



**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CHIAPAS**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**CAMPUS I**



**PROYECTO EJECUTIVO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO  
DE AGUAS RESIDUALES DE YAXGEMEL UNION,  
MUNICIPIO DE CHENALHO, CHIAPAS.**

**M E M O R I A**  
**DE LA PRACTICA PROFESIONAL**  
**PARA OBTENER EL TITULO DE**  
**INGENIERO CIVIL**

PRESENTA  
**JOSÉ DE JESÚS MORALES GÓMEZ**

DIRECTOR DE TESINA  
**M.I. GRISELDA AGUIRRE MEDINA**

TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS

ENERO DE 2013

# **AGRADECIMIENTOS**

## **A MI FAMILIA...**

**A mi señora madre Cecilia Gómez Cruz, por su amor, entrega y sacrificio.**

**A mis Hermanos, Jaime Javier Y Pedro Morales Gómez, por su apoyo constante e incondicional.**

**A Lucero Elizabeth Santiago Pinto, mi cómplice de vida, a mis hijas Nashiely, Victoria y Eliza, por ser el motor de mí día a día.**

## **A mis maestros...**

**Directora de tesis:**

**M.I. Griselda Aguirre Medina, por su enseñanza, colaboración y amistad.**

**Asesores:**

**M.I. Romeo Ballinas Avendaño.**

**M.I. Joaquín Ballinas Álvarez.**

**Por su colaboración en este proyecto.**



TUXTLA GUTIÉRREZ CHIAPAS.  
ENERO 17 DE 2013  
OFICIO F.I. 02. 008/13

C. PASANTE.  
JOSÉ DE JESÚS MORALES GÓMEZ  
PRESENTE.

En atención a su solicitud de titulación mediante tesis en la modalidad de "Memoria de la Práctica Profesional", me es grato informarle, que según Dictamen del comité de titulación es aceptado bajo el siguiente contenido.

Título: "Proyecto Ejecutivo del sistema de tratamiento de aguas residuales de Yaxgemel Unión, municipio de Chenalhó Chiapas"

#### INDICE

#### CAPITULO I INTRODUCCIÓN.

- 1.1 ANTECEDENTES.
- 1.2 JUSTIFICACION.

#### CAPITULO II OBJETIVOS Y ALCANCES.

- 2.1 OBJETIVOS.
- 2.2 ALCANCES.

#### CAPITULO III RECOPIACIÓN DE DATOS BÁSICOS.

- 3.1 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN EN EL ÁREA DE ESTUDIO.
- 3.2 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.
- 3.3 MARCO FÍSICO.
  - 3.3.1 Localización Geográfica.
  - 3.3.2 Clima y Flora.
  - 3.3.3 Hidrología.
  - 3.3.4 Geología y Edafología.
  - 3.3.5 Fisiografía.
- 3.4 ASPECTOS SOCIO-ECONÓMICOS.
  - 3.4.1 Demografía.
  - 3.4.2 Educación, cultura, recreación y deporte.
  - 3.4.3 Salud.
  - 3.4.4 Crecimiento urbano y actividades productivas
  - 3.4.5 Servicios en la localidad.

#### CAPITULO IV ESTUDIOS BÁSICOS.

- 4.1 INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA.
  - 4.1.1 Descripción del sistema de agua potable existente.



- 4.1.2 Descripción del sistema de alcantarillado.
- 4.2 AFORO.
- 4.2.1 Estructuración del programa de aforo y muestreo.
- 4.2.2 Proyecciones de gastos.
- 4.2.3 Gastos de diseño y modulación.
- 4.3 MUESTREO Y CARACTERIZACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES.
- 4.3.1 Estaciones de monitoreo.
- 4.3.2 Muestreo simple y análisis de campo.
- 4.3.3 Muestreo y análisis de laboratorio de muestras compuestas
- 4.3.4 Caracterización de las aguas residuales.
- 4.3.5 Evaluación de resultados de campo y laboratorio
- 4.4 EFICIENCIA REQUERIDA.

#### CAPITULO V ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO.

- 5.1 ALTERNATIVAS DE ARREGLO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO.
- 5.2 TIPOS Y ARREGLOS DEL SISTEMA.
- 5.2.1 Pretratamiento y Tanque Imhoff.
- 5.2.2 Fosa séptica y campo de absorción.
- 5.2.3 Reactor Anaerobio y Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente.
- 5.3 EVALUACIÓN CONCEPTUAL DE ALTERNATIVAS.
- 5.3.1 Análisis Técnico de las Alternativas y Selección de la más viable.

#### CAPITULO VI DISEÑO FUNCIONAL DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO

- 6.1 FACTORES DE DISEÑO.
- 6.1.1 Parámetros de diseño.
- 6.1.1.1 PTAR Yolon Casa Ejidal.
- 6.1.1.2 PTAR Yokon Puente.
- 6.1.1.3 Parámetros de Diseño de la PTAR Yolon Chaton.
- 6.1.2 Constantes de Diseño
- 6.1.2.1 PTAR Yolon Casa Ejidal
- 6.1.2.2 PTAR Yokon Puente
- 6.1.2.3 PTAR Yolon Chatón
- 6.1.3 Consideraciones de Diseño
- 6.2 DISEÑO FUNCIONAL.
- 6.2.1 Componentes del Sistema de Tratamiento.
- 6.2.2 Diseño Conceptual.
- 6.2.3 Arreglo Dimensional.
- 6.2.3.1 PTAR Yolon Casa Ejidal.
- 6.2.3.2 PTAR Yokon Puente.
- 6.2.3.3 PTAR Yolon Chaton.

**CAPITULO VII MEMORIA DE CÁLCULO.**

**7.1 MEMORIA DE CALCULO YOLON CASA EJIDAL.**

7.1.1 Diseño del pretratamiento.

7.1.1.1 Canal de rejillas.

7.1.1.2 Desarenador.

7.1.1.3 Vertedor Rectangular

7.1.2 Diseño de Tratamiento Primario.

7.1.2.1.- Reactor Anaerobio.

7.1.3 Diseño del Tratamiento Secundario.

7.1.3.1 Filtro anaerobio de flujo ascendente.

7.1.4 Diseño del Sistema de desinfección.

7.1.4.1 Consumo de Hipoclorito de Calcio.

7.1.4.2 Tanque de contacto de cloro.

7.1.5 Diseño del sistema de secado de lodos

7.1.5.1 Lecho de secado de lodos.

**7.2 MEMORIA DE CÁLCULO PTAR YOKON PUENTE.**

7.2.1 Diseño del pretratamiento.

7.2.1.1 Canal de rejillas.

7.2.1.2 Desarenador.

7.2.1.3 Diseño del Vertedor Rectangular.

7.2.2 Diseño de Tratamiento Primario.

7.2.2.1 Reactor Anaerobio.

7.2.3 Diseño del Tratamiento Secundario.

7.2.3.1 Filtro anaerobio de flujo ascendente.

7.2.4 Diseño del Sistema de desinfección.

7.2.4.1 Consumo de Hipoclorito de Calcio.

7.2.4.2 Tanque de Contacto de Cloro.

7.2.5 Diseño del sistema de secado de lodos

7.2.5.1 Lecho de secado de lodos.

**7.3 MEMORIA DE CÁLCULO PTAR YOLON CHATON.**

7.3.1 Diseño del pretratamiento.

7.3.1.1 Canal de rejillas.

7.3.1.2 Desarenador.

7.3.1.3 Vertedor Rectangular.

7.3.2 Diseño de Tratamiento Primario.

7.3.2.1 Reactor Anaerobio.

7.3.3 Diseño del Tratamiento Secundario.

7.3.3.1 Filtro anaerobio de flujo ascendente.

7.3.4 Diseño del Sistema de desinfección.

7.3.4.1 Consumo de Hipoclorito de Calcio.



- 7.3.4.2 Tanque de Contacto de Cloro.
- 7.3.5 Diseño del sistema de secado de lodos
- 7.3.5.1 Lecho de secado de lodos.

CAPITULO VIII CONCLUSIONES.

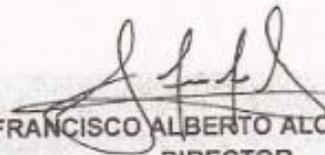
CAPITULO IX PLANOS.

CAPITULO X BIBLIOGRAFIA.

Por lo anterior previo a la autorización del examen profesional, deberá presentar a esta dirección cinco ejemplares de tesis con sus respectivos CD.

ATENTAMENTE.

"POR LA CONCIENCIA DE LA NECESIDAD DE SERVIR"



DR. FRANCISCO ALBERTO ALONSO FERRERA DE LA FACULTAD DE INGENIERIA  
DIRECTOR.



C.c.p.- Dr. Juan José Cruz Solís.- Secretario Académico de la Facultad.  
C.c.p.- Lic. Carolina Vázquez Mtz.- Responsable del Área de Titulación de la Facultad.  
C.c.p.- Archivo.  
FAAF/JJCS/cv.2

Tuxtla Gutiérrez Chiapas a 23 de agosto de 2012.

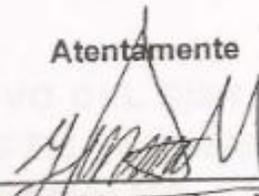
**Dr. Francisco Alberto Alonso Farrera.**  
Director de la Facultad de Ingeniería Civil.  
Universidad Autónoma de Chiapas.  
Presente.

*Asunto: Conclusión de revisión de tesis.*

Por medio del presente me dirijo a usted para informarles que he concluido con la dirección y revisión de la tesis en la modalidad de Memoria de la Práctica Profesional titulado "Proyecto Ejecutivo del sistema de tratamiento de aguas residuales de Yaxgemel Unión, municipio de Chenalhó Chiapas", desarrollado por el C. José de Jesús Morales Gómez, por lo que el interesado puede continuar con los trámites correspondientes para su titulación.

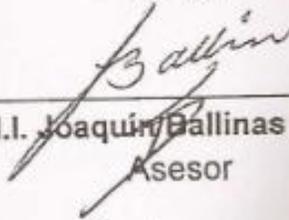
Me despido de usted agradeciendo la atención al presente.

Atentamente



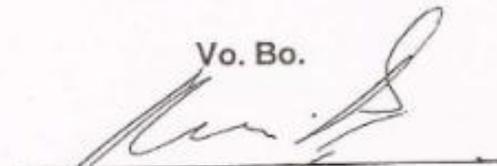
M.I. Griselda Aguirre Medina.  
Directora de Tesis

Vo. Bo.



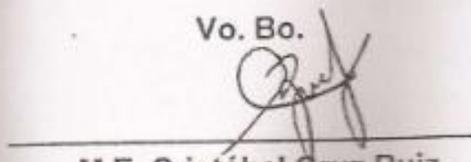
M.I. Joaquín Ballinas Álvarez.  
Asesor

Vo. Bo.



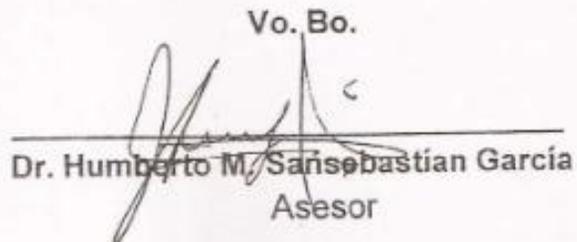
M.I. Romeo Ballinas Avendaño  
Asesor

Vo. Bo.



M.E. Cristóbal Cruz Ruiz.  
Asesor

Vo. Bo.



Dr. Humberto M. Sañebastian García  
Asesor

**PROYECTO EJECUTIVO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO  
DE AGUAS RESIDUALES DE YAXGEMEL UNION, MUNICIPIO  
DE CHENALHO, CHIAPAS.**

## INDICE

CAPITULO I INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 ANTECEDENTES.....	1
1.2 JUSTIFICACION.....	2
CAPITULO II OBJETIVOS Y ALCANCES .....	3
2.1 OBJETIVOS. ....	3
2.2 ALCANCES. ....	3
CAPITULO III RECOPIACIÓN DE DATOS BÁSICOS .....	4
3.1 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN EN EL ÁREA DE ESTUDIO.....	4
3.2 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	4
3.3 MARCO FÍSICO. ....	4
3.3.1 Localización Geográfica.....	4
3.3.2 Clima y Flora.....	8
3.3.3 Hidrología.....	11
3.3.4 Geología y Edafología.....	12
3.3.5 Fisiografía.....	13
3.4 ASPECTOS SOCIO-ECONÓMICOS.....	14
3.4.1 Demografía.....	14
3.4.2 Educación, cultura, recreación y deporte.....	14
3.4.3 Salud.....	14
3.4.4 Crecimiento urbano y actividades productivas.....	15
3.4.5 Servicios en la localidad.....	15
CAPITULO IV ESTUDIOS BÁSICOS.....	16
4.1 INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA.....	16
4.1.1 Descripción del sistema de agua potable existente.....	16
4.1.2 Descripción del sistema de alcantarillado.....	17
4.2 AFORO.....	19
4.2.1 Estructuración del programa de aforo y muestreo.....	19
4.2.2 Proyecciones de gastos.....	19
4.2.3 Gastos de diseño y modulación.....	24
4.3 MUESTREO Y CARACTERIZACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES.....	26
4.3.1 Estaciones de monitoreo.....	26

4.3.2	Muestreo simple y análisis de campo. ....	26
4.3.3	Muestreo y análisis de laboratorio de muestras compuestas .....	27
4.3.4	Caracterización de las aguas residuales.....	28
4.3.5	Evaluación de resultados de campo y laboratorio.....	30
4.4	EFICIENCIA REQUERIDA. ....	30
CAPITULO V ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO .....		32
5.1	ALTERNATIVAS DE ARREGLO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO. ....	32
5.2	TIPOS Y ARREGLOS DEL SISTEMA. ....	32
5.2.1	Pretratamiento y Tanque Imhoff. ....	32
5.2.2	Fosa séptica y campo de absorción.....	34
5.2.3	Reactor Anaerobio y Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente. ....	35
5.3	EVALUACIÓN CONCEPTUAL DE ALTERNATIVAS. ....	38
5.3.1	Análisis Técnico de las Alternativas y Selección de la más viable. ....	39
CAPITULO VI DISEÑO FUNCIONAL DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO .....		41
6.1	FACTORES DE DISEÑO.....	41
6.1.1	Parámetros de diseño. ....	41
6.1.1.1	PTAR Yolon Casa Ejidal. ....	41
6.1.1.2	PTAR Yokon Puente. ....	42
6.1.1.3	Parámetros de Diseño de la PTAR Yolon Chaton. ....	42
6.1.2	Constantes de Diseño.....	43
6.1.2.1	PTAR Yolon Casa Ejidal.....	43
6.1.2.2	PTAR Yokon Puente .....	44
6.1.2.3	PTAR Yolon Chatón .....	45
6.1.3	Consideraciones de Diseño .....	46
6.2	DISEÑO FUNCIONAL. ....	48
6.2.1	Componentes del Sistema de Tratamiento. ....	48
6.2.2	Diseño Conceptual. ....	48
6.2.3	Arreglo Dimensional.....	51
6.2.3.1	PTAR Yolon Casa Ejidal.....	51
6.2.3.2	PTAR Yokon Puente. ....	54
6.2.3.3	PTAR Yolon Chaton. ....	57
CAPITULO VII MEMORIA DE CÁLCULO .....		61

7.1	MEMORIA DE CALCULO YOLON CASA EJIDAL .....	61
7.1.1	Diseño del pretratamiento.....	61
7.1.1.1	Canal de rejillas.....	62
7.1.1.2	Desarenador. ....	65
7.1.1.3	Vertedor Rectangular .....	67
7.1.2	Diseño de Tratamiento Primario.....	68
7.1.2.1.-	Reactor Anaerobio. ....	68
7.1.3	Diseño del Tratamiento Secundario.....	72
7.1.3.1	Filtro anaerobio de flujo ascendente. ....	72
7.1.4	Diseño del Sistema de desinfección.....	74
7.1.4.1	Consumo de Hipoclorito de Calcio. ....	74
7.1.4.2	Tanque de contacto de cloro.....	75
7.1.5	Diseño del sistema de secado de lodos .....	76
7.1.5.1	Lecho de secado de lodos.....	76
7.2	MEMORIA DE CÁLCULO PTAR YOKON PUENTE.....	77
7.2.1	Diseño del pretratamiento.....	77
7.2.1.1	Canal de rejillas.....	77
7.2.1.2	Desarenador. ....	80
7.2.1.3	Diseño del Vertedor Rectangular. ....	82
7.2.2	Diseño de Tratamiento Primario.....	83
7.2.2.1	Reactor Anaerobio.....	83
7.2.3	Diseño del Tratamiento Secundario.....	87
7.2.3.1	Filtro anaerobio de flujo ascendente. ....	87
7.2.4	Diseño del Sistema de desinfección.....	89
7.2.4.1	Consumo de Hipoclorito de Calcio. ....	89
7.2.4.2	Tanque de Contacto de Cloro.....	90
7.2.5	Diseño del sistema de secado de lodos .....	91
7.2.5.1	Lecho de secado de lodos.....	91
7.3	MEMORIA DE CÁLCULO PTAR YOLON CHATON .....	92
7.3.1	Diseño del pretratamiento.....	93
7.3.1.1	Canal de rejillas.....	93
7.3.1.2	Desarenador. ....	96

7.3.1.3	Vertedor Rectangular. ....	98
7.3.2	Diseño de Tratamiento Primario. ....	99
7.3.2.1	Reactor Anaerobio. ....	99
7.3.3	Diseño del Tratamiento Secundario. ....	102
7.3.3.1	Filtro anaerobio de flujo ascendente. ....	102
7.3.4	Diseño del Sistema de desinfección. ....	104
7.3.4.1	Consumo de Hipoclorito de Calcio. ....	105
7.3.4.2	Tanque de Contacto de Cloro. ....	105
7.3.5	Diseño del sistema de secado de lodos ....	106
7.3.5.1	Lecho de secado de lodos. ....	106
CAPITULO VIII	CONCLUSIONES .....	108
CAPITULO IX	PLANOS. ....	109
CAPITULO X	BIBLIOGRAFIA .....	115

## **CAPÍTULO I**

### **INTRODUCCIÓN.**

#### **1.1 ANTECEDENTES.**

Las aguas residuales, están constituidas fundamentalmente por las aguas de abastecimiento después de haber pasado por las diversas actividades de una población. Estos desechos líquidos, se componen esencialmente de agua, sólidos orgánicos e inorgánicos, que se encuentran en forma disuelta y suspendida. Si estas aguas no se manejan adecuadamente, generan impactos ambientales adversos en el medio ambiente.

No está por demás destacar que en los países en vías de desarrollo todavía existen muchas ideas equivocadas o “mitos” relacionados con las aguas residuales, destacando entre ellas que los ríos y corrientes superficiales se descontaminan “solos”, cuando en realidad, la capacidad de autopurificación natural de los cuerpos de agua se ha rebasado.

La ampliación de la cobertura en el rubro del saneamiento representa una de las tareas más urgentes en el mundo moderno, considerando que millones de personas en el mundo carecen aún de él. Los informes de las ONG y de organismos internacionales señalan la importancia de que las poblaciones tengan acceso a sistemas de saneamiento adecuado. El saneamiento contribuye al desarrollo, previene la transmisión de enfermedades, favorece la educación y eleva el nivel de vida de las personas.

Debido a que se estima que existen en el país 35 mil descargas de aguas residuales que desembocan a cuerpos receptores de propiedad nacional, es sumamente importante controlar la contaminación en ese punto, ya que a diferencia de las fuentes dispersas, sabemos específicamente donde se está originando la contaminación. El control de las descargas se origina a partir de la norma NOM-001-SEMARNAT-96, las descargas que no cumplen con dicha norma provocan contaminación.

A partir de informes elaborados por la Comisión Nacional del Agua (CNA) y la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), 43 de las 158 cuencas hidrológicas del país, reciben una carga orgánica como producto del nulo o escaso tratamiento del agua utilizada en servicios urbanos e industriales.

# MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL

## CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

### 1.2 JUSTIFICACION.

En el estado de Chiapas se ha impulsado el desarrollo de proyectos de saneamiento en distintos municipios y localidades, ya sea a través de programas federales y/o estatales, muchos de estos proyectos se realizan en localidades de menos de 1000 habitantes, por lo que las alternativas de tratamiento se enfocan hacia tratamientos naturales, con una operación básica, funcionamiento por gravedad y adecuados a terrenos accidentados

Aunado a este problema encontramos que los organismos operadores de sistemas de agua y saneamiento presentan serias deficiencias en los ámbitos técnico, operativo y financiero, debido a los altos requerimientos de inversión, generalmente superiores a los recursos disponibles, por lo que se busca implementar un sistema de tratamiento con una operación básica y con la eficiencia requerible para cumplir con las normas ambientales en la materia.

## **CAPÍTULO II**

### **OBJETIVOS Y ALCANCES**

#### **2.1 OBJETIVOS.**

Realizar el diseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales que permita obtener un efluente tratado que cumpla con la normatividad vigente en cuanto a calidad del agua (NOM-001-SEMARNAT-1996), reduciendo al mínimo el impacto ambiental de las descargas del agua residual en los mantos acuíferos de la localidad de Yaxgemel Unión, Municipio de Chenalhó, Chiapas.

Este proyecto ejecutivo se estructurara de acuerdo a los términos de referencia de organismos estatales y federales.

#### **2.2 ALCANCES.**

Tomando en cuenta el tamaño de la población, las condiciones climatológicas y ambientales que prevalecen en el lugar, la topografía, así como las características de las aguas residuales que genera la población, se contempla implementar un sistema de tratamiento de aguas residuales que funcione en su totalidad por gravedad, capaz de dar un tratamiento secundario al agua residual, con desinfección posterior.

Implementar un sistema de tratamiento de aguas residuales que funcione en su totalidad por gravedad.

Que sea capaz de dar un tratamiento secundario al agua residual, con desinfección posterior.

El sistema deberá funcionar sin consumo asociado de energía eléctrica para ninguno de sus componentes, para ninguno de sus componentes, incluida la desinfección.

El mantenimiento, evaluado en horas hombre y cantidad de insumos, será lo más económico posible.

El saneamiento a través de la construcción de tres Plantas de Tratamiento de aguas residuales con un tren que consiste en, pretratamiento - reactor anaerobio – filtro anaerobio – desinfección, para la localidad Yaxgemel Unión, municipio de Chenalhó, Chiapas.

## **CAPÍTULO III**

### **RECOPIACIÓN DE DATOS BÁSICOS.**

#### **3.1 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN EN EL ÁREA DE ESTUDIO.**

Para poder determinar esta información se realizaron tres visitas previas a la localidad, en la cual se pudieron observar la geografía, clima, tipo y tamaño de la comunidad, así como sus usos y costumbres y modo de vida.

#### **3.2 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.**

El proyecto ejecutivo de saneamiento se encontrara ubicado en el municipio de Chenalhó, Chiapas. La localidad en donde se pretende realizar el proyecto es Yaxgemel Unión, que se encuentra ubicada en las coordenadas geográficas: 92° 30' 48" de longitud oeste y 16° 55' 16" de latitud norte. La localidad se encuentra a una mediana altura de 1480 metros sobre el nivel del mar. En la imagen 3.2 se muestra la ubicación geográfica de la localidad de Yaxgemel Unión.

La superficie total del predio donde se instalara cada proyecto ejecutivo de la Planta de tratamiento de aguas residuales, ocupará una superficie de:

***PTAR Yolon Casa Ejidal:*** 300 m<sup>2</sup>

***PTAR Yokom Puente:*** 200 m<sup>2</sup>

***PTAR Yolon Shaton:*** 225 m<sup>2</sup>

En la imagen 3.3 se muestra la localización de estos predios dentro del área de la localidad de Yaxgemel Unión.

#### **3.3 MARCO FÍSICO.**

##### **3.3.1 Localización Geográfica.**

La localidad de Yaxgemel Unión se encuentra ubicada en el municipio de Chenalhó que este a su vez, Se ubica en el Altiplano Central predominando el paisaje montañoso, sus coordenadas son 16° 55' 16" latitud 92° 30' 48" longitud, su altitud es de 1,480 msnm. Sus límites son al Norte con Chalchihuitán, al Oeste con Aldama, al sur con Chamula y Mitontic y al Este con Pantelhó y San Juan Cancuc y al Sureste con Tenejapa.

**MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL**  
**CAPÍTULO III RECOPIACION DE DATOS BASICOS**

Su extensión territorial es 113 km<sup>2</sup> que representa el 2.98 % de la superficie de la región Altos y el 0.15% de la superficie del Estado.

En la imagen 3.1 se muestra la ubicación del municipio de Chenalhó dentro del contexto estatal.

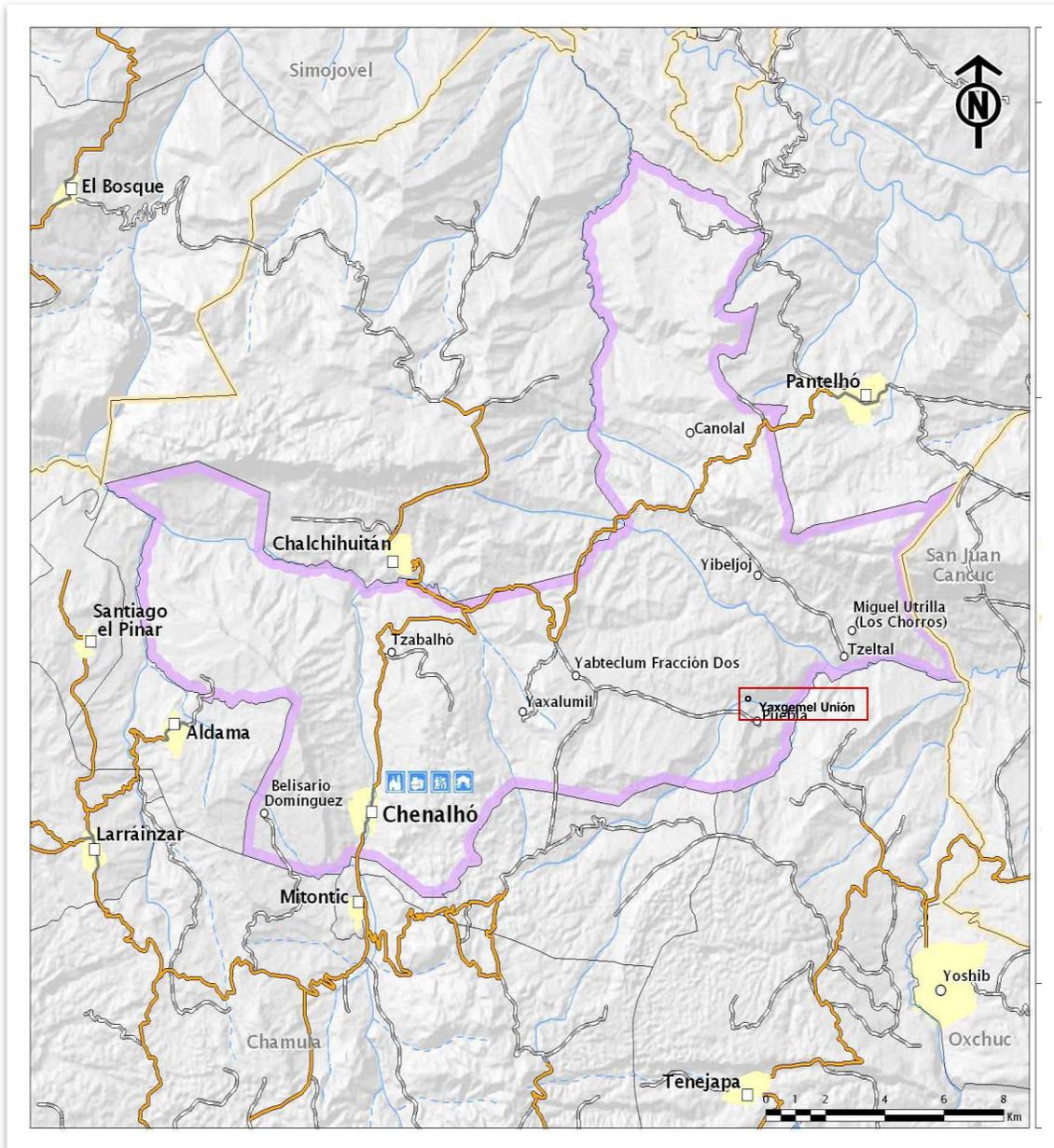


**Imagen 3.1. Ubicación del municipio de Chenalhó dentro del contexto estatal.**

La localidad de Yaxgemel Unión, se localiza al Noroeste de la cabecera municipal de Chenalhó y tiene por coordenadas geográficas 92°30'48" de longitud oeste y 16° 55'16" de latitud norte y una altitud de 1480 m.s.n.m.

En la imagen 3.2 se ubica a la localidad de Yaxgemel Unión dentro del Municipio de Chenalhó Chiapas.

**MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL**  
**CAPÍTULO III RECOPIACION DE DATOS BASICOS**



**Imagen 3.2. Ubicación de la localidad de Yaxgemel Unión dentro del contexto Municipal.**

El Sistema de tratamiento para la localidad de Yaxgemel Unión se compone de tres Plantas de Tratamiento de aguas residuales de las cuales se describirá la ubicación de cada una, cabe mencionar que la localidad no tiene un trazo de calles definidos, mucho menos un sistema de nombres y números para la ubicación de domicilios.

Los predios correspondientes a cada sitio destinado para la construcción de las Plantas de Tratamiento se hallan distribuidos dentro de la localidad como se muestra en la imagen 3.3.

**MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL**  
**CAPÍTULO III RECOPIACION DE DATOS BASICOS**



**Imagen. 3.3 Localización de los predios del proyecto dentro de la localidad.**

Las coordenadas geográficas de cada uno de los predios destinados a las PTAR's se definen en la tabla 3.1

**Tabla 3.1. Coordenadas Geográficas de los predios del proyecto.**

<b>PTAR</b>	<b>COORDENADAS GEOGRAFICAS.*</b>	
	<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>
<b><i>Yolon Casa Ejidal</i></b>	16° 55' 13.80" N	92° 30' 47.90" O
<b><i>Yokon Puente</i></b>	16°55' 04.01" N	92° 30' 56.70" O
<b><i>Yolon Shaton</i></b>	16°55' 22.80" N	92° 30' 51.90" O

*\*Datum: WGS 84.*

*PTAR Yokon Puente.*

Se encuentra en la rivera del rio Yaxgemel Unión sobre la margen izquierda, a unos 400 metros del puente que se ubica sobre el camino principal de Yaxgemel unión.

*PTAR Yolon Casa Ejidal.*

Se encuentra en la rivera del rio Yaxgemel Unión sobre la margen derecha, en un predio ubicado a unos 500 metros frente a la ubicación de la casa ejidal de Yaxgemel Unión.

**MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL**  
**CAPÍTULO III RECOPIACION DE DATOS BASICOS**

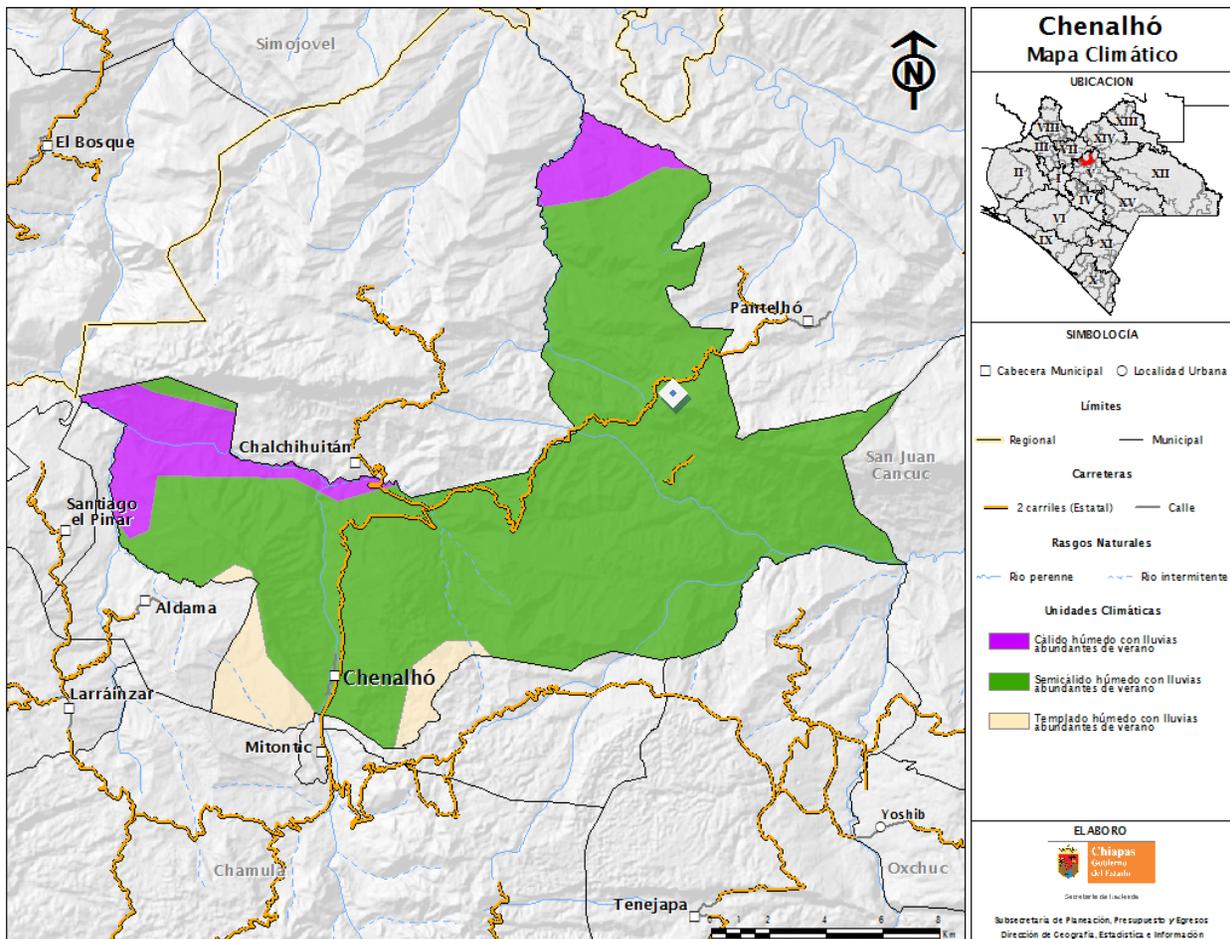
*PTAR Yolon Chaton.*

Se localiza sobre un predio ubicado frente a un cerro denominado “Chaton”.

### 3.3.2 Clima y Flora.

En el municipio el clima es C(fm) semicálido húmedo con lluvias abundantes en verano, que abarca el 83.80% de la superficie municipal; Am(f) cálido húmedo con lluvias en verano, el 10.49% y el 5.71% de C(fm)C templado húmedo con lluvias todo el año. La localidad de Yaxgemel cuenta con un clima semicalido con lluvias abundantes en verano.

**Imagen 3.4 Principales climas del municipio de Chenalhó.**

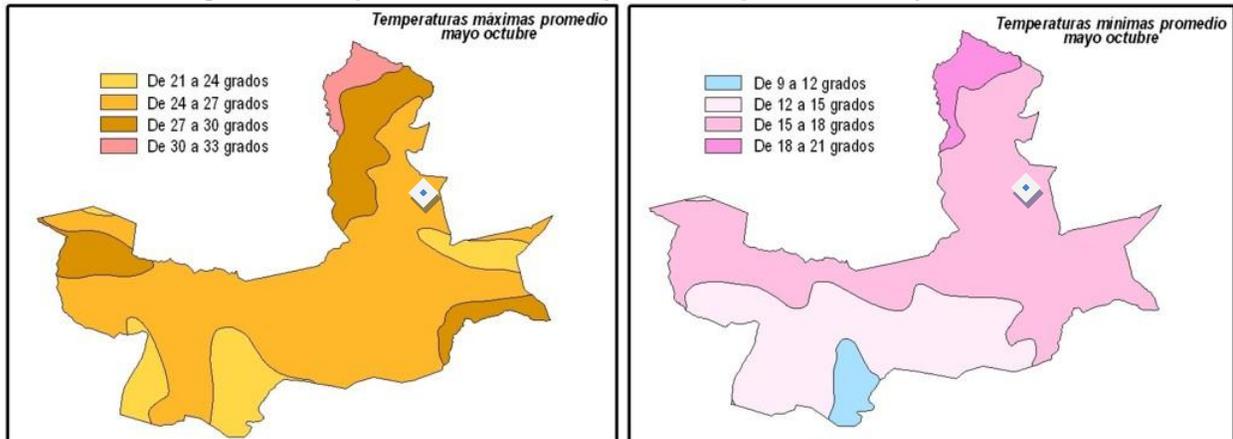


**MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL**  
**CAPÍTULO III RECOPIACION DE DATOS BASICOS**

**Temperatura.**

En los meses de mayo a octubre, la temperatura mínima promedio va de los 9°C a los 21°C, mientras que la máxima promedio oscila entre 21°C y 33°C.

**Imagen 3.5 Temperaturas máximas y mínimas promedio, mayo – octubre.**

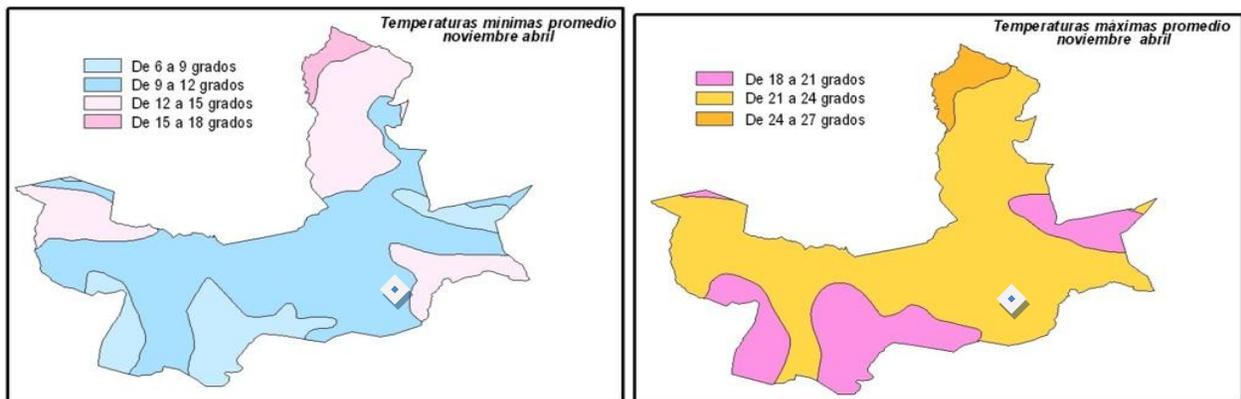


Fuente: Comité Estatal de Información Estadística y Geográfica. Chiapas.

En la localidad de Yaxgemel las temperaturas mínima promedio de mayo a octubre es de 15° a 18° y de máximas de 24° a 27°, se anexa mapa legible en el apartado IX de este estudio.

En el periodo de noviembre - abril, la temperatura mínima promedio del municipio va de 6°C a 18°C, y la máxima promedio fluctúa entre 18°C y 27°C.

**Imagen 3.6. Temperaturas máxima y mínima promedio, noviembre – abril**



Fuente: Comité Estatal de Información Estadística y Geográfica. Chiapas.

En el sitio de proyecto la temperatura promedio mínima de noviembre a abril es de 9° a 12° y la máxima de 21° a 24°.

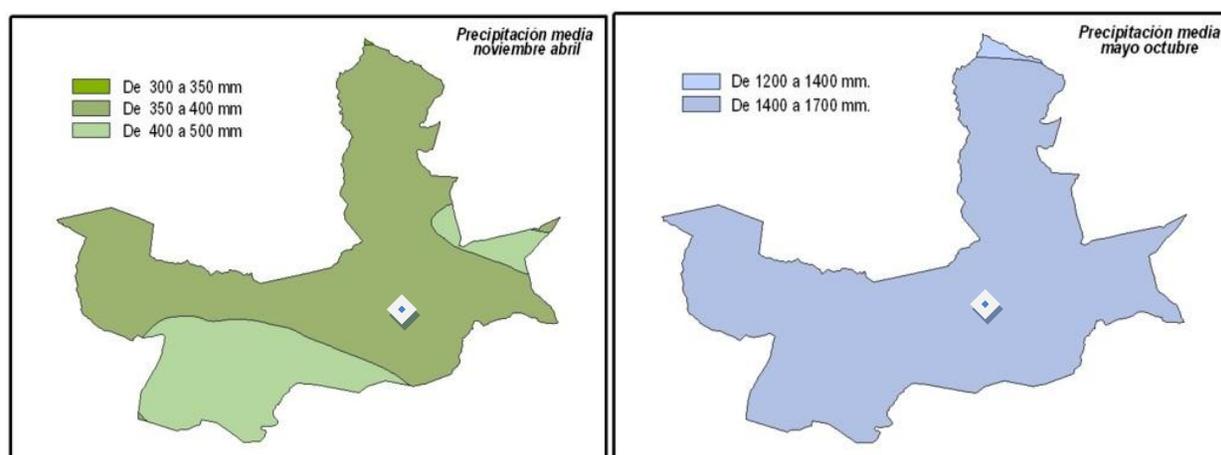
**MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL**  
**CAPÍTULO III RECOPIACION DE DATOS BASICOS**

***Precipitación.***

En los meses de mayo a octubre, la precipitación media fluctúa entre los 1200 mm y los 1700 mm, y en el periodo de noviembre - abril, la precipitación media va de los 300 mm a 500 mm. El periodo de heladas frecuentes abarca de enero a febrero y cubre el 3.30% de la superficie municipal.

En la imagen 3.7. Se puede observar la precipitación media en el municipio de Chenalhó.

**Imagen 3.7. Precipitación media.**



Fuente: Comité Estatal de Información Estadística y Geográfica. Chiapas.

La precipitación en la localidad de Yaxgemel de mayo a octubre presenta una media de 1400 a 1700 mm y de noviembre de 350 a 400 mm.

***Uso del suelo.***

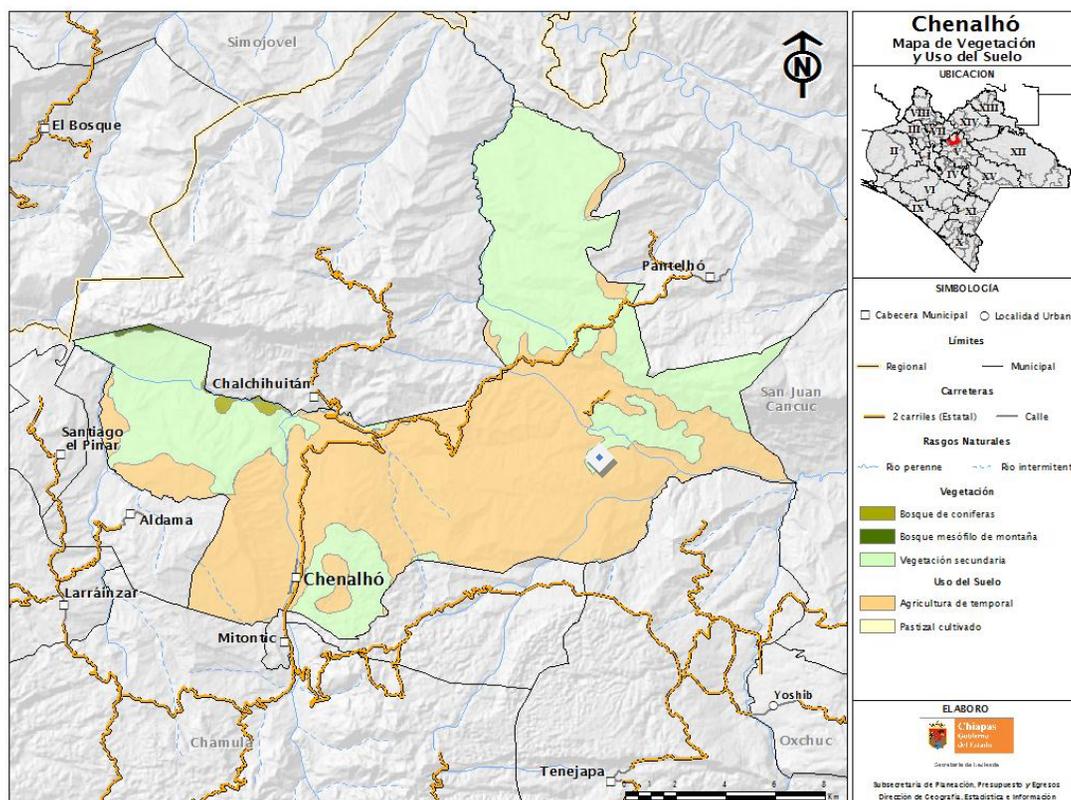
El aprovechamiento de la superficie del territorio del municipio es de la siguiente manera: agricultura de temporal con 48.86% y el 0.14% de pastizal cultivado.

La vegetación presente en el municipio es la siguiente: vegetación secundaria (de bosque mesófilo de montaña) con el 27.93%; vegetación secundaria (de bosque de coníferas) con el 15.22%; bosque de coníferas con el 0.44% y bosque mesófilo de montaña con el 0.16%.

Como se aprecia en la imagen 3.8 en la localidad de Yaxgemel el uso de suelo es de cultivo de temporada.

**MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL**  
**CAPÍTULO III RECOPIACION DE DATOS BASICOS**

**Imagen 3.8. Vegetación y Uso de Suelo Municipio de Chenalhó**



Fuente: Comité Estatal de Información Estadística y Geográfica. Chiapas.

Los tipos de suelos presentes en el municipio son: luvisol con el 71.65% de la superficie municipal; acrisol con el 14.12%; feozem con el 7.37% y el 6.87% de rendzina.

### 3.3.3 Hidrología.

Las principales corrientes del municipio son: los ríos perennes San Pedro, Polhó, San Pablo, Tabac, Colzivian, Shumuch, Nich cacanam, Jolchupatic, Yaxgemel y Colorado, entre otros.

La mayor parte del territorio municipal se encuentra dentro de la subcuenca Chacté y en menor proporción de la subcuenca de los Plátanos (ambas de la cuenca río Grijalva-Villahermosa).

En Yaxgemel cruza el río del mismo nombre como se muestra en la imagen 3.9, al cual van a descargar dos de las tres PTAR's propuestas para la localidad, la tercera será en un sumidero natural.



**MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL**  
**CAPÍTULO III RECOPIACION DE DATOS BASICOS**

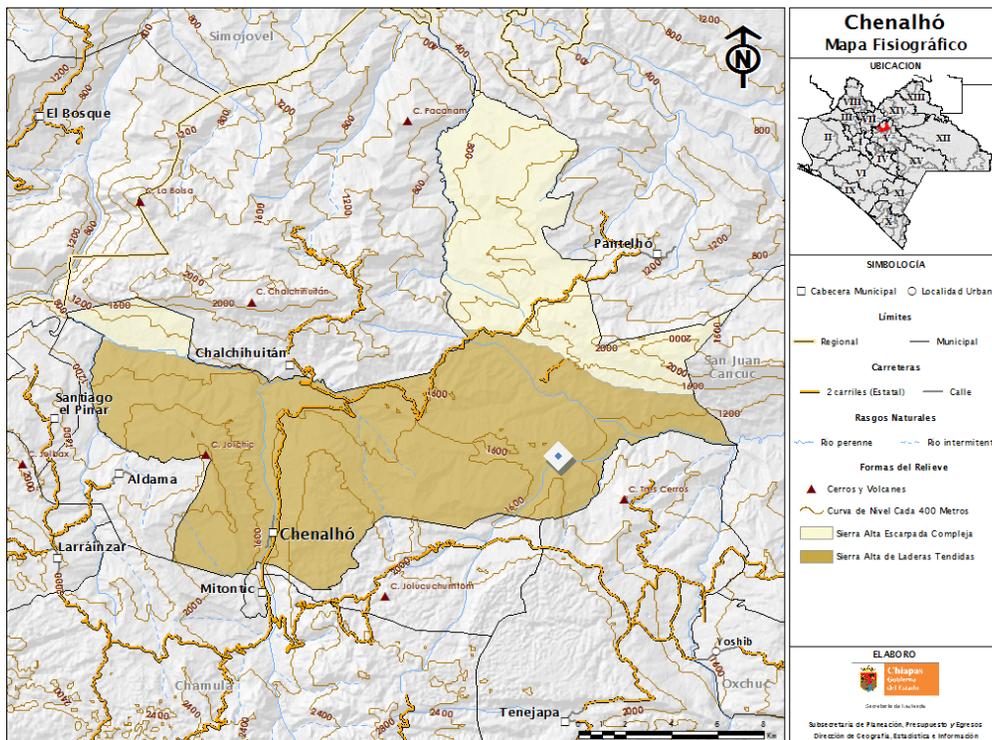
En la Fig. 3.10 se aprecia que en el área de estudio la corteza se compone de rocas sedimentarias, limolita en específico, esto es partículas de limo entre 2 y 20 micras de espesor regularmente de textura áspera.

### 3.3.5 Fisiografía.

El municipio forma parte de las regiones fisiográficas Altos de Chiapas y Montañas del Oriente. El 69.27% de la superficie municipal se conforma por sierra alta de laderas tendidas, donde se asienta la cabecera municipal y el 30.73% por sierra alta escarpada compleja.

La altura del relieve varía entre los 400 mts. y los 2,300 mts. sobre el nivel del mar. La principal elevación ubicada dentro del municipio es el cerro Jolchic.

**Figura 3.11. Mapa fisiológico.**



Fuente: Comité Estatal de Información Estadística y Geográfica. Chiapas.

Como lo indica la fig. 3.11 la localidad de Yaxgemel Unión se encuentra dentro de la provincia fisiográfica Sierra alta de laderas tendidas.

**MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL**  
**CAPÍTULO III RECOPIACION DE DATOS BASICOS**

### **3.4 ASPECTOS SOCIO-ECONÓMICOS.**

#### **3.4.1 Demografía.**

La población total de la localidad es de 703 habitantes, según datos estimados en base al II Censo General de Población y vivienda de 2010.

**Tabla 3.2. Estructura de población en Yaxgemel Unión.**

<b>LOCALIDAD</b>	<b>TOTAL</b>	<b>HOMBRES</b>	<b>MUJERES</b>
<i>Yaxgemel Unión</i>	703	323	380

En el período comprendido de 1990 al 2000, se registró una Tasa Media Anual de Crecimiento (TMAC) del -1.17%, el indicador en el ámbito regional y estatal fue de 2.37% y 2.06%, respectivamente. Su estructura es predominantemente joven, 72% de sus habitantes son menores de 30 años y la edad mediana es de 16 años.

La Tasa Global de Fecundidad (TGF) para el año 2000, fue de 4.89 hijos por mujer en edad reproductiva, mientras que la TGF de la región fue de 4.45 y la del estado 3.47.

#### **3.4.2 Educación, cultura, recreación y deporte.**

La localidad cuenta con infraestructura adecuada para impartir educación elemental básica, ya que tiene escuelas a nivel primaria. Existe infraestructura deportiva básica para la práctica del basquetbol.

En el año 2000, el municipio presentó un índice de analfabetismo del 58.16%, indicador que en 1990 fue de 70.91%. Actualmente la media estatal es de 22.91% (Fuente: INEGI; Resultados Definitivos, Chiapas XII Censo General de Población y Vivienda 2000).

#### **3.4.3 Salud.**

En la localidad de Yaxgemel Unión no se cuenta con clínica de salud; Cuando existen casos graves, los habitantes recurren a la clínica de Chenalhó o San Cristóbal de las Casas.

### **3.4.4 Crecimiento urbano y actividades productivas**

Esta localidad no cuenta con ningún tipo de industrias, por lo que su crecimiento urbano depende básicamente de la explotación de la agricultura y la ganadería, del comercio, artesanía y actividades obreras y de empleo doméstico.

**Agricultura:** Los principales productos agrícolas que se producen en el municipio son; el maíz, frijol, hortalizas, flores y frutas.

**Ganadería:** En el municipio se cría ganado bovino, ovino, equino, porcino y aves de corral.

**Industria:** Destaca la producción de artesanías como ropa típica y muñecos de tela destinados al mercado turístico.

### **3.4.5 Servicios en la localidad.**

#### ***Vivienda.***

El 100% de las viviendas en la localidad de Yaxgemel Unión son propiedad de sus habitantes. El 70% de los materiales predominantes de las viviendas cuentan con pisos de tierra, paredes de madera y con techo de lámina y el 30% de las viviendas son con paredes de tabique y piso de concreto.

#### ***Comunicaciones y Transportes.***

La localidad de Yaxgemel Unión cuenta con telefonía satelital y transporte público no se cuenta con oficina postal.

La localidad de Yaxgemel Unión se ubica 169 Km. al norte de la ciudad de Tuxtla, Gutiérrez; las principales vías de comunicación son las carreteras estatales que conduce a la localidad de Chenalhó y Yabteclum; siendo 144 Km. de carretera pavimentada hasta la comunidad de Yabteclum y 25 kilómetros de terracería hasta la comunidad de Yaxgemel Unión, transitable en toda época del año.

#### ***Servicios Públicos.***

Esta localidad cuenta, una primaria, una cancha deportiva, también cuenta con electrificación monofásica y red de alcantarillado que no se encuentra operando.

## CAPÍTULO IV

### ESTUDIOS BÁSICOS.

#### 4.1 INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA.

##### 4.1.1 Descripción del sistema de agua potable existente.

La localidad cuenta con un sistema independiente desde de la cabecera municipal u otra población, operado por personal de la localidad de Yaxgemel.

##### ***Fuente de abastecimiento.***

La obra de captación, consiste en un manantial llamado “La Cueva” que se encuentra ubicado al Oeste de la localidad a más de 3.2 km del tanques de almacenamiento. La captación consiste en un muro de retención hecho de concreto armado de 3.00 m. x 3.00, con una altura de 1.60 m. y con conexiones de fierro galvanizado.

##### ***Línea de Conducción.***

Cuenta con una línea de conducción por gravedad de aproximadamente 3.2 Km que se constituye en su mayoría por Tubería de P.V.C. 2, 822.90 metros 2” diámetro RD-26, y 377.10 metros de Tubería de Fierro Galvanizado de 2” de diámetro Ced-40 la cual se encuentra en buen estado.

##### ***Tanque Regulador.***

Cuentan con un tanque de regularización de 20 m<sup>3</sup> de capacidad de mampostería, que se encuentra en buen estado.

##### ***Red de Distribución.***

Está conformada por una red abierta de 4,433.80 metros de Tubería de P.V.C de 2” de diámetro, 366.20 metros de Tubería de Fierro Galvanizado y funciona totalmente por gravedad.

##### ***Desinfección.***

Actualmente este sistema no cuenta con equipo de desinfección.

##### ***Servicio.***

El 100% de la población cuenta con servicio de agua potable. El servicio es principalmente a través de tomas domiciliarias tipo rural, con llave manguera de

## MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL

### CAPÍTULO IV ESTUDIOS BASICOS

poliducto, llave de nariz y bastón de fierro galvanizado en total son 148 tomas con estas características.

#### **4.1.2 Descripción del sistema de alcantarillado.**

##### ***Descargas de Aguas Residuales Municipales e Industriales, Tipo de Industria y Principales Contaminantes.***

Actualmente la localidad de Yaxgemel Unión cuenta con sistema de alcantarillado sanitario que es doméstico, ya que no existen industrias en la localidad, y se conducirán a través del sistema de alcantarillado a las plantas de tratamiento y no habrá contaminantes de origen industrial que alteren el proceso biológico de la planta de tratamiento.

##### ***Gasto y Calidad de Las Aguas Residuales.***

Ante la carencia de información estadística confiable relativa a la cantidad de agua potable con la que se abastece a la localidad, y ante la falta de estructuras para la medición y el control correspondientes, se usaron datos demográficos proyectados al horizonte de proyecto y los datos de dotación y aportación para determinar el volumen de agua residual.

##### ***Características particulares de la red.***

La red de Alcantarillado Sanitario en la comunidad de Yaxgemel Unión, Municipio de Chenalhó, Chiapas; está conformada de la siguiente manera:

La comunidad está constituida por tres zonas, es decir el Sistema de Alcantarillado Sanitario cuenta con tres descargas; por lo que se realizara el estudio para el Saneamiento en tres puntos de la comunidad el Sistema de Alcantarillado se describe a continuación:

*Para la Zona No. 01 (PTAR Yolón casa ejidal):* Esta cuenta con dos emisores con llegada de la zona Norte y la Zona Sur, el primero de ellos está constituido por Tubería de P.V.C. de 8" de diámetro, con una longitud de 39.55 ml.; además de contar con 2 pozos de visita con una profundidad de 1.00 metro cada uno. El Emisor de la Zona Sur está constituida a base de Tubería de P.V.C. de 8" de diámetro contando con 2 pozos de visita de 1.00 metro de profundidad y 1 de 3.00 metros.

## MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL

### CAPÍTULO IV ESTUDIOS BASICOS

La Red de Atarjeas está construida por Tubería de P.V.C. de 8" de diámetro contando con una longitud de 1,763.42 ml. Y cuenta con 46 pozos de visita de los cuales 32 tienen una profundidad de 2.50 metros, 1 con profundidad de 3.00 metros y 8 con 4.00 metros de profundidad.

*Para la Zona No. 02 (PTAR Yokon Puente):* Esta cuenta con un Emisor, está constituido por Tubería de P.V.C. de 8" de diámetro con una longitud de 741.00 ml.; además de contar con 6 pozos de visita de 1.00 metros de profundidad. Para 1 pozo de visita de 2.00 metros de profundidad, 1 pozo de 2.50 metros de profundidad, 2 pozos de 3.00 metros de profundidad, 1 pozo con una profundidad de 3.50 ml., y por ultimo 3 pozos de 4.00 metros de profundidad.

La Red de Atarjeas está construida por Tubería de P.V.C. de 8" de diámetro, contando con una longitud de 150.25 ml., y cuenta con 03 pozos de visita; los cuales son de 3.00 metros de profundidad.

*Para la Zona No. 03 (PTAR Yolon Chaton):* Esta cuenta con tres emisores. El primer emisor está constituido por Tubería de P.V.C. de 8" de diámetro, con una longitud de 62.20 ml., además de contar con 1 pozo de visita con una profundidad de 1.00 metro, 2 pozos de visita de 3.00 metros de profundidad y 3 pozos de 4.00 metros de profundidad. Para el segundo emisor está constituido a base de Tubería de P.V.C. de 8" de diámetro, contando con una longitud de 85.59 ml. Con 3 pozos de visita de 1.00, 2.00 y 4.00 metros de profundidad y para el tercer emisor tiene un desarrollo de 131.90 ml. A base de Tubería de P.V.C. de 8" de diámetro, contando con 3 pozos de visita de 4.00 metros de Profundidad.

La Red de Atarjea está construida por Tubería de P.V.C. de 8" de diámetro, contando con una longitud de 1,469.70 ml. Y cuenta con 36 pozos de visita; los cuales 15 tienen 1.00 metro de profundidad, 7 tienen una profundidad de 2.50 metros, 1 tiene una profundidad de 3.00 metros, 3 tienen 3.50 metros de profundidad y 10 de ellos cuentan con 4.00 metros de profundidad.

#### ***Red de Atarjeas.***

La red de atarjeas tendrá una longitud de 4,138.34 m. y está integrada por tubería de P.V.C. Sanitario serie 25 de 200 mm (8") de diámetro, y se construirán 100 pozos de visita de los cuales 55 tienen una profundidad de 1.00 m, 11 tienen una profundidad de

## MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL

### CAPÍTULO IV ESTUDIOS BASICOS

2.00 m, 04 tienen una profundidad de 2.50 m, 06 tienen una profundidad de 3 m, 1 tiene una profundidad de 3.50 m y 23 tienen una profundidad de 4.00 m.

#### ***Colector - Emisor***

El Colector – Emisor tiene una longitud de 488.61 metros, conformado por tubería de P.V.C. Sanitario serie 25 de 250 mm (8") de diámetro, está conformada por 14 pozos de visita de los cuales 6 de 1.00 m, 1 de 1.50 m, 1 de 2.00 m, 1 de 3.00 m y 5 de 4.00 m.

## **4.2 AFORO.**

### **4.2.1 Estructuración del programa de aforo y muestreo.**

El sistema de alcantarillado está construido, las viviendas están conectadas a esta red sin embargo no están descargando agua residual a un pozo de acuerdo de la localidad, ya que aún no cuentan con el sistema de tratamiento, una vez que este exista comenzarán a descargar a la red de alcantarillado, por lo que se optó por no realizar el programa de aforo; al no contar con un caudal representativo no se pueden tomar las muestras, sin embargo por la naturaleza del agua residual se considerarán como típicamente domésticas para efectos de diseño, de igual forma el gasto medio se determinará a partir de la población proyectada, tomando en cuenta los datos oficiales así como el censo levantado en campo para complemento de este proyecto.

### **4.2.2 Proyecciones de gastos.**

Dada las condiciones topográficas se tendrán que elegir tres sitios para el tratamiento de las aguas residuales, por lo que se levantó un censo en campo para determinar el número de familias y población total que descargaría en cada Planta de tratamiento, por lo que el volumen de aguas residuales que aportará la población se calculó con base en la dotación y aportación unitarias. En todos los casos, la aportación de aguas residuales es un porcentaje de la citada dotación de agua potable.

La aportación en este caso corresponde a un 80 % de la dotación. Cabe mencionar que tanto la dotación como la aportación se han estimado a partir de la cantidad de agua que puede requerir cada individuo para sus necesidades básicas y elementales, no a partir de un aforo, en el cual se podrían considerar diferentes factores hidráulicos que modificarían el gasto.

## MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL

### CAPÍTULO IV ESTUDIOS BASICOS

La aportación se calculó tomando como base las siguientes hipótesis:

- El sistema de alcantarillado sanitario deberá tener la capacidad para proporcionar el servicio al 100 % de la población.
- La dotación de agua potable se estima en 100 L/Hab./día.
- El factor de aportación será de 0.8
- La proyección de gasto se realizará a 15 años
- Se considerará la tasa de crecimiento Municipal de 2.7 %.
- Se calcularán los gastos por barrios que tengan incidencia en cada PTAR.
- Se realizará un censo para determinar la población actual de la localidad.

#### ***Población de proyecto.***

Considerando la tasa de crecimiento municipal de 2.7% se realiza el cálculo de la población de proyecto a partir de los datos del censo levantado para los fines de este proyecto para un periodo de diseño de 15 años.

#### ***Tasa de crecimiento promedio Municipal.***

El INEGI registra una tasa de crecimiento para el Municipio de Chenalhó, Chiapas de 2.7%, misma que se aplicará a cada uno de los lugares o barrios que conforma la localidad de Yaxgemel, para definir la población proyecto para cada una de las tres plantas.

#### ***Dotación.***

De acuerdo a las normas de proyecto para localidades rurales, para climas templados como el de la localidad considerada en este proyecto, cuando se considere servicio a base de tomas domiciliarias y se proporcione adicionalmente agua para el consumo de animales domésticos, la dotación adoptada debe ser de **100 lts/hab/día**.

#### ***Aportación.***

La aportación de aguas residuales se considera como un porcentaje de la dotación de agua potable (80%), por lo tanto la aportación correspondiente para la localidad es la siguiente:

## MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL

### CAPÍTULO IV ESTUDIOS BASICOS

#### PTAR YOLON CASA EJIDAL

Comprende el centro de la localidad con una cobertura del 50.6% de la Población total.

Tasa de crecimiento Municipal promedio = 2.7%

Población actual = 356 Hab.

Por lo tanto la población de proyecto será:

$$Pf = Pa (1 + r)^n$$

Donde :

$Pf =$  Población futura

$Pa = 356$  Hab.

$r = 2.7\%$

$n = 15$  años

$$Pf = (356)(1 + 0.027)^{15}$$

$$Pf = 531 \text{ habitantes}$$

*Aportacion = factor x Dotacion.*

$$Aportacion = (0.80)(100l / hab / dia) = 80l / hab / dia$$

#### **Gasto medio proyectado a 15 años.**

$$Q_{med} = Pf \times Aportación / 86,400$$

$$Q_{med} = (531 \text{ hab.})(80l / hab / dia) / 86,400 \text{ seg / dia}$$

$$Q_{med} = 0.49 \text{ LPS}$$

#### **Gasto Mínimo.**

$$Q_{min} = (0.5) Q_{med}$$

$$Q_{min} = (0.5)(0.49)$$

$$Q_{min} = 0.25 \text{ LPS}$$

#### **Gasto Máximo Instantáneo.**

Coeficiente de Harmon = 3.8

$$Q_{max.ins} = (3.8) Q_{med}$$

$$Q_{max.ins.} = (3.8)(0.49)$$

$$Q_{max.ins.} = 1.86 \text{ LPS}$$

## MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL

### CAPÍTULO IV ESTUDIOS BASICOS

#### **Gasto Máximo Extraordinario.**

$$Q_{max.ext.} = (1.5) Q_{max.ins.}$$

$$Q_{max. ext.} = (1.5)(1.86)$$

$$Q_{max. ext.} = 2.79 \text{ LPS}$$

#### PTAR YOKON PUENTE

Comprende parte de la localidad con una cobertura del 26.3% de la Población total.

Tasa de crecimiento Municipal promedio = 2.7%

Población actual = 185 Hab.

Por lo tanto la población de proyecto será:

$$Pf = Pa (1 + r)^n$$

Donde:

$Pf = \text{Población futura}$

$Pa = 185 \text{ Hab.}$

$r = 2.7\%$

$n = 15 \text{ años}$

$$Pf = (185)(1 + 0.027)^{15}$$

$Pf = 276 \text{ habitantes}$

#### **Gasto medio proyectado a 15 años.**

$$Q_{med} = Pf \times \text{Aportación} / 86,400$$

$$Q_{med} = (276 \text{ hab.})(80 \text{ l} / \text{hab} / \text{dia}) / 86,400 \text{seg} / \text{dia}$$

$$Q_{med} = 0.26 \text{ LPS}$$

#### **Gasto Mínimo.**

$$Q_{min} = (0.5) Q_{med}$$

$$Q_{min} = (0.5)(0.26)$$

$$Q_{min} = 0.13 \text{ LPS}$$

#### **Gasto Máximo Instantáneo.**

Coefficiente de Harmon = 3.8

## MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL

### CAPÍTULO IV ESTUDIOS BASICOS

$$Q_{\max . ins} = (3.8) Q_{med}$$

$$Q_{\max . ins} = (3.8)(0.26)$$

$$Q_{\max . ins} = 0.99 \text{ LPS}$$

#### **Gasto Máximo Extraordinario.**

$$Q_{\max . ext.} = (1.5) Q_{\max . ins.}$$

$$Q_{\max . ext.} = (1.5)(0.99)$$

$$Q_{\max . ext.} = 1.49 \text{ LPS}$$

#### PTAR YOLON CHATON.

Comprende parte de la localidad con una cobertura del 23.1% de la Población total.

Tasa de crecimiento Municipal promedio = 2.7%

Población actual = 162 Hab.

Por lo tanto la población de proyecto será:

$$Pf = Pa (1 + r)^n$$

Donde:

$Pf =$  Población futura

$Pa = 162$  Hab.

$r = 2.7\%$

$n = 15$  años

$$Pf = (162)(1 + 0.027)^{15}$$

$$Pf = 242 \text{ habitantes}$$

#### **Gasto medio proyectado a 15 años.**

$$Q_{med} = Pf \times Aportación / 86,400$$

$$Q_{med} = (242 \text{ hab.})(80 \text{ l} / \text{hab} / \text{dia}) / 86,400 \text{seg} / \text{dia}$$

$$Q_{med} = 0.22 \text{ LPS}$$

#### **Gasto Mínimo.**

$$Q_{\min} = (0.5) Q_{med}$$

$$Q_{\min} = (0.5)(0.22)$$

$$Q_{\min} = 0.11 \text{ LPS}$$

## MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL

### CAPÍTULO IV ESTUDIOS BASICOS

#### **Gasto Máximo Instantáneo.**

Coeficiente de Harmon = 3.8

$$Q_{\max .ins} = (3.8) Q_{med}$$

$$Q_{\max .ins} = (3.8)(0.22)$$

$$Q_{\max .ins} = 0.84 \text{ LPS}$$

#### **Gasto Máximo Extraordinario.**

$$Q_{\max .ext.} = (1.5) Q_{\max .ins.}$$

$$Q_{\max .ext.} = (1.5)(0.84)$$

$$Q_{\max .ext.} = 1.26 \text{ LPS}$$

### **4.2.3 Gastos de diseño y modulación.**

El gasto de diseño de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales de Yaxgemel Unión fue calculado en el inciso anterior, y no hay otro factor que altere el cálculo del mismo. En cuanto a la modulación, hay que observar la tabla siguiente, de la cual se desprenden las gráficas correspondientes por cada planta:

**Tabla 4.1.- Modulación de Gasto de la PTAR Yolon Casa Ejidal**

	HAB	QMEDIO				Q mínimo	Q máximo	
		Lps	m³/d	% Teórico	Lps	instantáneo	extraordinario	
0	2010	356	0.33	28.5	67.1	0.16	1.25	1.88
1	2011	366	0.34	29.2	68.9	0.17	1.29	1.93
2	2012	375	0.35	30.0	70.7	0.17	1.32	1.98
3	2013	386	0.36	30.8	72.6	0.18	1.36	2.04
4	2014	396	0.37	31.7	74.6	0.18	1.39	2.09
5	2015	407	0.38	32.5	76.6	0.19	1.43	2.15
6	2016	418	0.39	33.4	78.7	0.19	1.47	2.20
7	2017	429	0.40	34.3	80.8	0.20	1.51	2.26
8	2018	441	0.41	35.2	83.0	0.20	1.55	2.33
9	2019	452	0.42	36.2	85.2	0.21	1.59	2.39
10	2020	465	0.43	37.2	87.5	0.22	1.63	2.45
11	2021	477	0.44	38.2	89.9	0.22	1.68	2.52
12	2022	490	0.45	39.2	92.3	0.23	1.72	2.59
13	2023	503	0.47	40.3	94.8	0.23	1.77	2.66
14	2024	517	0.48	41.4	97.4	0.24	1.82	2.73
15	2025	531	0.49	42.5	100.0	0.25	1.87	2.80

## MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL

### CAPÍTULO IV ESTUDIOS BASICOS

**Tabla 4.2.- Modulación de Gasto de la PTAR Yokon Puente.**

#	AÑO	HAB	QMEDIO			Q mínimo		Q máximo	
			Lps	m <sup>3</sup> /d	% Teórico	Lps	instantáneo	extraordinario	
0	2010	185	0.17	14.8	67.1	0.09	0.65	0.98	
1	2011	190	0.18	15.2	68.9	0.09	0.67	1.00	
2	2012	195	0.18	15.6	70.7	0.09	0.69	1.03	
3	2013	200	0.19	16.0	72.6	0.09	0.71	1.06	
4	2014	206	0.19	16.5	74.6	0.10	0.72	1.09	
5	2015	211	0.20	16.9	76.6	0.10	0.74	1.12	
6	2016	217	0.20	17.4	78.7	0.10	0.76	1.15	
7	2017	223	0.21	17.8	80.8	0.10	0.78	1.18	
8	2018	229	0.21	18.3	83.0	0.11	0.81	1.21	
9	2019	235	0.22	18.8	85.2	0.11	0.83	1.24	
10	2020	241	0.22	19.3	87.5	0.11	0.85	1.27	
11	2021	248	0.23	19.8	89.9	0.11	0.87	1.31	
12	2022	255	0.24	20.4	92.3	0.12	0.90	1.34	
13	2023	262	0.24	20.9	94.8	0.12	0.92	1.38	
14	2024	269	0.25	21.5	97.4	0.12	0.95	1.42	
15	2025	276	0.26	22.1	100.0	0.13	0.97	1.46	

**Tabla 4.3.- Modulación de Gasto de la PTAR Yolon Chaton.**

#	AÑO	HAB	QMEDIO			Q Mínimo		Qmaximo	
			Lps	m <sup>3</sup> /d	% Teórico	lps	instantáneo	Extraordinario	
0	2010	162	0.15	13.0	67.1	0.08	0.57	0.86	
1	2011	166	0.15	13.3	68.9	0.08	0.59	0.88	
2	2012	171	0.16	13.7	70.7	0.08	0.60	0.90	
3	2013	175	0.16	14.0	72.6	0.08	0.62	0.93	
4	2014	180	0.17	14.4	74.6	0.08	0.63	0.95	
5	2015	185	0.17	14.8	76.6	0.09	0.65	0.98	
6	2016	190	0.18	15.2	78.7	0.09	0.67	1.00	
7	2017	195	0.18	15.6	80.8	0.09	0.69	1.03	
8	2018	200	0.19	16.0	83.0	0.09	0.71	1.06	
9	2019	206	0.19	16.5	85.2	0.10	0.72	1.09	
10	2020	211	0.20	16.9	87.5	0.10	0.74	1.12	
11	2021	217	0.20	17.4	89.9	0.10	0.76	1.15	
12	2022	223	0.21	17.8	92.3	0.10	0.78	1.18	
13	2023	229	0.21	18.3	94.8	0.11	0.81	1.21	
14	2024	235	0.22	18.8	97.4	0.11	0.83	1.24	
15	2025	242	0.22	19.3	100.0	0.11	0.85	1.28	

### 4.3 MUESTREO Y CARACTERIZACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES.

#### 4.3.1 Estaciones de monitoreo.

El sistema de alcantarillado La localidad de Yaxgemel Unión no se encuentra en funcionamiento por lo que se realizó el muestreo en la localidad Campo Los Toros, municipio de Chenalhó, debido a que presenta condiciones similares (411 Hab. y 1460 msnm); así mismo los usos y costumbres.

De acuerdo con la información proporcionada por las autoridades locales y con base en los planes de desarrollo estatal, se determinó que durante el periodo del proyecto los habitantes de la localidad no modificaran los hábitos relativos al uso de agua por lo que las características del agua serán domésticas.

#### 4.3.2 Muestreo simple y análisis de campo.

##### ***Muestreo simple***

Se define como la muestra que se tome en el punto de descarga, de manera continua, en día normal de operación que refleje cuantitativa y cualitativamente el o los procesos más representativos de las actividades que generan la descarga, durante el tiempo necesario para completar cuando menos, un volumen suficiente para que se lleven a cabo los análisis necesarios para conocer su composición, aforando el caudal descargado en el sitio y en el momento del muestreo.

El volumen de cada muestra simple necesario para formar la muestra compuesta se determina mediante la siguiente ecuación:

$$VMSi = VMC \times \left(\frac{Qi}{Qt}\right)$$

Dónde:

$VMSi$  = Volumen de cada una de las muestras simples "i", litros.

$VMC$  = volumen de la muestra compuesta necesario para realizar la totalidad de los análisis de laboratorio requeridos, litros.

$Qi$  = caudal medido en la descarga en el momento de tomar la muestra simple, litros por segundo.

$Qt$  =  $Qi$  hasta  $Qn$ , litros por segundo.

## MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL

### CAPÍTULO IV ESTUDIOS BASICOS

#### ***Análisis de campo.***

Se tomaron 6 muestras puntuales en la descarga, esto con la finalidad de tener parámetros más precisos de la caracterización del agua residual y poder compararlas con las establecidas en las literaturas. En cada muestra se determinarán los siguientes parámetros de campo: Temperatura ambiente y del agua residual, pH, conductividad, oxígeno disuelto, color, olor y apariencia.

#### **4.3.3 Muestreo y análisis de laboratorio de muestras compuestas**

##### ***Muestra compuesta***

La que resulta de mezclar el número de muestras simples, según lo indicado en la Tabla 4.4 Para conformar la muestra compuesta, el volumen de cada una de las muestras simples deberá ser proporcional al caudal de la descarga en el momento de su toma.

Tabla 4.4.- Frecuencia del muestreo.

Horas por día que opera el proceso generador de la descarga	Numero de muestras simples	Intervalo entre toma de muestras simples (horas)	
		Mínimo	Máximo
Menor que 4	mínimo 2	-	-
De 4 a 8	4	1	2
Mayor que 8 y hasta 12	4	2	3
Mayor que 12 y hasta 18	6	2	3
Mayor que 18 y hasta 24	6	3	4

En este caso por ser un proceso que es la actividad en la localidad Campo Los Toros, municipio de Chenalhó con se ha mencionado en apartados anteriores por las condiciones parecidas a la localidad en la zona de estudio, en esta localidad se generan descargas durante las 24 horas y de acuerdo a la tabla 4.4 se formó la muestra compuesta con 6 muestras simples las cuales fueron tomadas a cada cuatro horas durante 24 horas y se almacenaron y preservaron de acuerdo y siguiendo la metodología de las normas y se enviaron al laboratorio para su análisis.

## MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL

### CAPÍTULO IV ESTUDIOS BASICOS

#### 4.3.4 Caracterización de las aguas residuales.

Después de realizado el muestreo se entregó la muestra compuesta al laboratorio para efectuar los análisis físicos, químicos y microbiológicos. Los métodos empleados para el análisis fueron los considerados en las Normas Oficiales Mexicanas.

Los parámetros que se analizaron y Normas Oficiales Mexicanas empleadas para la determinación de los parámetros considerados en los términos de referencia, se muestran en la tabla 4.5.

Tabla 4.5- Resultados de laboratorio.

Parámetro	Unidad	Límite Máximo Permisible
<b>Material Flotante</b>		Ausente
<b>Potencial de Hidrógeno</b>	Adimensional	7.8
<b>Temperatura</b>	° C	27
<b>Conductividad Eléctrica</b>	Mmhos/cm	456
<b>Sólidos Sedimentables</b>	ml/l	15
<b>Sólidos Suspendidos Totales</b>	Mg/l	212
<b>Fósforo Total</b>	mg/l	12
<b>Nitrógeno Total kjeldhal</b>	mg/l	28.3
<b>Demanda Bioquímica de Oxígeno</b>	mg/l	230
<b>Demanda Química de Oxígeno</b>	mg/l	380
<b>Grasas y Aceites</b>	mg/l	27
<b>Coliformes fecales</b>	NMP/100 ml	>24,000
<b>Cianuro</b>	mg/l	0.0
<b>Sulfatos</b>	mg/l	2.0
<b>SAAM</b>	mg/l	
<b>Arsénico</b>	mg/l	0.01
<b>Bario</b>	mg/l	0.5
<b>Cadmio</b>	mg/l	0.001
<b>Cromo hexavalente</b>	mg/l	0.2
<b>Mercurio</b>	mg/l	0.0
<b>Niquel</b>	mg/l	0.3
<b>Zinc</b>	mg/l	2.2
<b>Plomo</b>	mg/l	0.0

Sin embargo por cuestiones de diseño es necesario señalar referencias bibliográficas para determinar las características fisicoquímicas que presenta un agua residual de ciertas localidades en el estado de Chiapas, ver tabla 4.6.

## MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL

### CAPÍTULO IV ESTUDIOS BASICOS

**Tabla 4.6. Promedio de aguas residuales municipales por tamaño de población**

Parámetro	Tamaño de población (No de habitantes)				Promedio
	2500-10000	10000-20000	20000-50000	50000-100000	
PH	7.4	6.9	6.9	7.3	7.1
Temperatura °c	25	20	23	22	23
DBO	264	299	254	301	280
DQO	698	719	609	430	614
SS (ML/L)	9	5	8	3	6
Grasas y aceites	56	44	65	96	65
N-NH <sub>3</sub>	24	28	14	12	20
N-Orgánico	18	23	23	9	18
N-Total	37	44	30	24	34
Fosfatos Totales	20	24	16	29	22
SAAM	14	11	17	17	15
Col. Tot. NMP/100ml	7	773	14	107	225
ST	1552	1141	1391	932	1254
SST	286	309	233	167	249
SDT	1266	832	1158	765	1005
SVT	777	871	449	349	602
SVS	223	192	151	139	176
SVD	514	379	298	210	350
STF	615	570	942	583	728
SFS	116	145	183	58	126
SFD	699	425	759	525	602

**Fuente:** SRH, Subsecretaría de Planeación, Dirección General de Usos del Agua y Prevención de la Contaminación.  
"Sistemas Económicos de Tratamientos de Aguas Residuales Adecuados a las Condiciones Nacionales,

De acuerdo a la revisión bibliográfica, a la caracterización de la localidad "Campo Los Toros y la experiencia del diseñador se propone los valores señalados en la tabla 4.7, con los parámetros que se van a utilizar para diseñar el sistema de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Yaxgemel Unión, municipio de Chenalhó.

**Tabla. 4.7.- Parámetros y valores considerados para el diseño del proyecto.**

PARÁMETRO	Valor
Demanda Bioquímica de Oxígeno como DBO5 total	230 mg/1
Demanda Química de Oxígeno	580 mg/l
Sólidos Suspendidos a Totales	212 mg/1
Nitrógeno Total ( TKN )	28.3 mg/1
Fósforo Total ( TPH )	12 mg1
Grasas y Aceites	27 mg/1
pH	7.8
Coniformes fecales	1 x E 08 MNP/100ml
Huevos de Helminto	14 huevo de Helminto /lt

## MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL

### CAPÍTULO IV ESTUDIOS BASICOS

#### 4.3.5 Evaluación de resultados de campo y laboratorio

Para el diseño se consideraron las características del agua residual obtenidas en el laboratorio, sólo en la determinación de la DQO se propuso un valor más alto (580 mg/l) considerando los resultados de la tabla 4.6 y en el caso de los coliformes fecales se propuso un valor mencionado en (Metcalf and Eddy inc, Ingeniería de Aguas Residuales Tratamiento, Vertido y Reutilización. Tercera Edición, 1996), para un agua residual de concentración media, para fines comparativos.

**Tabla.4.8.- Parámetros de las muestras complementadas y datos comparativos.**

Parámetro	Composición de diseño	Composición típica* Concentración media
PH	7.8	7.5
Sólidos sedimentables; ml/L	15	10
Sólidos totales, mg/L.	-	720
Sólidos suspendidos totales; mg/L.	212	220
Sólidos suspendidos volátiles, mg/L.	-	165
Sólidos disueltos totales, mg/L.	-	500
Grasas y Aceites; mg/l.	27	100
DBO <sub>5</sub> total, mg/L.	230	220
DQO total, mg/L.	580	500
Nitrógeno orgánico, mg/L.	-	15
Nitrógeno amoniacal, mg/L.	-	25
Nitrógeno total Kjeldhal, mg/L.	28.3	40
Fosfatos totales, mg/L.	12	8
Coliformes totales; NMP/100 ml.	-	10 <sup>7</sup> – 10 <sup>8</sup> .
Coliformes fecales; NMP/100 ml.	1 x E 08	-
Huevos de Helminto/lt	14	-

#### 4.4 EFICIENCIA REQUERIDA.

El agua residual tratada procedente de cada una de las tres Plantas de Tratamiento de Agua Residual (PTAR Casa Ejidal y PTAR Yokon Puente) serán vertidas al Río Yaxgemel y el agua tratada de la PTAR Yolon Chaton será vertida a un sumidero, por lo que deben cumplir con la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, la cual establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. Se considerarán en la siguiente tabla los límites máximos permisibles para descarga en ríos uso en riego agrícola (Tipo A según la Ley Federal de Derechos)

## MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL

### CAPÍTULO IV ESTUDIOS BASICOS

**Tabla.4.9.- Parámetros considerados en la NOM-001-SEMARNAT-1996.**

Parámetro	Límite máximo permisible para contaminantes	Límite máximo permisible para contaminantes
	PM	PD
Temperatura °C	NA	NA
Ph	5-10	5-10
Sólidos sedimentables; ml/l	1	2
Sólidos suspendidos totales; mg/l.	150	200
Grasas y Aceites; mg/l.	15	25
DBO total, mg/l.	150	200
Nitrógeno total, mg/l.	40	60
Fosfatos totales, mg/l.	20	30
Coliformes fecales, NMP/100 ml	1000	2000
Huevos de Helminto/lt	1	1
Arsénico, mg/	0.2	0.4
Cadmio, mg/l	0.2	0.4
Cianuros, mg/l	2.0	3.0
Cobre, mg/l.	4.0	6.0
Cromo total, mg/l.	1.0	1.5
mercurio, mg/L.	0.01	0.02
Níquel, mg/L.	2	4
Plomo, mg/L.	0.5	1
Zinc, mg/l	10	20

El límite máximo permisible para las descargas vertidas a suelo (uso en riego agrícola), es de un huevo de helminto por litro para riego no restringido, y de cinco huevos por litro para riego restringido.

Para poder alcanzar a los valores de los parámetros de la tabla 3.10, se requiere de un sistema de con pretratamiento, tratamiento primario y tratamiento secundario, con una eficiencia del 85%, además de desinfección.

El tren de tratamiento propuesto tendrá que ser además de eficiente, económico y de una operación sencilla, por lo que se descartan sistemas mecanizados o de alto consumo de energía eléctrica.

En el Capítulo 5 se analizaran las alternativas de tratamiento que cumplan con las características antes descritas.

## CAPÍTULO V

### ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO.

#### 5.1 ALTERNATIVAS DE ARREGLO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO.

La selección de las alternativas para el sistema de tratamiento de aguas residuales de la localidad Yaxgemel Unión, municipio de Chenalhó, Chiapas; es la parte del proyecto más importante debido a que las condiciones topográficas y la gran dispersión de las viviendas en la localidad; ya que el sistema de alcantarillado cuenta con tres puntos de descarga, por lo que se tendrán que proyectar tres plantas de tratamiento de aguas residuales; de acuerdo a lo anterior se debe realizar un análisis y evaluación técnica económica de tres procesos de tratamiento biológico, viables para las condiciones antes descritas, los cuales describimos a continuación:

- A. **Pretratamiento y Tanque Imhoff**
- B. **Fosas sépticas seguido de campos de absorción.**
- C. **Reactor anaerobio seguido de filtro anaerobio de flujo ascendente.**

#### 5.2 TIPOS Y ARREGLOS DEL SISTEMA.

##### 5.2.1 Pretratamiento y Tanque Imhoff.

###### *Pretratamiento*

Las unidades de pretratamiento propuesta, está integrado por las siguientes unidades: caja receptora de aguas residuales, canal de rejillas, desarenador y caja distribuidora de agua residual.

###### *A. Caja Receptora de Aguas Residuales*

Las aguas residuales provenientes de la red de drenaje se recibirán en una caja receptora, y su función será la de distribuir las aguas a cada uno de los canales en donde se ubican las rejillas.

Para la distribución y control de flujo, a la salida de esta caja, se cuenta con dos compuertas tipo deslizantes.

###### *B. Canal de rejillas.*

Esta unidad tiene como objetivo fundamental el retener todos los sólidos gruesos que están presentes y son arrastrados en el agua residual influente a la planta de

## MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL

### CAPÍTULO V ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO.

tratamiento, tales como: palos, bolsas de plástico, piedras, botes, botellas, latas, etc., que puedan obstruir las tuberías, válvulas, compuertas y/o cualquier otro dispositivo de tratamiento o medición en las unidades instaladas o construidas en forma posterior al tren de procesos propuesto.

#### *C. Desarenador.*

El objetivo de esta unidad, como su nombre lo indica, es remover arenas y cualquier sólido pesado que pueda también ocasionar problemas de taponamiento, obstrucción o daño por abrasión a tuberías, válvulas, conexiones o cualquier otro dispositivo o pieza especial instalada en la planta de tratamiento.

#### **Tanque Imhoff.**

El digester de doble acción también conocido como tanque Imhoff, son adecuados para pequeñas comunidades siempre y cuando se disponga de suficiente carga hidráulica.

Estas unidades no tienen componentes mecánicos y no requieren personal calificado para la operación y mantenimiento ya que las actividades solo consisten en el retiro diario de espumas, limpieza semanal de las paredes del compartimiento de sedimentación y el retiro periódico de lodos.

La geometría de los tanques Imhoff pueden ser rectangulares o circulares y están integrados por tres compartimientos o cámaras, la primera es en la parte superior que se conoce como cámara de derrame continuo o compartimiento de sedimentación, la segunda se ubica en la sección inferior que se denomina cámara de digestión de los lodos y la tercera que es el respiradero y cámara de natas.

La remoción de sólidos sedimentables y la digestión anaerobia de estos sólidos es similar al que ocurre en las fosas sépticas, los sólidos pasan a través de una abertura ubicada en la parte inferior de la cámara de sedimentación al compartimiento inferior para su digestión mientras que las espumas se acumulan en la cámara de sedimentación y en la zona de venteo de gases. Por otra parte los gases producidos en el proceso de digestión que se desarrolla en el compartimiento inferior escapan por el punto de venteo de gases.

El diseño del punto inferior de acceso a la cámara de sedimentación impide que los gases y sólidos arrastrados por los gases generados en la cámara de digestión ingresen al compartimiento donde tiene lugar la sedimentación. La eficiencia que se logran en este tipo de procesos es del orden del 50 al 60%.

### **5.2.2 Fosa séptica y campo de absorción.**

El tren de tratamiento usualmente está constituido por: Fosa Séptica y Campo de absorción.

#### **Fosa Séptica.**

Una fosa séptica es un elemento de tratamiento, diseñado y construido para recibir las descargas de aguas residuales domiciliarias que al proporcionar un tiempo de permanencia adecuado (tiempo de retención) es capaz de separar parcialmente los sólidos suspendidos, digerir una fracción de la materia orgánica presente y retener temporalmente los lodos, natas y espumas generadas.

La disposición del efluente de la fosa séptica, depende de la disponibilidad de terreno o de la cercanía de un cuerpo receptor, se envía a un campo de infiltración, a una cámara de oxidación o directamente al cuerpo receptor.

Una fosa séptica es un contenedor hermético cerrado en donde se acumulan las aguas residuales y donde se les da un tratamiento primario, separando los sólidos de las aguas residuales. Elimina los sólidos al acumular las aguas residuales en el tanque y al permitir que parte de los sólidos suspendidos, se asienten en el fondo del tanque mientras que los sólidos que flotan (aceites y grasas) suben a la parte superior.

Esta unidad debe estar diseñada con un tiempo de retención de las aguas residuales por lo menos 24 horas para asegurar la sedimentación de los sólidos y lograr la eficiencia establecida en este proceso.

#### **Campo de absorción**

El campo de absorción permite el tratamiento final y la distribución de las aguas residuales. Un sistema convencional consiste en tuberías perforadas rodeadas de materiales, tales como grava y pedazos de llanta cubiertos de tela geotextil y suelo arcilloso.

Para tratar las aguas negras, este sistema depende mucho del suelo donde los microorganismos ayudan a eliminar la materia orgánica, los sólidos y los nutrientes que permanecen en el agua. Mientras que el efluente fluye continuamente hacia el suelo, los microbios que digieren los componentes de las aguas residuales forman una capa biológica. La capa reduce el movimiento del agua por el suelo y ayuda a evitar que el área debajo de la capa se sature.

## MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL

### CAPÍTULO V ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO.

El agua debe correr por el suelo que no esté saturado para que los microbios que se encuentran allí y en la capa puedan ingerir los desperdicios y los nutrientes del efluente. El césped que cubre el sistema del campo de absorción también usa los nutrientes y el agua para crecer.

Si se usa apropiadamente, el sistema de campo de absorción y el tanque séptico trabajarán bien. El sistema reduce dos proporciones comúnmente utilizadas para medir la contaminación: la demanda bioquímica de oxígeno, la cual se reduce en más del 65 por ciento; y el total de sólidos en suspensión, el cual se reduce en más del 70 por ciento. Los aceites y las grasas normalmente se reducen entre un 70 y un 80 por ciento.

#### **5.2.3 Reactor Anaerobio y Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente.**

En este sistema de tratamiento primeramente el agua residual pasa por un pretratamiento y después por una combinación de Reactor Anaerobio y un Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente, lo anterior es tomando en cuenta las limitaciones de terreno disponible y la topografía de la localidad, para lograr eficiencias del sistema de tratamiento que asegure que la calidad del agua residual tratada pueda ser vertida en el cuerpo receptor cumpliendo con la NOM-001-SEMARNAT-1996.

#### **Pretratamiento**

Las unidades de pretratamiento propuesta, está integrado por las siguientes unidades: caja receptora de aguas residuales, canal de rejillas, desarenador y caja distribuidora de agua residual.

##### **A. Caja Receptora de Aguas Residuales**

Las aguas residuales provenientes de la red de drenaje se recibirán en una caja receptora, y su función será la de distribuir las aguas a cada uno de los canales en donde se ubican las rejillas. Para la distribución y control de flujo, a la salida de esta caja, se cuenta con dos compuertas tipo deslizantes.

##### **B. Canal de rejillas.**

Esta unidad tiene como objetivo fundamental el retener todos los sólidos gruesos que están presentes y son arrastrados en el agua residual influente a la planta de tratamiento, tales como: palos, bolsas de plástico, piedras, botes, botellas, latas, etc., que puedan obstruir las tuberías, válvulas, compuertas y/o cualquier otro dispositivo de

## MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL

### CAPÍTULO V ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO.

tratamiento o medición en las unidades instaladas o construidas en forma posterior al tren de procesos propuesto.

#### C. Desarenador.

El objetivo de esta unidad, como su nombre lo indica, es remover arenas y cualquier sólido pesado que pueda también ocasionar problemas de taponamiento, obstrucción o daño por abrasión a tuberías, válvulas, conexiones o cualquier otro dispositivo o pieza especial instalada en la planta de tratamiento.

#### **Reactor Anaerobio.**

La digestión anaerobia de las aguas residuales es la descomposición de la materia orgánica e inorgánica en ausencia de oxígeno molecular. En estas condiciones la materia orgánica contenida en esta agua se convierte biológicamente en gases tales como metano, dióxido de carbono, metano, sulfuro de hidrógeno e hidrógeno.

El reactor anaerobio consiste en un tanque rectangular dividido en tres cámaras por mamparas deflectoras en la primera cámara se inicia el proceso de sedimentación y de digestión anaerobia. En la segunda cámara se realiza la sedimentación de partículas sedimentables, Esta cuenta en el fondo con una tolva para propiciar la formación del manto de lodos. En la tercera cámara queda el agua más clarificada y sirve como transición al tratamiento secundario. Se estima que en este proceso se tiene una remoción de la carga orgánica del 50 al 60 % por lo que para aumentar la eficiencia en el tratamiento de las aguas residuales es necesario incorporar un tratamiento adicional como lo es los filtros anaerobios de flujo ascendente.

#### **Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente.**

El filtro anaerobio de flujo ascendente es eficiente para el tratamiento de las aguas residuales domésticas y se pueden utilizar adecuadamente para aguas residuales que has sido tratadas por otros procesos o que presentan bajas concentraciones de materia orgánica y sólidos suspendidos totales, está integrado por un reactor con relleno sintético, en el cual el agua residual entra por la parte inferior de este tanque y al fluir en sentido ascendente entra en contacto en el medio sintético en el que se fijan y desarrollan las bacterias, dado que las bacterias están adheridas al medio y no son arrastradas por el efluente se logran grandes tiempos de retención celular y bajos tiempos de retención hidráulico.

## **MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL**

### **CAPÍTULO V ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO.**

El Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente consiste en introducir el agua residual en la parte inferior y la salida por la parte superior por lo que todo el material filtrante está completamente sumergido en el agua residual y por eso se considera que se mantienen las condiciones anaerobias en la parte del fondo y aerobias en la parte superior del mismo. Con este proceso se estima que se alcanzan eficiencias del 50 al 70% en la remoción de la materia orgánica soluble.

La eficiencia conjunta que se alcanzan con estos procesos es del orden del 85% en la remoción de materia orgánica con lo cual se asegura el cumplimiento de la calidad del agua especificada en la NOM-001-SEMARNAT-1996 para la descargar en cuerpos receptores.

#### **Sistema de Desinfección.**

Para asegurar que el agua residual tratada esté libre de organismos patógenos y como parte complementaria a este proceso de tratamiento se diseña el sistema de desinfección.

El reactivo desinfectante considerado es el hipoclorito de calcio que es un derivado del cloro de fácil manejo, este reactivo se dosifica mediante una tubería para lo cual se debe construir un tanque de contacto de cloro.

En esta unidad de tratamiento se concluye el proceso de tratamiento biológico de las agua residuales, ya que de este tanque el agua residual tratada podrá ser descargada en forma segura y cumpliendo con las especificaciones de calidad del agua establecidas en la NOM-001-SEMARNAT-1996.

#### **Lecho de Secado de lodos.**

Para el deshidratado (secado) de los lodos que se generen en el sistema de tratamiento se considera la instalación de un lecho de grava y arena de diferente estratigrafía, para lo cual se instalarán en su interior dos capas o lechos de material inerte. El líquido que se filtre será acumulado en un registro o caja colectora, para posteriormente enviarlo al tratamiento primario de forma manual.

#### **Sitio de disposición de lodos**

Los lodos en base seca podrán disponerse adecuadamente en terrenos de cultivo o como mejorador de suelo y el agua recuperada en estos tanques se conducirá por

## MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL

### CAPÍTULO V ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO.

medio de una motobomba hacia el digester anaerobio; esta actividad se va a llevar a cabo cada 6 meses.

### 5.3 EVALUACIÓN CONCEPTUAL DE ALTERNATIVAS.

Estas alternativas fueron analizadas de acuerdo a las condiciones del lugar, al número de habitantes así como la eficiencia y costos de operación de cada una de las opciones, también la capacidad para manejar diferentes cargas orgánicas y otros conceptos que se describen en la tabla 5.1.

**Tabla.5.1.- Parámetros comparativos principales.**

No	CONCEPTOS	ALTERNATIVAS		
		A.-Pretratamiento y tanque imhoff.	B.-Fosa séptica seguida de campo de Adsorción	C.- Pretratamiento, reactor anaerobio y filtro anaerobio de flujo ascendente
1	Requiere de pretratamiento	Sí	No	Sí
2	Requiere de bombeo de agua residual	No	No	No
3	Requiere energía eléctrica para llevar a cabo el proceso	No	No	No
4	Requiere personal técnico calificado para la operación	No	No	No
5	Generación de lodos de desecho	Bajo	Bajo	Bajo
6	Comportamiento del proceso con variaciones de flujo en el afluente.	Regular	Regular	Buena
7	Remoción de DBO <sub>5</sub>	Regular	Regular	Buena
8	Capacidad para soportar incrementos en carga orgánica.	Buena	Buena	Buena
9	Impacto al ambiente	Olores (cuando se sobrecargan)	Olores (cuando se sobrecargan)	Mínimo olores
10	Requerimientos de área.	Baja	Media.	Baja
11	Topografía	Terreno nivelado	Terreno nivelado	Terreno nivelado o accidentado
12	Susceptibilidad a ampliar por módulos.	Complicado	Complicado	Es posible
13	Sub-productos obtenidos	Agua para riego y lodo mínimo	Agua para riego y lodo mínimo	Agua para riego y lodo mínimo
14	Costos de inversión (\$)	1,985,296.00	2,050,000.00	2,117,869.00
15	Costo del metro cúbico de agua tratada	2.56	2.75	2.75

## MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL

### CAPÍTULO V ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO.

**Tabla.5.2- Costos de Operación**

CONCEPTO	Unidad	Cantidad	Costo (P.U)(\$)	Costo mensual (\$)	INVERSION ANUAL (\$)		
					Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C
<b>PERSONAL</b>							
Operador	Oper.	1	3,000.00	36,000.00	36,000.00	36,000.00	36,000.00
<b>INSUMOS:</b>							
Suministro de energía eléctrica	Kw	0	0	0	0	0	0
Cloro (hipoclorito de calcio)	Kg.	30	25	750	18750	18750	18750
Análisis de laboratorio	Lote	1	1200	100	1200	1200	1200
Mantenimiento de estructuras	Lote	1	400.00	4800	4800	4,800.00	4,800.00
Total de gastos de operación	(\$)				<b>60,750</b>	<b>84,272</b>	<b>84,272</b>
Volumen de agua tratado (anual)	M <sup>3</sup>				<b>30,589.92</b>	<b>30,589.92</b>	<b>30,589.92</b>
Costo por de agua tratada	\$/M <sup>3</sup>	1			<b>1.99</b>	<b>1.99</b>	<b>1.99</b>

#### 5.3.1 Análisis Técnico de las Alternativas y Selección de la más viable.

Técnicamente el proceso del inciso C) es decir Reactor Anaerobio y Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente es el que cuenta con los componentes necesarios para que el agua residual tratada cumpla con calidad señalada en la NOM-001-SEMARNAT-1996, además considerando el aspecto civil y la poca disponibilidad de terreno aunado a la topografía este sistema se adapta a las condiciones de la localidad.

Las tres alternativas de tratamiento son adecuadas para el tratamiento de las aguas residuales que se generan en la localidad de Yaxgemel Unión, debido a que la operación y mantenimiento es muy sencilla en las mismas. Sin embargo la calidad del agua tratada en la opción del inciso C) cumple con la normatividad, siempre y cuando se capacite a las personas que van a operar estas plantas, así mismo es necesario realizar los análisis cuando menos una vez al año.

## MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL

### CAPÍTULO V ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO.

- A) El pretratamiento y Tanque Imhoff se logran remover el 60 % de los sólidos suspendidos y el 50 % de materia orgánica, y debido a que no hay el espacio suficiente no se puede proponer otra etapa del tratamiento del agua residual, por lo que tampoco se debe desinfectar con hipoclorito por el alto contenido de materia orgánica. Además tiene la desventaja de saturarse en pocos meses por la falta de capacitación para la operación de los mismos.
  
- B) El sistema de tratamiento mediante fosas sépticas y campos de absorción, remueve el 60 % de la materia orgánica que se encuentra en las aguas residuales, pero deben proyectarse cuando por cuestiones estrictamente técnicas lo requieran ya que contaminan los mantos freáticos debido a que el agua residual tratada aun contiene materia orgánica soluble y por lo mismo no se puede utilizar hipoclorito de calcio para desinfectar el agua.
  
- C) El reactor anaerobio seguido del filtro anaerobio de flujo ascendente es la alternativa que se adapta a las condiciones socio económicas y del terreno disponible, la operación y el mantenimiento es sencillo, cabe aclarar que la calidad del agua cumple con la NOM-001-SEMARNAT-1996, razón por la que se selecciona para realizar el proyecto ejecutivo de la localidad de Yaxgemel Unión, municipio de Chenalhó.

## **CAPÍTULO VI**

### **DISEÑO FUNCIONAL DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO**

#### **6.1 FACTORES DE DISEÑO.**

##### **6.1.1 Parámetros de diseño.**

##### **6.1.1.1 PTAR Yolon Casa Ejidal.**

**Tabla.6.1.- Parámetros de diseño principal “PTAR Yolon Casa Ejidal”.**

<b>Concepto</b>	<b>Valor</b>
Población proyecto (2025)	531 Habitantes
Dotación	100 L/ha/día
Gasto máximo instantáneo	1.87 Lps
Gasto mínimo	0.25 Lps
Gasto medio (Qmed)	0.49 Lps
Cobertura de alcantarillado	100 %
Aportación de aguas residuales	80 %
Materia Orgánica (DBO)	230 mg/l
Numero de módulos	1
Tipo de tratamiento	Biológico
Eficiencia de tratamiento	85 %
Cuerpo receptor	Río Yaxgemel
Norma aplicable	NOM-001-SEMARNAT-1996

## MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL

### CAPÍTULO VI ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO.

#### 6.1.1.2 PTAR Yokon Punte.

Tabla.6.2.- Parámetros de diseño principal “PTAR Yokon Punte

Concepto	Valor
Población proyecto (2025)	276 Habitantes
Dotación	100 L/hab/día
Gasto máximo instantáneo	0.97 Lps
Gasto mínimo	0.13 Lps
Gasto medio (Qmed)	0.26 Lps
Cobertura de alcantarillado	100 %
Aportación de aguas residuales	80 %
Materia Orgánica (DBO)	230 mg/l
Numero de módulos	1
Tipo de tratamiento	Biológico
Eficiencia de tratamiento	85%
Cuerpo receptor	Río Yaxgemel
Norma aplicable	NOM-001-SEMARNAT-1996

#### 6.1.1.3 Parámetros de Diseño de la PTAR Yolon Chaton.

Tabla.6.3.- Parámetros de diseño principal “PTAR Yolon Chaton

Concepto	Valor
Población proyecto (2025)	242 Habitantes
Dotación	100 L/hab/día
Gasto máximo instantáneo	0.85 Lps
Gasto mínimo	0.11 Lps
Gasto medio (Qmed)	0.22 Lps
Cobertura de alcantarillado	100 %
Aportación de aguas residuales	80 %
Materia Orgánica (DBO)	230 mg/l
Numero de módulos	1
Tipo de tratamiento	Biológico
Eficiencia de tratamiento	85%
Cuerpo receptor	Sumidero
Norma aplicable	NOM-001-SEMARNAT-1996

## MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL

### CAPÍTULO VI ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO.

#### 6.1.2 Constantes de Diseño

##### 6.1.2.1 PTAR Yolon Casa Ejidal

Las principales constantes de diseño que se utilizaron para el cálculo de las dimensiones de las diferentes unidades que integran la planta de tratamiento fueron las siguientes:

**Tabla.6.4.- Parámetros de diseño particular por proceso “PTAR Yolon Casa Ejidal”.**

PARÁMETROS DE DISEÑO		
Concepto	Valor	Unidad
<b>Rejillas</b>		
Velocidad de aproximación	0.60	m/seg
Claro entre barras	15	Mm
Espesor de barras	6.3	Mm (3/4")
Ancho de barras	3.81	3.81 mm
Angulo de inclinación	60	°
<b>Desarenadores</b>		
Diámetro mínimo de particular	0.2	Mm
Gravedad específica de arena	2.65	
Peso Específico (materia orgánica)	1:1	
Velocidad de sedimentación	0.02	m/s
Velocidad de arrastre (arena)	0.23	m/s
Velocidad de arrastre considerada	0.20	m/s
<b>Reactor anaerobio</b>		
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	230	mg/l
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	580	mg/l
Carga volumétrica por modulo	0.5459	Kg DQO/m <sup>3</sup> /día
Tiempo de retención	25.5	Hr
Eficiencia considerada	50	%
<b>Filtro Anaerobio de flujo ascendente</b>		
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	115	mg/l
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	290	mg/l
Carga volumétrica por modulo	0.5457	Kg DQO/m <sup>3</sup> /día
Eficiencia considerada	70	%
<b>Cloración</b>		
Dosis de cloro	6	Mg/l
Tiempo de contacto mínimo	30	Min
Producto químico	Hipoclorito de calcio	
<b>Deshidratación de lodos</b>		
Tipo de secado	Lechos de secado	
Carga en lechos de secado	4.9	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .año

## MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL

### CAPÍTULO VI ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO.

#### 6.1.2.2 PTAR Yokon Puento

Las principales constantes de diseño que se utilizaron para el cálculo de las dimensiones de las diferentes unidades que integran la planta de tratamiento fueron las siguientes:

**Tabla.6.5.- Parámetros de diseño particular por proceso “PTAR Yokon Puento”.**

PARÁMETROS DE DISEÑO		
Concepto	Valor	Unidad
<b>Rejillas</b>		
Velocidad de aproximación	0.60	m/seg
Claro entre barras	15	Mm
Espesor de barras	6.3	Mm (3/4")
Ancho de barras	3.81	3.81 mm
Angulo de inclinación	60	°
<b>Desarenadores</b>		
Diámetro mínimo de particular	0.2	Mm
Gravedad específica de arena	2.65	
Peso Específico (materia orgánica)	1:1	
Velocidad de sedimentación	0.02	m/s
Velocidad de arrastre (arena)	0.23	m/s
Velocidad de arrastre considerada	0.20	m/s
<b>Reactor anaerobio</b>		
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	230	mg/l
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	580	mg/l
Carga volumétrica por modulo	0.5459	Kg DQO/m <sup>3</sup> /día
Tiempo de retención	25.5	Hr
Eficiencia considerada	50	%
<b>Filtro Anaerobio de flujo ascendente</b>		
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	115	mg/l
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	290	mg/l
Carga volumétrica por modulo	0.5457	Kg DQO/m <sup>3</sup> /día
Eficiencia considerada	70	%
<b>Cloración</b>		
Dosis de cloro	6	Mg/l
Tiempo de contacto mínimo	30	Min
Producto químico	Hipoclorito de calcio	
<b>Deshidratación de lodos</b>		
Tipo de secado	Lechos de secado	
Carga en lechos de secado	4.9	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .año

## MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL

### CAPÍTULO VI ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO.

#### 6.1.2.3 PTAR Yolon Chatón

Las principales constantes de diseño que se utilizaron para el cálculo de las dimensiones de las diferentes unidades que integran la planta de tratamiento fueron las siguientes:

**Tabla.6.6.- Parámetros de diseño particular por proceso “PTAR Yolon Chaton”.**

PARÁMETROS DE DISEÑO		
Concepto	Valor	Unidad
<b>Rejillas</b>		
Velocidad de aproximación	0.60	m/seg
Claro entre barras	15	Mm
Espesor de barras	6.3	Mm (3/4")
Ancho de barras	3.81	3.81 mm
Angulo de inclinación	60	°
<b>Desarenadores</b>		
Diámetro mínimo de particular	0.2	Mm
Gravedad específica de arena	2.65	
Peso Específico (materia orgánica)	1:1	
Velocidad de sedimentación	0.02	m/s
Velocidad de arrastre (arena)	0.23	m/s
Velocidad de arrastre considerada	0.20	m/s
<b>Reactor anaerobio</b>		
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	230	mg/l
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	580	mg/l
Carga volumétrica por modulo	0.5459	Kg DQO/m <sup>3</sup> /día
Tiempo de retención	25.5	Hr
Eficiencia considerada	50	%
<b>Filtro Anaerobio de flujo ascendente</b>		
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	115	mg/l
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	290	mg/l
Carga volumétrica por modulo	0.5457	Kg DQO/m <sup>3</sup> /día
Eficiencia considerada	70	%
<b>Cloración</b>		
Dosis de cloro	6	Mg/l
Tiempo de contacto mínimo	30	Min
Producto químico	Hipoclorito de calcio	
<b>Deshidratación de lodos</b>		
Tipo de secado	Lechos de secado	
Carga en lechos de secado	4.9	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .año

## MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL

### CAPÍTULO VI ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO.

#### 6.1.3 Consideraciones de Diseño

Con base en los resultados obtenidos en las actividades anteriores, para el diseño ejecutivo del sistema de tratamiento de aguas residuales de Yaxgemel Unión se considera lo siguiente:

- A) El sistema de tratamiento no deberá depender de energía eléctrica para su operación, ni en su conducción de influente hacia las tres plantas de tratamiento ni en sus subprocesos internos.
- B) El número de unidades mínimas en paralelo es 2 para efectos de mantenimiento, en el pretratamiento. En caso de caudales pequeños y turbiedades bajas se podrá contar con una sola unidad que debe contar con un canal de by-pass para efectos de mantenimiento.
- C) El periodo de operación es de 24 horas.
- D) Debe existir una transición en la unión del canal o tubería de llegada al desarenador para asegurar la uniformidad de la velocidad en la zona de entrada.
- E) La transición debe tener un ángulo de divergencia suave no mayor de  $12^{\circ} 30'$ .
- F) La velocidad de paso por el vertedero de salida debe ser pequeña para causar menor turbulencia y arrastre de material ( $Krochin, V=1m/s$ ).
- G) La llegada del flujo de agua a la zona de transición no debe proyectarse en curva pues produce velocidades altas en los lados de la cámara.
- H) La sedimentación de arena fina ( $d<0.01$  cm) se efectúa en forma más eficiente en régimen laminar con valores de número de Reynolds menores de uno ( $Re<1.0$ ).
- I) La sedimentación de arena gruesa se efectúa en régimen de transición con valores de Reynolds entre 1.0 y 1 000.
- J) La sedimentación de grava se efectúa en régimen turbulento con valores de número de Reynolds mayores de 1 000.
- K) La descarga del flujo va a ser controlada a través de dispositivos como vertederos rectangular.
- L) El sistema no deberá requerir para su operación más de 8 horas hombre diarias, con excepción hecha de la operación eventual del tratamiento de lodos y el mantenimiento mayor de las unidades.

## MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL

### CAPÍTULO VI ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO.

- M) La topografía ha sido un factor relevante en este proyecto debido a que existen tres descargas de agua residual, por lo que se considera que el 75 % de aportación de las descargas de aguas residuales en cada una de las siguientes plantas: para la PTAR Casa Ejidal un gasto medio de 0.49 lps, para la PTAR Yokon Puente un gasto medio de 0.26 lps y para la PTAR Yolon Chatón un gasto medio de 0.22 lps; En general las tres plantas suman un caudal medio de 0.97 lps.
- N) Cabe mencionar que en los sistemas de tratamiento de aguas residuales la capacidad de los mismos puede soportar variaciones de carga orgánica e hidráulica hasta un 20 % adicional sin que afecten sensiblemente la calidad de las aguas tratadas.
- O) La red de alcantarillado se encuentra en proceso de conexión, no se dispone de una caracterización de la calidad del agua residual usada para el diseño del sistema de tratamiento de aguas residuales.
- P) La calidad de las aguas residuales que se generaran en esta localidad, será típicamente doméstica rural sin incidencia industrial, por lo que se considera un tratamiento biológico a nivel secundario a fin de cumplir satisfactoriamente con la calidad del agua tratada y señalada en la NOM-001-SEMARNAT-1996.
- Q) La construcción del sistema de tratamiento de aguas residuales será para la totalidad del horizonte de proyecto (15 años), en un solo módulo en las tres PTAR (Casa Ejidal, Yokon Puente, Yolon Chatón) para facilitar la operación y mantenimiento, y que puedan soportar variaciones de carga orgánica e hidráulica hasta del 20 % de su capacidad nominal.
- R) Para prever obstrucciones en las tuberías que puedan provocar un mal funcionamiento de los sistemas de tratamiento, se considera la instalación de un sistema de pretratamiento, mismo que se diseñara para el gasto máximo instantáneo y para la capacidad total de diseño.
- S) El lodo biológico que produzca el sistema de tratamiento deberá ser deshidratado para su posterior disposición.

De acuerdo a lo anteriormente señalado, se determina que el agua residual puede ser tratada adecuadamente mediante un proceso biológico y las aguas residuales tratadas podrán ser vertidas en forma segura al cauce del Río Yaxgemel y hacia un sumidero, las tres descargas dentro de la localidad de Yaxgemel Unión cumplirán con la calidad de agua requerida por la Comisión Nacional del Agua y especificadas en la **NOM- 001-SEMARNAT-1996** y los lodos podrán cumplir con la NOM-004-SEMARNAT-2002.

## **6.2 DISEÑO FUNCIONAL.**

### **6.2.1 Componentes del Sistema de Tratamiento.**

La alternativa seleccionada para desarrollar el proyecto ejecutivo del sistema de tratamiento de las aguas residuales que se generan en la localidad de Yaxgemel Unión, municipio de Chenalhó, se trata de un proceso combinado de digestión anaerobia y filtro anaerobio de flujo ascendente, con desinfección del efluente. A continuación se describe el funcionamiento de cada uno de los componentes de las plantas de tratamiento de agua residual que se van a construir en Yaxgemel Unión, con los cuales el agua tratada va a cumplir con la NOM-001-SEMARNAT-1996 y lodos van a cumplir con la NOM-004-SEMARNAT-2002.

**Tabla 6.7.- Componentes del Sistema de Tratamiento.**

<b>Etapas</b>	<b>Componentes</b>
Pretratamiento	Caja de receptora
	Rejillas
	Desarenadores
Primario	Reactor anaerobio
	Lecho de secado
Secundario	Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente
	Tanque de contacto de cloro

### **6.2.2 Diseño Conceptual.**

Las aguas residuales que se generan en la localidad de Yaxgemel Unión se captan mediante la red de drenaje, después se conducirán mediante tubería de 8" de diámetro hasta el sistema de pretratamiento de cada una de las plantas de tratamiento de agua residual. Las unidades de pretratamiento propuesta, está integrado por las siguientes unidades: caja receptora de aguas residuales, canal de rejillas, desarenador y caja distribuidora de agua residual.

#### **A. Caja Receptora de Aguas Residuales**

Las aguas residuales provenientes de la red de drenaje se recibirán en una caja receptora, y su función será la de distribuir las aguas a cada uno de los canales en donde se ubican las rejillas, la distribución y control de flujo, a la salida de esta caja, se realiza con dos compuertas tipo deslizantes.

## **MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL**

### **CAPÍTULO VI ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO.**

#### **B. Canal de rejillas.**

Esta unidad tiene como objetivo fundamental el retener los sólidos gruesos que llegan a sistema de drenaje y son conducidos hasta la llegada de la planta de tratamiento, tales como: palos, bolsas de plástico, piedras, botes, botellas, latas, etc., que puedan obstruir las tuberías, válvulas, compuertas y/o cualquier otro dispositivo de tratamiento o medición en las unidades instaladas o construidas en forma posterior al tren de procesos propuesto.

#### **C. Desarenador.**

El objetivo de esta unidad, como su nombre lo indica, es remover arenas y cualquier sólido pesado que pueda también ocasionar problemas de taponamiento, obstrucción o daño por abrasión a tuberías, válvulas, conexiones o cualquier otro dispositivo o pieza especial instalada en la planta de tratamiento.

#### **D. Tratamiento Primario.**

El sistema seleccionado para el tratamiento primario de las aguas residuales de la localidad de Yaxgemel Unión; es base de un reactor anaerobio cuya función será la de propiciar las condiciones adecuadas para llevar a cabo el proceso anaerobio para lograr la remoción de la materia orgánica; logrando eficiencias del 50 %.

#### **E. Reactor Anaerobio.**

La función en estos tanques es retener el material flotante en la parte superior y sólidos suspendidos totales sedimentaran, posteriormente el agua pasara por la parte inferior de la mampara deflectora hacia la segunda sección que es donde se realizara propiamente el proceso anaerobio y se formara un manto de lodos que coadyuvara a remover la carga orgánica al pasar el flujo de agua este manto. El agua de esta sección descargara hacia la tercera sección por la parte superior a 0.60 m de la cubierta de este tanque, en esta última sección el agua se clarifica y se propiciara el proceso aerobio.

#### **F. Tratamiento Secundario.**

El sistema de tratamiento secundario para tratar el proveniente del reactor anaerobio entrara a un filtro anaerobio de flujo ascendente con objeto de lograr una mayor eficiencia en la remoción de la carga contaminante; logrando eficiencias del 70 % y que en conjunto con el reactor anaerobio se remueve el 85 % de materia orgánica.

## **MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL**

### **CAPÍTULO VI ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO.**

#### **G. Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente.**

El proceso que se lleva a cabo en los filtros anaerobios de flujo ascendente es similar a los filtros percoladores pero estos trabajaran en forma inundada, el proceso de filtración se realizara mediante un tanque dividido en dos secciones para facilitar la operación y el mantenimiento, estos tanques que estarán rellenos de material inerte mediante módulos plásticos colocados adecuadamente para permitir el crecimiento de la biomasa. Los módulos plásticos consisten en tubo de PVC sanitario de 4" de diámetro, recortados en unidades de 10 cm, en forma similar a los anillos Pal. Estos sirven como soporte para el crecimiento bacteriano, y son una tecnología asequible en comparación con otros "empaques" para este tipo de aplicaciones. El agua residual proveniente del reactor anaerobio entrara y se distribuirá en el fondo de cada Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente a través de un ramal formado por tubería de PVC tipo hidráulica con orificios.

#### **H. Sistema de Desinfección y Tanque de Contacto de Cloro.**

Para asegurar que el agua residual tratada esté libre de organismos patógenos y como parte complementaria a este proceso de tratamiento se diseña el sistema de desinfección. El reactivo desinfectante considerado es el hipoclorito de calcio que es un derivado del cloro de fácil manejo. La aplicación de este reactivo desinfectante será mediante un dosificador (dispensador) flotante de hipoclorito en forma de tabletas, de gran sencillez, que consiste en un recipiente de polietileno de 2 L de capacidad, el cual flota en la entrada del tanque de cloración, parcialmente hundido, y que contiene en su interior las tabletas, y que tiene una rejilla graduable que permite el paso del líquido al interior del recipiente, de manera que se disuelvan gradualmente las tabletas. Este dispositivo cuenta con su manual de operación.

#### **I. Emisor de agua tratada.**

La descarga de aguas residuales tratadas y desinfectadas será en tres sitios diferentes; para la planta de tratamiento de aguas residuales de la PTAR "Casa Ejidal" y PTAR "Yokon Puento" será al río Yaxgemel y por último la PTAR "Yolon Chaton" va a descargar a un sumidero.

#### **J. Lecho de Secado de lodos**

Para el deshidratado (secado) de los lodos que se generen en el sistema de tratamiento se considera la instalación de un lecho de arena, para lo cual se instalarán en su interior dos capas o lechos de material inerte.

## MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL

### CAPÍTULO VI ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO.

#### **K. Sitio de disposición de lodos**

Los lodos en base seca podrán disponerse adecuadamente en terrenos de cultivo o como mejorador de suelos y el agua recuperada en estos tanques se conducirá hasta un registro colector y que servirá de cárcamo para el agua recuperada, posteriormente se enviara hacia el inicio del proceso de tratamiento.

Después de la estabilización y desecación, la recolección se realizará mediante camiones volteo propiedad del H. Ayuntamiento, y serán dispuestos por H. ayuntamiento de Chenalhó. Se anexa documento en donde el municipio establece esta disposición.

#### **6.2.3 Arreglo Dimensional.**

##### **6.2.3.1 PTAR Yolon Casa Ejidal.**

El sistema de tratamiento consiste en pretratamiento, digestor anaerobio modificado y filtro anaerobio de flujo ascendente, con desinfección del efluente para tratar el agua residual de la localidad de Yaxgemel Unión, municipio de Chenalhó.

#### **Sistema de Pretratamiento.**

Las aguas residuales que se generan en la PTAR Casa Ejidal se captan mediante la red de drenaje de ahí se conducirán mediante tubería de 8" de diámetro hasta el pretratamiento.

##### **A. Caja Receptora de Aguas Residuales.**

Para la distribución y control de flujo a la salida de esta caja, se cuenta con dos compuertas tipo deslizantes; cada una formada mediante de placa de acero de 35 cm. de ancho por 40 cm. de alto y de 6.35 mm. (1/ 4") de espesor, las dimensiones interiores de esta caja son trapezoidales, con un lado base de 0.75 m, otro opuesto de 0.45 m y dos iguales de 0.51 m a 14°, y una profundidad de 0.60 m: la operación de las compuertas será en forma manual.

##### **B. Canal de Rejillas.**

Las rejillas estarán formadas mediante solera estructural de 53.975 mm (2 1/8") y un claro entre barras de 25.4 mm (1"), estas rejillas se instalaran con una inclinación de 60° con respecto a la horizontal. Las dimensiones interiores de cada canal de rejillas es de 0.20 m, de ancho por 0.50 m. de alto y 1.0 m de largo.

## MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL

### CAPÍTULO VI ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO.

#### **C. Canal Desarenador.**

El desarenador estará conformado por dos canales con capacidad para tratar el gasto máximo instantáneo. Las dimensiones interiores de cada uno de los desarenadores son 0.20 m de ancho por 1.0 m de longitud incluyendo la transición y de 0.70 m de profundidad tal como se indica en el plano de proyecto.

#### **Reactor Anaerobio**

Las aguas residuales provenientes del sistema de pretratamiento se conducirán mediante tubería de PVC hidráulico de 10.16 cm (4") de diámetro hasta el digester anaerobio. Este tanque estará dividido en tres secciones mediante mamparas deflectoras instaladas a lo largo de esta unidad, en la primera sección; el agua ingresará por la parte superior de este tanque con objeto de tener un bordo libre de a 0.50 m y su

función será la de retener el material flotante y sólidos gruesos no retenidos en el canal de rejillas y se iniciará el proceso de digestión anaerobia; y además se sedimentarán parte de los sólidos suspendidos totales, posteriormente el agua pasará por la parte inferior de la mampara defletores hacia la segunda sección que es donde se realizará propiamente el proceso anaerobio y se formará un manto de lodos que coadyuvará a remover la carga orgánica al pasar el flujo de agua a través de este manto. El agua de esta sección descargará hacia la tercera sección por la parte superior a 0.50 m de la cubierta de este tanque, en esta última sección el agua se clarifica.

El tanque de digestión anaerobia está diseñado para un tiempo de retención hidráulico promedio de 25.5 horas, las dimensiones interiores de esta unidad son de 3.0 m de ancho por 6.0 m longitud y una profundidad total de 3.0 m; considerando tirante y el bordo libre; tiene una capacidad útil de 45.0 m<sup>3</sup>, volumen que garantiza el tiempo de retención hidráulico y además el volumen correspondiente a la variación de la carga hidráulica.

La separación de la mampara de la primera sección será de 1.5 m, la segunda de 3.0 m. y la tercera de 1.5 m, el espesor de los muros de estas mamparas será de 0.15 m. El agua residual tratada en este proceso se conducirá mediante una tubería de PVC de 4" de diámetro hasta el filtro anaerobio de flujo ascendente.

#### **Filtro Anaerobio de flujo ascendente.**

El agua residual proveniente del reactor anaerobio entrará y se distribuirá en el fondo del filtro anaerobio de flujo ascendente a través de un ramal formado por tubería de

## MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL

### CAPÍTULO VI ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO.

PVC tipo hidráulica de 4" de diámetro, la cual tiene orificios de 12.7 mm. (1/2") en la parte intermedia del tubo y separados a cada 0.20 m en ambos sentidos.

Este filtro anaerobio funcionará con el proceso anaerobio en el fondo y aerobio en la parte superior ya que estará totalmente inundado, está diseñado para una capacidad de 0.49 l/s (42.33 m<sup>3</sup>/día); así como para lograr velocidades menores de 0.20 m/s y tener elevados tiempos de retención celular, lo cual se logra ya que las bacterias contenidas en el agua residual se adhieren al material filtrante y se forma una capa de colonias de microorganismos que capturan y digieren la contaminación disuelta en el agua.

Las dimensiones de cada tanque es de 3.0 m de ancho por 6.0 m de largo con una profundidad total de 3.0 m, de los cuales 2.5 m corresponde al tirante hidráulico y 0.5 m del bordo libre.

#### **Sistema de Desinfección y Tanque de Contacto de Cloro**

Para asegurar que el agua residual tratada esté libre de organismos patógenos y como parte complementaria a este proceso de tratamiento se diseña el sistema de desinfección para la capacidad total de sistema de tratamiento que es de 0.49 l/s (42.33 m<sup>3</sup>/día).

Para lograr una mezcla homogénea de este reactivo, se instalaran en el interior de este tanque de contacto de cloro mamparas deflectoras separadas cada 0.50 m, con lo cual se propiciará el flujo horizontal y mezcla correspondiente. A la salida de este tanque y al centro del muro de la mampara se considera la instalación de un dispositivo de medición para determinar los volúmenes de agua que se descargan; dicho dispositivo consiste en un vertedor rectangular con contracciones laterales. Las dimensiones de este vertedor son de 0.35 m por 0.42 m de altura.

Las dimensiones interiores de este tanque son de 1.0 m de ancho por 2.0 m de largo y 1.0 m de profundidad incluyendo el bordo libre.

#### **Emisor de agua tratada en la PTAR Casa Ejidal**

La descarga de aguas residuales tratadas y desinfectadas será en el cauce del Rio Yaxgemel que se localiza a 15 mts de la planta de tratamiento. La tubería usada es de PVC sanitario de 4" de diámetro, serie 25.

## MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL

### CAPÍTULO VI ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO.

#### **Cuerpo receptor de agua tratada.**

La descarga de agua tratada será al cauce del Río Yaxgemel.

#### **Lecho de Secado de Lodos.**

Para el deshidratado (secado) de los lodos que se generen en el sistema de tratamiento, se considera la instalación de lechos de secado, para lo cual se instalarán dos tanques y en su interior se instalarán dos capas o estratos de material inerte, la primera capa de soporte será de grava de río graduada de diámetro de ½" a 1½" para lograr un espesor de 30 cm. y la segunda capa será de arena sílica de río con un espesor de 25 cm.

Las dimensiones de cada uno de los lechos son de 3.0 m. x 2.0 m. Los lodos en base seca podrán disponerse adecuadamente en terrenos de cultivo o como mejorador de suelos y el agua recuperada en estos tanques se conducirá hasta un registro colector y que servirá de cárcamo para el agua recuperada, posteriormente se enviara hacia el inicio del proceso de tratamiento.

#### **6.2.3.2 PTAR Yokon Puente.**

##### **Sistema de Pretratamiento**

Las aguas residuales que se generan en la PTAR Yokon Puente se captan mediante la red de drenaje de ahí se conducirán mediante tubería de 8" de diámetro hasta el pretratamiento.

##### **A. Caja Receptora de Aguas Residuales.**

Para la distribución y control de flujo a la salida de esta caja, se cuenta con dos compuertas tipo deslizantes; cada una formada mediante de placa de acero de 35 cm. de ancho por 40 cm. de alto y de 6.35 mm. (1/ 4") de espesor, las dimensiones interiores de esta caja son trapezoidales, con un lado base de 0.75 m, otro opuesto de 0.45 m y dos iguales de 0.51 m a 14°, y una profundidad de 0.60 m: la operación de las compuertas será en forma manual.

##### **B. Canal de Rejillas**

Las rejillas estarán formadas mediante solera estructural de 53.975 mm (2 1/8") y un claro entre barras de 25.4 mm (1"), estas rejillas se instalaran con una inclinación de 60° con respecto a la horizontal.

## MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL

### CAPÍTULO VI ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO.

Las dimensiones interiores de cada canal de rejillas es de 0.20 m, de ancho por 0.50 m. de alto y 1.0 m de largo.

#### **C. Canal Desarenador**

El desarenador estará conformado por dos canales con capacidad para tratar el gasto máximo instantáneo.

Las dimensiones interiores de cada uno de los desarenadores son 0.20 m de ancho por 1.0 m de longitud incluyendo la transición y de 0.70 m de profundidad tal como se indica en el plano de proyecto.

#### **Reactor Anaerobio**

Las aguas residuales provenientes del sistema de pretratamiento se conducirán mediante tubería de PVC hidráulico de 10.16 cm (4") de diámetro hasta el digester anaerobio.

Este tanque estará dividido en tres secciones mediante mamparas deflectoras instaladas a lo largo de esta unidad, en la primera sección; el agua ingresara por la parte superior de este tanque con objeto de tener un bordo libre de a 0.50 m y su función será la de retener el material flotante y sólidos gruesos no retenidos en el canal de rejillas y se iniciara el proceso de digestión anaerobia; y además se sedimentaran parte de los sólidos suspendidos totales, posteriormente el agua pasara por la parte inferior de la mampara defleitora hacia la segunda sección que es donde se realizara propiamente el proceso anaerobio y se formara un manto de lodos que coadyuvará a remover la carga orgánica al pasar el flujo de agua a través de este manto. El agua de esta sección descargará hacia la tercera sección por la parte superior a 0.50 m de la cubierta de este tanque, en esta última sección el agua se clarifica.

El tanque de digestión anaerobia está diseñado para un tiempo de retención hidráulico promedio de 26 horas, las dimensiones interiores de esta unidad son de 2.5 m de ancho por 5.0 m longitud y una profundidad total de 2.5 m; considerando tirante y el bordo libre; tiene una capacidad útil de 25 m<sup>3</sup>, volumen que garantiza el tiempo de retención y además el volumen correspondiente a la variación de la carga hidráulica.

La separación de la mampara de la primera sección será de 1.25 m, la segunda de 2.5 m. y la tercera de 1.25 m, el espesor de los muros de estas mamparas será de 0.15 m. El agua residual tratada en este proceso se conducirá mediante una tubería de PVC de 4" de diámetro hasta el filtro anaerobio de flujo ascendente.

## MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL

### CAPÍTULO VI ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO.

#### **Filtro Anaerobio de flujo ascendente.**

El agua residual proveniente del reactor anaerobio entrará y se distribuirá en el fondo del filtro anaerobio de flujo ascendente a través de un ramal formado por tubería de PVC tipo hidráulica de 4" de diámetro, la cual tiene orificios de 12.7 mm. (1/2") en la parte intermedia del tubo y separados a cada 0.20 m en ambos sentidos.

Este filtro anaerobio funcionará con el proceso anaerobio en el fondo y aerobio en la parte superior ya que estará totalmente inundado, está diseñado para una capacidad de 0.26 l/s (22.46 m<sup>3</sup>/día); así como para lograr velocidades menores de 0.20 m/s y tener elevados tiempos de retención celular, lo cual se logra ya que las bacterias contenidas en el agua residual se adhieren al material filtrante y se forma una capa de colonias de microorganismos que capturan y digieren la contaminación disuelta en el agua.

Las dimensiones de cada tanque es de 2.5 m de ancho por 5.0 m de largo con una profundidad total de 2.5 m, de los cuales 2.0 m corresponde al tirante hidráulico y 0.5 m del bordo libre.

#### **Sistema de Desinfección y Tanque de Contacto de Cloro.**

Para asegurar que el agua residual tratada esté libre de organismos patógenos y como parte complementaria a este proceso de tratamiento se diseña el sistema de desinfección para la capacidad total de sistema de tratamiento que es de 0.26 l/s (22.46 m<sup>3</sup>/día).

Para lograr una mezcla homogénea de este reactivo, se instalaran en el interior de este tanque de contacto de cloro mamparas deflectoras separadas cada 0.50 m, con lo cual se propiciará el flujo horizontal y mezcla correspondiente. A la salida de este tanque y al centro del muro de la mampara se considera la instalación de un dispositivo de medición para determinar los volúmenes de agua que se descargan; dicho dispositivo consiste en un vertedor rectangular con contracciones laterales. Las dimensiones de este vertedor son de 0.35 m por 0.42 m de altura.

Las dimensiones interiores de este tanque son de 0.7 m de ancho por 1.5 m de largo y 1.0 m de profundidad incluyendo el bordo libre.

#### **Emisor de agua tratada.**

La descarga de aguas residuales tratadas y desinfectadas será en el cauce del Río Yaxgemel, que se localiza a 20 mts de la planta de tratamiento. La tubería usada es de PVC sanitario de 4" de diámetro, serie 25.

## MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL

### CAPÍTULO VI ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO.

#### **Cuerpo receptor de agua tratada.**

La descarga de agua tratada será al cauce del Río Yaxgemel.

#### **Lecho de Secado de Lodos**

Para el deshidratado (secado) de los lodos que se generen en el sistema de tratamiento, se considera la instalación de lechos de secado, para lo cual se instalarán dos tanques y en su interior se instalarán dos capas o estratos de material inerte, la primera capa de soporte será de grava de río graduada de diámetro de ½" a 1½" para lograr un espesor de 30 cm. y la segunda capa será de arena sílica de río con un espesor de 25 cm.

Las dimensiones de cada uno de los lechos son de 2.0 m. x 2.0 m. Los lodos en base seca podrán disponerse adecuadamente en terrenos de cultivo o como mejorador de suelos y el agua recuperada en estos tanques se conducirá hasta un registro colector y que servirá de cárcamo para el agua recuperada, posteriormente se enviara hacia el inicio del proceso de tratamiento.

#### **6.2.3.3 PTAR Yolon Chaton.**

##### **Sistema de Pretratamiento**

Las aguas residuales que se generan en la PTAR Yolon Chaton se captan mediante la red de drenaje de ahí se conducirán mediante tubería de 8" de diámetro hasta el pretratamiento.

##### **a) Caja Receptora de Aguas Residuales**

Para la distribución y control de flujo a la salida de esta caja, se cuenta con dos compuertas tipo deslizantes; cada una formada mediante de placa de acero de 35 cm. de ancho por 40 cm. de alto y de 6.35 mm. (1/ 4") de espesor, las dimensiones interiores de esta caja son trapezoidales, con un lado base de 0.75 m, otro opuesto de 0.45 m y dos iguales de 0.51 m a 14°, y una profundidad de 0.60 m: la operación de las compuertas será en forma manual.

##### **b) Canal de Rejillas**

Las rejillas estarán formadas mediante solera estructural de 53.975 mm (2 1/8") y un claro entre barras de 25.4 mm (1"), estas rejillas se instalaran con una inclinación de 60° con respecto a la horizontal. Las dimensiones interiores de cada canal de rejillas es de 0.20 m, de ancho por 0.50 m. de alto y 1.0m de largo.

## MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL

### CAPÍTULO VI ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO.

#### **c) Canal Desarenador**

El desarenador estará conformado por dos canales con capacidad para tratar el gasto máximo instantáneo.

Las dimensiones interiores de cada uno de los desarenadores son 0.20 m de ancho por 1.0 m de longitud incluyendo la transición y de 0.70 m de profundidad tal como se indica en el plano de proyecto.

#### **Reactor Anaerobio.**

Las aguas residuales provenientes del sistema de pretratamiento se conducirán mediante tubería de PVC hidráulico de 10.16 cm (4") de diámetro hasta el digester anaerobio.

Este tanque estará dividido en tres secciones mediante mamparas deflectoras instaladas a lo largo de esta unidad, en la primera sección; el agua ingresará por la parte superior de este tanque con objeto de tener un bordo libre de a 0.50 m y su función será la de retener el material flotante y sólidos gruesos no retenidos en el canal de rejillas y se iniciará el proceso de digestión anaerobia; y además se sedimentarán parte de los sólidos suspendidos totales, posteriormente el agua pasará por la parte inferior de la mampara defletores hacia la segunda sección que es donde se realizará propiamente el proceso anaerobio y se formará un manto de lodos que coadyuvará a remover la carga orgánica al pasar el flujo de agua a través de este manto.

El agua de esta sección descargará hacia la tercera sección por la parte superior a 0.50 m de la cubierta de este tanque, en esta última sección el agua se clarifica.

El tanque de digestión anaerobia está diseñado para un tiempo de retención hidráulico promedio de 28 horas, las dimensiones interiores de esta unidad son de 2.5 m de ancho por 5.0 m longitud y una profundidad total de 2.5 m; considerando tirante y el bordo libre; tiene una capacidad útil de 25.0 m<sup>3</sup>, volumen que garantiza el tiempo de retención hidráulico y además el volumen correspondiente a la variación de la carga hidráulica. La separación de la mampara de la primera sección será de 1.25 m, la segunda de 2.5 m. y la tercera de 1.25 m, el espesor de los muros de estas mamparas será de 0.15 m. El agua residual tratada en este proceso se conducirá mediante una tubería de PVC de 4" de diámetro hasta el filtro anaerobio de flujo ascendente.

## MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL

### CAPÍTULO VI ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO.

#### **Filtro Anaerobio de flujo ascendente**

El agua residual proveniente del reactor anaerobio entrará y se distribuirá en el fondo del filtro anaerobio de flujo ascendente a través de un ramal formado por tubería de PVC tipo hidráulica de 4" de diámetro, la cual tiene orificios de 12.7 mm. (1/2") en la parte intermedia del tubo y separados a cada 0.20 m en ambos sentidos.

Este filtro anaerobio funcionará con el proceso anaerobio en el fondo y aerobio en la parte superior ya que estará totalmente inundado, está diseñado para una capacidad de 0.22 l/s (19 m<sup>3</sup>/día); así como para lograr velocidades menores de 0.20 m/s y tener elevados tiempos de retención celular, lo cual se logra ya que las bacterias contenidas en el agua residual se adhieren al material filtrante y se forma una capa de colonias de microorganismos que capturan y digieren la contaminación disuelta en el agua.

Las dimensiones de cada tanque es de 2.5 m de ancho por 5.0 m de largo con una profundidad total de 2.5 m, de los cuales 2.0 m corresponde al tirante hidráulico y 0.5 m del bordo libre.

#### **Sistema de Desinfección y Tanque de Contacto de Cloro**

Para asegurar que el agua residual tratada esté libre de organismos patógenos y como parte complementaria a este proceso de tratamiento se diseña el sistema de desinfección para la capacidad total de sistema de tratamiento que es de 0.22 l/s (19 m<sup>3</sup>/día).

Para lograr una mezcla homogénea de este reactivo, se instalaran en el interior de este tanque de contacto de cloro mamparas deflectoras separadas cada 0.50 m, con lo cual se propiciará el flujo horizontal y mezcla correspondiente.

A la salida de este tanque y al centro del muro de la mampara se considera la instalación de un dispositivo de medición para determinar los volúmenes de agua que se descargan; dicho dispositivo consiste en un vertedor rectangular con contracciones laterales. Las dimensiones de este vertedor son de 0.35 m por 0.42 m de altura.

Las dimensiones interiores de este tanque son de 0.7 m de ancho por 1.5 m de largo y 1.0 m de profundidad incluyendo el bordo libre.

## **MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL**

### **CAPÍTULO VI ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO.**

#### **Emisor de agua tratada en la PTAR Yolon Chaton.**

La descarga de aguas residuales tratadas y desinfectadas será en un sumidero que se localiza a 20 mts de la planta de tratamiento. La tubería usada es de PVC sanitario de 4" de diámetro, serie 25.

#### **Cuerpo receptor de agua tratada.**

La descarga de agua tratada será al sumidero.

#### **Lecho de Secado de Lodos**

Para el deshidratado (secado) de los lodos que se generen en el sistema de tratamiento, se considera la instalación de lechos de secado, para lo cual se instalarán dos tanques y en su interior se instalarán dos capas o estratos de material inerte, la primera capa de soporte será de grava de río graduada de diámetro de ½" a 1½" para lograr un espesor de 30 cm. y la segunda capa será de arena sílica de río con un espesor de 25 cm.

Las dimensiones de cada uno de los lechos son de 2.0 m. x 2.0 m. Los lodos en base seca podrán disponerse adecuadamente en terrenos de cultivo o como mejorador de suelos y el agua recuperada en estos tanques se conducirá hasta un registro colector y que servirá de cárcamo para el agua recuperada, posteriormente se enviara hacia el inicio del proceso de tratamiento.

## CAPÍTULO VII

### MEMORIA DE CÁLCULO

#### 7.1 MEMORIA DE CALCULO YOLON CASA EJIDAL.

Tabla 7.1.- Parámetros generales de diseño PTAR “Yolon Casa Ejidal”.

Concepto	Valor	Unidad
Proyecto población 2025	531	habitantes
Dotación	100	l/hab/día
Aportación de aguas residuales	80	l/hab/día
Gasto medio	0.49	LPS
Gasto máximo instantáneo	1.87	LPS
Gasto máximo extraordinario	2.80	LPS
Gasto mínimo	0.25	LPS
Cobertura de alcantarillado	100	%
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	230	mg/l
Numero de módulos	1.0	
Tipo de tratamiento	Biológico	
Eficiencia del tratamiento	85	%
Cuerpo receptor	Río Yaxgemel	
Norma aplicable	NOM-001-SEMARNAT-1996	

##### 7.1.1 Diseño del pretratamiento.

El pretratamiento cuenta con las siguientes estructuras: caja de recolección, dos canales para las rejillas, dos canales desarenadores y una caja de distribución de flujo. Por cuestiones operativas y de mantenimiento se deben construir dos canales para instalar las rejillas y dos canales para desarenar.

**MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL**  
**CAPÍTULO VII MEMORIA DE CÁLCULO.**

**7.1.1.1 Canal de rejillas.**

**Tabla 7.2.- Consideraciones de diseño Pretratamiento “Yolon Casa Ejidal”.**

<b>Concepto</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
Gasto máximo instantáneo (Qmaxinst)	1,87	l/s
Claro entre barras (CB)	0,0254	m (1")
Espesor de barras (EB)	0,00635	m (1/4")
Ancho de barras (W)	3,81	mm (1 1/2")
Angulo de inclinación (Θ)	60	°
Velocidad de aproximación (Va)	0,60	m/s
Velocidad a través de rejas (VR)	> 0.75	m/s

**A) Área Transversal.**

$$AT = \frac{Q \text{ max .inst}}{Va}$$

$$AT = \frac{0.00187}{0.60}$$

$$AT = 0.00312m^2$$

**B) ancho del canal.**

*Se propone un tirante en el canal de H= 0.10 m*

$$b = \frac{AT}{H}$$

$$b = \frac{0.00312}{0.1}$$

$$b = 0.0312m$$

*Por cuestiones constructivas de operación se considera el ancho 0.20m y un tirante de 0.10 m.*

## MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL

### CAPÍTULO VII MEMORIA DE CÁLCULO.

#### C) Longitud de la rejilla

La distancia longitudinal que requiere la rejilla para estar inclinada  $60^\circ$ , considerando una altura máxima de 0.5 m.

$$\text{sen}60^\circ = \frac{CO}{H}$$

$$H = \frac{CO}{\text{ang.}\text{sen}60^\circ}$$

$$CO = \text{cateto, opuesto} = 0.5\text{m}$$

$$H = \text{hipotenusa} = 0.5774\text{m}$$

$$\text{cos}60^\circ = \frac{CA}{H}$$

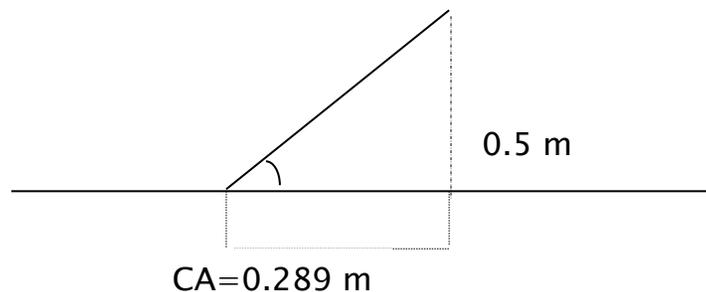
$$CA = \text{cos}60^\circ \times H$$

$$CA = \text{cateto, adyacente}$$

**CA= 0.2887 m**, que es la distancia longitudinal requerida por la rejilla para mantener el ángulo.

Se considera un largo de canal de **1.0 m**.

En forma esquemática las distancias quedaran de la siguiente manera:



#### D) Calcular el número de barras (N)

$$N = \frac{(b + Eb)}{(cb + Eb)}$$

$$N = \frac{0.20 + 0.00635}{0.0254 + 0.00635}$$

$$N = \frac{0.21}{0.032}$$

$$N = 6.5$$

Por lo tanto serán 6 las barras en la rejilla

**MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL**  
**CAPÍTULO VII MEMORIA DE CÁLCULO.**

**E) verificación de ancho y altura**

$$b = (N \times cb) + ((N - 1) \times Eb)$$
$$b = (6 \times 0.0254) + ((6 - 1) \times 0.00635)$$
$$b = 0.1841m$$

*Por lo tanto*

$$b = 0.20m$$
$$H = 0.10m$$

*Dado que  $Q_{max \text{ inst } x} = 0.00187 \text{ m}^3/\text{seg}$*

$$v = \frac{Q}{At}$$
$$v = \frac{0.00187}{0.10[0.20 - (6 - 1)0.00635]}$$
$$v = \frac{0.00187}{0.0168}$$
$$v = 0.1111 \text{ m}/\text{seg}$$

*Se considera que esta en el límite de velocidades y no afecta a el funcionamiento de las mismas.*

**F) Calculo de la perdida de carga.**

*Perdida de carga a través de las rejillas limpias o parcialmente colmatadas.*

$$hf = \frac{0.5v^2}{2g}$$
$$hf = \frac{0.5(0.111)^2}{2(9.81)}$$
$$hf = 0.0003m$$

*La pérdida de carga es mínima de 0.0003 m.*

## MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL

### CAPÍTULO VII MEMORIA DE CÁLCULO.

Tabla 7.3.- Dimensiones de las rejillas PTAR Yolon Casa Ejidal.

Concepto	Cantidad	unidad
Ancho del canal de rejillas	0.2	m
Largo del canal de rejillas	1.0	m
Altura del canal	0.5	m
Largo de la rejilla	0.58	m
Numero de barras	6	
Espacio entre barras	0.0254	m
Espesor de barras	0.00635	m
Angulo de inclinación	60	°
Tirante de operación	0.10	m

#### 7.1.1.2 Desarenador.

Tabla 7.4.- Consideraciones de diseño Canal desarenador “Yolon Casa Ejidal”.

Concepto	cantidad	Unidad
Gasto máximo instantáneo (Qmax inst)	1.87	l/s
Diámetro mín. de la partícula (arena típica)	0.20	Mm
Grava especifica de arena (típica)	2.65	
Carga superficial	0.03	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .s
Velocidad de sedimentación (vs)	0.02	m/s
Velocidad del agua	0.30	m/s
Velocidad agua máxima	0.60	m/s
Velocidad de aproximación	0.20	m/s

#### A) Área superficial (As)

$$A_s = \frac{Q_{\max \text{ inst}}}{C_s} = \frac{0.00187 \text{ m}^3/\text{seg}}{0.030 \text{ m}/\text{seg}} = 0.0623 \text{ m}^2$$

Se propone un acho de canal 0.2 m

**MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL**

**CAPÍTULO VII MEMORIA DE CÁLCULO.**

**B) Área transversal (At)**

$$At = \frac{Q_{\max \text{ inst}}}{V_{ac}} = \frac{0.00187 \text{ m}^3 / \text{seg}}{0.20 \text{ m} / \text{seg}} = 0.0094 \text{ m}^2$$

**C) Calcular el ancho del canal (b)**

$$At = b \times h \dots \dots (1)$$

$$A = b \times L \dots \dots (2)$$

De ecuación (1)  $At = b \times h$  considerando un tirante de agua de 0.10 m;

$$b = \frac{0.0094}{0.10}$$

$$b = 0.0935 \text{ m}$$

Se considera por procesos constructivos un ancho de canal (b) de 20 cm, y una altura o tirante de agua (h) de 0.10 m.

$$h = 0.10 \text{ m}$$

$$b = 0.20 \text{ m}$$

**D) Calcular la longitud del canal (L)**

$L = \text{área superficial} / \text{ancho}$

$$L = \frac{As}{b}$$

$$L = \frac{0.0623}{0.2} = 0.3117 \text{ m}$$

A esta longitud se le adiciona una zona de entrada y salida de = 0.40 m

$$L = 0.3117 + 0.4 = 0.7117 \text{ m}$$

Por efecto de turbulencia en la entrada y salida del desarenador, se recomienda un incremento de longitud que va de 2h a 0.5L.

$$2H = 0.2 \text{ m}$$

$$0.5L = 0.3558 \text{ m}$$

**MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL**  
**CAPÍTULO VII MEMORIA DE CÁLCULO.**

Para este caso se considera una longitud adicional de 0.3558 por lo que la longitud total del canal desarenador será de:

$$LT = 0.7117 + 0.3558 = 1.0675$$

$$LT = 1.0m$$

**E) Calcular el volumen para almacenamiento de arena.**

Con objeto de tener un volumen adicional para almacenamiento de arenas se considera una altura de 20 cm, adicionales en el fondo del canal.

$$h = 0.2m$$

Es decir el volumen de arenas será de:

$$vol.Arena = 1m \times 0.2m \times 0.2m =$$

$$vol.Arena = 0.04 m^3$$

**Tabla 7.5.- Dimensiones del desarenador PTAR Yolon Casa Ejidal.**

Concepto	Cantidad	unidad
Ancho del canal desarenador	0.2	m
Largo del desarenador	1.0	m
Altura del canal	0.7	m
Tirante de operación	0.3	m

**7.1.1.3 Vertedor Rectangular**

Como parte del control de una planta de tratamiento se tienen que saber en forma precisa el caudal de agua residual que ingresa a el sistema de tratamiento, además de tener un control en el nivel de agua, se instalará a la descarga de cada uno de los canales desarenadores un vertedor tipo sutro para medición y control.

El dispositivo seleccionado es un vertedor rectangular y cuya ecuación general para determinar el gasto es:

$$Q = 0.01822 (L - 0.1 n h) h^{3/2}$$

## MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL

### CAPÍTULO VII MEMORIA DE CÁLCULO.

DONDE:

$$Q \text{ max inst} = 1.87 \text{ (Lts/seg)}$$

$L = 5 \text{ cm}$  de ancho de la cresta

$h =$  altura del agua sobre el vertedor (en cm.)

$n = 2$ , numero de bordes laterales que originan el estrechamiento de la corriente que cae del vertedor (contracciones laterales).

En este caso no se consideran las contracciones laterales por lo tanto, la ecuación resulta lo siguiente:

$$Q = 0.01822 (L) (h)^{3/2}$$

Tabla 7.6.- Valores Gasto-Tirante sobre el vertedor

Nivel de agua sobre vertedor (cm)	gasto de descarga (l/seg)	Volumen de descarga (m <sup>3</sup> /dia)
1,00	0.0911	7.87
1,50	0.1674	14.46
2,00	0.2577	22.26
2,50	0.3601	31.11
3,00	0.4734	40.90
3,50	0.5965	51.54
4,00	0.7288	62.97
4.50	0.8696	75.14
5.00	1.0185	88.00
6.00	1.3389	115.68
7.00	1.6872	145.77
8.00	2.0614	178.10

### 7.1.2 Diseño de Tratamiento Primario.

#### 7.1.2.1.- Reactor Anaerobio.

Tabla 7.7.- Consideraciones de diseño Reactor Anaerobio "Yolon Casa Ejidal".

Concepto	Cantidad	unidad
Gasto Medio	0,49	lps
Gasto Medio Diario	42.336	m <sup>3</sup> /día
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	230	mg / l
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	580	mg/l
Eficiencia considerada (So)	50%	%

**MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL**  
**CAPÍTULO VII MEMORIA DE CÁLCULO.**

**Tabla 7.8.- Parámetros de diseño Reactor Anaerobio “Yolon Casa Ejidal”.**

<b>Concepto</b>	<b>Cantidad</b>	<b>unidad</b>
Densidad de carga orgánica	5 a 30	Kg DQO /m <sup>3</sup> /día
Tiempo de retención hidráulica	18 a 48	horas
Concentración en el Efluente	0 – 5	gr SSV/l
Velocidad vertical Ascendente	0.6 - 0.9	m/hr

**A) Volumen del Reactor :**

Considerando un tiempo de retención Hidráulico (TRH) de 25.5 horas

$$TRH = 25.5hrs$$

$$Q = 1.764 m^3/hr$$

$$V = Q(m^3/h) \times TRH(hr)$$

$$V = 45.00m^3$$

**B) Cálculo del área :**

Para una profundidad útil (h): 2.5m

$$A = \frac{V}{H} = 18m^2$$

**C) calculo del largo y ancho.**

Considerando una relación de 2:1

$$A = b \times L$$

$$A = b \times 2b$$

$$b = \sqrt{A/2}$$

$$b = 3.00m$$

Por lo tanto:

Ancho= 3.0 m

Largo = 6.0 m

**MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL**  
**CAPÍTULO VII MEMORIA DE CÁLCULO.**

**D) Determinación de la Carga Orgánica Volumétrica**

La carga volumétrica será:

$$C_{vol} = \frac{(Q \times DQO)}{V}$$

$$Q = 42.336 m^3 / dia$$

$$DQO = 0.58 kg / m^3$$

$$V = 45 m^3$$

$$C_{vol} = 0.5459 kg / m^3 / dia$$

El valor de la carga orgánica expresada como DQO, es menor a lo establecido, pero se considera adecuada ya que este tanque puede recibir cargas orgánicas mayores.

Para fines constructivos se consideran las siguientes dimensiones, para cada módulo de tratamiento:

**Tabla 7.9.- Dimensiones del Reactor anaerobio PTAR Yolon Casa Ejidal**

Concepto	Cantidad	Unidad
Ancho	3.0	M
Longitud	6.0	M
Tirante de operación	2,5	M
bordo libre	0,5	M
Altura total	3	M

El tanque se dividirá en tres secciones por medio de mamparas para mejorar las condiciones de operación.

En la primera sección el agua residual ingresara por la parte superior del tanque a 0.50 m del nivel de losa de cubierta y pasara a la segunda sección por el fondo de esta misma, la velocidad de paso considerada es de 0.03 m /seg. Que es menor a la velocidad de arrastre de una partícula floculante = 0.05 m /seg.

**MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL**  
**CAPÍTULO VII MEMORIA DE CÁLCULO.**

**E) Área transversal requerida será:**

$$At = \frac{Q}{Va}$$

$$Q = 0.00049 m^3 / seg$$

$$va = 0.03 m / seg$$

$$At = 0.0163 m^2$$

Para el paso por el fondo de la primera sección se consideran tres ventanas de 50 cm por 30 cm, es decir que el área total es de 0.45 m<sup>2</sup> que es mayor a la requerida, por lo que se considera para lograr una sedimentación y formar el lecho de lodos.

El paso de la segunda a la tercera sección será por la parte superior de este tanque a 0.50 m abajo del nivel de la losa de cubierta.

La velocidad de paso de estas secciones será 0.3 m/s. Por lo que:

$$Q = vA$$

$$A = \frac{Q}{v}$$

$$v = 0.30 m / seg$$

$$A = 0.0012 m^2$$

Considerando la utilización de dos tubos P.V.C de 10.16 cm (4") de diámetro.

$$d=0.1016m$$

$$A=0.785(d^2)$$

$$A=0.0798m^2$$

$$A total=0.1595m^2$$

Área que resulta adecuada para propiciar las velocidades requeridas. Por otra parte la separación de cada mampara de las secciones del tanque de digestión anaerobia, serán de acuerdo a los tiempos de retención siguientes.

**Tabla 7.10.- Dimensiones del Reactor anaerobio PTAR Yolon Casa Ejidal**

Sección	Tiempo de retención (hrs)	Separación (m)
Primera	6.38	1.5
Segunda	12.76	3
Tercera	6.38	1.5
TOTAL	25.51	6.00

**MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL**  
**CAPÍTULO VII MEMORIA DE CÁLCULO.**

### 7.1.3 Diseño del Tratamiento Secundario.

#### 7.1.3.1 Filtro anaerobio de flujo ascendente.

Tabla 7.11.- Consideraciones de diseño Filtro Anaerobio “Yolon Casa Ejidal”.

Concepto	Cantidad	Unidad
Gasto medio	0,49	Lps
Demanda Química de Oxígeno	230	mg/l
Carga orgánica	12.28	kg DQO/día
Eficiencia considerada	70	%

Tabla 7.12.- Parámetros de diseño Filtro Anaerobio “Yolon Casa Ejidal”.

Concepto	Cantidad	Unidad
Densidad de carga orgánica	0.15 a 30	kg DQO/m <sup>3</sup> /día
Concentración en el reactor	10 a 20	gr SSV/ l
Concentración en el efluente	0 a 10	gr SSV/ l
Tiempo de retención hidráulico	0.5 a 2	Días

*Las características operacionales de este proceso indican que la densidad de la carga orgánica aplicada varia en el rango de 0.15 a 30 kg DQO/m<sup>3</sup>/día.*

*Por otro lado la carga orgánica es:*

$$12.28 \text{ kg DQO/día}$$

#### **A) Cálculo del área superficial será :**

*Por otro lado para guardar la simetría en cuenta con los reactores anaerobios se consideran un tanque de 3.0 m de ancho por 6,00 m de largo.*

$$a = 3.00 \text{ m}$$

$$L = 6.00 \text{ m}$$

$$A_{\text{sup.}} = 18 \text{ m}^2$$

#### **B) Cálculo del tiempo de retención :**

*Con objeto de asegurar las condiciones anaerobias en el fondo de este tanque se considera una altura útil de:*

$$h = 2.00 \text{ m}$$

$$V = A_s \times h$$

$$V = 36 \text{ m}^3$$

## MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL

### CAPÍTULO VII MEMORIA DE CÁLCULO.

Por otro lado tomando en cuenta que el tanque va a estar lleno de material inerte, se considera que el volumen de agua será del orden del 50%, por lo que el volumen de agua será:

$$V = 25.20m^3$$

Por lo tanto el tiempo de retención hidráulico será,

$$tr = vol / Q_{med} =$$

$$Q_{med} = 42.34 m^3 / dia$$

$$tr = 0.595 dias$$

El tiempo de retención es aceptable se encuentra en el rango de 0.5 a 5 días.

Por lo tanto la Carga Orgánica Volumétrica aplicada expresada como DQO será:

$$CoV = Co / V$$

$$COV = \frac{12.28 \text{ kg.DQO} / dia}{25.2m^3}$$

$$COV = 0.4872 \text{ kgDQO} / m^3 / dia$$

Por lo que está en el rango bajo considerando y puede aceptar cargas mayores con lo que se asegura su funcionamiento.

#### **A) Cálculo de la distribución del agua dentro del filtro anaerobio.**

Para una adecuada distribución de flujo de agua en toda el área de este filtro, se considera que la alimentación sea a través de un ramal de tuberías de P.V.C

La velocidad promedio en la tubería de entrada a los filtros para evitar la sedimentación en el interior del tubo es:

$$v = 1.2 m / s$$

Para una tubería de 4" = 0.1016 m

$$A = 0.785D^2$$

$$A = 0.0081m^2$$

$$Q = v \times A = 0.0097 m^3 / seg$$

Por lo tanto el ramal principal de la tubería de distribución será de 10,16 cm (4")

Las dimensiones del filtro anaerobio de flujo ascendente quedarían de la siguiente forma.

## MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL

### CAPÍTULO VII MEMORIA DE CÁLCULO.

Tabla 7.13.- Dimensiones del Filtro Anaerobio PTAR Yolon Casa Ejidal

Concepto	Cantidad	Unidad
Longitud	6,0	M
Ancho	3.0	M
Bordo libre	0,5	M
Tirante de operación	2,5	M
Altura total	3,0	M

#### 7.1.4 Diseño del Sistema de desinfección.

*El reactivo químico desinfectante seleccionado es el hipoclorito de calcio y la dosificación será en forma líquida mediante un dosificador.*

Tabla 7.14.- Consideraciones de diseño Sistema de desinfección "Yolon Casa Ejidal".

Concepto	Cantidad	Unidad
Gasto de diseño Qd	0.49	Lps
Gasto medio Qd	42.34	m <sup>3</sup> /día
Dosificación máxima(D)	6	mg/l
Tiempo de contacto mínimo(tc)0	30	Min.
Reactivo desinfectante	Hipoclorito de calcio	
Concentración de calcio	65	%

##### 7.1.4.1 Consumo de Hipoclorito de Calcio.

$$Cc = Qd \times D$$

$$Cc = 0.254 \frac{kg}{dia}$$

*Consumo de hipoclorito de calcio*

$$Ch=0.391 \text{ Kg/día}$$

*Para una reserva dosis máxima= 30 días*

$$Reserva = 11.72 \text{ kg}$$

*La presentación de este reactivo es en cuñetes de 40kg, por lo que con un solo cuñete se cubre las necesidades de almacenamiento mínimo para las tres plantas de tratamiento de agua residual.*

*Para lograr la mezcla cloro- agua en forma adecuada se diseña el tanque de contacto de cloro.*

MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL

CAPÍTULO VII MEMORIA DE CÁLCULO.

7.1.4.2 Tanque de contacto de cloro.

A) Volumen del tanque.

Volumen del tanque:  $Q \times$  tiempo de retención (minutos)

$$t = 30 \text{ min}$$

$$Q = 0.0294 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$V = 0.882 \text{ m}^3$$

B) Calculo del ancho y largo del tanque de contacto de cloro.

Considerando un tirante útil de: 0.5

$$A = \frac{V}{h}$$

$$A = 1.764 \text{ m}^2$$

Considerando una relación Largo. Ancho 2: 1

$$A = a \times b \longrightarrow \text{si } b = 2a$$

$$2a^2 = A \longrightarrow a = \sqrt{\frac{A}{2}}$$

$$a = 0.9391 \text{ m}$$

$$L = 1.878$$

Las dimensiones del tanque serán:

Dimensiones del tanque de contacto de cloro

7.15.- Dimensiones del Tanque de Contacto de Cloro.

Concepto	cantidad	Unidad
Ancho del canal	1,0	M
Largo del canal	2,0	M
tirante de operación	0,5	M
bordo libre	0,5	M
Profundidad	1,0	M

Para propiciar la mezcla adecuada y garantizar el tiempo necesario para que el cloro actúe, se considera la instalación de mamparas deflectoras en el interior del tanque de contacto de cloro las mamparas serán para propiciar el flujo horizontal y la separación de cada mampara será de 0.35 y 0.42 m. respectivamente.

**MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL**  
**CAPÍTULO VII MEMORIA DE CÁLCULO.**

**7.1.5 Diseño del sistema de secado de lodos**

**7.1.5.1 Lecho de secado de lodos.**

La cantidad de lodo generado en este tipo de sistemas de procesos anaerobios varían de acuerdo con los factores de producción (calidad del agua) y frecuencia de retiro. Se considera que el lodo acumulado se debe retirar cuando alcancen una altura de 50 cm en el interior de los digestores lo que se estima ocurre aproximadamente en un año.

$$h_{lodo} = 0.5 m$$

Por lo que al volumen de lodo será:

$$Vol_{lodo} = 6 m \times 3.0m \times 0.5m$$

$$Vol_{lodo} = 9 m^3$$

Es decir que en total el volumen estimado de lodo generado será de: **9 m<sup>3</sup>**. Considerando que este lodo se retire en un periodo de 3 días, el volumen que se almacenará será:

$$Vol_{lodo alm.} = 3.0 m^3$$

Para el deshidratado de lodos se considera la utilización un lecho de secado con las siguientes características:

**Tabla 7.16.- Consideraciones de diseño del Lecho de Secado “Yolon Casa Ejidal”.**

Concepto	cantidad	Unidad
Espesor de grava	0.30	M
Espesor de arena	0.25	M
Altura útil	0.70	M
Bordo libre	0.30	M
Altura total	1.35	M

Las dimensiones del tanque donde se alojaran los lechos de arena para secado de lodos serán:

**Tabla 7.17.- Dimensiones del Lecho de secado de lodos PTAR Yolon Casa Ejidal.**

Concepto	cantidad	Unidad
Largo	3.00	M
Ancho	2.00	M
Tirante útil	0.50	M

Por lo tanto el volumen total del tanque con lecho de arena será:

$$Vol. = 3 m \times 2m \times 0.5m$$

*Vol. = 3 m<sup>3</sup> Volumen que es mayor al estimado, por lo que se considera adecuado.*

**MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL**  
**CAPÍTULO VII MEMORIA DE CÁLCULO.**

## 7.2 MEMORIA DE CÁLCULO PTAR YOKON PUENTE.

**Tabla 7.18.- Parámetros generales de diseño PTAR “Yokon Puente”.**

<b>Concepto</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
Proyecto población 2025	276	Habitantes
Dotación	100	l/hab/día
Aportación de aguas residuales	80	l/hab/día
Gasto medio	0.26	LPS
Gasto máximo instantáneo	0.97	LPS
Gasto máximo extraordinario	1.46	LPS
Gasto mínimo	0.13	LPS
Cobertura de alcantarillado	100	%
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	230	mg/l
Numero de módulos	1.0	
Tipo de tratamiento	biológico	
Eficiencia del tratamiento	85	%
Cuerpo receptor	Río Yaxgemel	
Norma aplicable	NOM-001-SEMARNAT-1996	

### 7.2.1 Diseño del pretratamiento.

El pretratamiento cuenta con las siguientes estructuras: caja de recolección, dos canales para las rejillas, dos canales desarenadores y una caja de distribución de flujo. Por cuestiones operativas y de mantenimiento se deben construir dos canales para instalar las rejillas y dos canales para desarenar.

#### 7.2.1.1 Canal de rejillas.

**Tabla 7.19.- Consideraciones de diseño Pretratamiento “Yokon Puente”.**

<b>Concepto</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
Gasto máximo instantáneo(Qminst)	0.97	l/s
Claro entre barras (CB)	0,0254	m (1")
Espesor de barras (EB)	0,00635	m (1/4")
Ancho de barras (W)	3,81	mm (1 1/2")
Angulo de inclinación ( $\Theta$ )	60	°
Velocidad de aproximación (Va)	0,60	m/s
Velocidad a través de rejillas (VR)	> 0.75	m/s

**MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL**  
**CAPÍTULO VII MEMORIA DE CÁLCULO.**

**A) Área Transversal.**

$$AT = \frac{Q_{\max .ext}}{Va}$$

$$AT = \frac{0.00097}{0.60}$$

$$AT = 0.00162m^2$$

**B) ancho del canal.**

Se propone un tirante en el canal de  $H= 0.15$

$$b = \frac{AT}{H}$$

$$b = \frac{0.00162}{0.10}$$

$$b = 0.0162m$$

Por cuestiones constructivas de operación se considera el ancho 0.2 y un tirante de 0.10m

**C) Longitud de la rejilla.**

La distancia longitudinal que requiere la rejilla para estar inclinada  $60^\circ$ , considerando una altura máxima de 0.5 m.

$$\text{sen}60^\circ = \frac{CO}{H}$$

$$H = \frac{CO}{\text{ang.}\text{sen}60^\circ}$$

$$CO = \text{cateto ,opuesto} = 0.5m$$

$$H = \text{hipotenusa} = 0.5774m$$

$$\text{cos } 60^\circ = \frac{CA}{H}$$

$$CA = \text{cos } 60^\circ \times H$$

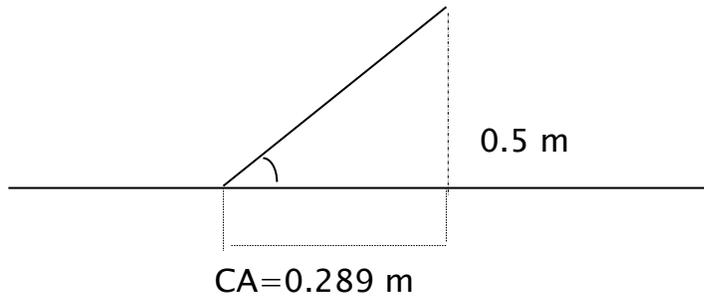
$$CA = \text{cateto ,adyacente}$$

**CA= 0.2887 m**, que es la distancia longitudinal requerida por la rejilla para mantener el ángulo.

Se considera un largo de canal de **1.0 mts.**

**MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL**  
**CAPÍTULO VII MEMORIA DE CÁLCULO.**

En forma esquemática las distancias quedaran de la siguiente manera:



**D) Calcular el número de barras (N)**

$$N = \frac{(b + Eb)}{(cb + Eb)}$$

$$N = \frac{0.30 + 0.00635}{0.0254 + 0.00635}$$

$$N = \frac{0.21}{0.032}$$

$$N = 6.5$$

Por lo tanto serán 6 las barras en la rejilla

**E) verificación de ancho y altura**

$$b = (N \times cb) + ((N - 1) \times Eb)$$

$$b = (6 \times 0.0254) + ((6 - 1) \times 0.00635)$$

$$b = 0.1841m$$

Por lo tanto

$$b = 0.20m$$

$$H = 0.10m$$

Dado que  $Q_{max\ inst.} = 0.0097 \text{ m}^3/\text{seg}$

$$v = \frac{Q}{At}$$

$$v = \frac{0.00097}{0.125[0.30 - (6 - 1)0.00635]}$$

$$v = \frac{0.00097}{0.0168}$$

$$v = 0.0577 \text{ m}/\text{seg}$$

**MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL**  
**CAPÍTULO VII MEMORIA DE CÁLCULO.**

*Se considera que esta en el límite de velocidades y no afecta a el funcionamiento de las mismas.*

**F) Cálculo de la pérdida de carga.**

*Perdida de carga a través de las rejillas limpias o parcialmente colmatadas.*

$$hf = \frac{0.5v^2}{2g}$$

$$hf = \frac{0.5(0.0577)^2}{2(9.81)}$$

$$hf = 0.000085m$$

*La pérdida de carga es mínima de 0.000085 m.*

**Tabla 7.20.- Dimensiones de las rejillas Yokon Puente**

<b>Concepto</b>	<b>cantidad</b>	<b>unidad</b>
Ancho del canal de rejillas	0.2	m
Largo del canal de rejillas	1.0	m
Altura del canal	0.5	m
Largo de la rejilla	0.58	m
Numero de barras	6	
Espacio entre barras	0.0254	m
Espesor de barras	0.00635	m
Angulo de inclinación	60	°
Tirante de operación	0.10	m

**7.2.1.2 Desarenador.**

**Tabla 7.21.- Consideraciones de diseño Canal desarenador “Yokon Puente”.**

<b>Concepto</b>	<b>cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Gasto máximo extraordinario (Qmext)	0.97	l/s
Diámetro mín. de la partícula (arena típica)	0.20	Mm
Grava especifica de arena (típica)	2.65	
Carga superficial	0.03	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .s
Velocidad de sedimentación (vs)	0.020	m/s
Velocidad del agua	0.30	m/s
Velocidad agua máxima	0.600	m/s
Velocidad de aproximación	0.200	m/s

**MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL**  
**CAPÍTULO VII MEMORIA DE CÁLCULO.**

**A) Área superficial (As)**

$$A_s = \frac{Q_{\max inst}}{C_s} = \frac{0.0097 m^3 / seg}{0.030 m / seg} = 0.0323 m^2$$

*Se propone un acho de canal 0.2 m*

**B) Área transversal (At)**

$$A_s = \frac{Q_{\max}}{V_{ac}} = \frac{0.00097 m^3 / seg}{0.20 m / seg} = 0.00485 m^2$$

**C) Calcular el ancho del canal (b)**

$$A_t = b \times h \dots \dots (1)$$

$$A = b \times L \dots \dots (2)$$

*De ecuación (1)  $A_t = b \times h$  considerando un tirante de agua de 0.10 m;*

$$b = \frac{0.0094}{0.10}$$
$$b = 0.0935 m$$

*Se considera por procesos constructivos un ancho de canal (b) de 20 cm, y una altura o tirante de agua (h) de 0.10 m.*

$$h = 0.10 m$$

$$b = 0.20 m$$

**D) Calcular la longitud del canal (L)**

*L = área superficial / ancho*

$$L = \frac{A_s}{b}$$

$$L = \frac{0.0323}{0.2} = 0.1617 m$$

*A esta longitud se le adiciona una zona de entrada y salida de = 0.40 m*

$$L = 0.1617 + 0.4 = 0.5617 m$$

**MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL**  
**CAPÍTULO VII MEMORIA DE CÁLCULO.**

*Por efecto de turbulencia en la entrada y salida del desarenador, se recomienda un incremento de longitud que va de  $2h$  a  $0.5L$ .*

$$2H = 0.2m$$

$$0.5L = 0.2808m$$

*Para este caso se considera una longitud adicional de 0.28 por lo que la longitud total del canal desarenador será de:*

$$LT = 0.5617 + 0.28 = 0.84$$

$$LT = 1.0m$$

**E) Calcular el volumen para almacenamiento de arena**

*Con objeto de tener un volumen adicional para almacenamiento de arenas se considera una altura de 20cm, adicionales en el fondo del canal.*

$$h = 0.2m$$

*Es decir el volumen de arenas será de:*

$$vol.Arena = 1.0m \times 0.2m \times 0.2m =$$

$$vol.Arena = 0.04m^3$$

**7.22.- Dimensiones del desarenador PTAR Yokon Puento.**

<b>Concepto</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Ancho del canal desarenador	0.2	M
Largo del desarenador	1.0	M
Altura del canal	0.7	M
Tirante de operación	0.3	M

**7.2.1.3 Diseño del Vertedor Rectangular.**

*Como parte del control de una planta de tratamiento se tienen que saber en forma precisa el caudal de agua residual que ingresa a el sistema de tratamiento, además de tener un control en el nivel de agua, se instalara a la descarga de cada uno de los canales desarenadores un vertedor sutro para medición y control.*

**MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL**  
**CAPÍTULO VII MEMORIA DE CÁLCULO.**

*El dispositivo seleccionado es un vertedor rectangular y cuya ecuación general para determinar el gasto es:*

$$Q = 0.01822 (L - 0.1 n h) h^{3/2}$$

$$Q_{\text{max inst}} = 0.97 \text{ (l/seg)}$$

*L= 5 cm de ancho de la cresta*

*h = altura del agua sobre el vertedor (en cm)*

*n = 2, numero de bordes laterales que originan el estrechamiento de la corriente que cae del vertedor (contracciones laterales).*

*En este caso no se consideran las contracciones laterales por lo tanto, la ecuación resulta lo siguiente:*

$$Q = 0.01822 (L) (h)^{3/2}$$

**7.23.- Valores Gasto-Tirante sobre el vertedor PTAR Yokon Puente**

Nivel de agua sobre vertedor (cm)	gasto de descarga (l/seg)	Volumen de descarga (m <sup>3</sup> /día)
1,00	0.0911	7.87
1,50	0.1674	14.46
2,00	0.2577	22.26
2,50	0.3601	31.11
3,00	0.4734	40.90
3,50	0.5965	51.54
4,00	0.7288	62.97
4.50	0.8696	75.14
5.00	1.0185	88.00

## 7.2.2 Diseño de Tratamiento Primario.

### 7.2.2.1 Reactor Anaerobio.

**Tabla 7.24.- Consideraciones de diseño Reactor Anaerobio “Yokon Puente”.**

Concepto	Cantidad	unidad
Gasto Medio	0.26	lps
Gasto Medio	22.464	m <sup>3</sup> /día
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	230	mg / l
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	580	mg/l
Eficiencia considerada (So)	50%	%

**MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL**  
**CAPÍTULO VII MEMORIA DE CÁLCULO.**

**Tabla 7.25.- Parámetros de diseño Reactor Anaerobio “Yokon Punte”.**

<b>Concepto</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Densidad de carga orgánica	5 a 30	Kg DQO /m <sup>3</sup> /día
Tiempo de retención hidráulica	18 a 48	Horas
Concentración en el Efluente	0 - 5	gr SSV/l
Velocidad vertical Ascendente	0.6 - 0.9	m/hr

**A) Volumen del Reactor :**

Considerando un tiempo de retención Hidráulico (TRH) de 26 horas

$$TRH = 26hrs$$

$$Q = 0.936m^3/hr$$

$$V = Q(m^3/h) \times TRH(hr)$$

$$V = 24.33m^3$$

**B) Cálculo del área :**

Para una profundidad útil (h): 2.0m

$$A = \frac{V}{H} = 12.17m^2$$

**C) cálculo del largo y ancho**

Considerando una relación de 2:1

$$A = b \times L$$

$$A = b \times 2b$$

$$b = \sqrt{\frac{A}{2}}$$

$$b = 2.47m$$

Por lo tanto:

Ancho= 2.5 m

Largo = 5.0 m

$$V = 25 m^3$$

**MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL**  
**CAPÍTULO VII MEMORIA DE CÁLCULO.**

**D) Determinación de la Carga Orgánica Volumétrica**

La carga volumétrica será:

$$C_{vol} = \frac{(Q \times DQO)}{v}$$

$$Q = 22.46 m^3 / dia$$

$$DQO = 0.58 kg / m^3$$

$$C_{vol} = 0.5212 kg / m^3 / dia$$

El valor de la carga orgánica expresada como DQO, es menor a lo establecido, pero se considera adecuada ya que este tanque puede recibir cargas orgánicas mayores.

Para fines constructivos se consideran las siguientes dimensiones, para cada módulo de tratamiento:

**Tabla 7.26.- Dimensiones del Reactor anaerobio PTAR Yokon Puento.**

Concepto	Cantidad	Unidad
Ancho	2.5	m
Longitud	5.0	m
Tirante de operación	2.0	m
bordo libre	0,5	m
Altura total	2.5	m

El tanque se dividirá en tres secciones por medio de mamparas para mejorar las condiciones de operación.

En la primera sección el agua residual ingresara por la parte superior del tanque a 0.50 m del nivel de losa de cubierta y pasara a la segunda sección por el fondo de esta misma, la velocidad de paso considerada es de 0.03 m /seg. Que es menor a la velocidad de arrastre de una partícula floculante = 0.05 m /seg.

**E) Área transversal requerida será:**

$$A_t = \frac{Q}{V_a}$$

$$qQ = 0.00026 m^3 / seg$$

$$v_a = 0.03 m / seg$$

$$A_t = 0.0087 m^2$$

**MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL**  
**CAPÍTULO VII MEMORIA DE CÁLCULO.**

*Para el paso por el fondo de la primera sección se consideran tres ventanas de 50 cm por 30 cm, es decir que el área total es de 0.45 m<sup>2</sup> que es mayor a la requerida, por lo que se considera para lograr una sedimentación y formar el lecho de lodos.*

*El paso de la segunda a la tercera sección será por la parte superior de este tanque a 0.50 m abajo del nivel de la losa de cubierta. La velocidad de paso de estas secciones será 0.3 m/s. Por lo que:*

$$Q = vA$$

$$A = \frac{Q}{v}$$

$$v = 0.30 \text{ m/seg}$$

$$A = 0.0009 \text{ m}^2$$

*Considerando la utilización de dos tubos P.V.C de 10.16 cm (4") de diámetro*

$$d=0.1016 \text{ m}$$

$$A=0.785(d^2)$$

$$A=0.0798 \text{ m}^2$$

$$A_{total}=0.1595 \text{ m}^2$$

*Área que resulta adecuada para propiciar las velocidades requeridas.*

*Por otra parte la separación de cada mampara de las secciones del tanque de digestión anaerobia, serán de acuerdo a los tiempos de retención siguientes.*

**7.27.- Tiempo de Retención del Reactor anaerobio PTAR Yokon Puento.**

<b>Sección</b>	<b>Tiempo de retención (hrs)</b>	<b>Separación (m)</b>
Primera	6.68	1.25
Segunda	13.35	2.5
Tercera	6.68	1.25
<b>TOTAL</b>	<b>26.71</b>	<b>5.00</b>

**MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL**  
**CAPÍTULO VII MEMORIA DE CÁLCULO.**

### 7.2.3 Diseño del Tratamiento Secundario.

#### 7.2.3.1 Filtro anaerobio de flujo ascendente.

Tabla 7.28.- Consideraciones de diseño Filtro Anaerobio “Yokon Puento”.

Concepto	Cantidad	Unidad
Gasto medio	0.26	Lps
Demanda Química de Oxígeno	290	mg/l
Carga orgánica	6.515	kg DQO/día
Eficiencia considerada	70	%

Tabla 7.29.- Parámetros de diseño Filtro Anaerobio “Yokon Puento”.

Concepto	Cantidad	Unidad
Densidad de carga orgánica	0.15 a 30	kg DQO/m <sup>3</sup> /día
Concentración en el reactor	10 a 20	gr SSV/ l
Concentración en el efluente	0 a 10	gr SSV/ l
Tiempo de retención hidráulico	0.5 a 2	Días

*Las características operacionales de este proceso indican que la densidad de la carga orgánica aplicada varia en el rango de 0.15 a 30 kg DQO/m<sup>3</sup>/día.*

*Por otro lado la carga orgánica es:*

$$9.37 \text{ kg DQO/día}$$

#### **A) Cálculo del área superficial será :**

*Por otro lado para guardar la simetría en cuenta con los reactores anaerobios se consideran un tanque de 3,0 m de ancho por 6,00 m de largo.*

$$a = 2.50m$$

$$L = 5.00 m$$

$$A_{sup.} = 12.5 m^2$$

#### **B) Cálculo del tiempo de retención :**

*Con objeto de asegurar las condiciones anaerobias en el fondo de este tanque se considera una altura útil de:*

$$h = 2.00m$$

$$V = A_s \times h$$

$$V = 25m^3$$

**MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL**  
**CAPÍTULO VII MEMORIA DE CÁLCULO.**

Por otro lado tomando en cuenta que el tanque va a estar lleno de material inerte, se considera que el volumen de agua será del orden del 70%, por lo que el volumen de agua será:

$$V = 25m^3$$

Por lo tanto el tiempo de retención hidráulico será,

$$tr = \frac{vol}{Q_{med}} =$$

$$Q_{med} = 22.464 m^3 / dia$$

$$tr = 0.779 dias$$

El tiempo de retención es aceptable se encuentra en el rango de 0.5 a 5 días

Por lo tanto la Carga Orgánica Volumétrica aplicada expresada como DQO será:

$$CoV = \frac{Co}{V}$$

$$COV = \frac{9.37 kg.DQO / dia}{22.464 m^3}$$

$$COV = 0.4171 kgDQO / m^3 / dia$$

Por lo que está en el rango bajo considerando y puede aceptar cargas mayores con lo que se asegura su funcionamiento.

**C) Cálculo de la distribución del agua dentro del filtro anaerobio**

Para lograr una adecuada distribución de flujo de agua en toda el área de este filtro, se considera que la alimentación sea a través de un ramal de tuberías de P.V.C

La velocidad promedio en la tubería de entrada a los filtros para evitar la sedimentación en el interior del tubo es:

$$v = 1.2 m/s$$

Para una tubería de 4" = 0.1016 m

$$A = 0.785D^2$$

$$A = 0.0081 m^2$$

$$Q = v \times A = 0.0097 m^3 / seg$$

Por lo tanto el ramal principal de la tubería de distribución será de 10,16 cm (4")

**MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL**  
**CAPÍTULO VII MEMORIA DE CÁLCULO.**

**Tabla 7.30.- Dimensiones del Filtro Anaerobio PTAR Yokon Puento.**

<b>Concepto</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Longitud	5.0	M
Ancho	2.5	M
Bordo libre	0,5	M
Tirante de operación	2.0	M
Altura total	2.5	M

### 7.2.4 Diseño del Sistema de desinfección.

*El reactivo químico desinfectante seleccionado es el hipoclorito de calcio y la dosificación será en forma líquida mediante un dosificador.*

**Tabla 7.31.- Consideraciones de diseño Sistema de desinfección “Yokon Puento”.**

<b>Concepto</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Gasto de diseño Qd	0.26	Lps
Gasto medio Qd	22.46	m <sup>3</sup> /día
Dosificación máxima(D)	6	mg/l
Tiempo de contacto mínimo(tc)0	30	Min
Reactivo desinfectante	Hipoclorito de calcio	
Concentración de calcio	65	%

#### 7.2.4.1 Consumo de Hipoclorito de Calcio.

$$Cc = Qd \times D$$

$$Cc = 0.1347 \text{ kg/día}$$

*Consumo de hipoclorito de calcio*

$$\mathbf{Ch=0.207 \text{ Kg/día}}$$

*Para una reserva dosis máxima= 30 días*

$$\text{Reserva} = 6.2208 \text{ kg}$$

*La presentación de este reactivo es en cuñetes de 40kg, por lo que con un solo cuñete se cubre las necesidades de almacenamiento mínimo.*

*Para lograr la mezcla cloro- agua en forma adecuada se diseña el tanque de contacto de cloro*

**MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL**  
**CAPÍTULO VII MEMORIA DE CÁLCULO.**

**7.2.4.2 Tanque de Contacto de Cloro.**

***Volumen del Tanque***

*Volumen del tanque: Q x tiempo de retención (minutos)*

$$t = 30 \text{ min}$$

$$Q = 0.0156 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$V = 0.468 \text{ m}^3$$

***Cálculo del ancho y largo del tanque de contacto de cloro.***

*Considerando un tirante útil de: 0.5*

$$A = \frac{V}{h}$$

$$A = 0.936 \text{ m}^2$$

*Considerando una relación Largo. Ancho 2: 1*

$$A = a \times b \quad \longrightarrow \quad \text{si } b = 2a$$

$$2a^2 = A \quad \longrightarrow \quad a = \sqrt{\frac{A}{2}}$$

$$a = 0.6841 \text{ m}$$

$$L = 1.368$$

**7.32.- Dimensiones del Tanque de Contacto de Cloro.**

<b>Concepto</b>	<b>cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Ancho del canal	<b>0.7</b>	<b>m</b>
Largo del canal	<b>1.5</b>	<b>m</b>
tirante de operación	<b>0.5</b>	<b>m</b>
bordo libre	<b>0,5</b>	<b>M</b>
Profundidad	<b>1</b>	<b>M</b>

*Para propiciar la mezcla adecuada y garantizar el tiempo necesario para que el cloro actúe, se considera la instalación de mamparas deflectoras en el interior del tanque de contacto de cloro las mamparas serán para propiciar el flujo horizontal y la separación de cada mampara será de 0.35 y 0.42 m. respectivamente.*

## 7.2.5 Diseño del sistema de secado de lodos

### 7.2.5.1 Lecho de secado de lodos.

*La cantidad de lodo generado en este tipo de sistemas de procesos anaerobios varían de acuerdo con los factores de producción (calidad del agua) y frecuencia de retiro.*

*Se considera que el lodo acumulado se debe retirar cuando estos alcancen una altura de 50 cm en el interior de los digestores lo que se estima ocurre aproximadamente en un año.*

$$h_{lodo} = 0.5m$$

*Por lo que al volumen de lodo será:*

$$Vol_{.lodo} = 5m \times 2.5m \times 0.5m$$

$$Vol_{.lodo} = 6.25 m^3$$

*Es decir que en total el volumen estimado de lodo generado será de: 6.25 m<sup>3</sup>*

*Considerando que este lodo se retire en un periodo de 3 días*

*Volumen que se almacenará:*

$$Vol_{.lodo alm.} = 2.08 m^3$$

*Para el deshidratado de lodos se considera la utilización un lecho de secado con las siguientes características:*

**Tabla 7.33.- Consideraciones de diseño del Lecho de Secado “Yokon Puente”.**

Concepto	cantidad	Unidad
Espesor de grava	0.3	M
Espesor de arena	0.25	M
Altura útil	0.6	M
Bordo libre	0.3	M
Altura total	1.45	M

*Las dimensiones del tanque donde se alojaran los lechos de arena para secado de lodos serán:*

**MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL**  
**CAPÍTULO VII MEMORIA DE CÁLCULO.**

**7.34.- Dimensiones del Lecho de secado de lodos PTAR Yokon Puente.**

<b>Concepto</b>	<b>cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Largo	2.00	M
Ancho	2.00	M
Tirante útil	0.6	M

*Por lo tanto el volumen total del tanque con lecho de arena será:*

$$Vol. = 2m \times 2m \times 0.6m$$

$$Vol. = 2.4 m^3$$

*Volumen que es mayor al estimado, por lo que se considera adecuado.*

**7.3 MEMORIA DE CÁLCULO PTAR YOLON CHATON.**

**Tabla 7.35.- Parámetros generales de diseño PTAR “Yolon Chaton”.**

<b>Concepto</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
Proyecto población 2025	242	Habitantes
Dotación	100	l/hab/día
Aportación de aguas residuales	80	l/hab/día
Gasto medio	0.22	LPS
Gasto máximo instantáneo	0.85	LPS
Gasto máximo extraordinario	1.28	LPS
Gasto mínimo	0.11	LPS
Cobertura de alcantarillado	100	%
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	230	mg/l
Numero de módulos	1.0	
Tipo de tratamiento	biológico	
Eficiencia del tratamiento	85	%
Cuerpo receptor	Sumidero Natural	
Norma aplicable	NOM-001-SEMARNAT-1996	

### 7.3.1 Diseño del pretratamiento.

El pretratamiento cuenta con las siguientes estructuras: caja de recolección, dos canales para las rejillas, dos canales desarenadores y una caja de distribución de flujo. Por cuestiones operativas y de mantenimiento se deben construir dos canales para instalar las rejillas y dos canales para desarenar.

#### 7.3.1.1 Canal de rejillas.

Tabla 7.36.- Consideraciones de diseño Pretratamiento “Yolon Chaton”.

Concepto	Valor	Unidad
Gasto máximo instantáneo (Q <sub>max inst</sub> )	0.85	l/s
Claro entre barras (CB)	0,0254	m (1")
Espesor de barras (EB)	0,00635	m (1/4")
Ancho de barras (W)	3,81	mm (1 1/2")
Angulo de inclinación (Θ)	60	°
Velocidad de aproximación (Va)	0,60	m/s
Velocidad a través de rejías (VR)	> 0.75	m/s

#### A) Área Transversal.

$$AT = \frac{Q_{\max} \cdot \text{int}}{V_a}$$

$$AT = \frac{0.00085}{0.60}$$

$$AT = 0.00142m^2$$

#### B) ancho del canal.

*Se propone un tirante en el canal de H= 0.10*

$$b = \frac{AT}{H}$$

$$b = \frac{0.00142}{0.10}$$

$$b = 0.0142m$$

*Por cuestiones constructivas de operación se considera el ancho 0.2 y un tirante de 0.10m*

**MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL**  
**CAPÍTULO VII MEMORIA DE CÁLCULO.**

**C) Longitud de la rejilla**

La distancia longitudinal que requiere la rejilla para estar inclinada  $60^\circ$ , considerando una altura máxima de 0.5 m.

$$\text{sen}60^\circ = \frac{CO}{H}$$

$$H = \frac{CO}{\text{ang.}\text{sen}60^\circ}$$

$$CO = \text{cateto, opuesto} = 0.5\text{m}$$

$$H = \text{hipotenusa} = 0.5774\text{m}$$

$$\text{cos}60^\circ = \frac{CA}{H}$$

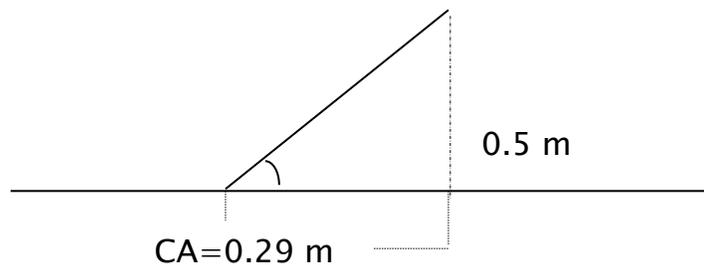
$$CA = \text{cos}60^\circ \times H$$

$$CA = \text{cateto, adyacente}$$

**CA= 0.2887 m**, que es la distancia longitudinal requerida por la rejilla para mantener el ángulo.

Se considera un largo de canal de **1.0 mts.**

En forma esquemática las distancias quedaran de la siguiente manera:



**D) Calcular el número de barras (N)**

$$N = \frac{(b + Eb)}{(cb + Eb)}$$

$$N = \frac{0.20 + 0.00635}{0.0254 + 0.00635}$$

$$N = \frac{0.21}{0.032}$$

$$N = 6.5$$

Por lo tanto serán 6 las barras en la rejilla

**MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL**  
**CAPÍTULO VII MEMORIA DE CÁLCULO.**

**E) verificación de ancho y altura**

$$b = (N \times cb) + ((N - 1) \times Eb)$$

$$b = (6 \times 0.0254) + ((6 - 1) \times 0.00635)$$

$$b = 0.1841m$$

*Por lo tanto*

$$b = 0.20m$$

$$H = 0.1m$$

*Dado que  $Q_{max\ inst} = 0.00085 \frac{m^3}{seg}$*

$$v = \frac{Q}{At}$$

$$v = \frac{0.00085}{0.10[0.20 - (6 - 1)0.00635]}$$

$$v = \frac{0.00085}{0.0168}$$

$$v = 0.0505 \frac{m}{seg}$$

*Se considera que esta en el límite de velocidades y no afecta a el funcionamiento de las mismas.*

**F) Cálculo de la pérdida de carga.**

*Perdida de carga a través de las rejillas limpias o parcialmente colmatadas.*

$$hf = \frac{0.5v^2}{2g}$$

$$hf = \frac{0.5(0.0505)^2}{2(9.81)}$$

$$hf = 0.000065m$$

*La pérdida de carga es mínima de 0.000065 m.*

**MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL**  
**CAPÍTULO VII MEMORIA DE CÁLCULO.**

**Tabla 7.37.- Dimensiones de las rejillas PTAR Yolon Chaton**

<b>Concepto</b>	<b>cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Ancho del canal de rejillas	0.2	M
Largo del canal de rejillas	1.0	M
Altura del canal	0.5	M
Largo de la rejilla	0.58	M
Numero de barras	6	
Espacio entre barras	0.0254	M
Espesor de barras	0.00635	M
Angulo de inclinación	60	°
Tirante de operación	0.10	M

**7.3.1.2 Desarenador.**

**Tabla 7.38.- Consideraciones de diseño Canal desarenador “Yolon Chaton”.**

<b>Concepto</b>	<b>cantidad</b>	<b>unidad</b>
Gasto máximo instantáneo	0.85	l/s
diámetro mínimo de la partícula (arena típica)	0.20	mm
Grava especifica de arena (típica)	2.65	
Carga superficial	0.03	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .s
Velocidad de sedimentación (vs)	0.020	m/s
Velocidad del agua	0.30	m/s
Velocidad agua máxima	0.600	m/s
Velocidad de aproximación	0.200	m/s

**A) Área superficial (As)**

$$A_s = \frac{Q_{\max}}{C_s} = \frac{0.00085 \text{ m}^3/\text{seg}}{0.030 \text{ m}/\text{seg}} = 0.0283 \text{ m}^2$$

*Se propone un acho de canal 0.2 m*

**MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL**  
**CAPÍTULO VII MEMORIA DE CÁLCULO.**

**B) Área transversal (At)**

$$At = \frac{Q_{\max}}{V_{ac}} = \frac{0.00085 \text{ m}^3 / \text{seg}}{0.20 \text{ m} / \text{seg}} = 0.0043 \text{ m}^2$$

**Calcular el ancho del canal (b)**

$$At = b \times h \dots \dots (1)$$

$$A = b \times L \dots \dots (2)$$

De ecuación (1)  $At = b \times h$  considerando un tirante de agua de 0.30 m;

$$b = \frac{0.0043}{0.10}$$
$$b = 0.0425 \text{ m}$$

Se considera por procesos constructivos un ancho de canal (b) de 20 cm, y una altura o tirante de agua (h) de 0.10m.

$$h = 0.10 \text{ m}$$
$$b = 0.20 \text{ m}$$

**C) Calcular la longitud del canal (L)**

$L = \text{área superficial} / \text{ancho}$

$$L = \frac{As}{b}$$
$$L = \frac{0.02833}{0.2} = 0.1417 \text{ m}$$

A esta longitud se le adiciona una zona de entrada y salida de = 0.40 m

$$L = 0.1417 + 0.4 = 0.5417 \text{ m}$$

Por efecto de turbulencia en la entrada y salida del desarenador, se recomienda un incremento de longitud que va de 2h a 0.5L.

$$2H = 0.2 \text{ m}$$
$$0.5L = 0.2708 \text{ m}$$

Para este caso se considera aumentar  $0.5L = 0.2708 \text{ m}$ , por lo que la longitud total del canal desarenador será de:

$$LT = 0.5417 + 0.27 = 0.8117 \text{ m}$$
$$LT = 1.0 \text{ m}$$

**MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL**  
**CAPÍTULO VII MEMORIA DE CÁLCULO.**

**D) calcular el volumen para almacenamiento de arena**

*Con objeto de tener un volumen adicional para almacenamiento de arenas se considera una altura de 20cm, adicionales en el fondo del canal.*

$$h = 0.2m$$

*Es decir el volumen de arenas será de:*

$$vol.Arena = 1.0 m \times 0.2m \times 0.2m =$$

$$vol.Arena = 0.04 m^3$$

**Tabla 7.39.- Dimensiones del desarenador PTAR Yolon Chaton**

<b>Concepto</b>	<b>Cantidad</b>	<b>unidad</b>
Ancho del canal desarenador	0.2	m
Largo del desarenador	1.0	m
Altura del canal	0.7	m
Tirante de operación	0.3	m

**7.3.1.3 Vertedor Rectangular.**

*Como parte del control de una planta de tratamiento se tienen que saber en forma precisa el caudal de agua residual que ingresa a el sistema de tratamiento, además de tener un control en el nivel de agua, se instalara a la descarga de cada uno de los canales desarenadores un vertedor sutro para medición y control.*

*El dispositivo seleccionado es un vertedor rectangular y cuya ecuación general para determinar el gasto es:*

$$Q = 0.01822 (L - 0.1 n h) h^{3/2}$$

$$Q \text{ max inst} = 0.85 \text{ (Lts/seg)}$$

$$L = 5 \text{ cm de ancho de la cresta}$$

$$h = \text{altura del agua sobre el vertedor (en cm)}$$

$n = 2$ , numero de bordes laterales que originan el estrechamiento de la corriente que cae del vertedor (contracciones laterales).

*En este caso no se consideran las contracciones laterales por lo tanto, la ecuación resulta lo siguiente:*

$$Q = 0.01822 (L) (h)^{3/2}$$

**MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL**  
**CAPÍTULO VII MEMORIA DE CÁLCULO.**

**Tabla 7.40.- Valores Gasto-Tirante sobre el vertedor PTAR Yolon Chaton**

Nivel de agua sobre vertedor (cm)	gasto de descarga (l/seg)	Volumen de descarga (m <sup>3</sup> /día)
1,00	0.0911	7.87
1,50	0.1674	14.46
2,00	0.2577	22.26
2,50	0.3601	31.11
3,00	0.4734	40.90
3,50	0.5965	51.54
4,00	0.7288	62.97
4.50	0.8696	75.14
5.00	1.0185	88.00

### 7.3.2 Diseño de Tratamiento Primario.

#### 7.3.2.1 Reactor Anaerobio.

**Tabla 7.41.- Consideraciones de diseño Reactor Anaerobio “Yolon Chaton”.**

Concepto	Cantidad	unidad
Gasto Medio	0.22	Lps
Gasto Medio	19.01	m <sup>3</sup> /día
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	230	mg / l
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	580	mg/l
Eficiencia considerada (So)	50%	%

**Tabla 7.42.- Parámetros de diseño Reactor Anaerobio “Yolon Chaton”.**

Concepto	Cantidad	Unidad
Densidad de carga orgánica	5 a 30	Kg DQO /m <sup>3</sup> /día
Tiempo de retención hidráulica	18 a 48	Horas
Concentración en el Efluente	0 – 5	gr SSV/l
Velocidad vertical Ascendente	0.6 - 0.9	m/hr

**MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL**  
**CAPÍTULO VII MEMORIA DE CÁLCULO.**

**A) Volumen del Reactor :**

Considerando un tiempo de retención Hidráulico (TRH) de 28 horas

$$TRH = 28hrs$$

$$Q = 0.792 m^3/hr$$

$$v = Q(m^3/h) \times TRH(hr)$$

$$v = 23.76m^3$$

**B) calculo del área :**

Para una profundidad útil (h): 2.0m

$$A = \frac{V}{H} = 11.88m^2$$

**C) calculo del largo y ancho**

Considerando una relación de 2:1

$$A = b \times L$$

$$A = b \times 2b$$

$$b = \sqrt{A/2}$$

$$b = 2.44m$$

Por lo tanto:

$$\text{Ancho} = 2.5 m$$

$$\text{Largo} = 5.0 m$$

**D) Determinación de la Carga Orgánica Volumétrica**

La carga volumétrica será:

$$C_{vol} = \frac{(Q \times DQO)}{v}$$

$$Q = 19.008 m^3/dia$$

$$DQO = 0.58 kg/m^3$$

$$C_{vol} = 0.464 kg / m^3 / dia$$

El valor de la carga orgánica expresada como DQO, es menor a lo establecido, pero se considera adecuada ya que este tanque puede recibir cargas orgánicas mayores.

Para fines constructivos se consideran las siguientes dimensiones, para cada módulo de tratamiento:

**MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL**  
**CAPÍTULO VII MEMORIA DE CÁLCULO.**

**Tabla 7.43.- Dimensiones del Reactor anaerobio PTAR Yolon Chaton.**

Concepto	Cantidad	Unidad
Ancho	2.5	m
Longitud	5.0	m
Tirante de operación	2.0	m
bordo libre	0.5	m
Altura total	2.5	m

*El tanque se dividirá en tres secciones por medio de mamparas para mejorar las condiciones de operación.*

*En la primera sección el agua residual ingresara por la parte superior del tanque a 0.50 m del nivel de losa de cubierta y pasara a la segunda sección por el fondo de esta misma, la velocidad de paso considerada es de 0.03 m /seg. Que es menor a la velocidad de arrastre de una partícula floculante = 0.05 m/seg.*

**E) Área transversal requerida será:**

$$A_t = \frac{Q_{med}}{V_a}$$

$$Q_{med} = 0.00022 \text{ m}^3 / \text{seg}$$

$$v_a = 0.03 \text{ m} / \text{seg}$$

$$A_t = 0.0073 \text{ m}^2$$

*Para el paso por el fondo de la primera sección se consideran cuatro ventanas de 50 cm por 30 cm, es decir que el área total es de 0.15 m<sup>2</sup> que es mayor a la requerida, por lo que se considera para lograr una sedimentación y formar el lecho de lodos.*

*El paso de la segunda a la tercera sección será por la parte superior de este tanque a 0.50 m abajo del nivel de la losa de cubierta. La velocidad de paso de estas secciones será 0.3 m/s. Por lo que:*

$$Q = vA$$

$$A = \frac{Q}{v}$$

$$v = 0.30 \text{ m} / \text{seg}$$

$$A = 0.0007 \text{ m}^2$$

**MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL**  
CAPÍTULO VII MEMORIA DE CÁLCULO.

Considerando la utilización de dos tubos P.V.C de 10.16 cm (4") de diámetro

$$d=0.1016m$$

$$A=0.785(d^2)$$

$$A=0.0798m^2$$

$$A_{total}=0.1595m^2$$

Área que resulta adecuada para propiciar las velocidades requeridas.

Por otra parte la separación de cada mampara de las secciones del tanque de digestión anaerobia, serán de acuerdo a los tiempos de retención siguientes.

**Tabla 7.44.- Tiempo de retención Reactor Anaerobio PTAR Yolon Chaton.**

Sección	Tiempo de retención (hrs)	Separación (m)
Primera	7.89	1.25
Segunda	15.78	2.5
Tercera	7.89	1.25
TOTAL	31.57	5.0

### 7.3.3 Diseño del Tratamiento Secundario.

#### 7.3.3.1 Filtro anaerobio de flujo ascendente.

**Tabla 7.45.- Consideraciones de diseño Filtro Anaerobio "Yolon Chaton".**

Concepto	Cantidad	Unidad
Gasto medio	0.22	Lps
Demanda Química de Oxígeno	290	mg/l
Carga orgánica	5.51	kg DQO/día
Eficiencia considerada	70	%

**Tabla 7.46.- Parámetros de diseño Filtro Anaerobio "Yolon Chaton".**

Concepto	Cantidad	Unidad
Densidad de carga orgánica	0.15 a 30	kg DQO/m <sup>3</sup> /día
Concentración en el reactor	10 a 20	gr SSV/ l
Concentración en el efluente	0 a 10	gr SSV/ l
Tiempo de retención hidráulico	0.5 a 2	Días

**MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL**  
**CAPÍTULO VII MEMORIA DE CÁLCULO.**

Las características operacionales de este proceso indican que la densidad de la carga orgánica aplicada varia en el rango de 0.15 a 30 kg DQO/m<sup>3</sup>/día.

Por otro lado la carga orgánica es:

$$5.512 \text{ kg DQO/día}$$

**A) Cálculo del área superficial será :**

Por otro lado para guardar la simetría en cuenta con los reactores anaerobios se consideran un tanque de 2.5 m de ancho por 5.0 m de largo.

$$a = 2.50 \text{ m}$$

$$L = 5.00 \text{ m}$$

$$A_{\text{sup.}} = 12.5 \text{ m}^2$$

**B) Cálculo del tiempo de retención :**

Con objeto de asegurar las condiciones anaerobias en el fondo de este tanque se considera una altura útil de:

$$h = 2.0 \text{ m}$$

$$V = A_s \times h$$

$$V = 25 \text{ m}^3$$

Por otro lado tomando en cuenta que el tanque va a estar lleno de material inerte, se considera que el volumen de agua será del orden del 70%, por lo que el volumen de agua será:

$$V = 17.50 \text{ m}^3$$

Por lo tanto el tiempo de retención hidráulico será,

$$tr = \frac{\text{vol}}{Q_{\text{med}}} =$$

$$Q_{\text{med}} = 19.01 \text{ m}^3 / \text{dia}$$

$$tr = 0.921 \text{ dias}$$

El tiempo de retención es aceptable se encuentra en el rango de 0.5 a 5 días

Por lo tanto la Carga Orgánica Volumétrica aplicada expresada como DQO será:

$$CoV = \frac{Co}{V}$$

$$COV = \frac{5.512 \text{ kg.DQO/día}}{17.5 \text{ m}^3}$$

$$COV = 0.315 \text{ kgDQO / m}^3 / \text{ dia}$$

**MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL**  
**CAPÍTULO VII MEMORIA DE CÁLCULO.**

*Por lo que está en el rango bajo considerando y puede aceptar cargas mayores con lo que se asegura su funcionamiento.*

**C) Cálculo de la distribución del agua dentro del filtro anaerobio**

*Para lograr una adecuada distribución de flujo de agua en toda el área de este filtro, se considera que la alimentación sea a través de un ramal de tuberías de P.V.C*

*La velocidad promedio en la tubería de entrada a los filtros para evitar la sedimentación en el interior del tubo es:*

$$v = 1.2 \frac{m}{s}$$

*Para una tubería de 4" = 0.1016 m*

$$A = 0.785D^2$$

$$A = 0.0081m^2$$

$$Q = v \times A = 0.0097 \frac{m^3}{seg}$$

*Por lo tanto el ramal principal de la tubería de distribución será de 10,16 cm (4")*

*Las dimensiones del filtro anaerobio de flujo ascendente serán las siguientes.*

**Tabla 7.47.- Dimensiones del Filtro Anaerobio PTAR Yolon Chaton.**

<b>Concepto</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Longitud	5.0	m
Ancho	2.5	m
Bordo libre	0.5	m
Tirante de operación	2.0	m
Altura total	2.5	m

**7.3.4 Diseño del Sistema de desinfección.**

*El reactivo químico desinfectante seleccionado es el hipoclorito de calcio y la dosificación será en forma líquida mediante un dosificador.*

**MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL**  
**CAPÍTULO VII MEMORIA DE CÁLCULO.**

Tabla 7.48.- Consideraciones de diseño Sistema de desinfección “Yolon Chaton”.

Concepto	Cantidad	Unidad
Gasto de diseño Qd	0.22	Lps
Gasto medio Qd	19.01	m <sup>3</sup> /día
Dosificación máxima(D)	6	mg/l
Tiempo de contacto mínimo(tc)0	30	Min
Reactivo desinfectante	Hipoclorito de calcio	
Concentración de calcio	65	%

**7.3.4.1 Consumo de Hipoclorito de Calcio.**

$$Cc = Qd \times D$$

$$Cc = 0.114 \text{ kg/día}$$

*Consumo de hipoclorito de calcio*

$$\mathbf{Ch=0.175 \text{ Kg/día}}$$

*Para una reserva dosis máxima= 30 días*

$$\mathbf{Reserva = 5.263 \text{ kg}}$$

*La presentación de este reactivo es en cuñetes de 40kg, por lo que con un solo cuñete se cubre las necesidades de almacenamiento mínimo para las tres plantas.*

*Para lograr la mezcla cloro-agua en forma adecuada se diseña el tanque de contacto de cloro*

**7.3.4.2 Tanque de Contacto de Cloro.**

**A) Volumen del tanque**

*Volumen del tanque: Q x tiempo de retención (minutos)*

$$t= 30 \text{ min}$$

$$Q= 0.0132 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$V=0.396 \text{ m}^3$$

**MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL**  
**CAPÍTULO VII MEMORIA DE CÁLCULO.**

**B) Calculo del ancho y largo del tanque de contacto de cloro.**

Considerando un tirante útil de: 0.4

$$A = \frac{V}{h}$$

$$A = 0.99m^2$$

Considerando una relación Largo. Ancho 2: 1

$$A = a \times b \quad \longrightarrow \quad \text{si } b = 2a$$

$$2a^2 = A \quad \longrightarrow \quad a = \sqrt{\frac{A}{2}}$$

$$a = 0.7036m$$

$$L = 1.407$$

Las dimensiones del tanque serán:

**Tabla 7.49.- Dimensiones del Tanque de Contacto de Cloro PTAR Yolon Chaton.**

Concepto	cantidad	Unidad
Ancho del canal	0.7	m
Largo del canal	1.5	m
tirante de operación	0.5	m
bordo libre	0.5	m
Profundidad	1.0	m

Para propiciar la mezcla adecuada y garantizar el tiempo necesario para que el cloro actúe, se considera la instalación de mamparas deflectoras en el interior del tanque de contacto de cloro las mamparas serán para propiciar el flujo horizontal y la separación de cada mampara será de 0.35 y 0.42 m. respectivamente.

### 7.3.5 Diseño del sistema de secado de lodos

#### 7.3.5.1 Lecho de secado de lodos.

La cantidad de lodo generado en este tipo de sistemas de procesos anaerobios varían de acuerdo con los factores de producción (calidad del agua) y frecuencia de retiro.

Se considera que el lodo acumulado se debe retirar cuando estos alcancen una altura de 50 cm en el interior de los digestores lo que se estima ocurre aproximadamente en un año.

$$h_{lodo} = 0.5 m$$

**MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL**  
**CAPÍTULO VII MEMORIA DE CÁLCULO.**

Por lo que al volumen de lodo será:

$$Vol._{lodo} = 5 m \times 2.5m \times 0.5m$$

$$Vol._{lodo} = 6.25 m^3$$

Es decir que en total el volumen estimado de lodo generado será de: **6.25 m<sup>3</sup>**

Considerando que este lodo se retire en un periodo de 3 días

Volumen que se almacenará:

$$Vol._{lodo\ alm.} = 2.08 m^3$$

Para el deshidratado de lodos se considera la utilización un lecho de secado con las siguientes características:

**Tabla 7.50.- Consideraciones de diseño del Lecho de Secado “Yolon Casa Ejidal”.**

<b>Concepto</b>	<b>cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Espesor de grava	0.30	m
Espesor de arena	0.25	m
Altura útil	0.6	m
Bordo libre	0.30	m
Altura total	1.45	m

Las dimensiones del tanque donde se alojaran los lechos de arena para secado de lodos serán:

**7.51.- Dimensiones del Lecho de secado de lodos.**

<b>Concepto</b>	<b>cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Largo	2.00	m
Ancho	2.00	m
Tirante útil	0.60	m

Por lo tanto el volumen total del tanque con lecho de arena será:

$$Vol. = 2.0m \times 2m \times 0.6m$$

$$Vol. = 2.4 m^3$$

Volumen que es mayor al estimado, por lo que se considera adecuado.

## **CAPÍTULO VIII**

### **CONCLUSIONES.**

El análisis de las alternativas para el tratamiento de la localidad de proyecto ejecutivo del sistema de tratamiento de aguas residuales de Yaxgemel Unión, Municipio de Chenalhó, Chiapas, considerando los factores económicos y topográficos nos llevaron a realizar el diseño un sistema de tratamiento consistente en un pretratamiento, tratamiento primario a base de un digestor anaerobio, tratamiento secundario, por medio de un filtro anaerobio. Y desinfección por medio de hipoclorito de sodio.

Dada la configuración topográfica de la localidad, se diseñaron tres Plantas de tratamiento, para dar cobertura al 100% de la población.

Se elaboró una memoria de cálculo para definir las dimensiones da cada una de las unidades que conforman el sistema de tratamiento, considerando los factores diseño de cada unidad y los parámetros de diseño en el caso particular de cada planta.

Se cumple con los alcances propuestos al diseñar un sistema económico libre de equipos electromecánicos y de operación sencilla.

El tren tratamiento diseñado garantiza que los parámetros de la calidad del agua de efluente se encontraran dentro de los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-1996.

Finalmente el proyecto fue realizado de acuerdo a los términos de referencia establecidos por la CONAGUA, por lo que este proyecto podrá ser utilizado como referencia para proyectos con características similares que tengan que ser evaluados y aprobados por este Comisión.

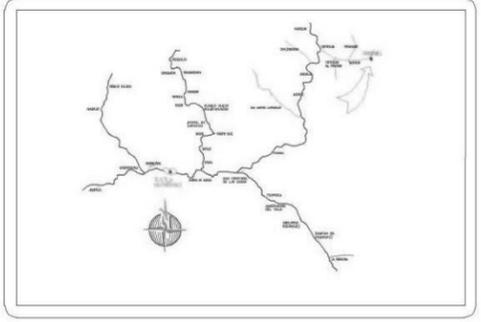
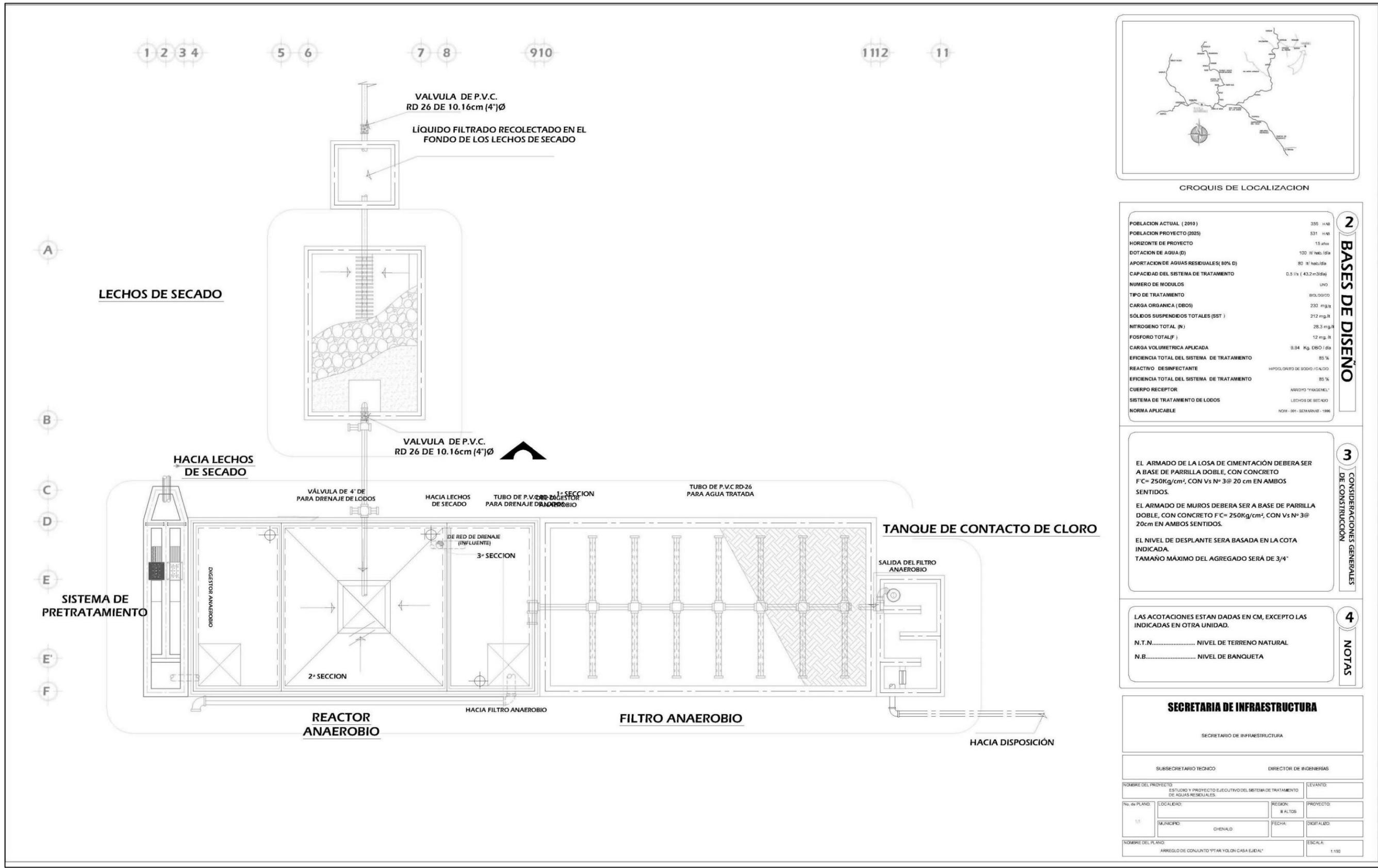
**MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL**

**CAPÍTULO IX PLANOS.**

**CAPÍTULO IX**

**PLANOS**

MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL  
CAPÍTULO IX PLANOS.



**2 BASES DE DISEÑO**

POBLACION ACTUAL (2010)	350 HAB
POBLACION PROYECTO (2025)	531 HAB
HORIZONTE DE PROYECTO	15 años
DOTACION DE AGUA (D)	100 lit/hab./día
APORTACION DE AGUAS RESIDUALES (80% D)	80 lit/hab./día
CAPACIDAD DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO	0.5 l/s ( 43.2 m <sup>3</sup> /día)
NUMERO DE MODULOS	UNO
TIPO DE TRATAMIENTO	BIOLÓGICO
CARGA ORGANICA ( DBO5)	230 mg/lit
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (SST)	212 mg/lit
NITROGENO TOTAL (N)	28.3 mg/lit
FOSFORO TOTAL (P)	12 mg/lit
CARGA VOLUMETRICA APLICADA	9.94 Kg. DBO / día
EFICIENCIA TOTAL DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO	85 %
REACTIVO DESINFECTANTE	HPOCLORITO DE SODIO / CALDO
EFICIENCIA TOTAL DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO	85 %
CUERPO RECEPTOR	ARROYO "ANGEMEL"
SISTEMA DE TRATAMIENTO DE Lodos	LECHOS DE SECADO
NORMA APLICABLE	NOM - 901 - SEMARNAT - 1996

**3 CONSIDERACIONES GENERALES DE CONSTRUCCION**

EL ARMADO DE LA LOSA DE CIMENTACIÓN DEBERA SER A BASE DE PARRILLA DOBLE, CON CONCRETO F'c= 250Kg/cm<sup>2</sup>, CON Vs N° 3@ 20 cm EN AMBOS SENTIDOS.

EL ARMADO DE MUROS DEBERA SER A BASE DE PARRILLA DOBLE, CON CONCRETO F'c= 250Kg/cm<sup>2</sup>, CON Vs N° 3@ 20cm EN AMBOS SENTIDOS.

EL NIVEL DE DESPLANTE SERA BASADA EN LA COTA INDICADA.

TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO SERÁ DE 3/4"

**4 NOTAS**

LAS ACOTACIONES ESTAN DADAS EN CM, EXCEPTO LAS INDICADAS EN OTRA UNIDAD.

N.T.N..... NIVEL DE TERRENO NATURAL

N.B..... NIVEL DE BANQUETA

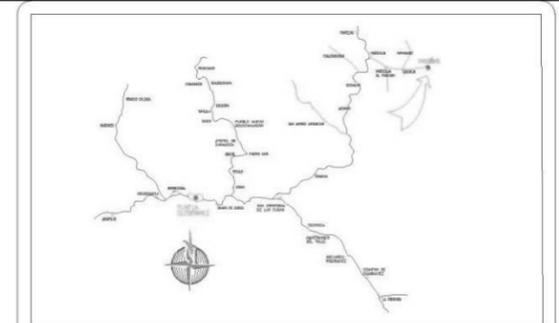
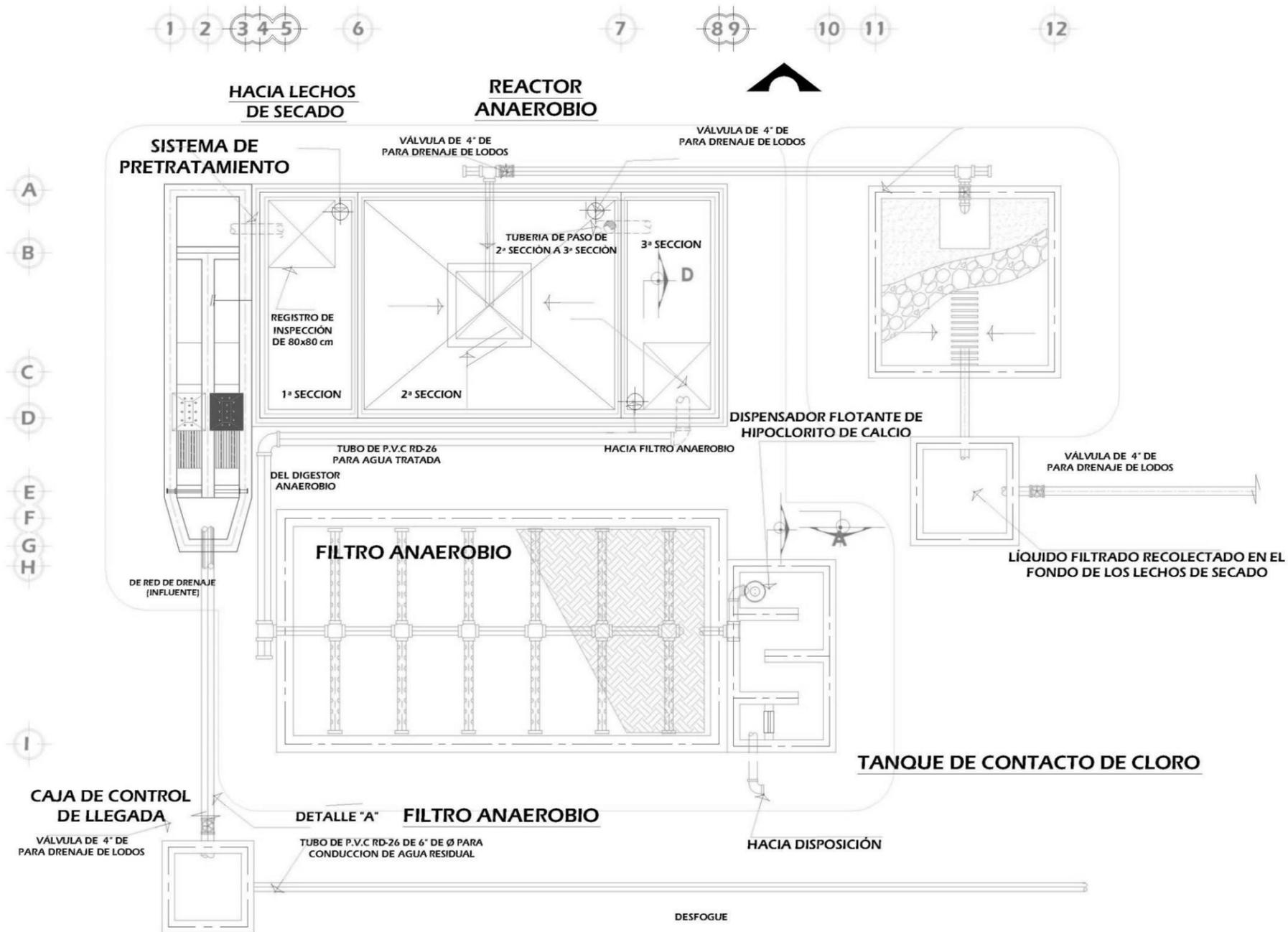
**SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA**

SECRETARIO DE INFRAESTRUCTURA

SUBSECRETARIO TECNICO      DIRECTOR DE INGENIERIAS

NOMBRE DEL PROYECTO: ESTUDIO Y PROYECTO EJECUTIVO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.		LEVANTO:	
No. de PLANO:	LOCALIDAD:	REGION:	PROYECTO:
1/1	MUNICIPIO: CHENALÓ	II ALTO	
NOMBRE DEL PLANO: ARRREGLO DE CONJUNTO "PTAR YOLCHÍ CASA EJIDAL"		FECHA:	DIBUJANTE:
		ESCALA:	1:150

MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL  
CAPÍTULO IX PLANOS.



BASES DE DISEÑO	
POBLACION ACTUAL (2010)	185 HAB
POBLACION PROYECTO (2025)	276 HAB
HORIZONTE DE PROYECTO	15 años
DOTACION DE AGUA (D)	100 l/hab./día
APORTACION DE AGUAS RESIDUALES (80% D)	80 l/hab./día
CAPACIDAD DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO	0.26 l/s (22.5 m <sup>3</sup> /día)
NUMERO DE MODULOS	UNO
TIPO DE TRATAMIENTO	BIOLOGICO
CARGA ORGANICA (DBO5)	230 mg/l
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (SST)	212 mg/l
NITROGENO TOTAL (N)	28.3 mg/l
FOSFORO TOTAL (P)	12 mg/l
CARGA VOLUMETRICA APLICADA	5.175 Kg DBO / día
EFICIENCIA TOTAL DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO	85 %
REACTIVO DESINFECTANTE	HIPOCLORITO DE SODIO / CALCIO
EFICIENCIA TOTAL DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO	85 %
CUERPO RECEPTOR	ARROYO "YAXGEMEL"
SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LODOS	LECHOS DE SECADO
NORMA APLICABLE	NOM - 004- SEMARNAT- 1996

**3 CONSIDERACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN**

EL ARMADO DE LA LOSA DE CIMENTACIÓN DEBERA SER A BASE DE PARRILLA DOBLE, CON CONCRETO F' C= 250Kg/cm<sup>2</sup>, CON Vs N° 3@ 20 cm EN AMBOS SENTIDOS.

EL ARMADO DE MUROS DEBERA SER A BASE DE PARRILLA DOBLE, CON CONCRETO F' C= 250Kg/cm<sup>2</sup>, CON Vs N° 3@ 20cm EN AMBOS SENTIDOS.

EL NIVEL DE DESPLANTE SERA BASADA EN LA COTA INDICADA.

TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO SERÁ DE 3/4"

**4 NOTAS**

LAS ACOTACIONES ESTAN DADAS EN CM, EXCEPTO LAS INDICADAS EN OTRA UNIDAD.

N.T.N..... NIVEL DE TERRENO NATURAL

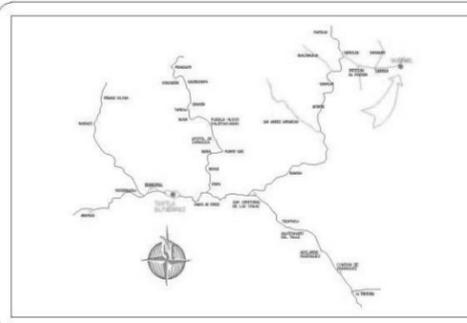
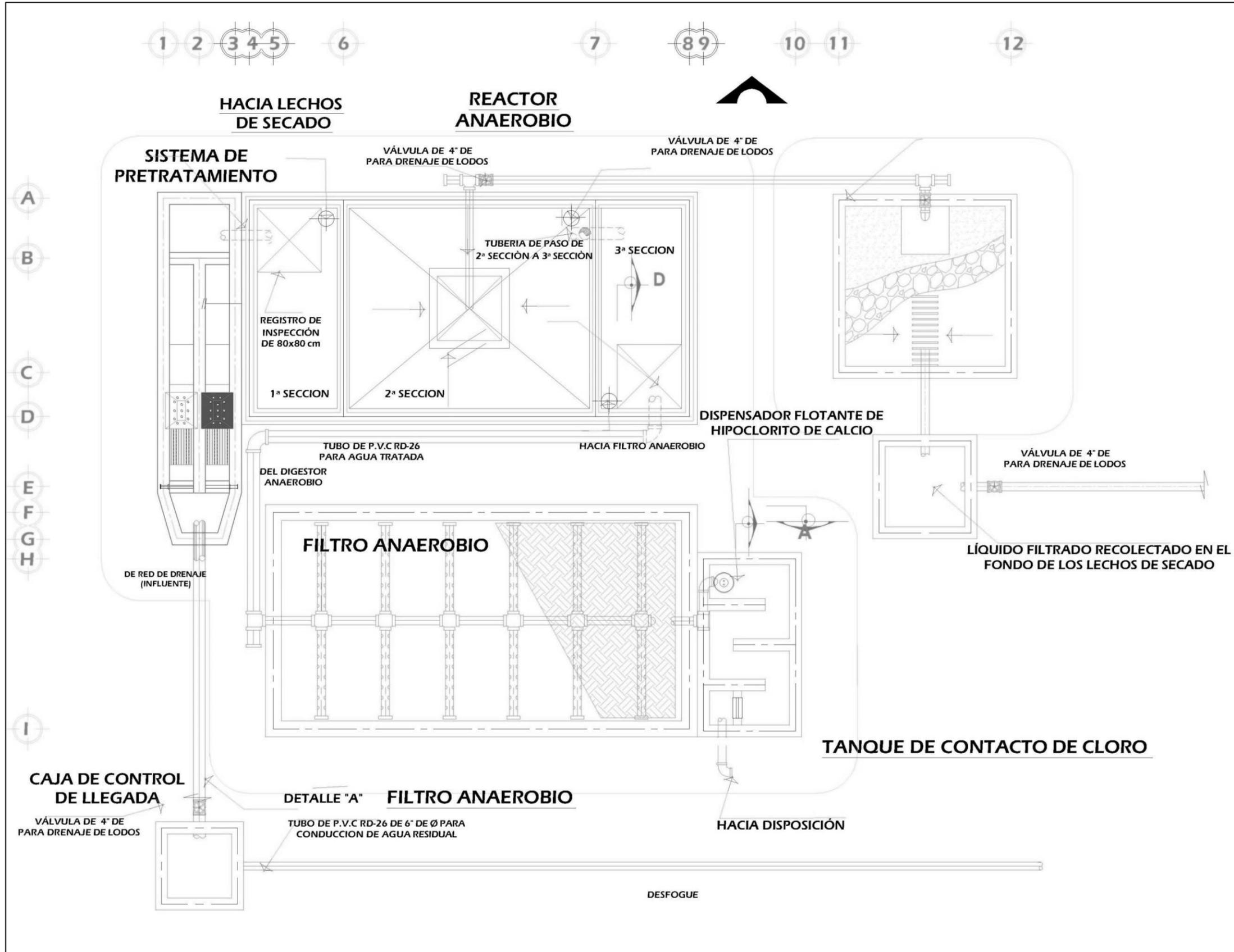
N.B..... NIVEL DE BANQUETA

**SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA**

SUBSECRETARIO TECNICO      DIRECTOR DE INGENIERIAS

NOMBRE DEL PROYECTO: ESTUDIO Y PROYECTO EJECUTIVO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.		LEVANTO:
Nº. de PLANO:	LOCALIDAD: YAXGEMEL UNIÓN	REGION: II ALTOS
MUNICIPIO: CHENALO	FECHA: NOV-2010	PROYECTO:
NOMBRE DEL PLANO: ARREGLO DE CONJUNTO "PTAR YOKON PUENTE"		ESCALA: 1:150

MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL  
CAPÍTULO IX PLANOS.



POBLACION ACTUAL (2010)	162 HAB
POBLACION PROYECTO (2025)	242 HAB
HORIZONTE DE PROYECTO	15 años
DOTACION DE AGUA (D)	100 l/hab.día
APORTACION DE AGUAS RESIDUALES(80% D)	80 l/hab.día
CAPACIDAD DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO	0.22 l/s ( 19.01 m3/día)
NUMERO DE MODULOS	UNO
TIPO DE TRATAMIENTO	BIOLOGICO
CARGA ORGANICA ( DBO5)	230 mg/l
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (SST )	212 mg/l
NITROGENO TOTAL ( N )	28.3 mg/l
FOSFORO TOTAL(F )	12 mg/l
CARGA VOLUMETRICA APLICADA	4.4 Kg DBO / día
EFICIENCIA TOTAL DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO	85 %
REACTIVO DESINFECTANTE	HIPOCLORITO DE SODIO / CALDO
EFICIENCIA TOTAL DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO	85 %
CUERPO RECEPTOR	SUMIDERO NATURAL
SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LODOS	LECHOS DE SECADO
NORMA APLICABLE	NOM - 001 - SEMARNAT - 1996

EL ARMADO DE LA LOSA DE CIMENTACIÓN DEBERA SER A BASE DE PARRILLA DOBLE, CON CONCRETO F'c= 250Kg/cm², CON Vs Nº 3@ 20 cm EN AMBOS SENTIDOS.

EL ARMADO DE MUROS DEBERA SER A BASE DE PARRILLA DOBLE, CON CONCRETO F'c= 250Kg/cm², CON Vs Nº 3@ 20cm EN AMBOS SENTIDOS.

EL NIVEL DE DESPLANTE SERA BASADA EN LA COTA INDICADA.

TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO SERÁ DE 3/4"

LAS ACOTACIONES ESTAN DADAS EN CM, EXCEPTO LAS INDICADAS EN OTRA UNIDAD.

N.T.N..... NIVEL DE TERRENO NATURAL

N.B..... NIVEL DE BANQUETA

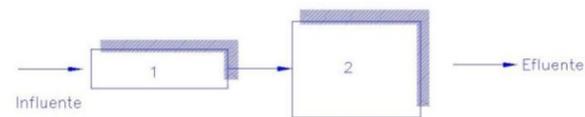
**SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA**  
SECRETARIO DE INFRAESTRUCTURA

SUBSECRETARIO TECNICO DIRECTOR DE INGENIERIAS

NOMBRE DEL PROYECTO:		LEVANTO:	
ESTUDIO Y PROYECTO EJECUTIVO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.			
Nº. de PLANO:	LOCALIDAD:	REGION:	PROYECTO:
1/1	YAXGEMEL UNION	II ALTOS	
	MUNICIPIO:	FECHA:	DIGITALIZO:
	CHEMALO	NOV-2010	
NOMBRE DEL PLANO:			ESCALA:
ARRREGLO DE CONJUNTO "PTAR YOLON CHATON"			1:1

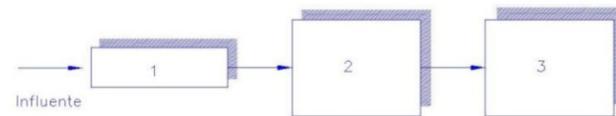
## ALTERNATIVAS PARA EL TRATAMIENTO DEL AGUA RESIDUAL PARA LA LOCALIDAD DE YAXGEMEL UNIÓN, MUNICIPIO DE CHENALHO, CHIAPAS.

A. PRETRAAAMIENTO CON TANQUE IMHOFF.



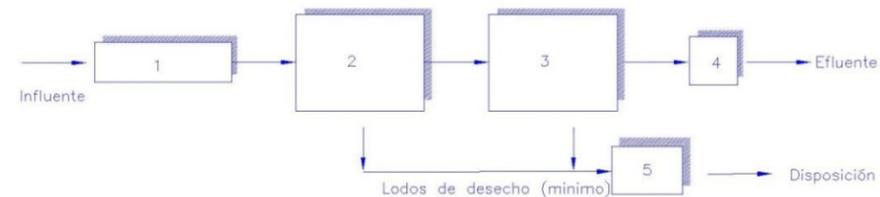
- 1 Pretratamiento, rejillas y desarenador
- 2 Tanque Imhoff

B. FOSA SEPTICA Y CAMPO DE ABSORCIÓN



- 1 Pretratamiento, rejillas y desarenador
- 2 Fosa Septica
- 3 Campo de absorcion

C. REACTOR ANAEROBIO SEGUIDO DE FILTRO ANAEROBIO DE FLUJO ASCENDENTE



- 1 Pretratamiento, rejillas y desarenador
- 2 Reactor Anaerobio
- 3 Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente
- 4 Sistema de Desinfección
- 5 Lecho de Secado

VENTAJAS Y DESVENTEJAS DE LAS ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL

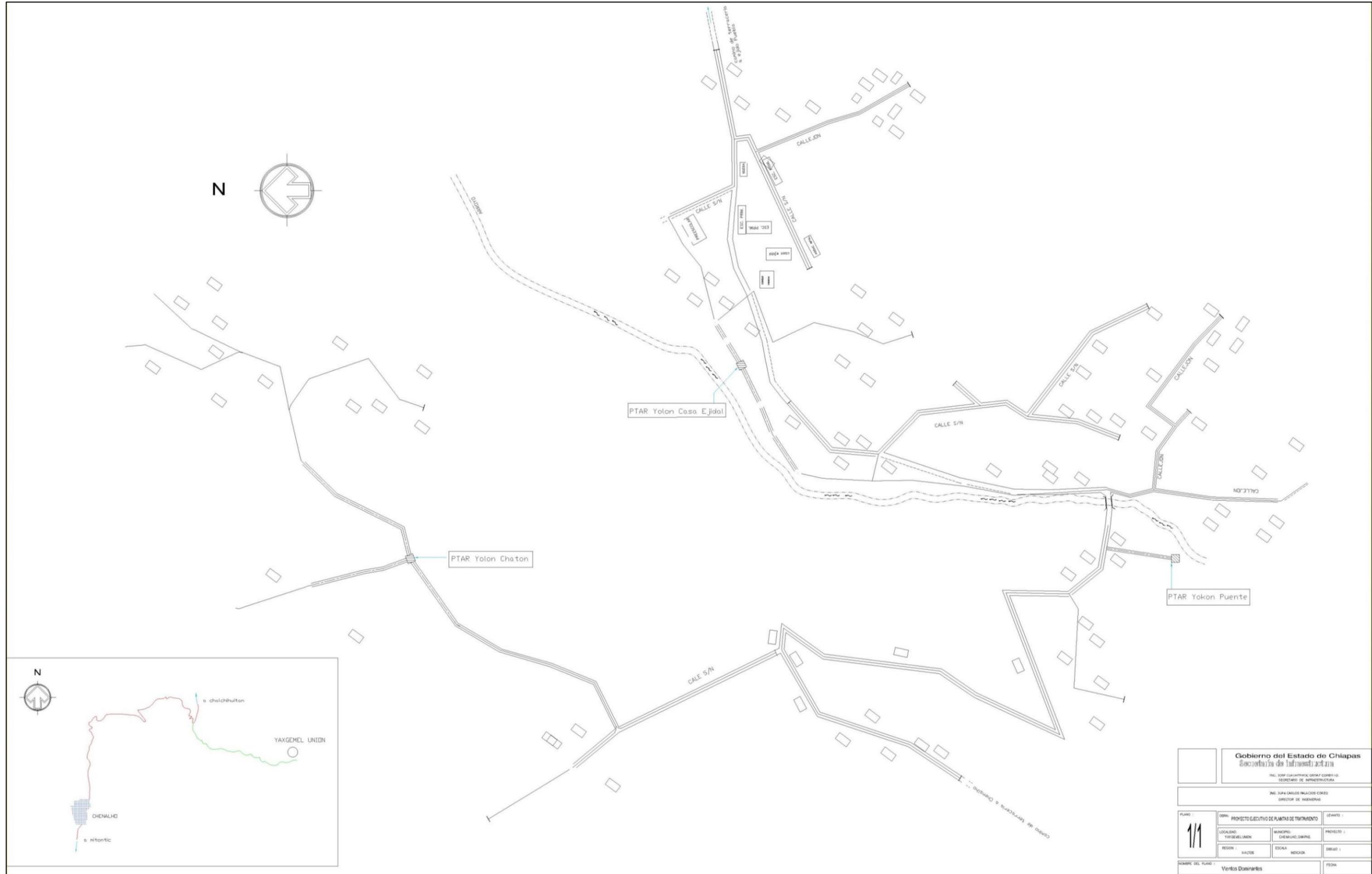
CONCEPTO	ALTERNATIVA		
	" A "	" B "	" C "
	Pretratamiento seguido de Tanque Imhoff	Fosa septica seguido de campo de absorción	Reactor anaerobio y Filtro anaerobio
1. Requiere pretratamiento	SI	SI	SI
2. Requiere de bombeo de agua residual	NO	NO	SI
3. Requiere de energia electrica para llevar a cabo el proceso	NO	NO	SI
4. Personal tecnico cali-ficado para operacion	NO	NO	SI
5. Requiere de mante-nimiento riguroso	NO	NO	SI
6. Generacion de lodos de desecho	Baja	Baja	Baja
7. Comportamiento del proceso con variaciones de flujo en el afluente	Regular	Buena	Regular
8. Remoción de DBO <sub>5</sub>	Regular	Buena	Buena
9. Capacidad para sopor-tar incrementos en carga organica	Buena	Buena	Buena
10. Impacto al ambiente	Olores (cuando se sobrecargan)	Pocos olores	Pocos Olores
11. Requerimiento de area	Media	Baja	Baja
12. Topografia	Terreno nivelado	Terreno nivelado o accidentado	Terreno nivelado o accidentado
13. Susceptibilidad a ampliar por modulos	Complicado	Si es posible	Si es posible
14. Subproductos obtenidos	Agua para riego y lodo minimo	Agua para riego y lodo (minimo)	Agua para riego y lodo (minimo)
15. Area requerida	Poca (400 m2 Aprox.)	Alta (5000 m2 Aprox.)	Poca (400 m2 Aprox.)

### ALTERNATIVA

#### COSTOS DE INVERSION

	" A "	" B "	" C "
	Pretratamiento - Tanque Imhoff	Fosa septica seguida de Campo de Absorción	Reactor anaerobio seguido de filtro anaerobio de flujo asc.
Suma inversion inicial estimada (sin considerar costo del terreno)	3,650,000.00	4,402,480.21	3,907,646.00
HP instalados para operacion	0	0	0
Costo por m <sup>3</sup> concepto de operacion	2.56	2.75	2.75

MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL  
 CAPÍTULO IX PLANOS.



## MEMORIA DE LA PRACTICA PROFESIONAL

### CAPITULO X BIBLIOGRAFÍA.

## CAPITULO X

### BIBLIOGRAFÍA.

- Comisión Nacional de Agua, 2009, *Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*, Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Hidráulicos.
- Comisión Nacional de Agua, 2010, *Normas Oficiales Mexicanas*, Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Hidráulicos.
- Comisión Nacional de Agua, 2007, *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*, Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Hidráulicos.
- Comité Estatal de Información Estadística y Geográfica del Estado de Chiapas, *Perfiles Municipales*, [www.ceieg.chiapas.gob.mx](http://www.ceieg.chiapas.gob.mx)
- INEGI, *Resultados Definitivos, Chiapas XII Censo General de Población y Vivienda 2000*. [www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx)
- Metcalf & Eddy inc, 1996, *Ingeniería de Aguas Residuales, Tratamiento, Vertido y Reutilización*, tercera edición, Graw-Hill, México.
- Loyola Robles Adalberto, Vega Gonzales Eduardo, Ramos Hernández Judith G., Calderón Mólgora Cesar, 2000, *Alternativas de Tratamiento de Aguas Residuales*, Coordinación de Desarrollo Profesional e Institucional, IMTA.
- Secretaria de Recursos Hidráulicos (SRH). (1976). *Sistemas económicos de tratamiento de aguas residuales adecuados a las condiciones nacionales*. Subsecretaria de Planeación. México, D.F