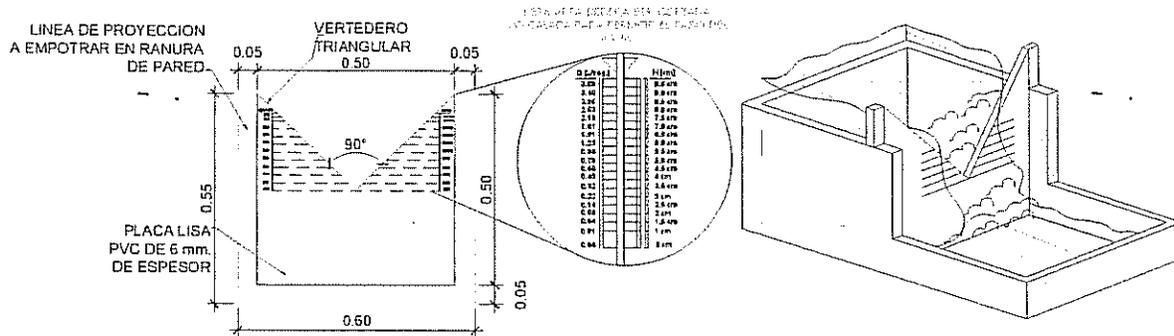
- pH
- Temperatura
- Sólidos Sedimentables en el Tanque de Aireación (mL por L, por hora)
- Sólidos Sedimentables del efluente o agua tratada (con imhoff)
- Caudal de entrada a la planta

Se recomienda hacer los análisis a diferentes horas del día, por ejemplo, el primer día a las 07:00; el segundo día a las 08:00, el tercer día a las 09:00, y así sucesivamente.

De esta forma se puede obtener - en el tiempo - un perfil del comportamiento global del sistema a diferentes horas del día.

- Especificaciones de cómo medir el Caudal de entrada a la planta





Se realizará en la caja final de la planta de tratamiento donde estará colocado un vertedero triangular para medir el Caudal, el operador lo que tendrá que hacer es llevar un registro diario de la medición del caudal

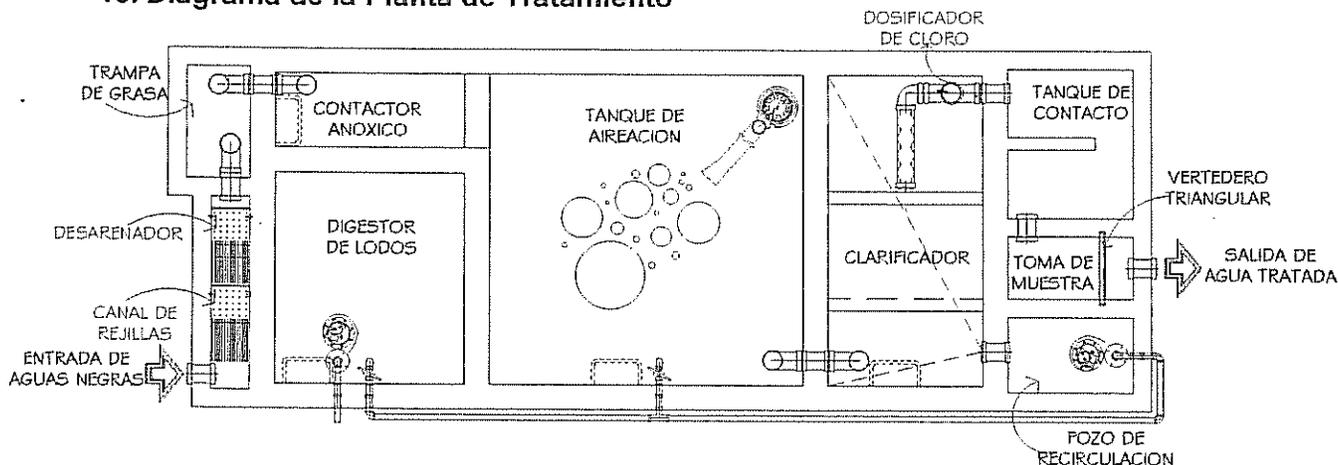
## 6 Otras Mediciones de Calidad

Se realizara como mínimo, dos muestras al año y efectuar los análisis que correspondan de conformidad con los parámetros en el acuerdo gubernativo 236-2006 y establecido en el artículo 49, es importante realizar análisis de calidad del agua tratada. Para ello se debe acudir a un laboratorio debidamente acreditado. Los análisis a realizar serán:

- a) Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>.)
- b) DQO
- c) Potencial hidrógeno (pH)
- d) Grasas y aceites (GyA)
- e) Sólidos suspendidos Totales (SST)
- f) Temperatura
- g) Materia Flotante
- h) Fosforo
- i) Nitrogeno
- j) Coliformes fecales
- k) Color

MANUELA AVILA  
INGENIERO CIVIL  
MAESTRO EN INGENIERIA SANITARIA  
COLEGIADO 4371

### 13. Diagrama de la Planta de Tratamiento



### 14. Posibles problemas

La operación de la PTAR puede interrumpirse en cualquier momento, total o parcialmente. Al apagar el sistema de aireación del Tanque de Aireación, este quedará convertido en un tanque de sedimentación. Sin embargo, el elevado tiempo de retención hidráulico hará que se presenten allí condiciones anaerobias (sépticas), si no se remueven rápidamente los sólidos (materia orgánica) decantados en menos de 4 horas.

En caso que se presenten lodos sobrenadantes en exceso, del tipo liviano por presencia de bacterias filamentosas, se debe recircular los lodos con mayor intensidad al contactor anóxico, además de retirar todo lo que sea posible por medios manuales, con estas medidas en pocos días desaparecerá el fenómeno.

La planta ha sido diseñada para permitir su operación aun en casos de mantenimiento de las unidades o durante reparaciones de emergencia, ya que por el tipo de equipos que lleva el sistema, nunca será necesario el vaciado de la Planta, ni hacer ningún by-pass, pues su reparación es mediante extracción manual del equipo (izado). Por otro lado las labores de limpieza de rejillas, canoas y flotantes se hacen estando la Planta en Operación sin problema.

MANUEL A. AVILA  
INGENIERO CIVIL  
MAESTRO EN INGENIERIA SANITARIA  
BOLETADEO 037

## 15. Mantenimiento

La norma básica a aplicar en el Mantenimiento Preventivo se puede resumir en los aspectos de Seguridad, Orden y Limpieza, SOL. El sistema de tratamiento de aguas residuales no maneja productos químicos especiales. Sin embargo, posee tanques con materiales biológicos, los cuales presentan un riesgo potencial para la seguridad y la salud humana. Por ello, el personal operativo de la PTAR debe permanecer alerta todo el tiempo, y vigilar los aspectos de (1) Seguridad; (2) Salud; y (3) Medio Ambiente

El personal operativo vigilará en todo momento el cumplimiento de las normas mínimas de Seguridad establecidas por el **Proyecto**. Además, hará énfasis especial sobre el cumplimiento de dichas normas a los visitantes que ocasionalmente lleguen a la PTAR.

Entre los Puntos Críticos a cuidar están:

- La PTAR maneja aguas residuales, las cuales presentan microorganismos potencialmente patógenos al ser humano. No se permite comer o fumar dentro de las instalaciones de la PTAR. Se dispone de jabón yodado (u otro bactericida) dentro de la PTAR, para que el operario y visitantes asean sus manos luego de recorrer las instalaciones.
- El orden y el aseo alrededor de las instalaciones que conforman la planta de tratamiento son fundamentales para la buena imagen de la empresa y para la correcta operación del sistema. El operario vigilará siempre estos aspectos.
- No se debe permitir el ingreso de niños ni de animales a la planta de tratamiento.
- Se debe consultar el proveedor

MANUEL A. AVILA  
INGENIERO CIVIL  
WATER/EN INGENIERIA SANITARIA  
C.A. ELIADO EST.

## 16. Desechos

La función de las rejillas es atrapar los sólidos gruesos, tales como plásticos, toallas sanitarias, envases, trozos de madera, etc., así como plásticos, grasas y otros materiales flotantes en general No Biodegradables. El operador debe retirar estos desechos teniendo cuidado de dejar pasar la materia orgánica. Se recomienda hacer limpiezas lo más frecuentemente posible (en días y horas de poca afluencia de personas en el **Proyecto**), ya que puede ser un punto donde se generen olores molestos, o moscas, si no se practica adecuadamente esta actividad.

La limpieza frecuente impide el atascamiento de la unidad y el desborde de las aguas sucias. Se recomienda efectuar la limpieza a las 06:00, 12:00 y 18:00. Estos horarios pueden variar de acuerdo a los horarios de mayor actividad, por ejemplo, durante los fines de semana. Como mínimo, deberá hacerse una limpieza diaria.

El operario deberá limpiar las rejillas, colocar los sólidos sobre la bandeja perforada y dejarlos un tiempo prudencial de secado. Cuando note que los sólidos hayan perdido buena parte de su humedad, deberá proceder a retirar los sólidos gruesos o materiales no biodegradables que han sido atrapados en las rejillas, así como las arenas y natas o material flotante, embolsarlos y manejarlos como un residuo sólido, disponiéndose con la basura del **Proyecto**. El líquido que escurren los sólidos atrapados en las bandejas cae de nuevo al canal de rejillas para que continúe el proceso de tratamiento correspondiente.

En operación normal, otro de los desechos que se generarán en la PTAR son los lodos. Una vez se alcancen los niveles deseados de lodos (biomasa) dentro del Tanque de Aireación, se deberá proceder a purgar lodos del sistema cada dos semanas (su frecuencia variará de acuerdo con el grado de ocupación del **Proyecto**), a través de las válvulas correspondientes, hacia el Digestor de Lodos. Este lodo debe Digerirse (o estabilizarse) antes de ser desechado, por espacio de por lo menos 21 días.

Estos equipos cuentan con garantía de un año por fallas de fábrica, por parte de **del proveedor** y con todos los servicios continuos de mantenimiento y repuestos locales, ya que somos distribuidores y representantes de dichas marcas en el país.

MANUELA AVILA  
INGENIERO CIVIL  
WATER EN INGENIERIA SANITARIA  
2015000371

## 17. OBSERVACIONES

**Nota Importante 1:** especialmente durante la puesta en operación del sistema de tratamiento, es muy común la presencia de arenas y piedras, plásticos, papel, pintura y otros residuos de la construcción - en cantidades excesivas - en el Tratamiento Primario. La frecuencia de limpieza debe ser alta en esta etapa del **PROYECTO**, con el fin de no afectar adversamente los equipos, las tuberías, y la eficiencia global del sistema.

**La garantía de funcionamiento de la planta se pierde si el dueño del proyecto permite la entrada de dichos residuos a la misma.**

**Nota Importante 2:** la garantía se pierde si el sistema de tratamiento **NO** es operado de acuerdo con lo establecido en el presente Manual.

**Nota Importante 3:** la garantía se pierde si al sistema de tratamiento ingresa un caudal promedio mayor a 20.35 m<sup>3</sup> por día en forma sostenida.

## ANEXO 1 COMPONENTES ELECTROMECAÑICOS Y EQUIPOS

### 18. COMPONENTES ELECTRO-MECÁNICOS

- A. dos (2) aireador sumergible de 2.2kW marca Tsurumi 1ph en 230V.
- B. Una (1) **bomba sumergible para recirculación de lodos**, marca MONARCH, modelo WS51M, con motor de ½ HP, a 230 Voltios.
- C. Una (1) **bomba sumergible en el digestor de lodos**, marca MONARCH, modelo WS51M, con motor de ½ HP, a 230 Voltios, para retirar los lodos por medio de cisterna.

MANUELA AVILA  
INGENIERO CIVIL  
MASTRA EN INGENIERIA SANITARIA  
COLEGIADO 6371



## SLUMP & SEWAGE

## SUBMERSIBLE SEWAGE PUMPS

### WS SERIES

SUBMERSIBLE SEWAGE PUMPS

**CONSTRUCTION** - Motor and pump housing is Cast Iron Class 30

**CORD** - Power cord sealed at motor housing. WS102 uses SJOW. WS41, WS51 and WS52 uses SJTW.

**IMPELLER** - Cast Iron Class 30. Two vanes solids handling non-clog impeller.

**SEAL** - Mechanical carbon/ceramic type G. 5/8" rotary.

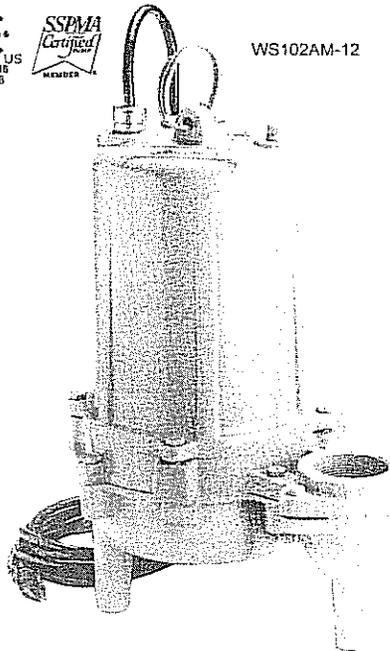
**SHAFT** - Motor shaft is 416 stainless steel.

**MOTOR** - Oil filled chamber with automatic overload protection, double ball bearing. Capacitor Start designed for hi-torque and are thermally protected with automatic reset (single phase only).

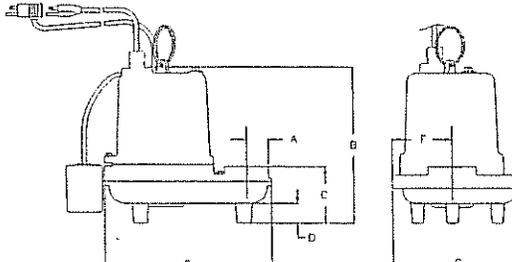
**SWITCH** - Mercury Free float switch for automatic on-off operation, plugback style. WS102 uses SJE pump master.

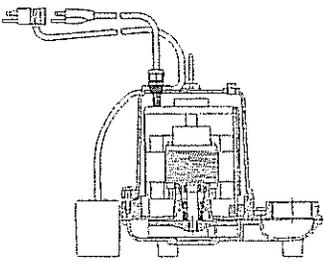
**DISCHARGE** - 2" NPT. Adaptor kit for 3" NPT available.

**FASTENERS** - Stainless steel fasteners throughout, for serviceability.



WS102AM-12





Model	A	B	C	D	E	F	G
WS41	1.75	12.13	4.5	1.5	12.25	4.68	9.38
WS51	1.75	13.25	5.25	2	12.25	4.68	9.38
WS52	1.75	14	6.38	2.31	12.25	4.68	9.38
WS52H	1.75	15.1	6.38	2.31	12.25	4.68	9.38
WS102	1.75	15.1	6.38	2.31	12.25	4.68	9.38
WS102H	1.75	15.1	6.38	2.31	12.25	4.68	9.38

\*Dimensions measured in inches

MANUEL A. AVILA  
 INGENIERO CIVIL  
 INISTERIO DE INGENIERIA SANITA  
 COLOMBIA 2011

Manual de Operación y Mantenimiento

Página 19



- LAVADO Y DESINFECCION DE LA TUBERIA DE AGUA POTABLE Antes de poner en servicio el sistema de agua potable deberá procederse a lavar y desinfectar interiormente la tubería, primero se procederá al lavado interior de la tubería se hará circular agua a una velocidad no menor de 0.75 metros por segundo por un período mínimo de quince minutos; una vez lavada la tubería se procederá a la desinfección para lo cual debe estar completamente vacía, se llenará durante veinticuatro horas con agua que contenga veinte miligramos de cloro por litro, después de ese tiempo se procederá a lavarla haciendo circular agua hasta eliminar la utilizada para la desinfección; el agua a emplearse para el lavado final tendrá la misma calidad que la que circulará normalmente.

TUBERÍA H.G. Para los puntos en que sea necesario usar hierro galvanizado Tipo Mediano tal es el caso de niples para chorros, acometida a los diferentes artefactos, se usará la tubería de peso estándar, desde 1/2" hasta 2" y de catalogación extra fuerte (Extra Strong) de 2 1/2" en adelante. Toda la tubería de hierro galvanizado que se use será roscada, la tubería deberá corresponder a la catalogación de galvanización por inmersión en caliente.

**2.4 VÁLVULAS:** Las válvulas del sistema de agua para diámetros desde 1/2" hasta 2" serán construidas con el cuerpo de bronce, compuerta y cuna de bronce y del tipo de vástago para una presión de trabajo garantizada de 125 PSI. Para tuberías de 2 1/2" en adelante, las válvulas serán con el cuerpo de hierro fundido y la compuerta y cuna construidas de bronce y siempre del tipo de Vástago oculto, deberán estar garantizadas para una presión de trabajo máxima de 125 PSI.

DE COMPUERTA

Deben ser de vástago no ascendente, con cuerpo de bronce, probadas y marcadas a 125 libras por pulgada cuadrada; disco doble.

DE GLOBO

Serán de bronce, probadas y marcadas para una presión de 125 libras por pulgada cuadrada.

DE CHEQUE

Deberán ser de cuerpo de bronce, montadas en bronce, disco doble, marcadas y probadas a 125 libras por pulgada cuadrada.

- CHORROS PARA MANGUERA

Chorros para manguera deberán ser de manija removible y boca roscada para conectar manguera. Serán de bronce.

DE FLOTE



La válvula de flotador deberá ser del tipo operado con flote de control separado, con extremos blindados. La válvula deberá ser de hierro fundido con una Presión de trabajo de 125 (PSI) libras, por pulgada cuadrada. Nivel por cualquier desperfecto o daño en la red, y serán de la misma calidad de las válvulas de compuerta o globo.

DE PIE

La válvula de pie, puede derivar de dos tipos; de cuerpo de bronce y pelota de bronce o cuerpo de bronce y pelota de plástico.

**2.5 INSTALACION DE SISTEMA DE BOMBEO:**

a) La/s bomba/s deberán ser instaladas dentro de un área (cuarto de control) y colocada según las especificaciones de la empresa encargada del suministro y/o el fabricante.

b) Dicho recinto se construirá según lo indiquen los planos, e incluirá el área de controles eléctricos, con acometida eléctrica, cajas, tableros, flipon general, e interruptores adecuados para control de energización respectivos.

c) Todas las conexiones de tuberías deberán cumplir con los requerimientos correspondientes al tipo de tubería, tanto en el aspecto eléctrico como hidráulico.

d) Las conexiones eléctricas deberán efectuarse conforme a los requerimientos de los planos y especificaciones, debiéndose instalar un interruptor manual para la bomba, de manera que pueda suspenderse su operación, por razones de mantenimiento, y/o cualquier eventualidad.

e) La instalación, al estar completa deberá ser probada para determinar que funcione correctamente, libre de vibraciones y fugas.

f) Las bombas serán de las especificaciones especiales definidas en el respectivo anexo.

CONTROLES

La operación de las bombas se efectuará por medio de un interruptor o flipon. Este interruptor deberá activar la bomba centrifuga para operar de forma automática para arranque y paro, por medio un swith de flujo. Se deberá proporcionar un guarda nivel con electrodos para paro como protección por llenado de la cisterna.

### 3.0 COMPONENTES DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

#### ABASTECIMIENTO DE AGUA:

El proyecto contará con una fuente de abastecimiento de agua desde la acometida existente del Teatro Nacional, esta será almacenada en una cisterna, donde por medio de un sistema de bombeo, se succionará de dicha cisterna la cual alimentará los niveles: Niveles superiores. Todo esto ascenderá por medio de ramales de tubería vertical para alimentar con derivaciones horizontales cada uno de los niveles, esto aplica para ambos casos de sistema de agua potable y sistema contra incendios.

El sistema hidráulico contara con los siguientes componentes.

#### COMPONENTES

- a) Acometida de Agua potable Existente Teatro Nacional.
- b) Tanque de Almacenamiento (Cisterna Baja).
- c) Equipo de Bombeo de Presión Constante y Velocidad Variable.
- d) Redes de Abastecimiento Demanda Normal (Bombeado).

## CRITERIOS DE DISEÑO

- Dotación: La dotación de agua potable está establecida por las siguientes tablas:

El Peruano  
domingo 11 de junio de 2006

NORMAS LEGALES

321155

a) Las dotaciones de agua para viviendas unifamiliares estarán de acuerdo con el área total del lote según la siguiente Tabla.

Área total del lote en m <sup>2</sup>	Dotación L/d
Hasta 200	1500
201 a 300	1700
301 a 400	1900
401 a 500	2100
501 a 600	2300
601 a 700	2500
701 a 800	2700
801 a 900	2900
901 a 1000	3100
1001 a 1200	3300
1201 a 1400	3500
1401 a 1700	3700
1701 a 2000	3900
2001 a 2500	4500
2501 a 3000	5300
Mayores de 3000	5000 más 100 L/d por cada 100 m <sup>2</sup> de superficie adicional.

Estas cifras incluyen dotación doméstica y riego de jardines.

b) Los edificios multifamiliares deberán tener una dotación de agua para consumo humano, de acuerdo con el número de dormitorios de cada departamento, según la siguiente Tabla.

Número de dormitorios por departamento	Dotación por departamento, L/d
1	500
2	850
3	1200
4	1350
5	1500

c) Los establecimientos de hospedaje deberán tener una dotación de agua, según la siguiente Tabla.

Tipo de establecimiento	Dotación diaria
Hotel, apart-hoteles y hostales.	500 L por dormitorio.
Albergues.	25 L por m <sup>2</sup> de área destinado a dormitorios.

Las dotaciones de agua para riego y servicios anexos a los establecimientos de que trata este artículo, tales como restaurantes, bares, lavanderías, comercios, y similares se calcularán adicionalmente de acuerdo con lo estipulado en esta Norma para cada caso.

d) La dotación de agua para restaurantes estará en función del área de los Comedores, según la siguiente tabla

Área de los comedores en m <sup>2</sup>	Dotación
Hasta 40	2000 L
41 a 100	50 L por m <sup>2</sup>
Más de 100	40 L por m <sup>2</sup>

e) En establecimientos donde también se elaboren alimentos para ser consumidos fuera del local, se calculará para ese fin una dotación de 8 litros por cubierto preparado.

f) La dotación de agua para locales educacionales y residencias estudiantiles, según la siguiente tabla.

Tipo de local educacional	Dotación diaria
Alumnado y personal no residente.	50 L por persona.
Alumnado y personal residente.	200 L por persona.

Las dotaciones de agua para riego de áreas verdes, piscinas y otros fines se calcularán adicionalmente, de acuerdo con lo estipulado en esta Norma para cada caso.

g) Las dotaciones de agua para locales de espectáculos o centros de reunión, cines, teatros, auditorios, discotecas, casinos, salas de baile y espectáculos al aire libre y otros similares, según la siguiente tabla.

Tipo de establecimiento	Dotación diaria
Cines, teatros y auditorios	3 L por asiento.
Discotecas, casinos y salas de baile y similares	30 L por m <sup>2</sup> de área
Estadios, velódromos, autódromos, plazas de toros y similares	1 L por espectador
Circos, hipódromos, parques de atracción y similares.	1 L por espectador más la dotación requerida para el mantenimiento de animales.

h) Las dotaciones de agua para piscinas y natatorios de recirculación y de flujo constante o continuo, según la siguiente tabla.

1. De recirculación	Dotación
Con recirculación de las aguas de reboso.	10 L/d por m <sup>2</sup> de proyección horizontal de la piscina.
Sin recirculación de las aguas de reboso.	25 L/d por m <sup>2</sup> de proyección horizontal de la piscina.
2. De flujo constante	Dotación
Públicas.	125 L/h por m <sup>2</sup>
Semi-públicas (clubes, hoteles, colegios, etc.)	60 L/h por m <sup>2</sup>
Privada o residenciales.	40 L/h por m <sup>2</sup>

La dotación de agua requerida para los aparatos sanitarios en los vestuarios y cuartos de aseo anexos a la piscina, se calculará adicionalmente a razón de 30 L/d por m<sup>2</sup> de proyección horizontal de la piscina. En aquellos casos que contemplen otras actividades recreacionales, se aumentará proporcionalmente esta dotación.

i) La dotación de agua para oficinas se calculará a razón de 6 L/d por m<sup>2</sup> de área útil del local.

j) La dotación de agua para depósitos de materiales, equipos y artículos manufacturados, se calculará a razón de 0,50 L/d por m<sup>2</sup> de área útil del local y por cada turno de trabajo de 8 horas o fracción.

Para oficinas anexas, el consumo de las mismas se calculará adicionalmente de acuerdo a lo estipulado en esta Norma para cada caso, considerándose una dotación mínima de 500 L/d.

k) La dotación de agua para locales comerciales dedicados a comercio de mercancías secas, será de 6 L/d por m<sup>2</sup> de área útil del local, considerándose una dotación mínima de 500 L/d.

l) La dotación de agua para mercados y establecimientos, para la venta de carnes, pescados y similares serán de 15 L/d por m<sup>2</sup> de área del local.

La dotación de agua para locales anexos al mercado, con instalaciones sanitarias separadas, tales como restaurantes y comercios, se calculará adicionalmente de acuerdo con lo estipulado en esta Norma para cada caso.

m) El agua para consumo industrial deberá calcularse de acuerdo con la naturaleza de la industria y su proceso de manufactura. En los locales industriales la dotación de agua para consumo humano en cualquier tipo de industria, será de 80 litros por trabajador o empleado, por cada turno de trabajo de 8 horas o fracción.

La dotación de agua para las oficinas y depósitos propios de la industria, servicios anexos, tales como comercios, restaurantes, y riego de áreas verdes, etc. se calculará adicionalmente de acuerdo con lo estipulado en esta Norma para cada caso.

n) La dotación de agua para plantas de producción, e industrialización de leche será según la siguiente tabla.

Plantas de Producción e Industrialización	Dotación
Estaciones de recojo y enlatamiento	1500 L por cada 1000 litros de leche recibidos por día.
Plantas de pasteurización.	1500 L por cada 1000 litros de leche a pasteurizar por día.
Fábrica de mermelada, queso o leche en polvo.	1500 L por cada 1000 litros de leche a procesar por día.

o) La dotación de agua para las estaciones de servicio, estaciones de gasolina, garajes y parques de estacionamiento de vehículos, según la siguiente tabla.



Difundido por: ICG - Instituto de la Construcción y Gerencia  
www.construccion.org / icg@gmail.org / Telefax : 421 - 7896

**DETERMINACIÓN DEL CONSUMO DIARIO TOTAL-**

BASES DE DISEÑO AGUA POTABLE					
PROYECTO:	ESDIFICIO DE LA ESCUELA NACIONAL DE ARTE				
LUGAR:	Zona 11				
MUNICIPIO:	GUATEMALA				
DEPARTAMENTO:	GUATEMALA				
FUENTES:	ACOMETIDA				
PERIODO DE DISEÑO:	20 AÑOS				
TIPO DE SISTEMA:	Bombeo				
POBLACION:	0 Habitantes				
SERVICIOS:	DOTACION		CANTIDAD		CAUDAL
GARITA:	100.00	Lts/Per/Día	2	Personas	0.002 LPS
AULAS:	40.00	Lts/Per/Día	439	Personas	0.203 LPS
CAMERINOS:	50.00	Lts/Per/Día	40	Personas	0.023 LPS
ESPECTADORES:	3.00	Lts/Per/Día	413	Personas	0.014 LPS
ADMINISTRACIÓN:	70.00	Lts/Per/Día	18	Personas	0.015 LPS
MANTENIMIENTO:	70.00	Lts/Per/Día	5	Personas	0.004 LPS
PARQUEO:	1.00	Lts/M <sup>2</sup> /Día	3,552	M <sup>2</sup>	0.041 LPS
TOTAL:					0.303 LPS
CAUDAL MEDIO O NECESARIO:	0.303	LPS			26.16 m <sup>3</sup> /d
FACTOR DÍA MÁXIMO:	1.20				
CAUDAL DÍA MÁXIMO:	0.364	LPS			
FACTOR HORA MÁXIMA:	2.00				
CAUDAL HORA MÁXIMA:	0.606	LPS			
VOLUMEN A ALMACENAR:	26.161	M <sup>3</sup>			
DIAS DE ALMACENAMIENTO:	2.000	LPS			
VOLUMEN TOTAL DE CISTERNA:	53.00	M <sup>3</sup>			
HORAS DE OPERACIÓN:	12.00	Hrs.			
CAUDAL DE BOMBEO POR DOTACION:	0.727	LPS	11.526	GPM	

- Dotación:
  - Garita = 100 Litros/Persona/Día.
  - Aulas = 40 Litros/Persona/Día.
  - Camerinos = 50 Litros/Persona/Día.
  - Espectadores = 3 Litros/Persona/Día.
  - Administración = 70 Litros/Persona/Día.
  - Mantenimiento = 70 Litros/Persona/Día.
  - Parqueo = 1 Litro/Metro Cuadrado/Día
- Reserva de agua:
  - Para dos días. (2).
- Caudal de demanda Instantáneo:
  - Determinado por el método de "Roy B. Hunter".



## Memoria Descriptiva, Técnica y de Cálculo de Instalaciones Hidrosanitarias

- Presiones mínimas aceptadas:
  - Servicio normal = 25 PSI en el artefacto más alejado y más elevado.
- Coeficiente de Hazen Williams:
  - C = 150 para PVC
  - C = 125 para HG
- Integración de consumo.
  - Consumo de Garita:
    - Dotación = 100 Litros / Persona / día.
    - Total = 2 Personas.
    - Consumo =  $100 \times 2 = 200$  Litros/día.
  - Consumo de Aulas:
    - Dotación = 40 Litros / Persona / día.
    - Total = 439 Personas.
    - Consumo =  $40 \times 439 = 17,560$  Litros/día.
  - Consumo de Camerinos:
    - Dotación = 50 Litros / Persona / día.
    - Total = 40 Personas.
    - Consumo =  $50 \times 40 = 2,000$  Litros/día.
  - Consumo de Espectadores:
    - Dotación = 3 Litros / Persona / día.
    - Total = 413 Personas.
    - Consumo =  $3 \times 413 = 1,239$  Litros/día.
  - Consumo de Administración:
    - Dotación = 70 Litros / Persona / día.
    - Total = 18 Personas.
    - Consumo =  $70 \times 18 = 1,260$  Litros/día.
  - Consumo de Mantenimiento:
    - Dotación = 70 Litros / Persona / día.
    - Total = 5 Personas.
    - Consumo =  $70 \times 5 = 350$  Litros/día.
  - Consumo de Estacionamientos:
    - Dotación = 1 Litros / Metro Cuadrado / día.
    - Total = 3,552 Metros Cuadrados.
    - Consumo =  $1 \times 3,552 = 3,552$  Litros/día.
  - **CONSUMO TOTAL** = 26,161.00 Litros/día. = **26.16 M3/ Día.**
- Determinación Volumen de Almacenamiento.
  - Tendrá una reserva de 2 (Dos días) del consumo medio diario.

- Volumen de Cisterna = Consumo total + Reserva = (26.16 M3) + (26.16 M3) = 52.32 M3/día = **53.00 M3/día**
- Volumen de aire efectivo= **8.6 M3**
- **Volumen de Cisterna más Espacio de Aire = 61.6 M3**

**DIMENSIONES DE CISTERNA;**

- **Volumen de Agua = Ancho 7.0m, Largo 4.0m, Alto 1.89m**
- **Volumen Total = Ancho 7.0m, Largo 4.0m, Alto 2.20m**
- **Volumen de Planta de tratamiento = 20.35 M3**
- **Estimando un retorno del 90%**

**Determinación de caudal instantáneo.**

Se calculó de acuerdo con la demanda máxima probable por el método de Hunter las unidades utilizadas, cuando sean aplicables son las siguientes:

Aparato sanitario	Ocupación	Tipo de control del suministro	Unidades de consumo
Inodoro	Público	Flujómetro	10
Inodoro	Público	Tanque de limpieza	5
Conal	Público	Flujómetro $\phi = 2.5 \text{ cm}$	10
Conal	Público	Flujómetro $\phi = 2.0 \text{ cm}$	5
	Público	Tanque de limpieza	5
Conal	Público	Llave	2
Lavamanos	Público	Llave	4
Ducha	Público	Valvula mezcladora	4
Fregadero de servicio	Hotel restaurante	Llave	3
Fregadero de cocina	Privado	Llave	4
Inodoro	Privado	Flujómetro	5
Inodoro	Privado	Tanque de limpieza	3
Lavamanos	Privado	Llave	1
Bidet	Privado	Llave	1
Tina	Privado	Llave	2
Ducha	Privado	Valvula mezcladora	2
Cuarto de baño	Privado	Un fluxómetro por cuarto	8
Cuarto de baño	Privado	Un tanque de limpieza por cuarto	6
Ducha separada	Privado	Valvula mezcladora	2
Fregadero de cocina	Privado	Llave	2
Lavadero	Privado	Llave	3
Lavadora	Privado	Llave	2
Combinación de accesorios	Privado	Llave	3

El caudal es de 42.61 GPM (2.69 Litros/ Seg.) que equivale a las 279 Unidades Hunter obtenidas en el edificio. La cual se dictamino de la siguiente forma:

CÁLCULO DEL CAUDAL POR MEDIO DEL MÉTODO HUNTER

UBICACIÓN		SOTANO 1		SOTANO 2		SOTANO 3		NIVEL 1		NIVEL 2		NIVEL 3		NIVEL 4		TOTAL		
Accesorios	No. De Unidades Privado	Arifactos		U. Hunter		Q (l/s)		U. Hunter		Q (l/s)		Arifactos		U. Hunter		Q (l/s)		
		Arifactos	U. Hunter															
Inodoro de Tanque	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Lavamanos	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Ducha	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Inodoro Fluométrico	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Mingitorio Fluométrico	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Bidets	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Tina de Baño	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Lavamanos	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Lavadora Ropa	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Refrigeradora	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Lavos de Chorro	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Lavadero (Plia)	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Lavadora de Platos	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
<b>TOTAL</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>9</b>	<b>279</b>														

CAUDAL TOTAL AGUA POTABLE: 2.69  
 CAUDAL TOTAL DRENAJE SANITARIO: 2.42  
 FACTOR RETORNO DRENAJE SANITARIO: 0.90  
 FACTOR HUNTER MODIFICADO: 0.60

GPM 42.610

Luego de saber el número de Unidades Hunter acumuladas (279 Unidades Hunter) se determina el caudal instantáneo según la siguiente tabla:

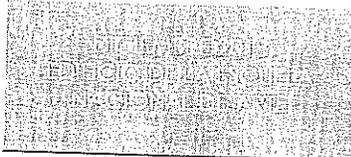
**ANEXO N° 3**  
**GASTOS PROBABLES PARA APLICACIÓN DEL MÉTODO DE HUNTER**

N° de unidades	Gasto Probable		N° de unidades	Gasto Probable		N° de unidades	Gasto Probable
	Tanque	Válvula		Tanque	Válvula		
3	0,12	-	120	1,83	2,72	1100	8,27
4	0,16	-	130	1,91	2,80	1200	8,70
5	0,23	0,91	140	1,98	2,85	1300	9,15
6	0,25	0,94	150	2,06	2,95	1400	9,56
7	0,28	0,97	160	2,14	3,04	1500	9,90
8	0,29	1,00	170	2,22	3,12	1600	10,42
9	0,32	1,03	180	2,29	3,20	1700	10,85
10	0,43	1,06	190	2,37	3,25	1800	11,25
12	0,38	1,12	200	2,45	3,36	1900	11,71
14	0,42	1,17	210	2,53	3,44	2000	12,14
16	0,46	1,22	220	2,60	3,51	2100	12,57
18	0,50	1,27	230	2,65	3,58	2200	13,00
20	0,54	1,33	240	2,75	3,65	2300	13,42
22	0,58	1,37	250	2,84	3,71	2400	13,86
24	0,61	1,42	260	2,91	3,79	2500	14,29
26	0,67	1,45	270	2,99	3,87	2600	14,71
28	0,71	1,51	280	3,07	3,94	2700	15,12
30	0,75	1,55	290	3,15	4,04	2800	15,53
32	0,79	1,59	300	3,32	4,12	2900	15,97
34	0,82	1,63	320	3,37	4,24	3000	16,20
36	0,85	1,67	340	3,52	4,35	3100	16,51
38	0,88	1,70	360	3,67	4,46	3200	17,23
40	0,91	1,74	380	3,83	4,60	3300	17,85
42	0,95	1,78	390	3,97	4,72	3400	18,07
44	1,00	1,82	420	4,12	4,84	3500	18,40
46	1,03	1,84	440	4,27	4,96	3600	18,91
48	1,09	1,92	460	4,42	5,08	3700	19,23
50	1,13	1,97	480	4,57	5,20	3800	19,75
55	1,19	2,04	500	4,71	5,31	3900	20,17
60	1,25	2,11	550	5,02	5,57	4000	20,50
65	1,31	2,17	600	5,34	5,83		
70	1,36	2,23	650	5,85	6,09		
75	1,41	2,29	700	5,05	6,35		
80	1,45	2,35	750	6,20	6,61		
85	1,50	2,40	800	6,60	6,84		
90	1,56	2,45	850	6,91	7,11		
95	1,62	2,50	900	7,22	7,36		
100	1,67	2,55	950	7,53	7,61		
110	1,75	2,60	1000	7,84	7,85		

PARA EL NÚMERO DE UNIDADES DE ESTA COLUMNA ES INDEPENDIENTE QUE LOS APARATOS SEAN DE TANQUE O DE VÁLVULA

Se determina que el caudal instantáneo es de **3.07 Litros/Segundo**.

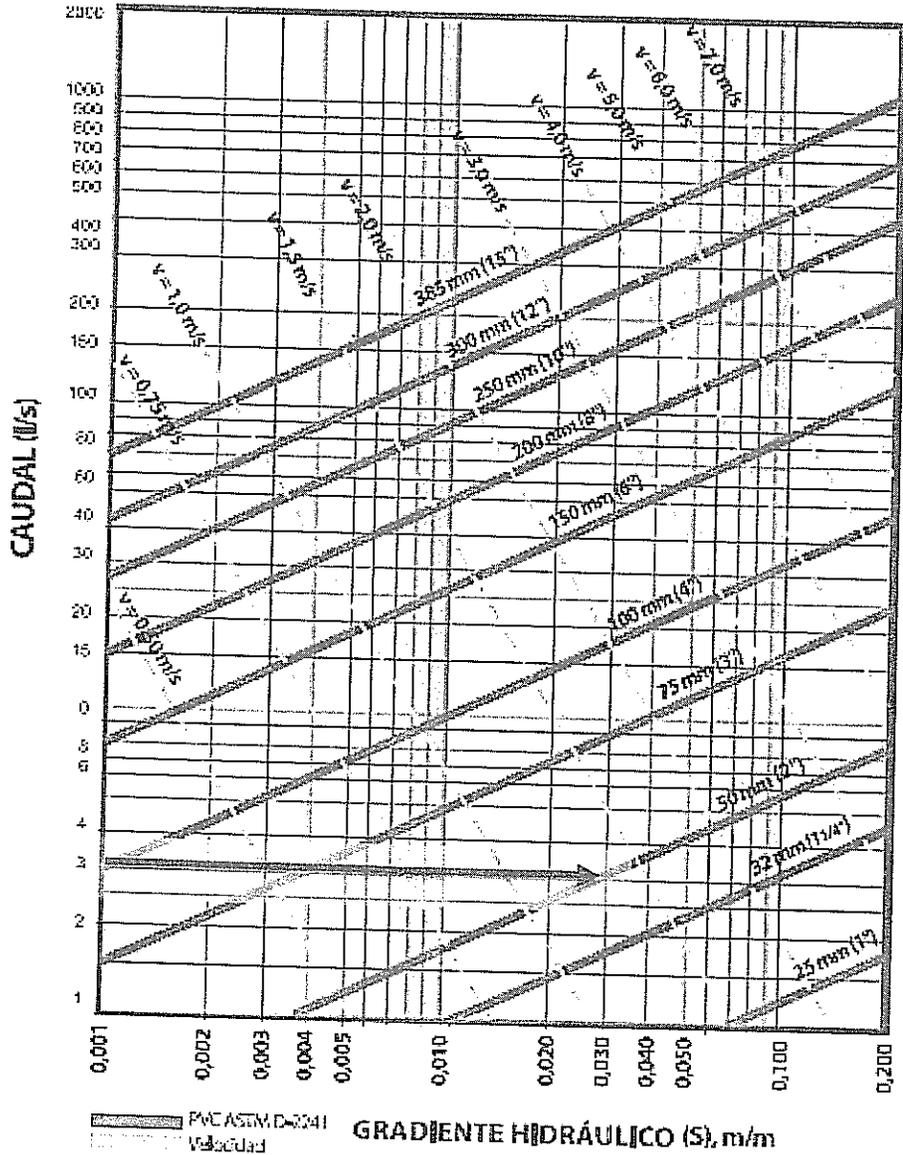
Se utiliza un factor del 60% de uso simultaneo para no sobre dimensionar el sistema de agua potable. Denominado factor de corrección.



### Determinación de diámetro de Bombeo.

Para la determinación del diámetro de bombeo se usará el caudal instantáneo el cual es de 3.07 Litros/Segundo. Buscando en la siguiente tabla:

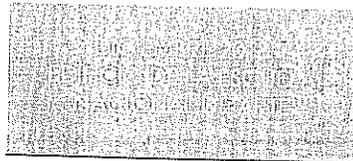
FIGURA 3.1: ÁBACO PARA CÁLCULO HIDRÁULICO DE TUBERÍAS DE PRESIÓN DE PVC



Según resultado se utilizará tubería de Ø 2" para la conducción del caudal.



- a) ACOMETIDA EXISTENTE DEL TEATRO NACIONAL: La construcción cuenta con una acometida proveniente del Teatro Nacional, la acometida será de tubería de PVC Ø 1" provista de contador y accesorios para abastecer el tanque cisterna.
  
- b) TANQUE DE ALMACENAMIENTO. (CISTERNA BAJA): Volumen efectivo de 53m<sup>3</sup> con unas dimensiones de 4.0m de ancho x 7.0m de largo x 1.89 de altura. Estará ubicada en el Sótano 3. Será de concreto reforzado con un aditivo integral para garantizar la impermeabilidad; deberá ponerse especial cuidado al paso de tuberías a través de sus paredes sobre todo aquellos pasos que son sumergidos para garantizar que sean estancos.



# INSTALACIONES SANITARIAS

## INDICE

### 2.0 DESCRIPCION DEL SISTEMA DRENAJES SANITARIO

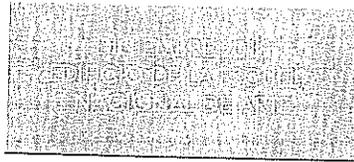
- 2.1 Instalaciones Sanitarias
- 2.2 Tubería para Drenajes
- 2.3 Dimensiones y Pendientes
- 2.4 Accesorios
- 2.5 Juntas
- 2.6 Fijación de tubería
- 2.7 Instalación de la tubería de drenajes

### 2.2.0 ESPECIFICACIONES TECNICAS ESPECIALES, DRENAJES (SANITARIO)

- 2.2.1 Red de tubería sanitaria
  - Tubería para drenaje sanitario.
  - Dimensiones y pendientes.
  - Accesorios.
  - Uniones de tuberías para cajas.
  - Juntas.
  - Instalación y fijación de la tubería.
  - Pruebas de la tubería.
- 2.2.2 Reposaderas.
- 2.2.3 Planta de tratamiento (PTAR)

### COMPONENTES DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO

- a) Descripción básica.
- b) Criterios de diseño.
- c) Bajadas de agua negra.
- d) Resumen de unidades hunter.
- e) Calculo del caudal total de descarga, de desfogue final (método hunter).
- f) Red colectora de agua y bajantes.



## DESCRIPCION DEL SISTEMA DRENAJE SANITARIO

### Generalidades:

El modelo de funcionamiento consiste en tuberías de PVC, de sección circular, trabajando a sección parcial como canales abiertos.

Todo lo indicado a continuación para drenaje sanitario, menciona tanto a drenaje de aguas negras, así mismo como a drenaje de aguas jabonosas.

**2.1 INSTALACIONES SANITARIAS:** Comprenden todas las tuberías, accesorios, artefactos sanitarios y estructuras, destinadas a la correcta disposición sanitaria de las aguas servidas.

La red sanitaria a instalar, según sea el nivel primero y/u octavo, al ser construido en su totalidad, deberá ser revisada en todos los elementos requeridos para su buen funcionamiento.

La red exterior se mantendrá de acuerdo a lo estipulado en los planos, especificaciones, y los contenidos en las especificaciones técnicas de construcción.

**2.2 TUBERIA PARA DRENAJES:** La tubería de PVC a utilizar en redes nuevas de drenajes estará de acuerdo con la norma comercial norteamericana CS 256-63/SDR 26. La presión de trabajo será de **125 PSI** para drenaje sanitario y **125 PSI** para sistema de ventilación de drenajes. Los accesorios serán del mismo material (PVC). Para las uniones se utilizará cemento solvente de preferencia de secado lento, siguiendo las instrucciones del fabricante.

**2.3 DIMENSIONES Y PENDIENTES:** Los diámetros, dimensiones y pendientes de la tubería de drenaje se indican en los planos siendo la pendiente mínima aceptada la de 1%.

**2.4 ACCESORIOS:** Para la tubería corrugada se utilizarán cajas de ladrillo del tipo indicado en los planos y alisados por dentro. Para la tubería de P.V.C. se usarán los recomendados por el fabricante, ubicados según se indica en los planos.

Las tuberías de P.V.C. se unirán de acuerdo a las instrucciones dadas por el fabricante.

**2.5 JUNTAS:** Todas las juntas, tanto de tubería de PVC como de concreto, deben hacerse de modo que resulten impermeables a los gases y al agua, siguiendo las normas dadas a continuación.

- PARA TUBOS DE PVC

Antes de aplicar el solvente a la junta, ésta se limpiará hasta tener una superficie apropiada; luego se cubrirán ambos extremos con el solvente.

Las uniones deberán hacerse con el tipo de cemento solvente requerido, dependiendo del diámetro. Para la utilización del cemento solvente deben seguirse las instrucciones del fabricante.

De preferencia se utilizará solvente de secado lento, manteniendo presión manual en la junta durante 30 segundos.

**2.6 FIJACION DE LA TUBERIA:** El contratista diseñará y construirá los soportes necesarios para fijar adecuadamente la tubería. Los que podrán ser de mampostería, concreto o acero para casos especiales.

**2.7 INSTALACION DE LA TUBERIA DE DRENAJES ENTERRADAS:** Las excavaciones se harán de acuerdo a los ejes, dimensiones y niveles indicados en los planos. La zanja se deberá cortar simétrica al eje de la instalación de la tubería y tendrá un ancho mínimo igual al ancho de ésta, más 0.40 metros. El ancho máximo, sin contar el ocupado por el tubo, será de 0.60 metros.

Según el tipo de tubería que se use, podrá ser necesario ampliar el ancho de la zanja en donde existan uniones o instalación de accesorios.

El ancho de la zanja, así como el tamaño de las ampliaciones, deben ser aprobadas por el Supervisor tomando en cuenta el método de zanjeo utilizado y el tipo de tubería a instalarse.

La tubería se colocará con la campana o la caja de la espiga hacia aguas arriba y se empezará su colocación de aguas abajo hacia aguas arriba.  
La pendiente mínima de la tubería será de 1 % para aguas negras.

**2.7 INSTALACION DE LA TUBERIA DE DRENAJES SUSPENDIDA:** La tubería debe ser soportada a la losa mediante varilla roscada y perno de anclaje, se debe de utilizar soportes metálicos tipo Pera para la tubería horizontal y soporte tipo unistrut para la tubería vertical. Se debe de colocar un hilo para determinar la ruta de la tubería y que no cruce por un obstáculo, previo a instalar los soportes. Dicho hilo debe utilizarse como la guía para la instalación de soportes y tubería.

La tubería se colocará con la campana o la caja de la espiga hacia aguas arriba y se empezará su colocación de aguas abajo hacia aguas arriba.

La pendiente mínima de la tubería será de 1 % para aguas negras.



## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ESPECIALES, DRENAJES SANITARIOS

### DRENAJES:

Las redes de instalaciones de drenajes de aguas negras y jabonosas serán construidas con tubería de PVC.

### GLOSARIO DE RENGLONES DE TRABAJO

#### Instalaciones Sanitarias:

##### 2.2.1 Red de tuberías.

- Tubería para drenaje sanitario.
- Dimensiones y pendientes.
- Accesorios.
- Unión de tuberías por cajas.
- Juntas.
- Instalación y fijación de la tubería.
- Pruebas de tubería.

##### 2.2.2 Reposaderas.

##### 2.2.4 Planta de tratamiento (PTAR).

### INSTALACIONES SANITARIAS

#### 2.2.1 RED DE TUBERÍAS

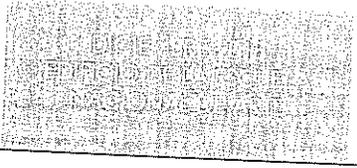
Bajo este renglón, se desarrollarán todos los trabajos necesarios para la recolección, conducción, tratamiento y disposición de las aguas servidas, incluyendo la conexión al sistema drenaje secundario.

- o Códigos y Normas utilizados:
- o National Plumbing Code Handbook
- o American Water Works Association (AWWA), MANUAL m-22)
- o Manual de diseño de acantarillado de Guatemala (EMPAGUA).

#### - TUBERIA PARA DRENAJE SANITARIO

Para protección del medio ambiente, toda la tubería y accesorios serán de cloruro de polivinilo PVC, que cumpla con las normas de fabricación de tuberías ASTM D-2241-93 y PS-2270 (CS 256-63), SDR 32.5. La tubería será clase **125 PSI**, para aguas negras. La longitud del tubo será de 20 pies color blanco.

La tubería de concreto especificada en planos deberá cumplir con los requerimientos de la norma ASTM-C-14.



- DIMENSIONES Y PENDIENTES

Los diámetros, dimensiones y pendientes de la tubería de drenajes se indican en los planos.

- ACCESORIOS

Los accesorios para la tubería PVC serán del mismo material y capacidad; y deberán tener los extremos en campana para recibir al tubo. No se permitirá doblar tubos PVC ni aun utilizando calor para el doblado. Todos los cambios de dirección deberán ser hechos utilizando el accesorio apropiado.

- UNION DE LA TUBERIA POR CAJAS

En los cambios de dirección, de pendiente o donde se indique en los planos se construirán cajas de tubos de concretos de dimensiones apropiadas para recibir los tubos, el fondo y la tapadera de las cajas deberán ser hechas de concreto.

- JUNTAS

Todas las juntas, tanto de PVC como de concreto, deben hacerse de modo que resulten impermeables a los gases y al agua, siguiendo las normas dadas a continuación:

Antes de proveer el solvente a la junta, ésta se limpiará hasta tener una superficie apropiada; luego se les aplicará a ambos extremos el solvente.

Las uniones deberán hacerse con el tipo de cemento solvente de secado lento manteniendo presión manual durante 30 segundos, con el objeto de hacer correcciones y rectificar pendientes con las tuberías ya acoplados en su lugar.

- INSTALACIÓN Y FIJACION DE LA TUBERIA

Se entiende como instalación el conjunto de operaciones que se deberá ejecutar para colocar, conectar y probar satisfactoriamente las tuberías.

La función de prueba de las tuberías debe hacerse previamente al relleno de las zanjas y, al mismo tiempo, cajas de caída y demás dispositivos que conformen el conjunto de la red de drenajes.

La instalación de las tuberías se hará tomando en cuenta los siguientes requerimientos:

- a) La colocación de la tubería se hará de tal manera que en ningún caso se tenga una desviación mayor de cinco milímetros.



- b) Los tubos colocados deberán formar un conducto continuo, sin filtraciones y con una superficie lisa y uniforme. No se aceptará tubos agrietados o desportillados.
- c) La tubería suspendida deberá ser anclada a la estructura de la edificación para evitar el movimiento y caída de la misma, dependiendo del tipo de estructura se utilizarán diferentes métodos de anclaje (Pernos incrustados en losa, Accesorios de fijación a estructuras metálicas).
- d) La excavación se hará de conformidad con lo que se indica en el capítulo respectivo referente a excavaciones, pero, en lo que se refiere a ancho y profundidades, las mismas tuberías deberán estar de conformidad con lo indicado en los planos. La profundidad mínima para cubrir la parte de arriba de las tuberías será de 0.45 Mts. El ancho de la zanja será el diámetro del tubo más 0.15 Mts, a cada lado del mismo.
- e) El relleno de las zanjas se realizará después de haber obtenido la aprobación de las pruebas por parte del Supervisor. Este se realizará en capas no mayores de 10 cm., empleando para su compactación mazos metálicos de preferencia. No podrá usarse compactación mecánica hasta no tener una capa mayor de 0.90 Mts de relleno compactado.
- f) Cuando la tubería este suspendidas en losas se requerirá su fijación a la losa por medio de anclaje perneado, cuando sea a muros o estructura se utilizará un método de fijación de Impacto o perneado.

- PRUEBAS DE LA TUBERÍA

Antes de poner en servicio todas las instalaciones de drenajes sanitarios, se deberá efectuar en los mismos, las pruebas que se indican a continuación:

- a) Colocar tapones en los puntos de descarga, llenando luego de agua todo el sistema, el cual no debe mostrar fugas en ninguno de los puntos. Para las tuberías que ya están ocultas la pérdida de agua dentro de los sistemas debe ser prácticamente cero en 24 horas de llenado.
- b) Se realizará una prueba de escoriada para verificar que durante el manejo de flujo de agua no hubiese fugas.

2.2.2 REPOSADERAS

Se ubicarán reposaderas en las áreas de servicio, húmedas o propensas a acumulación de líquidos por rebalse o desperfectos, y se utilizará el diámetro Correspondiente de 2" y 3" como mínimo y/o a la bajada en que están conectadas y con un diámetro de rejilla que varía entre 2"- 3".

- El acabado del cuerpo de la reposadera y de las rejillas será galvanizado en caliente o de hierro fundido, se colocará una canasta perforada del mismo material.

### 2.2.3 PLANTA DE TRATAMIENTO (PTAR)

- a. Un Tratamiento Primario, el cual consiste en canal de entrada y desarenador encargado de remover sólidos gruesos, plásticos, arenas, etc., así como una caja de trampa de grasas para remover el material flotante. El fin es el de proteger los equipos y de evitar la entrada al sistema biológico de material no biodegradable tales como piedras, plásticos, etc. Los sólidos retenidos en el Tratamiento Primario serán retirados de la planta de tratamiento y dispuestos con los otros residuos sólidos del proyecto.
- b. A continuación del Tratamiento Primario, se contará con un Tratamiento Secundario.
- c. A continuación, el agua entrará al tanque de aireación donde será sometida al proceso de conversión de materia orgánica en gas carbónico (CO<sub>2</sub>) y agua, así como en nuevo material celular (bacterias, protozoarios, etc.), de tipo aeróbico, denominado comúnmente Lodo. El agua pasa entonces a un tanque de sedimentación o clarificación, denominado clarificador secundario, donde el lodo se sedimenta por su propio peso y el agua clarificada pasa por un clorinador de pastillas que nos dará agua con calidad microbiológica, luego dicho caudal puede verterse directamente al drenaje pluvial o bien reutilizarse para riego.
- d. Con el fin de mantener la concentración de biomasa deseada dentro del tanque de aireación los lodos retenidos en el clarificador serán retornados de manera continua al contactor anóxico. La planta cuenta con un tanque para el almacenamiento, espesado y digestión de los lodos, una vez que llegue el momento de retirar del sistema el exceso de lodos, ya digeridos y estabilizados podrán extraerse por medio de cisterna.
- e. El objetivo de este proyecto está centrado en la depuración o purificación de aguas residuales (aguas negras) hasta un grado tal que de acuerdo con lo establecido en la legislación nacional pueda verterse hacia un cuerpo receptor, sin ocasionar contaminación significativa o bien reutilizarse, por ejemplo, en el riego de las áreas verdes.
- f. El agua clarificada se verterá hacia el colector de la red de urbanización para luego desfogar en el cuerpo receptor (Río).

Los parámetros que se le deberán de solicitar a la empresa que la construye y equipé.

Tabla. Parámetros máximos para el sistema de tratamiento

Temperatura	Grados Celsius	TCR +/- 7
Grasas y aceites	Miligramos por litro	10
Materia flotante	Ausencia/presencia	Ausente
Sólidos suspendidos	Miligramos por litro	50
DBO <sub>5</sub>	Miligramos por litro	< 50
DQO	Miligramos por litro	< 200
Nitrógeno total	Miligramos por litro	20
Fósforo total	Miligramos por litro	10
Potencial de hidrógeno	Unidades de potencial de hidrógeno	6 a 9
Coliformes fecales	Número más probable en cien mililitros	< 1x10 <sup>4</sup>
Arsénico	Miligramos por litro	0.1
Cadmio	Miligramos por litro	0.1
Cianuro total	Miligramos por litro	1
Cobre	Miligramos por litro	3
Cromo hexavalente	Miligramos por litro	0.1
Mercurio	Miligramos por litro	0.01
Níquel	Miligramos por litro	2
Plomo	Miligramos por litro	0.4
Zinc	Miligramos por litro	10
Color	Unidades platino cobalto	< 250

## COMPONENTES DEL SISTEMA DRENAJE SANITARIO

### DRENAJES DE AGUAS RESIDUALES

#### a) DESCRIPCIÓN BÁSICA:

Estas instalaciones se circunscriben a la captación, evacuación y tratamiento de dichas aguas, lo cual se logrará por medio de un sistema de drenaje separativo al interior del edificio y conectando hacia la red general del proyecto.

#### b) CRITERIOS DE DISEÑO:

- Los diámetros de tubería se calcularon con base a los caudales calculados por medio del método "Unidades de descarga de Roy B. Hunter", el cual asigna un peso de descarga (unidades Hunter) a los diferentes artefactos sanitarios.
- La pendiente mínima de la tubería será de 1%.
- El material de la tubería es:
  - PVC, 125 PSI, cuando este dentro del área construida.
  - PVC, 125 PSI, cuando este fuera del área construida.



c) **BAJADAS DE AGUA NEGRA:**

Serán tuberías de PVC clase 125 PSI (SDR 32.5), que se proyectarán a lo largo de toda la altura del edificio dentro de ductos o paredes, recibiendo el efluente de los artefactos en los diferentes niveles. Para calcular las unidades Hunter, se toma como base los siguientes datos:

ARTEFACTO	UNIDADES HUNTER (DESCARGA)	ARTEFACTO	UNIDADES HUNTER (DESCARGA)
Inodoro de fluxometro	8	Lavatrastos Privado	2
Inodoro de Tanque	4	Lavatrastos Publico	2
Lavamanos Privado	2	Orinal de Fluxometro	8
Lavamanos Publico	2	DW	2
Ducha	2	Pila	2
Arteza	3	Lavadora	2

**CÁLCULO Y DISEÑO DEL SISTEMA DRENAJE SANITARIO**

BASES DE DISEÑO AGUA NEGRA			
<b>PROYECTO:</b>	Edificio de la escuela nacional de arte dramatico y escuela nacional de cine, CCMA, Ciudad de Guatemala		
<b>DIRECCION:</b>	24 Calle 3-81 Zona 1		
SERVICIOS	DOTACION	CANTIDAD	CAUDAL
Garita	100.00 Lts/Per/Dia	2 Persona	0.002 LPS
Aulas	40.00 Lts/Per/Dia	439 Persona	0.203 LPS
Camerinos	50.00 Lts/Per/Dia	40 Persona	0.023 LPS
Espectadores	3.00 Lts/Per/Dia	413 Persona	0.014 LPS
Administracion	70.00 Lts/Per/Dia	18 Persona	0.015 LPS
Mantenimiento	70.00 Lts/Per/Dia	5 Persona	0.004 LPS
<b>TOTAL:</b>			<b>0.262 LPS</b>
<b>Caudal Medio o Necesario:</b>	0.26 LPS		
<b>Caudal Total:</b>	22.61 M <sup>3</sup> /D		
<b>Retorno:</b>	0.90 %		
<b>Caudal Total:</b>	0.24 LPS		
<b>Caudal Total:</b>	20.35 M <sup>3</sup> /D		



El sistema consta de dos partes.

- Sistema de alcantarillado sanitario.
  - Sistema de tratamiento de aguas servidas.
- 
- Sistema Alcantarillado Sanitario.
  - Aporte de aguas servidas 20.35 M3 por día.
  - Método de diseño:

Tomando en consideración la certeza de número y tipo de artefactos sanitarios en el proyecto y tomando en cuenta la posibilidad de un uso simultaneo alto, se optó por diseñar el sistema utilizando método de Unidades Hunter.

El sistema utiliza el concepto de unidad de descarga. La contribución de cada artefacto sanitario se obtuvo de valores recomendados por el Código Nacional de Plomería de USA, Así como también de publicaciones sanitarias especializadas. Dicho valor tiene involucrados factores de máximo uso.

El material a utilizar para la red de drenaje sanitario es básicamente cloruro de polivinilo PVC clase 125.

#### UNIDADES HUNTER POR ARTEFACTO

ARTEFACTO	UNIDADES HUNTER (DESCARGA)	ARTEFACTO	UNIDADES HUNTER (DESCARGA)
Inodoro de fluxometro	8	Lavatrastos Privado	2
Inodoro de Tanque	4	Lavatrastos Publico	2
Lavamanos Privado	2	Orinal de Fluxometro	8
Lavamanos Publico	2	DW	2
Ducha	2	Pila	2
Arteza	3	Lavadora	2

Para cada punto de aporte de aguas servidas, se calcula el número de unidades Hunter que aporta a la red en función del número y tipo de artefacto ubicados en el punto de consumo.

Seguidamente se calcula el número de Unidades parciales y acumuladas en cada tramo de la red de alcantarillado. Con este dato y utilizando datos de capacidad de conducción en función del número de Unidades Hunter se obtiene los datos de diámetros de tubería de la red.



La capacidad requerida puede determinarse en función del número de unidades Hunter de cada tramo evacua, para determinar el cálculo puede reducirse a la acumulación de U. Hunter que cada ramal conduce. Publicaciones especializadas del tema asigna las siguientes capacidades.

Diámetro (Pulgadas)	Unidades de Descarga	
	Por Ramal	Por Bajante
1 ¼"	1	2
1 ½"	3	4
2"	6	10
3"	32	48
4"	160	240
5"	360	540
6"	640	960
8"	1200	2240
10"	1800	3780

El proyecto, el número máximo de Unidades Hunter de drenaje es de 279

Utilizando Tubería de 6" PVC con una pendiente de 1% se tiene la capacidad de conducir 640 Unidades Hunter. (Ver cuadro adjunto)

CÁLCULO DEL CAUDAL POR MEDIO DEL MÉTODO HUNTER

UBICACIÓN		SOTANO 1			SOTANO 2			SOTANO 3			NIVEL 1			NIVEL 2			NIVEL 3			NIVEL 4			TOTAL					
UNIDADES HUNTER		Arifaclos			U. Hunter			Q (l/s)			Arifaclos			U. Hunter			Q (l/s)			Arifaclos			U. Hunter			Q (l/s)		
Accesorios	No. De Unidades Privado	No. De Unidades Público																										
Inodoro de Tanque	3	5	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00		
Lavamanos	2	2	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00		
Ducha	2	3	0	0	0.00	0	0	0.00	3	6	0.25	12	24	0.62	11	22	0.58	0	0	0.00	0	0	0.00	26	52	1.08		
Inodoro Fluxómetro	6	10	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00	2	4	0.16	0	0	0.00	0	0	0.00	4	8	0.29		
Mingitorio Fluxómetro	6	10	0	0	0.00	0	0	0.00	11	66	1.31	8	48	1.04	8	48	1.04	0	0	0.00	0	0	0.00	27	162	2.30		
Bidet	2	3	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00	2	12	0.38	2	12	0.38	0	0	0.00	4	24	0.62		
lma de Baño	3	4	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00		
Lavabastios	2	4	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00		
Lavadora Ropa	3	5	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00		
Refrigeradora	2	3	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00		
Lavadero (Pila)	3	5	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00		
Lavadora de Platos	2	3	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00		
Caudal de los aparatos de las instalaciones sanitarias expresados en unidades sanitarias (L/s)		3		0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	16	76	1.49	24	80	1.69	23	76	1.49	0	0	0.00	0	
Caudal de los aparatos de las instalaciones sanitarias expresados en unidades sanitarias (L/s) (incluye repulsa en un baño de 7.5 GPM (0.473 LPS))		3		0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	16	76	1.49	24	80	1.69	23	76	1.49	0	0	0.00	0	
		3		0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	16	76	1.49	24	80	1.69	23	76	1.49	0	0	0.00	0	
		3		0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	16	76	1.49	24	80	1.69	23	76	1.49	0	0	0.00	0	
		3		0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	16	76	1.49	24	80	1.69	23	76	1.49	0	0	0.00	0	
		3		0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	16	76	1.49	24	80	1.69	23	76	1.49	0	0	0.00	0	
		3		0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	16	76	1.49	24	80	1.69	23	76	1.49	0	0	0.00	0	
		3		0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	16	76	1.49	24	80	1.69	23	76	1.49	0	0	0.00	0	
		3		0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	16	76	1.49	24	80	1.69	23	76	1.49	0	0	0.00	0	
		3		0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	16	76	1.49	24	80	1.69	23	76	1.49	0	0	0.00	0	
		3		0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	16	76	1.49	24	80	1.69	23	76	1.49	0	0	0.00	0	
		3		0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	16	76	1.49	24	80	1.69	23	76	1.49	0	0	0.00	0	
		3		0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	16	76	1.49	24	80	1.69	23	76	1.49	0	0	0.00	0	
		3		0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	16	76	1.49	24	80	1.69	23	76	1.49	0	0	0.00	0	
		3		0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	16	76	1.49	24	80	1.69	23	76	1.49	0	0	0.00	0	
		3		0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	16	76	1.49	24	80	1.69	23	76	1.49	0	0	0.00	0	
		3		0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	16	76	1.49	24	80	1.69	23	76	1.49	0	0	0.00	0	
		3		0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	16	76	1.49	24	80	1.69	23	76	1.49	0	0	0.00	0	
		3		0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	16	76	1.49	24	80	1.69	23	76	1.49	0	0	0.00	0	
		3		0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	16	76	1.49	24	80	1.69	23	76	1.49	0	0	0.00	0	
		3		0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	16	76	1.49	24	80	1.69	23	76	1.49	0	0	0.00	0	
		3		0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	16	76	1.49	24	80	1.69	23	76	1.49	0	0	0.00	0	
		3		0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	16	76	1.49	24	80	1.69	23	76	1.49	0	0	0.00	0	
		3		0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	16	76	1.49	24	80	1.69	23	76	1.49	0	0	0.00	0	
		3		0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	16	76	1.49	24	80	1.69	23	76	1.49	0	0	0.00	0	
		3		0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	16	76	1.49	24	80	1.69	23	76	1.49	0	0	0.00	0	
		3		0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	16	76	1.49	24	80	1.69	23	76	1.49	0	0	0.00	0	
		3		0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	16	76	1.49	24	80	1.69	23	76	1.49	0	0	0.00	0	
		3		0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	16	76	1.49	24	80	1.69	23	76	1.49	0	0	0.00	0	
		3		0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	16	76	1.49	24	80	1.69	23	76	1.49	0	0	0.00	0	
		3		0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	16	76	1.49	24	80	1.69	23	76	1.49	0	0	0.00	0	
		3		0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	16	76	1.49	24	80	1.69	23	76	1.49	0	0	0.00	0	
		3		0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	16	76	1.49	24	80	1.69	23	76	1.49	0	0	0.00	0	
		3		0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	16	76	1.49	24	80	1.69	23	76	1.49	0	0	0.00	0	
		3		0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	16	76	1.49	24	80	1.69	23	76	1.49	0	0	0.00	0	
		3		0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	16	76	1.49	24	80	1.69	23	76	1.49	0	0	0.00	0	
		3		0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	16	76	1.49	24	80	1.69	23	76	1.49	0	0	0.00	0	
		3		0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	16	76	1.49	24	80	1.69	23	76	1.49	0	0	0.00	0	
		3		0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	16	76	1.49	24	80	1.69	23	76	1.49	0	0	0.00	0	
		3		0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	16	76	1.49	24	80	1.69	23	76	1.49	0	0	0.00	0	
		3		0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	3	0	0.32	16	76	1.49	24	80	1.69	23	76	1.49					

## DRENAJE DE AGUA PLUVIAL

### a) DESCRIPCIÓN BÁSICA:

Estas instalaciones se circunscriben a la captación y evacuación de dichas aguas, lo cual se logrará por medio de un sistema de tuberías independientes de aguas sanitarias.

### b) CRITERIOS DE DISEÑO:

Los diámetros de la tubería se calcularon con base a los caudales calculados por medio del método "Unidades de descarga de Roy B. Hunter", el cual asigna un peso de descarga (unidades de hunter) a la diferente toma pluvial. Tomando en cuenta que los diámetros serán de 160 PSI ASTM D-22-41.

a) Se considerará una intensidad de lluvia de 150 mm/hora.

b) Los diámetros de tubería, se determinarán en función del área drenada y de la pendiente cuando se trate de colectores horizontales.

c) La pendiente mínima de la tubería debe ser 1% y aumentara de acuerdo a los requerimientos de capacidad de la tubería.

d) El material de la tubería debe ser.

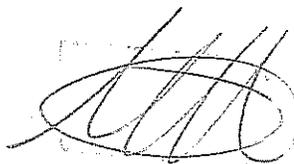
- PVC 125 PSI, cuando este dentro del área construida.
- PVC 125 PSI, cuando este fuera del área construida.

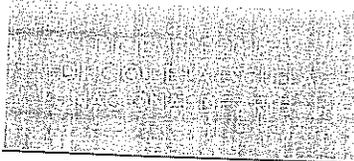
### c) BAJADAS DE AGUA PLUVIAL:

Estas captan el agua de los techos por medio de reposaderas o canales. Las bajadas irán a los laterales de las columnas hasta rematar en el Nivel 1, para poder descargar finalmente a la red municipal o colector municipal. Las tuberías correspondientes a estas bajadas serán de material PVC clase 125 PSI y su diámetro variará de acuerdo al área contribuyente drenada. Finalmente descargar a la red municipal.

### d) REDES COLECTORAS PRINCIPALES DE AGUA PLUVIAL:

Estarán ubicadas en el nivel 1. Las cuales captaran el agua proveniente de las bajadas, dichas redes descargarán sus caudales en una caja unificadora y luego a colector municipal.





Memoria Descriptiva, Técnica y de Cálculo de  
Instalaciones Hidrosanitarias

---

MANUEL A. AVILA  
INGENIERO CIVIL  
MAESTRO EN INGENIERIA SANITARIA  
COLEGIADO 6371

**M. Sc. Ing. Manuel Alberto Avila**  
Colegiado No. 6,371  
GUATEMALA, DICIEMBRE DE 2018