



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO  
SANITARIO DE LA ALDEA SABANA GRANDE Y DISEÑO  
DEL PUESTO DE SALUD DE LA ALDEA SAN MIGUEL  
DEL MUNICIPIO DE CHIQUIMULA**

**Dany René Galdámez Orantes**

**Asesorado por: Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta**

**Guatemala, agosto de 2005**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO  
SANITARIO DE LA ALDEA SABANA GRANDE Y DISEÑO  
DEL PUESTO DE SALUD DE LA ALDEA SAN MIGUEL  
DEL MUNICIPIO DE CHIQUIMULA**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

Por

**DANY RENÉ GALDÁMEZ ORANTES**

ASESORADO POR: Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

**AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE**

**INGENIERO CIVIL**

**GUATEMALA, AGOSTO DE 2005**



# UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



## FACULTAD DE INGENIERÍA

### NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	
VOCAL II	Lic. Amaham Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

### TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. Carlos Salvador Gordillo
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
EXAMINADORA	Ing. Christa Classon de Pinto
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA SABANA GRANDE Y DISEÑO DEL PUESTO DE SALUD DE LA ALDEA SAN MIGUEL DEL MUNICIPIO DE CHIQUIMULA**

Tema que fuera aprobado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 18 de abril de 2005.

Dany René Galdamez Orantes

## **AGRADECIMIENTOS A:**

**DIOS**

Por permitirme perseguir mis sueños y darme la capacidad, paciencia y fuerza para perseverar hasta alcanzarlos.

**MI PADRE (Q.E.P.D.)**

Por apoyarme en mis decisiones y señalarme el camino correcto para poder culminar mis estudios profesionales.

**MI MADRE (Q.E.P.D.)**

Por su comprensión, paciencia y apoyo, y por saber formar en mí los atributos necesarios para alcanzar mis metas.

**MIS HERMANOS**

Por todos los consejos y apoyo que esperaba encontrar en ellos.

**ING. MANUEL ALFREDO  
ARRIVILLAGA OCHAETA**

Por su valiosa colaboración al asesorarme en mi trabajo de graduación, dándome la guía necesaria para conducirme durante mi EPS.

**LAS FAMILIAS  
QUINTANA GALDÁMEZ  
GALDÁMEZ SAMAYOA Y  
CALLÉN VALDÉS**

Por recibirme en el seno de su hogar y haber sabido compartir el calor de una familia.

**MIS FAMILIARES**

Por su apoyo.

**MI NOVIA**

Por su apoyo y paciencia incondicional.

**REPRESENTACIONES C.E.M.  
Y A RUDY CIENFUEGOS**

Por su valiosa colaboración para culminar este trabajo de graduación.

**LA DIRECCIÓN GENERAL  
DE CAMINOS, ZONA VIAL  
No. 8**

Por su colaboración y apoyo desinteresado durante mi E.P.S.

**LA MUNICIPALIDAD DE  
CHIQUMULA, Y A LA  
OFICINA MUNICIPAL DE  
PLANIFICACIÓN**

Por darme la oportunidad de realizar mi E.P.S. y por su colaboración incondicional.

**LA AMISTAD DE  
COMPAÑEROS DE TRABAJO  
EN LA MUNICIPALIDAD DE  
CHIQUMULA**

Por estrechar amistad y compañerismo durante el transcurso de mi EPS.

**MIS AMIGOS**

Que sin hacer mención, saben de mi gratitud, amistad, aprecio y admiración.

**MIS COMPAÑEROS  
ESTUDIO**

Por la amistad y ayuda proporcionada al **DE** recorrer juntos los caminos del saber.

## **ACTO QUE DEDICO A:**

**MIS PADRES**  
**(En especial)**

**Gustavo René Galdámez Durán (Q.E.P.D.).**  
**Olga Otilia Orantes de Galdámez (Q.E.P.D.).**

**MIS HERMANOS**

**Nancy Lisbeth Galdámez Orantes de Quintana.**  
**Gerardo Gustavo Galdámez Orantes.**  
**Erick Alberto Galdámez Orantes.**

**MI FAMILIA EN GENERAL**

**AMIGOS Y COMPAÑEROS**

**LA FACULTAD DE INGENIERÍA**

**LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS.....	X
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	XI
LISTA DE SÍMBOLOS.....	XII
GLOSARIO.....	XVI
RESUMEN.....	XXV
OBJETIVOS.....	XXVI
INTRODUCCIÓN.....	XXVII

### 1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ALDEA SABANA GRANDE

1.1. Antecedentes históricos.....	1
1.2. Características geográficas.....	1
1.2.1. Localización.....	1
1.2.2. Ubicación geográfica y colindancias .....	2
1.2.3. Vías de acceso.....	2
1.2.4. Topografía.....	2
1.2.5. Clima e hidrografía.....	2
1.3. Características económicas.....	3
1.3.1. Producción agropecuaria.....	3
1.3.2. Actividad comercial.....	4
1.3.3. Actividad industrial.....	4
1.4. Características socioculturales.....	4
1.4.1. Población.....	4
1.4.2. División política.....	4
1.4.3. Educación.....	5

1.4.4.	Servicios básicos existentes.....	5
--------	-----------------------------------	---

## **2. CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

2.1.	Estudio topográfico.....	6
2.1.1.	Altimetría.....	6
2.1.2.	Planimetría.....	6
2.2.	Población futura.....	6
2.3.	Período de diseño.....	7
2.4.	Diseño del sistema de alcantarillado sanitario.....	7
2.4.1.	Partes de un sistema de alcantarillado.....	7
2.4.1.1.	Alcantarillas.....	7
2.4.1.1.1.	Sistema de alcantarillado sanitario.....	8
2.4.1.2.	Pozos de visita.....	8
2.4.1.3.	Conexión domiciliar.....	8
2.5.	Cálculo de caudales.....	9
2.5.1.	Consideraciones generales.....	9
2.5.1.1.	Caudal.....	9
2.5.1.2.	Tirante.....	9
2.5.1.3.	Velocidad de flujo.....	9
2.5.1.4.	Velocidad de arrastre.....	10
2.5.1.5.	Caudal domiciliar.....	10

2.5.1.6.	Caudal de conexiones ilícitas.....	11
2.5.1.7.	Caudal de infiltración.....	12
2.5.1.8.	Caudal comercial.....	12
2.5.1.9.	Caudal industrial.....	13
2.5.1.10.	Factor de caudal medio.....	13
2.5.1.11.	Factor de Harmond.....	14
2.5.1.12.	Caudal de diseño.....	15
2.5.2.	Pendientes máximas y mínimas.....	15
2.5.3.	Principios hidráulicos.....	16
2.5.3.1.	Ecuación de Manning para flujo en canales.....	16
2.5.3.2.	Ecuación a sección llena.....	17
2.5.3.3.	Ecuación a sección parcialmente llena.....	18
2.5.3.4.	Relaciones hidráulicas.....	19
2.5.4.	Cálculo de cotas invert.....	22
2.5.5.	Diámetros de tubería.....	23
2.5.6.	Factor de rugosidad .....	23
2.5.7.	Pozos de visita.....	24
2.5.7.1.	Especificaciones de colocación.....	25
2.5.7.2.	Especificaciones físicas .....	26
2.5.7.3.	Conexiones domiciliarias.....	26
2.5.7.4.	Profundidad de tubería.....	27
2.5.7.4.1.	Normas y recomendaciones.....	27
2.5.8.	Volumen de excavación.....	28

### **3. DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA SABANA GRANDE**

3.1.	Especificaciones técnicas.....	29
3.2.	Ejemplo de cálculo de un ramal.....	31
3.3.	Tratamiento de aguas residuales.....	41
3.3.1.	Importancia del tratamiento de aguas residuales.....	41
3.3.2.	Proceso de tratamiento.....	42
3.3.2.1.	Tratamiento preliminar.....	42
3.3.2.2.	Tratamiento primario.....	42
3.3.2.3.	Tratamiento secundario.....	43
3.3.2.4.	Tratamiento terciario.....	44
3.3.2.5.	Desinfección.....	44
3.3.2.6.	Disposición de lodos.....	44
3.4.	Desfogue.....	45
3.5.	Propuesta de tratamiento .....	46

### **4. IMPACTO AMBIENTAL**

4.1.	Impacto ambiental.....	48
4.1.1.	Sistema de evaluación de impacto ambiental.....	48
4.1.2.	Aspectos cubiertos por estudios de impacto ambiental.....	50
4.2.	Presentación y alcances.....	51
4.2.1.	Propósito y antecedentes .....	51
4.2.2.	La evaluación ambiental de proyectos.....	51
4.3.	Descripción general de las alternativas de tratamiento de mayor aplicabilidad.....	52
4.4.	Área de influencia y línea de base.....	52

4.1.1.	Consideraciones técnicas.....	52
4.1.2.	Análisis de localización.....	53
4.5.	Impactos sobre los componentes de la línea de base.....	54
4.6.	Definición de actividades relevantes en las distintas etapas del proyecto.....	54
4.6.1.	Etapas de habilitación y construcción.....	54
4.6.2.	Etapas de operación de la planta de tratamiento...	55
4.6.3.	Etapas de abandono de la planta de tratamiento...	55
4.6.4.	Etapas de construcción.....	56
4.7.	Identificación de potenciales impactos ambientales.....	56
4.7.1.	Etapas de operación.....	56
4.7.2.	Etapas de abandono.....	57
4.8.	Medidas de mitigación a considerar en el análisis de alternativas de tratamiento de aguas residuales.....	57
4.8.1.	Etapas de construcción.....	58
4.8.2.	Etapas de operación.....	58
4.9.	Consideraciones ambientales en el proyecto de ingeniería de la alternativa seleccionada.....	60

## **5. CUANTIFICACIÓN Y PRESUPUESTO DEL PROYECTO**

5.1.	Presupuesto.....	62
5.1.1.	Línea central.....	62
5.1.2.	Conexiones domiciliarias.....	63
5.1.3.	Pozos de visita.....	64
5.1.4.	Obras accesorias.....	65
5.2.	Resumen.....	65
5.2.1.	Materiales de construcción.....	65
5.2.2.	Mano de obra.....	65
5.2.3.	Costos por renglón.....	66

## **6. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ALDEA SAN MIGUEL**

6.1.	Antecedentes históricos.....	67
6.2.	Características geográficas.....	67
6.2.1.	Extensión territorial.....	67
6.2.2.	Ubicación geográfica.....	67
6.2.3.	Vías de acceso.....	67
6.2.4.	Relieve del suelo.....	68
6.2.5.	Tipos de suelo.....	68
6.2.6.	Límites y colindancias.....	68
6.2.7.	Clima.....	68
6.3.	Características económicas.....	69
6.3.1.	Actividad comercial.....	69
6.4.	Características socioculturales.....	69
6.4.1.	Población.....	69
6.4.2.	Etnia, religión y costumbres.....	69
6.4.3.	Idioma.....	70
6.4.4.	Educación.....	70
6.4.5.	Energía eléctrica.....	70
6.4.6.	Agua potable.....	70
6.4.7.	Drenajes.....	70

## **7. CRITERIOS DE DISEÑO DE PUESTO DE SALUD**

7.1.	Puesto de salud.....	71
7.2.	Cobertura.....	71
7.3.	Recurso humano.....	71
7.4.	Programas.....	71
7.5.	Servicios.....	71

7.6.	Ambientes.....	72
7.7.	Disposiciones particulares.....	72
7.7.1.	Ubicación del puesto de salud.....	72
7.7.2.	Selección del terreno.....	73
7.7.2.1.	Localización.....	73
7.7.2.2.	Características físicas.....	73
7.7.2.2.1.	Forma del terreno.....	73
7.7.2.2.2.	Dimensión.....	73
7.7.2.2.3.	Altimetría y topografía.....	73
7.7.2.2.4.	Condiciones mecánicas y físicas.....	74
7.7.2.3.	Situación legal.....	74
7.7.3.	Programa médico – arquitectónico.....	75
7.7.3.1.	Necesidades médicas.....	75
7.7.3.2.	Espacio arquitectónico.....	76
7.7.3.2.1.	Acceso.....	76
7.7.3.2.2.	Sala de espera.....	76
7.7.3.2.3.	Sala de consulta.....	77
7.7.3.2.4.	Hipodermia.....	77
7.7.3.2.5.	Servicio sanitario .....	77
7.7.3.2.6.	Bodega .....	78
7.7.3.2.7.	Bodega de limpieza.....	78
7.7.4.	Diseño.....	78
7.7.4.1.	Zonificación.....	78
7.7.4.2.	Dimensionamiento.....	79
7.7.4.2.1.	Sala de espera.....	79
7.7.4.2.2.	Sala de consulta.....	79
7.7.4.2.3.	Hipodermia.....	79
7.7.4.2.4.	Servicio sanitario.....	79

7.7.4.2.5.	Bodega.....	80
7.7.4.2.6.	Bodega de limpieza.....	80
7.7.4.3.	Elementos divisorios.....	80
7.7.4.4.	Instalaciones.....	80
7.7.4.4.1.	Agua potable.....	81
7.7.4.4.2.	Disposición de excretas...	81
7.7.4.4.3.	Energía eléctrica.....	81
7.7.4.5.	Acabados.....	82
7.7.4.5.1.	Muros.....	82
7.7.4.5.2.	Pisos.....	83
7.7.4.5.3.	Techos.....	83
7.7.4.5.4.	Puertas.....	83
7.7.4.5.5.	Ventanas.....	83
7.7.4.6.	Mobiliario y equipo.....	83

## **8. SISTEMA Y MÉTODOS CONSTRUCTIVOS**

8.1.	Cimentación.....	84
8.2.	Muros.....	84
8.3.	Techo.....	84
8.4.	Pisos.....	84
8.5.	Instalaciones básicas.....	85
8.6.	Agua potable.....	85
8.7.	Electricidad.....	85

## **9. ANÁLISIS Y DISEÑO**

9.1.	Diseño del techo.....	86
9.2.	Diseño de viga central.....	89
9.3.	Diseño del cimiento.....	91
9.4.	Muros de mampostería.....	93

## **10. DESARROLLO DEL PROYECTO**

10.1. Ubicación.....	95
10.2. Terreno.....	95
10.3. Topografía.....	95
10.4. Puesto de salud.....	95
10.5. Costo del puesto de salud.....	95
10.5.1. Costo de materiales.....	104
10.5.2. Mano de obra .....	105
10.5.3. Resumen.....	105
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>107</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>108</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>109</b>
<b>APÉNDICE.....</b>	<b>111</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

I.	Valores permitidos de factor de caudal medio.....	15
II.	Relaciones hidráulicas sección circular.....	21
III.	Factores de rugosidad (n).....	25
IV.	Profundidad mínima de la cota invert (m).....	28
V.	Ancho libre de zanja según profundidad y diámetro.....	29
VI.	Cálculo hidráulico.....	37
VII.	Descarga.....	46
VIII.	Potenciales impactos ambientales y medidas de mitigación.....	60
IX.	Constantes para registro en conexión domiciliar.....	63
X.	Constantes para pozos de visita.....	63
XI.	Presupuesto línea central.....	64
XII.	Presupuesto conexiones domiciliarias.....	65
XIII.	Presupuesto pozos de visita.....	66
XIV.	Costo de obras accesorias.....	67
XV.	Presupuesto materiales de construcción.....	67
XVI.	Presupuesto mano de obra.....	67
XVII.	Costos por renglón.....	68
XVIII.	Características técnicas de láminas .....	88
XIX.	Propiedades de perfiles “C” .....	89
XX.	Presupuesto materiales de construcción.....	106
XXI.	Presupuesto mano de obra.....	107
XXII.	Costos por renglón.....	107

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

1.	Sección del canal.....	17
2.	Área de sección parcialmente llena.....	20
3.	Partes de un pozo de visita.....	26
4.	Perfil tipo "C".....	90
5.	Sección mínima de cimiento corrido.....	94
6.	Sección de cimentación.....	94
7.	Topográfico.....	115
8.	Densidad de vivienda.....	116
9.	Red general.....	117
10.	Planta-perfil.....	118
11.	Detalles de los pozos de visita .....	122
12.	Detalle de caja inicio de tramo.....	123
13.	Detalle de conexión domiciliar.....	124
14.	Disipador de energía.....	125
15.	Planta arquitectónica y acotada.....	126
16.	Planta de acabados.....	127
17.	Elevaciones y secciones.....	128
18.	Planta de cimentación y columnas.....	129
19.	Cortes de muro.....	130
20.	Planta de techos .....	131
21.	Planta de instalaciones hidráulicas y sanitarias.....	132
22.	Planta de iluminación y fuerza.....	133

## LISTA DE SÍMBOLOS

r.	Tasa de crecimiento de la población.
v .	Velocidad del flujo en la alcantarilla.
V.	Velocidad del flujo a sección llena.
d.	Altura del tirante de agua en la alcantarilla.
D.	Diámetro de la tubería.
a.	Área que ocupa el tirante de agua en la alcantarilla.
q.	Caudal de diseño.
Q.	Caudal a sección llena de la tubería.
v/V.	Relación de velocidades.
d/D.	Relación de diámetros.
a/A.	Relación de alturas.
q/Q.	Relación de caudales.
I.	Intensidad de lluvia.
C.	Coefficiente de escorrentía de una superficie.
FH.	Factor de <i>Harmond</i> .
P.	Población.
n.	Coefficiente de rugosidad.
R.	Radio.
S.	Pendiente.
Rh.	Radio hidráulico.
Dist.	Distancia.
l/hab/día.	Litros por habitante por día.
adim.	Adimensional.
m <sup>2</sup>	Metros cuadrados.
m <sup>3</sup>	Metros cúbicos.
hab	Habitantes.

S%	Pendiente en porcentaje.
P.V.	Pozo de visita.
m.	Metros.
P.U.	Precio unitario.
conex.	Conexión.
domic.	Domiciliar.
S.S.	Sólidos en suspensión totales.
Min.	Mínima.
Max.	Máxima.
P.V.C.	Material fabricado a base de cloruro de polivinilo.
Est.	Estación.
P.O.	Punto observado.
km	Kilómetro (s).
INFOM	Instituto de Fomento Municipal.
INSIVUMEH	Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología.
U	Unidad.
D.G.O.P.	Dirección General de Obras Públicas.
∅	Diámetro.
mm	Milímetros.
cm	Centímetros.
kg	Kilogramos.
M	Momento.
W	Carga.
L	Longitud.
mm <sup>2</sup>	Milímetro cuadrado.
cm <sup>2</sup>	Centímetro cuadrado.
cm <sup>3</sup>	Centímetro cúbico.
h	Altura.

b	Base.
“	Pulgadas.
$W_{total}$	Carga total.
$W_{viva}$	Carga viva.
$W_{lámina}$	Carga de lámina.
$W_{viento}$	Carga de viento.
$W_{costanera}$	Carga de la costanera.
P	Peso.
$W_{block}$	Carga de bloque.
$W_{solera}$	Carga de solera.
$W_{columna}$	Carga de columna.
$W_{techo}$	Carga de techo.
$W_{viva}$	Carga viva.
C.M.	Carga muerta.
C.V.	Carga viva.
F <sub>cu</sub>	Factor de carga última.
W´	Carga de trabajo.
Az	Área de zapata.
Vs	Valor soporte del suelo.
F.H.A.	Fomento de Hipotecas Aseguradas.
$\sigma_s$	Peso específico del suelo.
Funit	Franja unitaria.
$\sigma_c$	Peso específico del concreto.
t	Peralte de cimiento.
$P_t$	Peso total.
q	Presión sobre el suelo.
$q_{Adm.}$	Presión sobre el suelo admisible.
$M_{act.}$	Momento actuante.
As	Área de acero.

$f'_c$	Resistencia del concreto a la compresión.
$f'_y$	Límite de fluencia del acero.
@	A cada.
No.	Número.
$\rho_v$	Refuerzo vertical.
$\rho_h$	Refuerzo horizontal.
$A_{s \text{ min.}}$	Área de acero mínimo.

## GLOSARIO

<b>Azimut:</b>	El azimut verdadero de una visual a un objeto terrestre, es el ángulo formado por su dirección horizontal y la del norte verdadero, determinado de forma astronómica. El azimut se mide en el plano horizontal en el sentido de las agujas del reloj.
<b>Aeróbico:</b>	Condición en la cual hay presencia de aire u oxígeno libre.
<b>Aguas servidas:</b>	Igual a aguas negras.
<b>Anaeróbico:</b>	Condición en la cual hay ausencia de aire u oxígeno libre.
<b>Bacteria:</b>	Grupo de organismos microscópicos unicelulares, rígidos y carentes de clorofila, que desempeñan una serie de procesos de tratamiento, incluyendo: oxidación biológica, digestión, nitrificación y desnitrificación.

<b>Banco de marca:</b>	Es el lugar que tiene un punto fijo, cuya elevación se toma como referencia para determinar la altura de otros puntos.
<b>Candela:</b>	Receptáculo donde se reciben las aguas negras provenientes del interior de la vivienda y que conduce al sistema de drenaje.
<b>Cimiento:</b>	Parte del edificio que está debajo de la tierra, sobre la cual descansa un elemento estructural encargado de recibir pesos de muros, techos, etc., los cuales son transmitidos al suelo.
<b>Canon de agua:</b>	Volumen de agua que se utiliza en un mes en una vivienda (establecido por la Municipalidad).
<b>Coagulación:</b>	Aglomeración de partículas coloidales (<0.001mm.) y dispersas (0.001 a 0.01 mm.) en coágulos visibles, con la adición de un coagulante.

<b>Colector:</b>	Conjunto de tuberías, canales, pozos de visita y obras accesorias que sirven para el desalojo de aguas negras o aguas de lluvia (pluviales).
<b>Coliformes:</b>	Bacterias gram negativas, de forma alargada, capaces de fermentar lactosa, con producción de gas a la temperatura de 35 ó 37 °C (Coliformes totales). Aquellas que tienen las mismas propiedades a la temperatura de 44 ó 44.5 °C se denominan coliformes fecales.
<b>Costanera:</b>	Maderos largos como vigas menores o cuartones, que cargan sobre la viga principal, que forma el caballete de un cubierto o de un edificio
<b>Cota <i>Invert</i>:</b>	Cota o altura de la parte inferior interior del tubo ya instalado.
<b>Demanda bioquímica de oxígeno (DBO):</b>	Cantidad de oxígeno usado en la estabilización de la materia orgánica bajo condiciones de

tiempo y temperatura especificados (generalmente cinco días y 20°C).

**Demanda química de oxígeno (DQO):**

Medida de la cantidad de oxígeno requerido para oxidación química de la materia orgánica (carbonácea) del agua residual, usando como oxidantes sales inorgánicas de permanganato o dicromato en una prueba que dura dos horas.

**Depuración de aguas residuales:**

Término usado para significar la purificación o remoción de sustancias objetables de las aguas residuales, como por ejemplo: DBO, DQO, bacterias, materiales tóxicos, etc. Se aplica exclusivamente a procesos de tratamiento de líquidos. El término tratamiento de aguas residuales es preferible para aplicación a líquidos y lodos.

**Descarga:**

Lugar donde se vierten las aguas negras provenientes de un colector; esta agua tiene que

estar tratada para poder desfogarla.

**Desfogar:**

Salida del agua de desecho en un punto determinado.

**Efluente del emisario:**

Caudal de aguas negras que salen de la alcantarilla.

**Etareos:**

Clasificación por edades y sexos.

**Excretas:**

Residuos de alimento que después de hecha la digestión, despiden el cuerpo por el ano.

**Fétido:**

Que arroja mal olor.

**Filtro percolador:**

Proceso de tratamiento secundario, formado por un medio filtrante de piedra gruesa o de material sintético, sobre el cual se distribuye el agua residual que percola hacia abajo. La película de microorganismos que crece en el medio de contacto metaboliza la materia orgánica del desecho y se desprende, siendo removida en

el proceso de sedimentación secundaria.

**Laguna aeróbica:**

Término a veces utilizado para significar “laguna que oxida la materia orgánica con la presencia de oxígeno por medio de la fotosíntesis”.

**Lagunas facultativas:**

Laguna de coloración verdosa, cuyo contenido de oxígeno varía de acuerdo con la profundidad y hora del día. En el estrato superior de una laguna facultativa primaria existe en comensalismo, entre algas y bacterias en la presencia de oxígeno y en los estratos inferiores se produce una biodegradación anaeróbica de los sólidos sedimentados.

**Lodo activado:**

Lodo recirculado del fondo del sedimentador secundario al tanque de aeración en el proceso de lodos activados, que consiste principalmente de biomasa y con alguna cantidad de sólidos inorgánicos.

<b>Mampostería:</b>	Obra hecha con compuestos (bloque, ladrillo, etc.) colocados y ajustados unos con otros.
<b>Monografía:</b>	Breve descripción sobre las características físicas, económicas, sociales y culturales de una región o pueblo.
<b>Mortero:</b>	Argamasa o mezcla usados en albañilería (arena, cemento).
<b>Parásito:</b>	Organismos protozoarios y helmintos que habitando en el intestino pueden causar enfermedades. Los helmintos pueden ser de forma plana y redonda (nematodos). Estos últimos son los de mayor significación en aguas residuales.
<b>Porcentaje de escorrentía:</b>	Porcentaje del agua pluvial que va a la alcantarilla.
<b>Proceso de lodos activados:</b>	Proceso de tratamiento de aguas residuales en el cual se somete a aeración una mezcla (licor

mezclado) de lodo activado y el agua residual. El licor mezclado es sometido a sedimentación para recirculación y/o disposición del lodo activado.

**Rafa:**

Reactor anaeróbico de flujo ascendente con manto de lodos, en el cual el desecho fluye hacia arriba a través de una zona de manto de lodos.

**Tirante:**

Altura de las aguas negras dentro de la alcantarilla.

**Tratamiento terciario (avanzado):**

Proceso de tratamiento físico-químico o biológico usado para alcanzar un grado de tratamiento superior al de tratamiento secundario. Puede implicar la remoción de varios parámetros como: remoción de sólidos en suspensión (micro cribado, clarificación química, filtración, etc.), remoción de complejos orgánicos disueltos (adsorción, oxidación química, etc.), remoción de compuestos inorgánicos disueltos (destilación,

electro diálisis, intercambio iónico, ósmosis inversa, precipitación química, etc.), remoción de nutrientes (nitrificación-desnitrificación, desgasificación del amoníaco, precipitación química, asimilación biológica, etc.).

**Tratamiento biológico:**

Proceso de tratamiento en los cuales se intensifica la acción de los microorganismos para estabilizar la materia orgánica presente.

**Tratamiento en el terreno:**

Irrigación con aguas residuales parcialmente tratadas (remoción de nematodos intestinales), con el fin de alcanzar una purificación adicional en el suelo y cultivos, los cuales utilizan los nutrientes del agua residual.

## RESUMEN

La necesidad de los habitantes de recibir los servicios básicos en el área rural, se hacen necesarios desde el momento de presentarse el deseo de superación por parte de la comunidad, por lo que se realizó un estudio dirigido al saneamiento básico, como es la conducción de aguas residuales en la aldea de Sabana Grande del municipio de Chiquimula y el diseño de el centro de salud de la aldea San Miguel del mismo municipio.

El drenaje sanitario fue diseñado con normas ASTM – F 949 con tubería PVC, donde se desarrollaron tres ramales, tomando la decisión de hacerlo de esta manera pues en la entrada de la aldea se encuentra una planicie donde evidentemente se poblará en un futuro no muy lejano, tomando en cuenta que los dos primeros ramales se unen en un punto común, lo que significa que el tercer ramal conducirá las aguas provenientes de los dos ramales, del cual salen para el tercer ramal, el cual desemboca en una planta de tratamiento de aguas residuales. Para el diseño se tomó en cuenta que la aldea se encuentra bastante cercana a la cabecera del municipio, costumbres, etc.

La necesidad de diseñar un centro de salud, se tomó en cuenta por la escasez de servicios de este tipo cercanos a la aldea de San Miguel, este centro se diseñó conociendo las necesidades y el tipo de condiciones en que operan los encargados de llevar este servicio hasta las comunidades; se tomó como base un centro de salud propuesto con los posibles y diferentes ambientes que puedan ser necesarios en este tipo de edificación, el diseño fue desarrollado con mampostería de bloque de piedra pómez, un techo de lámina con una estructura soportante de perfil “C”, para la cimentación se adoptaron las normas de el F.H.A. por ser una edificación sencilla que no transportará gran carga al suelo.

## **OBJETIVOS**

### **1. General**

- Desarrollar el diseño del sistema de alcantarillado sanitario en la aldea Sabana Grande y el diseño del centro de salud de la aldea San Miguel del municipio de Chiquimula, solucionando técnicamente la prioridad como proyecto de infraestructura.

### **2. Específicos**

- Aplicar los conocimientos adquiridos en la Facultad de Ingeniería, desde el punto de vista teórico-práctico, para beneficio de la población y del estudiante.
- Llevar desarrollo a las diferentes comunidades beneficiadas, por medio del diseño y construcción de infraestructura, que conlleva beneficio y salud a los pobladores
- Evitar la propagación de epidemias producidas por una mala conducción de las aguas residuales.
- Impulsar el desarrollo sociocultural y económico de la comunidad con este tipo de proyecto.
- Proveer de instalaciones básicas, donde la comunidad pueda obtener servicios básicos de atención médica.

## INTRODUCCIÓN

El desarrollo económico, social y cultural de las comunidades, se ve afectada por uno de los derechos primordiales del ser humano, como lo es la salud, la cual es quebrantada por enfermedades de diferente índole, entre las que se pueden mencionar las gastrointestinales y las infectocontagiosas, que son provocadas por la contaminación de aguas subterráneas y superficiales por la mala disposición de aguas residuales, que provocan problemas serios y en algunos casos hasta la muerte. Teniendo control del medio por el cual ocurre el contagio de estas enfermedades, como lo es el alcantarillado sanitario, la comunidad ve asegurada su salud y por ende se promueve el desarrollo económico social y cultural de la comunidad.

Es por la misma razón, que el centro de salud es el establecimiento oficial más simple dentro del sistema nacional de servicios de salud en Guatemala, representando el primer nivel de contacto de los individuos, la familia y la comunidad con el sistema. En él, personal técnico o auxiliar en el campo de la medicina, desarrolla acciones simplificadas de atención de la salud, especialmente dirigidas hacia la promoción y prevención y en grado mínimo, de recuperación de salud, llevando hasta la comunidad la oportunidad de obtener un servicio básico en cuanto a asistencia sanitaria, estando ésta a disposición de todos los individuos y familias de la comunidad, por medios que les sean aceptables con su plena participación y a un costo que la comunidad y el país puedan soportar, en todas y cada una de las etapas de su desarrollo con un espíritu de auto-responsabilidad y auto-determinación.

## **4. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ALDEA SABANA GRANDE**

### **1.1 Antecedentes históricos**

La historia de la aldea Sabana Grande, comienza alrededor del siglo XVIII cuando personas provenientes, de municipios como Ipala, San Jacinto, de la aldea San Luis Jilotepeque, etc., en busca de tierras fértiles recorrieron varios kilómetros para encontrarse con una extensa llanura, a la cual llamaron Sabaneta, nombre por el cual fue y es conocida actualmente como Sabana Grande.

A la aldea la atraviesa una carretera que actualmente se le llama la carretera antigua, que era utilizada por los pobladores para conducirse a la cabecera departamental, a las aldeas El Obraje y San Esteban y a San José La Arada; municipio del departamento de Chiquimula, ya sea en bestias o caminando. Esta carretera permitió que la aldea creciera poco a poco, acogiendo a gente que buscaba donde residir y así poder desarrollarse como agricultores.

### **1.2 Características geográficas**

#### **1.2.1. Localización**

La aldea Sabana Grande pertenece al municipio de Chiquimula, departamento de Chiquimula, se encuentra a una distancia de 9.3 kilómetros del Parque Ismael Cerna (Parque Central del Municipio).

### **1.2.2. Ubicación geográfica y colindancias**

Se encuentra en una latitud norte de 14° 44´ 27’’ y una longitud de 89° 2´ 30’’. Se ubica a una distancia de 179 kilómetros de la ciudad capital y se comunica con ésta por la ruta al Atlántico y luego por la ruta CA-10.

La aldea Sabana Grande pertenece a la cabecera municipal de Chiquimula y está ubicada al sureste de la ciudad, se considera prácticamente urbana. Sabana Grande colinda al norte con el casco urbano de la ciudad de Chiquimula; al este con la aldea San Esteban, aldea El Obraje y aldea Vado Hondo; al sur con el municipio de San Jacinto; al oeste por el caserío Carrizal y caserío Saspán que pertenece al municipio de San José La Arada.

### **1.2.3. Vías de acceso**

El principal acceso es por carretera asfaltada por la ruta al Atlántico y por la ruta CA – 10, que conduce al municipio de Esquímulas, luego encontrando un desvío a 6 km en la aldea San Esteban, que conduce hacia Sabana Grande aproximadamente a 3.3 km, también existe una carretera de terracería que se conoce actualmente como carretera antigua y comunica a la aldea El Obraje, aldea San Esteban y municipio de San José La Arada.

### **1.2.4. Topografía**

Hacia el noroeste presenta una topografía más o menos plana, con una pendiente de 8% lo que le da el nombre de Sabana Grande; pero hacia el sur-este donde está asentada la mayor parte de la población, son cerros.

### **1.2.5. Clima e hidrografía**

El clima es tropical seco; por lo tanto las temperaturas suelen ser relativamente altas en la cabecera departamental. Entre los meses de marzo y abril las medias máximas anuales están entre los 32° y 38° C, mientras que las

mínimas están entre los 16° y los 20° C. No se conocen las heladas o temperaturas bajas extremas. Su precipitación pluvial es de 650 mm/año. El territorio presenta una altura promedio de 380 m sobre el nivel del mar.

A la aldea la atraviesa una quebrada con el nombre de Sabana Grande que está formada por las quebradas de Barranco Blanco y la Negra, corre hacia el noroeste y desemboca en el río San José.

### **1.3 Características económicas**

La agricultura es la base económica de los habitantes de Sabana Grande y por lo mismo su más importante ocupación; pero se dedican además a la crianza de ganado vacuno y porcino. Muchos de sus habitantes se dedican a otras actividades, pues cuenta la aldea con buenos albañiles, carpinteros y comerciantes de telas que compiten con los de la cabecera, existe también transporte extra urbano que facilita el transporte de productos para su venta los días de mercado: jueves y domingo en el casco urbano de la ciudad de Chiquimula.

#### **1.3.1. Producción agropecuaria**

La actividad económica se basa fundamentalmente en productos de exportación tradicional y para consumo interno. Los productos agrícolas más importantes son el maíz, arroz, frijol, papa, y frutas de clima cálido.

Entre éstas se puede mencionar la comercialización de aves de corral, ganado vacuno, caballo y porcino contando con una participación bastante importante.

### **1.3.2. Actividad comercial**

Los días jueves y domingo se forma una pequeña plaza en el centro de la aldea, donde se comercializa maíz, frijol, hortalizas, además aves de patio, que son de consumo familiar.

### **1.3.3. Actividad industrial**

En la comunidad existe una industria dedicada a la explotación de piedra caliza, siendo ésta para producción propiamente de cal.

## **1.4. Características socioculturales**

### **1.4.1. Población**

La población, según el último censo (2,002), es de aproximadamente 79,815 habitantes en la cabecera departamental, 1,788 habitantes en la aldea en estudio y en todo el departamento asciende a 302,485 habitantes.

### **1.4.2. División política**

Actualmente el municipio de Chiquimula cuenta con 39 aldeas, y 59 caseríos dispersos, en un área de 372 km<sup>2</sup>. La aldea Sabana Grande se encuentra ubicada en el sector sureste de la ciudad de Chiquimula, la aldea se encuentra en la periferia del casco urbano de Chiquimula a punto de ser integrada, lo mismo que ha pasado con otras aldeas.

### **1.4.3. Educación**

Desde 1,978 se fundó una escuelita, la que ha despertado interés por la superación, de modo que hay sabanecos en el campo profesional, licenciados, médicos, peritos, maestros, etc.

Actualmente cuenta con edificio escolar muy amplio y moderno, tipo regional, cuyo nombre es Escuela Regional "Raúl Mejía Gonzáles" localizada

casi en el límite con la aldea El Obraje. El edificio se encuentra en una extensión de 3 manzanas; es de block, pisos de ladrillo de cemento y techo de lámina duralita. El mismo da albergue a 340 alumnos que acuden de ambas comunidades, El Obraje y Sabana Grande.

Por razones de diseño, donde la topografía no lo permite y encarecería el proyecto, se considera una mejor opción considerar al edificio escolar como parte de la aldea el Obraje, y tomarlo en cuenta en un futuro diseño de alcantarillado de dicha aldea, pues la topografía favorece hacia la aldea.

#### **1.4.4. Servicios básicos existentes**

La aldea cuenta con el servicio de energía eléctrica domiciliar y alumbrado público. La aldea también cuenta con un pozo mecánico como fuente para abastecerse de agua potable.

La aldea no cuenta con servicio de drenaje sanitario, descargando las aguas residuales a las calles lo que ocasiona enfermedades.

## **2. CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

### **2.1. Estudio topográfico**

#### **2.1.1. Altimetría**

El desarrollo del presente estudio requirió de un levantamiento topográfico del perfil del terreno, para determinar las diferentes elevaciones y pendientes del mismo. El levantamiento que se realizó en este caso fue de primer orden, por tratarse de un proyecto de drenajes, en el que la precisión de los datos es muy importante. Se realizó una nivelación trigonométrica para lo cual se utilizó un teodolito SOKKIA DT6 electrónico de 0°00'20" de precisión, plomada, estadía marca MYZOX, plegable en 4 partes de 1 metro y cinta métrica. El método de nivelación trigonométrica es funcional para distancias menores a 300 metros.

#### **2.1.2. Planimetría**

El levantamiento planimétrico sirve para localizar la red dentro de las calles, ubicar los pozos de visita y en general ubicar todos aquellos puntos de importancia.

Para el levantamiento planimétrico se utilizó el método de conservación de azimut con vuelta de campana, para poligonal abierta por tener la ventaja de que permite conocer el error de cierre.

### **2.2. Población futura**

El sistema de alcantarillado debe adecuarse a un funcionamiento eficiente durante un período determinado. En este caso se adoptó un período de diseño de 31 años. Para encontrar la cantidad de habitantes que utilizarán el

servicio en el período establecido, se utilizó el método de incremento geométrico, por ser uno de los que más se aproxima a la realidad del crecimiento de poblaciones en vías de desarrollo, situación que se presenta en este poblado.

$$Pf = Po * (1 + r)^n$$

Donde:

$Pf$  = Población buscada

$Po$  = Población del último censo

$r$  = Tasa de crecimiento

$n$  = Período de diseño

Utilizando el método geométrico se evaluó el crecimiento de la población a servir, y se encontraron los porcentajes de las tasas de crecimiento a nivel de aldea, que según el Instituto Nacional de Estadística (INE), es de 2.47 % anual.

### **2.3. Período de diseño**

El período de diseño, como ya se mencionó, es de 31 años. Se adoptó este período de tiempo, tomando en cuenta los recursos económicos con los que cuentan la aldea, la vida útil de los materiales y las normas del Instituto de Fomento Municipal (INFOM).

## **2.4. Diseño del sistema de alcantarillado sanitario**

### **2.4.1. Partes de un sistema de alcantarillado**

#### **2.4.1.1. Alcantarillas**

Son los conductos por donde corren las aguas negras, pluviales o ambas, que provienen de las calles, casas, industrias, comercios, etc.

Se tienen tres tipos de sistemas de alcantarillado, cuya elección dependerá de los estudios que se realicen y las condiciones que se presenten, tanto económicas, como físicas y funcionales y son alcantarillado sanitario, el pluvial y el combinado, aunque este último no es muy recomendable.

##### **2.4.1.1.1. Sistema de alcantarillado sanitario**

Es el que conduce las aguas que llevan los residuos provenientes de las viviendas; se pueden recolectar algunos desechos industriales, pero no está diseñado para las aguas provenientes de las lluvias. En el proyecto en estudio, es este tipo de alcantarillado el que se diseñará tomando en cuenta las necesidades y aspectos socioeconómicos de los beneficiarios, como la vías de acceso a la aldea, las posibilidades de mejoramiento de las vías de acceso, la necesidad primordial a sanar, como es el caso de la contaminación del ambiente, por la mala disposición de aguas residuales.

#### **2.4.1.2. Pozos de visita**

Son estructuras construidas con el objeto de conectar los distintos ramales de un sistema de alcantarillado; además, cumplen una función de acceso para limpieza e inspección en los mismos. Son de sección circular y la parte superior tiene forma de cono truncado y lleva una tapadera circular, que permite el acceso al interior del pozo.

### **2.4.1.3. Conexión domiciliar**

Instalaciones que unen las aguas provenientes de las viviendas o edificios, con el sistema municipal o público de drenaje. Están formadas por una tubería secundaria y una caja de registro.

## **2.5. Cálculo de caudales**

### **2.5.1. Consideraciones generales**

#### **2.5.1.1. Caudal**

El caudal que puede transportar el drenaje está determinado por el diámetro, pendiente y velocidad del flujo dentro de la tubería. Por norma el drenaje funciona como un canal abierto, es decir, que no funciona a presión.

#### **2.5.1.2. Tirante**

La altura del tirante del flujo deberá ser mayor de 10% del diámetro de la tubería y menor del 75% de la misma. Estos parámetros aseguran su funcionamiento como canal abierto, así como funcionalidad en el arrastre de los sedimentos.

#### **2.5.1.3. Velocidad de flujo**

La velocidad del flujo se determina por la fórmula de Manning y las relaciones hidráulicas de  $v/V$ , donde  $v$  es la velocidad del flujo y  $V$  es la velocidad a sección llena,  $v$  por norma ASTM F-3034, es la siguiente:

Mínima		Máxima
0.6 m/s	$\leq v \geq$	3.00 m/s

La velocidad mínima es para que no existan sedimentación y por consiguiente algún taponamiento, y la velocidad máxima es para evitar la erosión o desgaste del material. Estos parámetros se aplican para tubería de

concreto, pero para tubería de P.V.C. de pared doble, lisa interiormente y corrugada externamente, norma ASTM F-949, se permiten velocidades máximas de 5.0 metros por segundo, ya que tiene mayor resistencia a la erosión y desgaste. También es importante considerar que para tramos iniciales con poco caudal se toleran velocidades mínimas de 0.40 metros por segundo.

#### **2.5.1.4. Velocidad de arrastre**

La velocidad de arrastre es la mínima velocidad del flujo, que evita que los sólidos se sedimenten y de esa manera destruyan el sistema. Por lo tanto, la velocidad de arrastre es la que asegura un buen funcionamiento del sistema, cuando éste se encuentra funcionando en su límite más bajo, es decir, cuando el valor de la relación  $d/D$  es igual a 0.10.

#### **2.5.1.5. Caudal domiciliar**

Es el agua que ha sido utilizada para limpieza, producción de alimentos o limpieza de las mismas personas, es desechada y conducida a la red de alcantarillado. El agua de desecho doméstico está relacionada con la dotación y suministro de agua potable. Una parte de ésta no será llevada al alcantarillado, como la de los jardines y lavado de vehículos, el valor del caudal domiciliar está afectado por un factor de retorno que varía entre 0.70 a 0.95.

$$Q_{dom} = \frac{Dot \times No.Hab. \times F.R.}{86,400}$$

Donde:

*Dot.* = Dotación (l/hab./día)

*No.Hab.* = Número de habitantes

*Q<sub>dom.</sub>* = Caudal domiciliar (l/s)

*F.R.* = Factor de retorno

Para el diseño del alcantarillado sanitario de la aldea Sabana Grande, se utilizó una dotación de 100 litros/habitante/día, considerando diferentes factores como clima, costumbres, etc. El factor de retorno que se tomó como criterio para este proyecto fue de 0.85, considerando que el clima de la aldea es cálido, el agua que se utiliza, en su mayoría se utiliza para aseo personal y como mitigación de calor.

#### **2.5.1.6. Caudal de conexiones ilícitas**

Es producido por las viviendas que conectan las tuberías del sistema de agua pluvial al alcantarillado sanitario. Se estima un porcentaje de viviendas que pueden realizar conexiones ilícitas que varía de 0.5 a 2.5%.

Éste se calcula por medio de la fórmula del método racional, ya que tiene relación con el caudal producido por las lluvias.

$$Q_{c.i.} = \frac{CIA}{360} = \frac{CI(A\%) \times 100}{360}$$

Donde:

$Q_{c.i.}$  =Caudal de conexiones ilícitas ( $m^3/s$ ).

$C$  =Coeficiente de escorrentía, el que depende de las condiciones del suelo y la topografía del área a integrar.

$I$  =Intensidad de lluvia (mm / hora).

$A$  =Área que es factible de conectar (Ha).

Según investigaciones del Instituto de Fomento Municipal (INFOM), se ha establecido que el caudal de conexiones ilícitas para, un lugar como la aldea Sabana Grande del municipio de Chiquimula, es de 120 l / hab. / día, debido a la poca información hidrológica de la región, se calcula el caudal de conexiones ilícitas de la siguiente forma:

$$Q_{\text{conexiones ilícitas}} = \frac{\text{Dot. ilícita} \times \text{No. hab.}}{86,400}$$

Donde:

$Q_{\text{conexiones ilícitas}}$  = Caudal de conexiones ilícitas

$\text{Dot. ilícita}$  = Dotación propuesta para el lugar en estudio (120 l/hab./día)

$\text{No. hab.}$  = Número de habitantes a servir

### 2.5.1.7. Caudal de infiltración

Es el caudal que se infiltra en la alcantarilla, el cual depende de la profundidad del nivel freático del agua, de la profundidad y tipo de tubería y de la permeabilidad del terreno, el tipo de juntas y la calidad de mano de obra utilizada y de la supervisión técnica.

Puede calcularse de dos formas: en litros por hectárea o en litros diarios por kilómetro de tubería. Se incluye la longitud de la tubería de las conexiones domiciliarias aceptando un valor de 6.00 m por cada casa, la dotación de infiltración varía entre 12,000 y 18,000 litros/km/día.

$$Q_{\text{infiltración}} = \frac{\text{Dot.} \times (\text{m. tubo} + \text{No. Casas} \times 6 \text{ metros}) \times \frac{1}{1000}}{86,400}$$

Donde:

$Q_{\text{infiltración}}$  = Caudal de infiltración

$\text{Dot.}$  = Dotación (l/kilómetro/día)

$\text{No. Casas}$  = Número de casas

Para este proyecto no se consideró el caudal por infiltración por ser en su totalidad de P.V.C. la tubería que se utilizará.

### 2.5.1.8. Caudal comercial

Es el agua que se desecha de los comercios, restaurantes, hoteles, etc. La dotación comercial varía según el establecimiento a considerarse y puede estimarse entre 600 a 3000 litros/comercio/día.

$$Q_{com} = \frac{No.Com \times Dot}{86,400}$$

Donde:

$Q_{com}$  = Caudal comercial

$Dot$  = Dotación (l/kilómetro/día)

$No.Com$  = Número de comercios

### 2.5.1.9. Caudal industrial

Es el agua negra proveniente de las industrias, como fábricas de textiles, licoreras, alimentos, etc. Si no se cuenta con un dato de dotación de agua suministrada se puede estimar entre 16,000 y 18,000 litros/industria/día, el cual dependerá del tipo de industria.

$$Q_{ind} = \frac{No.Ind. \times Dot}{86,400}$$

Donde:

$Q_{ind}$  = Caudal industrial

$Dot$  = Dotación (l/industria/día)

$No.Ind$  = Número de industrias

### 2.5.1.10. Factor de caudal medio

Este factor se determina por medio de la suma de los caudales que contribuyen al sistema, dividida entre el tiempo total de un día, y se expresa en litros/habitante/segundo; estos caudales son:

- a. Caudal domiciliar
- b. Caudal comercial
- c. Caudal industrial
- d. Caudal de infiltración
- e. Caudal de conexiones ilícitas

Al realizar el cálculo de cada uno de los caudales anteriormente descritos, se procede a obtener el valor del caudal medio, que está dado por la siguiente expresión:

$$Q_{med} = Q_{dom} + Q_{com} + Q_{ind.} + Q_{inf.} + Q_{conexionesilícitas}$$

En el caso de la aldea Sabana Grande, no se tomó en cuenta el caudal comercial y tampoco el caudal de infiltración, ya que al sistema no se conectará comercio alguno y tampoco se consideró el caudal de infiltración ya que la tubería a utilizar en su totalidad será PVC. El valor del factor de caudal medio se calculó de la siguiente manera:

$$F.Q.M. = \frac{Q_{med}}{86,400}$$

Donde:

$Q_{med.}$  = Caudal medio

$F.Q.M.$  = Factor de caudal medio

Para facilitar la obtención del factor de caudal medio, las instituciones que se dedican al diseño de sistemas de alcantarillado sanitario han establecido valores de este factor con base en la experiencia. Tales valores se presentan en la tabla I.

**Tabla I. Valores permitidos de factor de caudal medio**

<b>FQM</b>	<b>INSTITUCIÓN</b>
0.0046	INFOM
0.0030	Municipalidad de Guatemala
0.002 – 0.005	DGOP

#### **2.5.1.11. Factor de Harmond**

Es el valor estadístico, que determina la probabilidad del número de usuarios que estarán haciendo uso del servicio. Está dado de la siguiente manera:

$$F. H. = \frac{18 + \sqrt{P}}{4 + \sqrt{P}}$$

Donde:

*F. H.* = Factor de Harmond

*P* = Población futura acumulada en miles.

#### **2.5.1.12. Caudal de diseño**

Para realizar la estimación de la cantidad de agua negra que transportará el alcantarillado en los diferentes puntos donde aquella fluya, primero se tendrán que integrar los valores que se describen en la fórmula siguiente:

$$Q_{dis} = No.Hab. \times F.H. \times FQM$$

Donde:

*Q<sub>dis</sub>* = Caudal de diseño

*No. Hab.* = Número de habitantes futuros acumulados

*F.H.* = Factor de Harmond

$FQM.$  = Factor de caudal medio

### 2.5.2. Pendientes máximas y mínimas

Para reducir costos por excavación, la pendiente de la tubería deberá adaptarse a la pendiente del terreno. Sin embargo, en todos los casos se tiene que cumplir con las siguientes especificaciones hidráulicas que determinan la pendiente apropiada de la tubería:

a.  $q < Q$

Donde:

$q$  = Caudal de diseño

$Q$  = Caudal a sección llena

b.  $0.1 < d/D < 0.75$

Donde:

$d$  = Tirante

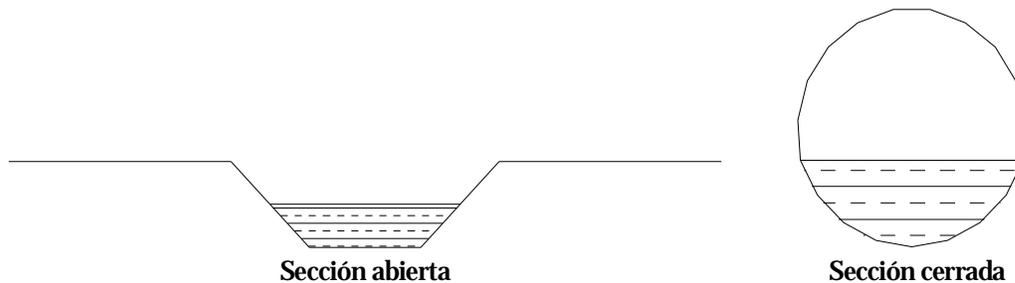
$D$  = Diámetro interno de la tubería

### 2.5.3. Principios hidráulicos

Las alcantarillas basan su funcionamiento en transportar el agua de desecho en conductos libres, que están en contacto del aire, a los cuales se les conoce como canales. El flujo queda determinado por la pendiente del canal y la superficie del material del cual está construido.

La sección del canal, como se muestra en la figura 1, puede ser abierta o cerrada. En el caso de los sistemas de alcantarillado se emplean canales cerrados circulares, en donde la superficie del agua está sometida a la presión atmosférica y, eventualmente, a presiones producidas por los gases que se forman en el canal.

**Figura 1. Sección del canal**



### **2.5.3.1. Ecuación de Manning para flujo en canales**

Los valores de velocidad y caudal que ocurren en un canal se han estimado por medio de fórmulas desarrolladas experimentalmente, en las cuales se involucran los factores que más afectan al flujo de las aguas en el canal.

La ecuación que más se utiliza es la de Manning, que es:

$$v = \frac{\sqrt[3]{R^2}}{n} * \sqrt{S}$$

Donde:

$v$  = Velocidad

$R$  = Radio hidráulico

$S$  = Pendiente

$n$  = Coeficiente de rugosidad, depende del material que se utiliza.

Debido a que normalmente los diámetros nominales de la tubería utilizada son dados en pulgadas, la fórmula anterior ha sido adaptada para poder ser usada de la siguiente forma:

$$V = \frac{0.03429 \times q^{2/3} \times S^{1/2}}{n}$$

Donde:

$V$  = velocidad (m/s)

$\theta$  = diámetro en pulgadas

$S$  = Pendiente de la tubería (%)

$n$  = coeficiente de rugosidad, el cual depende del material que se utiliza.

Para este proyecto, por utilizar tubería PVC, se utilizó un coeficiente de rugosidad igual a 0.010.

### 2.5.3.2. Ecuación a sección llena

Para el diseño del alcantarillado sanitario se debe contar con la información correspondiente a los valores de la velocidad y caudal de la sección llena de la tubería que se está utilizando.

Para el cálculo de la velocidad se emplea la fórmula siguiente:

$$v = \frac{\sqrt[3]{R^2}}{n} \times \sqrt{S}$$

Donde:

$v$  = Velocidad

$R$  = Radio hidráulico

$S$  = Pendiente

$n$  = Coeficiente de rugosidad, el cual depende del material que se utiliza.

El caudal que transportará:

$$Q = A \times V$$

Donde:

$Q$  = Caudal a sección llena (l/s)

$A$  = Área de la tubería (m<sup>2</sup>)

$V$  = Velocidad a sección llena (m/s)

### 2.5.3.3. Ecuación a sección parcialmente llena

Las ecuaciones para calcular las características hidráulicas de la sección parcialmente llena del flujo de una tubería circular se presentan a continuación:

$$a = \left(\frac{q^2}{4}\right) \times \left\{ \left( p \times \left(\frac{q}{360}\right) \right) \left( \text{sen} \left(\frac{q}{2}\right) \right) \right\}$$
$$p = \frac{p \times q^2}{360}$$
$$v = \left(\frac{1}{n}\right) \times \left(R^{\frac{2}{3}}\right) \times \left(S^{\frac{1}{2}}\right)$$
$$r = \left(\frac{D}{4}\right) \times \left\{ 1 - \left( 360 \times \left(\frac{\text{sen} q}{2pq}\right) \right) \right\}$$
$$q = a \times v$$
$$d = \left(\frac{D}{2}\right) \times \left[ 1 - \left( \cos \left(\frac{D}{2}\right) \right) \right]$$

Donde:

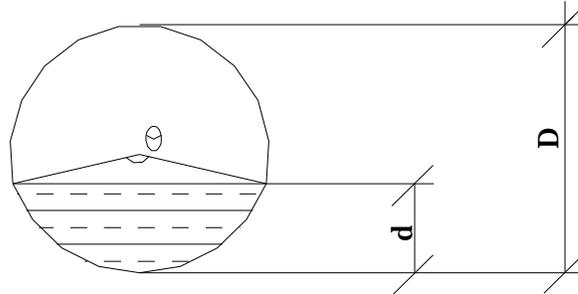
$D$  = Diámetro del tubo

$d$  = Tirante de la sección

$v$  = Velocidad a sección parcial

$q$  = Caudal a sección parcial

**Figura 2. Área de sección parcialmente llena**



Como se puede observar en la figura 2, “D” es el tirante a sección llena, y “d” es el tirante a sección parcial.

#### **2.5.3.4. Relaciones hidráulicas**

Al realizar el cálculo de las tuberías que trabajan a sección parcialmente llena y poder agilizar de alguna manera los resultados de velocidad, área y caudal, perímetro mojado y radio hidráulico, se relacionaron los términos de la sección totalmente llena con los de la sección parcial. De los resultados obtenidos se construyeron el gráfico y tablas, utilizando para esto la fórmula de Manning, los cuales se presentan más adelante.

Se deben considerar las siguientes especificaciones hidráulicas:

- $Q_{\text{diseño}} < Q_{\text{lleno}}$
- La velocidad debe estar comprendida entre:  
 $0.60 \leq v \leq 3.00$  (m/seg)
- El tirante debe estar entre:  
 $0.10 \leq d/D \leq 0.75$

Con los anteriores parámetros se evita que la tubería trabaje a presión.

**Tabla II. Relaciones hidráulicas sección circular**

<b>d/D</b>	<b>a/A</b>	<b>v/V</b>	<b>q/Q</b>	<b>d/D</b>	<b>a/A</b>	<b>v/V</b>	<b>q/Q</b>
0.0100	0.0017	0.088	0.00015	0.1025	0.05396	0.408	0.02202
0.0125	0.0237	0.103	0.00024	0.1050	0.05584	0.414	0.02312
0.0150	0.0031	0.116	0.00036	0.1075	0.05783	0.420	0.02429
0.0175	0.0039	0.129	0.00050	0.1100	0.05986	0.426	0.02550
0.0200	0.0048	0.141	0.00067	0.1125	0.06186	0.432	0.02672
0.0225	0.0057	0.152	0.00087	0.1150	0.06388	0.439	0.02804
0.0250	0.0067	0.163	0.00108	0.1175	0.06591	0.444	0.02926
0.0275	0.0077	0.174	0.00134	0.1200	0.06797	0.450	0.03059
0.0325	0.0099	0.194	0.00191	0.1250	0.07214	0.463	0.03340
0.0350	0.0110	0.203	0.00223	0.1275	0.07426	0.468	0.03475
0.0375	0.0122	0.212	0.00258	0.1300	0.07640	0.473	0.03614
0.0400	0.0134	0.221	0.00223	0.1325	0.07855	0.479	0.03763
0.0425	0.0147	0.230	0.00338	0.1350	0.08071	0.484	0.03906
0.0450	0.0160	0.239	0.00382	0.1375	0.08289	0.490	0.04062
0.0475	0.0173	0.248	0.00430	0.1400	0.08509	0.495	0.04212
0.0500	0.0187	0.256	0.00479	0.1425	0.08732	0.501	0.04375
0.0525	0.0201	0.264	0.00531	0.1450	0.08954	0.507	0.04570
0.0550	0.0215	0.273	0.00588	0.1475	0.09129	0.511	0.04665
0.0575	0.0230	0.271	0.00646	0.1500	0.09406	0.517	0.04863
0.0600	0.0245	0.289	0.00708	0.1525	0.09638	0.522	0.05031
0.0625	0.0260	0.297	0.00773	0.1550	0.09864	0.528	0.05208
0.0650	0.0276	0.305	0.00841	0.1575	0.10095	0.533	0.05381
0.0675	0.0292	0.312	0.00910	0.1600	0.10328	0.538	0.05556
0.0700	0.0308	0.320	0.00985	0.1650	0.10796	0.548	0.05916
0.0725	0.0323	0.327	0.01057	0.1700	0.11356	0.560	0.06359
0.0750	0.0341	0.334	0.01138	0.1750	0.11754	0.568	0.06677

<b>d/D</b>	<b>a/A</b>	<b>v/V</b>	<b>q/Q</b>	<b>d/D</b>	<b>a/A</b>	<b>v/V</b>	<b>q/Q</b>
0.0775	0.0358	0.341	0.01219	0.1800	0.12241	0.577	0.07063
0.0800	0.0375	0.348	0.01304	0.1850	0.12733	0.587	0.07474
0.0825	0.0392	0.355	0.01392	0.1900	0.13229	0.696	0.07885
0.0850	0.0410	0.361	0.01479	0.1950	0.13725	0.605	0.08304
0.0875	0.0428	0.368	0.01574	0.2000	0.14238	0.615	0.08756
0.0900	0.0446	0.375	0.01672	0.2050	0.14750	0.624	0.09104
0.0925	0.0464	0.381	0.01792	0.2100	0.15266	0.633	0.09663
0.2200	0.1631	0.651	0.10619	0.5900	0.6140	1.07	0.65488
0.2250	0.1684	0.659	0.11098	0.6000	0.6265	1.07	0.64157
0.2300	0.1436	0.669	0.11611	0.6100	0.6389	1.08	0.68876
0.2350	0.1791	0.676	0.12109	0.6200	0.6513	1.08	0.70537
0.2400	0.1846	0.684	0.12623	0.6300	0.6636	1.09	0.72269
0.2450	0.1900	0.692	0.13148	0.6400	0.6759	1.09	0.73947
0.2500	0.1955	0.702	0.13726	0.6500	0.6877	1.10	0.75510
0.3000	0.2523	0.776	0.19580	0.7000	0.7477	1.12	0.85376
0.3100	0.2640	0.790	0.20858	0.7100	0.7596	1.12	0.86791
0.3200	0.2459	0.804	0.22180	0.7200	0.7708	1.13	0.88384
0.3300	0.2879	0.817	0.23516	0.7300	0.7822	1.13	0.89734
0.3400	0.2998	0.830	0.24882	0.7400	0.7934	1.13	0.91230
0.3500	0.3123	0.843	0.26327	0.7500	0.8045	1.13	0.92634
0.3600	0.3241	0.856	0.27744	0.7600	0.8154	1.14	0.93942
0.3700	0.3364	0.868	0.29197	0.7700	0.5262	1.14	0.95321
0.3800	0.3483	0.879	0.30649	0.7800	0.8369	1.39	0.97015
0.3900	0.3611	0.891	0.32172	0.7900	0.8510	1.14	0.98906
0.4000	0.3435	0.902	0.33693	0.8000	0.8676	1.14	1.00045
0.4100	0.3860	0.913	0.35246	0.8100	0.8778	1.14	1.00045
0.4200	0.3986	0.921	0.36709	0.8200	0.8776	1.14	1.00965

d/D	a/A	v/V	q/Q	d/D	a/A	v/V	q/Q
0.4400	0.4238	0.943	0.39963	0.8400	0.8967	1.14	1.03100
0.4500	0.4365	0.955	0.41681	0.8500	0.9059	1.14	1.04740
0.4600	0.4491	0.964	0.43296	0.8600	0.9149	1.14	1.04740
0.4800	0.4745	0.983	0.46647	0.8800	0.9320	1.13	1.06030
0.4900	0.4874	0.991	0.48303	0.8900	0.9401	1.13	1.06550
0.5000	0.5000	1.000	0.50000	0.9000	0.9480	1.12	1.07010
0.5100	0.5126	1.009	0.51719	0.9100	0.9554	1.12	1.07420
0.5200	0.5255	1.016	0.53870	0.9200	0.9625	1.12	1.07490
0.5300	0.5382	1.023	0.55060	0.9300	0.9692	1.11	1.07410
0.5400	0.5509	1.029	0.56685	0.9400	0.9755	1.10	1.07935
0.5500	0.5636	1.033	0.58215	0.9500	0.9813	1.09	1.07140

#### 2.5.4. Cálculo de cotas invert

Las cotas del terreno, al igual que los puntos de entrada y salida de la tubería del alcantarillado, deben calcularse de la siguiente manera:

$h_{\min}$  = Altura mínima, que depende del tráfico que circule por las calles

CI = Cota invert inicial

CT<sub>i</sub> = Cota del terreno inicial

CT<sub>f</sub> = Cota del terreno final

CIS = Cota invert de la tubería de salida

CIE = Cota invert de la tubería de entrada

D = Distancia horizontal

S% = Pendiente del terreno o tubería

Et = Espesor de la tubería

$$CT_f = Ct_i - (Do * S\% \text{ terreno})$$

$$S\% = ((Ct_i - CT_f)/D_o) * 100 = \%$$

$$Et = (\emptyset * 0.30)/100 = m$$

$$CI = CT - (H_{\text{mínima}} + Et + \text{Diámetro tubo})$$

$$CIE_2 = CI - Do * S\%_{\text{tubo}}$$

$$CIE_3 = CIS2 - D1 * S\%_{\text{tubo}}$$

$$H_{\text{pozo}} = CT - CIS$$

### 2.5.5. Diámetros de tubería

El diámetro mínimo de tubería que se utiliza para el diseño de alcantarillado sanitario es de 8 pulgadas cuando se trabaja con tubería de concreto; esto se debe a requerimientos de flujo, limpieza, con lo cual se evitan las obstrucciones en la tubería. En tubería de cloruro de polivinilo (P.V.C.), el diámetro mínimo es de 6 pulgadas; para este proyecto, se utilizó este tipo de tubería, sin embargo, en tramos iniciales con muy poco caudal, se utilizó tubería de 4 pulgadas, considerando que es únicamente con este diámetro de tubería, que permite cumplir con las condiciones generales para el diseño de alcantarillado sanitario, como son la velocidad a sección parcial “v” y la relación de tirantes “d/D”.

### 2.5.6. Factor de rugosidad

Es un valor adimensional y experimental, que indica cuán lisa o rugosa es la superficie interna de la tubería que se va a utilizar. Varía de un material a otro y se altera con el tiempo.

Los valores de factor de rugosidad de algunas de las tuberías más empleadas en nuestro medio, son:

**Tabla III. Factores de rugosidad (n)**

<b>MATERIAL</b>	<b>RUGOSIDAD</b>
Superficie de mortero de cemento	0.011 – 0.030
Mampostería	0.017 – 0.030
Tubo de concreto Ø < 24"	0.011 – 0.016
Tubo de concreto Ø > 24"	0.013 – 0.018
Tubería de asbesto cemento	0.009 – 0.011
Tubería de PVC	0.006 – 0.011

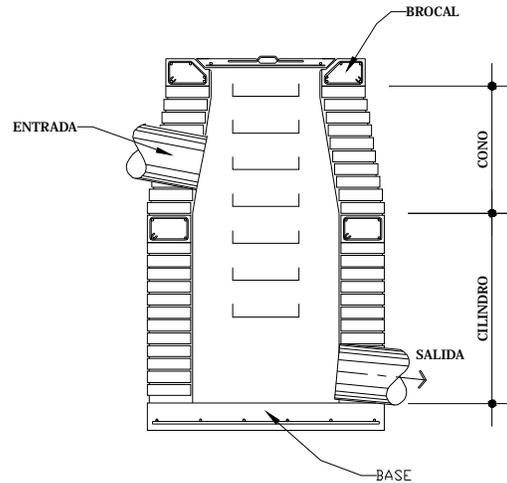
### **2.5.7. Pozos de visita**

Forman parte del sistema de alcantarillado, y proporcionan acceso a éste, con el fin de realizar trabajos de inspección y limpieza. Están contruidos de concreto o mampostería.

La forma en la cual se construyen está establecida por algunas instituciones que tienen a su cargo las construcciones de sistemas de alcantarillas. Un pozo de visita está constituido por las siguientes partes:

El ingreso es circular; tiene un diámetro entre 0.60 a 0.75 metros; la tapadera descansa sobre un brocal, ambos contruidos de concreto reforzado; el cono tiene una altura de 0.6 metros, el cual termina en la parte cilíndrica del pozo con un diámetro de 1.20 metros. La altura del cilindro dependerá de la profundidad en la que se encuentre la alcantarilla. Las paredes del pozo están impermeabilizadas por repello y por un cernido liso. El fondo está conformado de concreto, dejándole la pendiente necesaria para que corra el agua. La dirección en la cual se dirigirá estará determinada por medio de canales que son contruidos por tubería cortada transversalmente. Para realizar la inspección o limpieza de pozos profundos se deben dejar escalones, los cuales serán de hierro y estarán empotrados a las paredes del pozo.

**Fig. 3. Partes de un pozo de visita**



### **2.5.7.5. Especificaciones de colocación**

Se colocarán pozos de visita en los siguientes puntos:

- a. En el inicio de cualquier ramal.
- b. En intersecciones de dos o más tuberías colectoras.
- c. Donde exista cambio de diámetro.
- d. En distancias no mayores de 100 m en línea recta en diámetros hasta de 24''.
- e. En cambios de dirección horizontal para diámetro menor de 24''
- f. A distancias no mayores de 300 m en diámetros superiores a 24''.
- g. En las curvas no más de 30 m.
- h. Cambio de pendiente.

### **2.5.7.6. Especificaciones físicas**

Al diseñar el sistema de alcantarillado sanitario se deben considerar aspectos referentes a las cotas invert de entrada y salida de las tuberías en los pozos de visita, así como una serie de especificaciones que deben tomarse en consideración para que el sistema funcione adecuadamente.

### **2.5.7.7. Conexiones domiciliarias**

Tienen la finalidad de descargar las aguas provenientes de las casas o edificios y llevarlas al alcantarillado central.

Consta de las siguientes partes:

- a. Caja de registro (candela domiciliar o acometida domiciliar)
- b. Tubería secundaria

#### **a. Caja o candela**

La conexión se realiza por medio de una caja de inspección, construida de mampostería o con tubos de concreto colocados verticalmente. El lado menor de la caja será de 45 centímetros. Si fuese circular, tendrá un diámetro no menor de 12 pulgadas. Deben estar impermeabilizadas por dentro y tener una tapadera para realizar inspecciones.

#### **b. Tubería secundaria**

La conexión de la candela domiciliar con la tubería central se hará por medio de la tubería secundaria, la cual tiene un diámetro de 6 pulgadas en tubería de concreto y de 4 pulgadas en tubería de PVC. Debe tener una pendiente mínima del 2%, a efecto de evacuar adecuadamente el agua. La conexión con la alcantarilla

central se hará en el cuarto superior, a un ángulo de 45° grados aguas abajo.

En el anexo A.7 se presentan las partes de la conexión domiciliar con el propósito de su mejor comprensión.

### 2.5.7.8. Profundidad de tubería

La colocación de la tubería debe hacerse a una profundidad en la cual no sea afectada por las inclemencias del tiempo y principalmente por las cargas transmitidas por el tráfico y evitar con esto rupturas en los tubos.

La profundidad mínima de la tubería, desde la superficie del suelo hasta la parte superior de la tubería, en cualquier punto de su extensión, será determinada de la siguiente manera:

Para tráfico normal (menor a 200 quintales) = 1.00 metros

Para tráfico pesado (mayor a 200 quintales) = 1.20 metros

La cota invert mínima se calcula sumando la profundidad por tráfico + espesor del tubo + diámetro del tubo:  $\text{Invert mínima} = h \text{ tráfico} + t + D$

#### 2.5.7.4.1. Normas y recomendaciones

En las tablas IV y V se presentan los valores de profundidad de tubería y ancho de la zanja, la que depende del diámetro de tubería y de la profundidad.

**Tabla IV. Profundidad mínima de la cota invert (m)**

Diámetro	4"	6"	8"	10"	12"	16"	18"	21"	24"	30"	36"	42"
Tráfico Normal	1.11	1.17	1.22	1.28	1.38	1.41	1.50	1.58	1.66	1.84	1.99	2.14
Tráfico Normal	1.31	1.37	1.42	1.48	1.58	1.51	1.70	1.78	1.86	2.04	2.19	2.34

**Tabla V. Ancho libre de zanja según profundidad y diámetro**

Prof. De Zanja (cm.)	De 0.00 a 1.30	De 1.31 a 1.85	De 1.86 a 2.35	De 2.36 a 2.85	De 2.86 a 3.35	De 3.36 a 3.85	De 3.86 a 4.35	De 4.38 a 4.85	De 4.86 a 5.35	De 5.36 a 5.85	De 5.86 a 6.35
6"	60	60	65	65	70	70	75	75	75	80	80
8"	60	60	65	65	70	70	75	75	75	80	80
10"		70	70	70	70	70	75	75	75	80	80
12"		75	75	75	75	75	75	75	75	80	80
18"		110	110	110	110	110	110	110	110	110	110
21"		110	110	110	110	110	135	110	110	110	110
24"		135	135	135	135	135	155	135	135	135	135
30"		155	155	155	155	155	175	155	155	155	155
36"			175	175	175	175	180	175	175	175	175

### 2.5.8. Volumen de excavación

La cantidad de tierra que se removerá para colocar la tubería, está dada a partir de la profundidad de los pozos de visita, del ancho de la zanja.

$$V = \left( \frac{H1 + H2}{2} \right) * d * t$$

Donde:

V = Volumen de excavación (m<sup>3</sup>)

H1 = Profundidad del primer pozo (m)

H2 = Profundidad del segundo pozo (m)

d = Distancia entre pozos (m)

t = Ancho de la zanja (m)

### **3. DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA SABANA GRANDE**

#### **3.1. Especificaciones técnicas**

Para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario se tomaron como base las normas ASTM F-949 y las normas que establece La Dirección General de Obras Públicas (Normas utilizadas por el Instituto de Fomento Municipal – INFOM -).

#### **RAMAL I**

Tipo de sistema:	Alcantarillado sanitario.
Período de diseño:	31 años.
Población actual:	492 habitantes.
Tasa de crecimiento:	2.47 % anual.
Población de diseño:	1,049 habitantes.
Forma de evacuación:	Gravedad.
Tipo y diámetro de tubería:	Tubería NOVAFORT PVC de 4", 6" y 8"
Conexión domiciliar:	Tubería NOVAFORT PVC 4" Pendiente 2 %
Pozos de visita:	Construcción en intersecciones de calle Altura cono: 0.6 m Diámetro superior mínimo: 0.75 m Diámetro inferior mínimo: 1.20 m
Altura:	variable
Dotación:	100 litros/habitante/día
Factor de retorno:	0.85
Velocidad mínima:	0.60 m/s
Velocidad máxima:	3.00 m/s

## **RAMAL II**

Tipo de sistema:	Alcantarillado sanitario.
Período de diseño:	31 años
Población actual:	960 habitantes
Tasa de crecimiento:	2.47 % anual
Población de diseño:	2,046 habitantes
Forma de evacuación:	Gravedad
Tipo y diámetro de tubería:	Tubería NOVAFORT PVC de 4", 6" y 8"
Conexión domiciliar:	Tubería NOVAFORT PVC 4" Pendiente 2 %
Pozos de visita:	Construcción en intersecciones de calle Altura cono: 0.6 m Diámetro superior mínimo: 0.75 m Diámetro inferior mínimo: 1.20 m
Altura:	variable
Dotación:	100 litros/habitante/día
Factor de retorno:	0.85
Velocidad mínima:	0.60 m/s
Velocidad máxima:	3.00 m/s

## **RAMAL III**

Tipo de sistema:	Alcantarillado sanitario.
Período de diseño:	31 años
Población actual:	336 habitantes
Tasa de crecimiento:	2.47 % anual
Población de diseño:	716 habitantes
Forma de evacuación:	Gravedad
Tipo y diámetro de tubería:	Tubería NOVAFORT PVC de 4", 6" y 8"
Conexión domiciliar:	Tubería NOVAFORT PVC 4"

	Pendiente 2 %
Pozos de visita:	Construcción en intersecciones de calle
	Altura cono: 0.6 m
	Diámetro superior mínimo: 0.75 m
	Diámetro inferior mínimo: 1.20 m
Altura:	variable
Dotación:	100 litros/habitante/día
Factor de retorno:	0.85
Velocidad mínima:	0.60 m/s
Velocidad máxima:	3.00 m/s

### 3.2. Ejemplo de cálculo de un ramal

Se diseñara el tramo comprendido entre el pozo de visita PV 88 y PV 46 del ramal II; los datos son los siguientes:

- **Cotas del terreno:**

Cota inicial: 386.54 m

Cota final: 385.44 m

- **Distancia entre pozos:**

Distancia entre PV 88 y PV 46 = 82.47 m.

- **Pendiente del terreno:**

$$P = \left( \frac{\text{cota inicial} - \text{cota final}}{\text{distancia}} \right) \times 100$$

$$P = \left( \frac{386.54 \text{ m} - 385.44 \text{ m}}{82.47 \text{ m}} \right) \times 100$$

$$P = 1.33\%$$

- **Longitud que se va a servir**

$$\text{Local} = 82.47 \text{ m}$$

$$\text{Acumulada} = 187.78 \text{ m}$$

- **Población de diseño**

Ésta se obtiene del total de metros que están comprendidos entre el PV 88 y PV 46, ya que se trabaja con longitudes acumuladas.

$$\text{Población futura} = \text{longitud acumulada} \times \text{densidad por metro lineal}$$

$$\text{Densidad por metro lineal} = \frac{\text{población futura}}{\text{longitud total tubería}}$$

$$\text{Densidad por metro lineal} = \frac{2,046 \text{ hab}}{3061.05 \text{ ml}}$$

$$\text{Densidad por metro lineal} = 0.6683 \text{ hab/ml}$$

Este es el factor que se utiliza para el tramo en diseño de igual manera se encuentra el factor para los demás tramos.

$$\text{Población futura} = \text{longitud acumulada} \times \text{Densidad por metro lineal}$$

$$\text{Población futura} = 187.78 \text{ ml} \times 0.6683 \text{ hab/ml}$$

$$\text{Población futura} = 126 \text{ hab}$$

- **Caudal medio:**  $Q_{\text{domestico}} + Q_{\text{industrial}} + Q_{\text{conexionesilicítas}}$

$$\text{Caudal}_{\text{domestico}} = \frac{\text{dotación} \times \text{F.R.} \times \text{No. hab}}{86,400}$$

$$\text{Caudal}_{\text{domestico}} = \frac{100 \text{ l/hab/día} \times 0.85 \times 2,046 \text{ hab}}{86,400}$$

$$Caudal_{domestico} = 2.012 \text{ l/s}$$

$$Caudal_{industrial} = \frac{No. \text{ industrias} \times \text{dotación}}{86,400}$$

$$Caudal_{industrial} = \frac{1 \times 16,000 \text{ l/industria / día}}{86,400}$$

$$Caudal_{industrial} = 0.185 \text{ l/s}$$

$$Caudal_{conexiones \text{ ilícitas}} = \frac{Dot. \text{ ilícitas} \times No. \text{ hab.}}{86,400}$$

$$Caudal_{conexiones \text{ ilícitas}} = \frac{120 \text{ l/hab./ día} \times 2,046 \text{ hab}}{86,400}$$

$$Caudal_{conexiones \text{ ilícitas}} = 2.84 \text{ l/s}$$

$$Caudal_{medio} = 2.012 \text{ l/s} + 0.185 \text{ l/s} + 2.84 \text{ l/s}$$

$$Caudal_{medio} = 5.037 \text{ l/s}$$

- **Factor de caudal medio:**

$$F.Q.M. = \frac{Q_{medio} \text{ l/s}}{No. \text{ hab. acum.}}$$

$$F.Q.M. = \frac{5.037 \text{ l/s}}{2,046 \text{ hab.}}$$

$$F.Q.M. = 0.00246 \text{ l/hab./s}$$

- **Factor de Harmond:**

$$F.H. = \left( \frac{18 + \sqrt{\left( \frac{Pob. \text{ fut.}}{1000} \right)}}{4 + \sqrt{\left( \frac{Pob. \text{ fut.}}{1000} \right)}} \right)$$

$$F.H. = \left( \frac{18 + \sqrt{\left(\frac{125}{1000}\right)}}{4 + \sqrt{\left(\frac{125}{1000}\right)}} \right)$$

$$F.H. = 4.22$$

- **Caudal de diseño:**

$$q_{dis} = F.Q.M. \times F.H. \times Pob. \text{ fut. acum.}$$

$$q_{dis} = 0.00246 \text{ l / hab / s} \times 4.22 \times 125 \text{ hab}$$

$$q_{dis} = 1.297 \text{ l / s}$$

- **Diseño hidráulico:**

Diámetro de tubería: 6"

Pendiente de tubería: 1.5% (se diseña con una pendiente que se pueda trabajar en campo)

Pendiente terreno: 1.33%

- **Velocidad a sección llena:**

$$V = \frac{0.03429 \times D^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}}{n}$$

$$V = \frac{0.03429 \times (6")^{\frac{2}{3}} \times (0.015)^{\frac{1}{2}}}{0.01}$$

$$V = 1.3867 \text{ m / s}$$

- **Caudal a sección llena:**

Continuidad:

$$Q = A \times V$$

$$Q = \left( \left( \frac{p}{4} \right) \times (D^2) \right) \times V$$

$$Q = \left( \left( \frac{p}{4} \right) \times ((6'' \times 0.0254)^2) \right) \times (1.3867 \text{ m/s})(1000 \text{ l/m}^3)$$

$$Q = 25.2954 \text{ l/s}$$

- **Relaciones hidráulicas:**

$$q / Q = \frac{q_{\text{diseño}}}{Q_{\text{sección llena}}}$$

$$q / Q = \frac{1.297 \text{ l/s}}{25.2954 \text{ l/s}}$$

$$q / Q = 0.0512$$

De la tabla de relaciones hidráulicas se obtienen los siguientes resultados:

Relación de velocidades:  $v / V = 0.522$   
 Relación de tirantes:  $d / D = 0.1525$   
 Velocidad sección no llena:

$$v = v/V \times V$$

$$v = 0.522 \times 1.3867$$

$$v = 0.7238 \text{ m/s}$$

- **Verificando relaciones hidráulicas:**

$q < Q$	$1.297 < 25.2954$	Si cumple.
$0.60 < v < 3.00$	$v = 0.7238 \text{ m/s}$	Si cumple.
$0.10 < d / D < 0.75$	$d / D = 0.1525$	Si cumple.

Tabla VI. Cálculo hidráulico

### CÁLCULO HIDRÁULICO RAMAL I

TRAMO No.	De P.V.	A P.V.	TERRENO				LONGITUD		No. HAB. ACUMULADO		FACTOR DE FLUJO		Q Diseño Sanitario		TUBERIA			SECCION LLENA			VELOCIDAD DE DISEÑO (m/s)	COTA INVERT		POZOS DE VISITA		
			COTA INICIO	COTA FINAL	D.H (m)	PEND. (%)	LOCAL	ACUM.	LOCAL	ACUM.	LOCAL	ACUM.	LOCAL	ACUM.	Ø (pulg)	PEND. (%)	LONG. (m)	Vel. (m/s)	Q (l/s)	d/D		INICIO	FINAL	H. PV. INICIO	H. PV. FINAL	
1	21	20	396.98	394.55	60.97	3.99	60.97	60.97	52.25	52.25	4.31	4.31	0.53	0.53	4	5	60.97	2.15	17.40	0.12	0.97	396.46	393.41	0.59	4.08	*
2	20	18	394.55	390.62	33.36	11.78	33.36	94.33	28.59	80.84	4.36	4.27	0.30	0.82	6	3.5	33.36	2.35	42.93	0.10	0.91	390.59	389.45	4.08	2.70	
3	19	18	388.93	390.62	33.89	-4.99	33.89	33.89	29.04	29.04	4.36	4.36	0.30	0.30	4	1	33.89	0.96	7.78	0.13	0.46	388.38	388.07	0.59	2.70	*
4	18	8	390.62	388.60	28.30	7.14	28.30	156.52	24.25	134.13	4.37	4.21	0.25	1.34	6	2.5	28.30	1.99	36.28	0.13	0.95	388.02	387.36	2.70	1.44	
5	8	9	388.60	386.86	36.07	4.82	36.07	192.59	30.91	165.04	4.35	4.18	0.32	1.64	6	4.5	36.07	2.67	48.68	0.13	1.23	387.28	385.69	1.44	1.33	
6	9	10	386.86	384.63	34.23	6.51	34.23	226.82	29.33	194.38	4.36	4.15	0.30	1.92	6	6.5	34.23	3.21	58.51	0.12	1.47	385.65	383.46	1.33	3.95	
7	12	11	382.25	384.81	34.07	-7.51	34.07	34.07	29.20	29.20	4.36	4.36	0.30	0.30	4	1	34.07	0.96	7.78	0.13	0.46	381.73	381.39	0.59	3.57	*
8	11	10	384.81	384.63	37.60	0.48	37.60	71.67	32.22	61.42	4.35	4.30	0.33	0.63	6	1.5	37.60	1.54	28.11	0.10	0.63	381.36	380.83	3.57	3.95	
9	10	14	384.63	383.10	70.12	2.18	70.12	368.61	60.09	315.88	4.30	4.07	0.61	3.05	6	1	70.12	1.26	22.95	0.25	0.87	380.80	380.13	3.95	3.12	
10	14	15	383.10	383.02	10.97	0.73	10.97	379.58	9.40	325.29	4.42	4.06	0.10	3.14	6	1	10.97	1.26	22.95	0.25	0.88	380.10	380.02	3.12	3.15	
11	17	15	381.52	383.02	73.96	-2.03	73.96	73.96	63.38	63.38	4.29	4.29	0.65	0.65	4	1	73.96	0.96	7.78	0.19	0.58	381.00	380.26	0.59	3.15	*
12	15	16	383.02	379.46	58.17	6.12	58.17	511.71	49.85	438.52	4.31	4.00	0.51	4.17	6	3	58.17	2.18	39.75	0.22	1.41	379.97	378.27	3.15	1.34	
13	16	29	379.46	377.90	28.39	5.49	28.39	540.10	24.33	462.84	4.37	3.99	0.25	4.38	6	5.5	28.39	2.95	53.82	0.19	1.77	378.24	376.71	1.34	1.34	
14	29	28	377.90	376.33	28.39	5.53	28.39	568.49	24.33	487.17	4.37	3.98	0.25	4.60	6	5.5	28.39	2.95	53.82	0.20	1.80	376.68	375.15	1.34	1.34	
15	28	27	376.33	372.27	89.86	4.52	89.86	658.35	77.01	564.18	4.27	3.95	0.78	5.28	6	4.5	89.86	2.67	48.68	0.22	1.75	375.11	371.10	1.34	1.32	
16	27	26	372.27	374.58	59.67	-3.87	59.67	718.02	51.13	615.32	4.31	3.93	0.52	5.73	6	1	59.67	1.26	22.95	0.34	1.04	371.07	370.50	1.32	4.23	
17	26	23	374.58	376.69	84.37	-2.50	84.37	802.39	72.30	687.62	4.28	3.90	0.73	6.36	6	1	84.37	1.26	22.95	0.36	1.07	370.47	369.66	4.23	7.18	
18	10	13	384.63	382.09	33.63	7.55	33.63	33.63	28.82	28.82	4.36	4.36	0.30	0.30	4	3	33.63	1.66	13.48	0.10	0.68	381.99	380.98	2.79	2.78	
19	13	22	382.09	380.15	32.10	6.04	32.10	65.73	27.51	56.33	4.36	4.30	0.28	0.58	6	1.5	32.10	1.54	28.11	0.10	0.61	379.43	378.98	2.78	2.23	
20	22	23	380.15	376.69	56.75	6.10	56.75	122.48	48.63	104.96	4.32	4.24	0.50	1.06	6	4.5	56.75	2.67	48.68	0.10	1.08	378.04	375.52	2.23	7.18	

\* Las profundidades corresponden a cajas de inicio de tramo

Continuación

## CÁLCULO HIDRÁULICO SUB - RAMAL I

TRAMO No.	De P.V.	A P.V.	TERRENO				LONGITUD		No. HAB. ACUMULADO		FACTOR DE FLUJO		Q Diseño Sanitario		TUBERIA			SECCION LLENA			VELOCIDAD DE DISEÑO (m/s)	COTA INVERT		POZOS DE VISITA	
			COTA INICIO	COTA FINAL	D.H (m)	PEND. (%)	LOCAL	ACUM.	LOCAL	ACUM.	LOCAL	ACUM.	LOCAL	ACUM.	Ø (plg)	PEND. (%)	LONG. (m)	Vel. (m/s)	Q (l/s)	d/D		INICIO	FINAL	H. PV. INICIO	H. PV. FINAL
1	1	2	400.00	390.80	68.09	13.51	68.09	68.09	68.94	68.94	4.28	4.28	0.70	0.70	4	14.5	68.09	3.66	29.64	0.11	1.52	399.45	389.61	0.59	3.38
2	2	3	390.80	381.08	49.73	19.55	49.73	117.82	50.35	119.29	4.31	4.22	0.52	1.20	6	15.5	49.73	4.95	90.35	0.10	1.72	387.59	379.91	3.33	1.83
3	3	4	381.08	379.21	17.60	10.63	17.60	135.42	17.82	137.11	4.39	4.20	0.19	1.37	6	8	17.60	3.56	64.91	0.10	1.43	379.42	378.04	1.78	2.78
4	17	4	381.52	379.21	28.03	8.24	28.03	28.03	28.38	28.38	4.36	4.36	0.29	0.29	4	3	28.03	1.66	13.48	0.10	0.68	378.91	378.10	2.73	1.33
5	8	7	388.60	386.45	60.97	3.53	60.97	60.97	61.73	61.73	4.30	4.30	0.63	0.63	4	3.5	60.97	1.80	14.56	0.14	0.89	387.44	385.34	1.28	2.93
6	7	6	386.45	383.92	27.71	9.13	27.71	88.68	28.06	89.79	4.36	4.26	0.29	0.91	6	3.5	27.71	2.35	42.93	0.10	0.94	383.69	382.75	2.88	1.60
7	6	5	383.92	381.86	30.54	6.75	30.54	119.22	30.92	120.71	4.35	4.22	0.32	1.21	6	6	30.54	3.08	56.21	0.10	1.24	382.49	380.69	1.55	2.30
8	5	4	381.86	379.21	20.26	13.08	20.26	139.48	20.51	141.22	4.38	4.20	0.21	1.41	6	8.5	20.26	3.67	66.91	0.10	1.47	379.71	378.04	2.25	1.37
9	4	P.T.A.R.	379.21	378.12	25.35	4.30	25.35	328.28	25.67	332.37	4.37	4.06	0.27	3.20	6	1	25.35	1.26	22.95	0.25	0.89	378.01	377.79	1.32	0.20

\* Las profundidades corresponden a cajas de inicio de tramo

Continuación

## CÁLCULO HIDRÁULICO RAMAL II

TRAMO No.	De P.V.	A P.V.	TERRENO				LONGITUD		No. HAB. ACUMULADO		FACTOR DE FLUJO		Q Diseño Sanitario		TUBERIA			SECCION LLENA			VELOCIDAD DE DISEÑO (m/s)	COTA INVERT		POZOS DE VISITA	
			COTA INICIO	COTA FINAL	D.H (m)	PEND. (%)	LOCAL	ACUM.	LOCAL	ACUM.	LOCAL	ACUM.	LOCAL	ACUM.	LOCAL	PEND. (%)	LONG. (m)	Vel. (m/s)	Q (l/s)	d/D		INICIO	FINAL	H. PV. INICIO	H. PV. FINAL
1	75	74	428.31	421.06	81.23	8.93	81.23	81.23	54.37	54.37	4.31	4.31	0.58	0.58	4	10	81.23	3.04	24.61	0.105	1.26	427.79	419.67	0.59	1.82
2	74	73	421.06	420.36	13.16	5.32	13.16	94.39	8.81	63.18	4.42	4.29	0.10	0.67	6	1.5	13.16	1.54	28.11	0.106	0.64	419.36	419.19	1.82	1.34
3	77	76	426.88	422.81	50.14	8.12	50.14	50.14	33.56	33.56	4.35	4.35	0.36	0.36	4	4.5	50.14	2.04	16.51	0.101	0.82	423.96	421.70	3.07	3.24
4	76	73	422.81	420.36	35.54	6.89	35.54	85.68	23.79	57.35	4.37	4.30	0.26	0.61	6	1.5	35.54	1.54	28.11	0.101	0.62	419.69	419.19	3.24	1.34
5	73	72	420.36	417.7	52.72	5.05	52.72	232.79	35.29	155.82	4.34	4.19	0.38	1.61	6	5	52.72	2.81	51.31	0.121	1.27	419.14	416.53	1.34	1.32
6	72	70	417.7	410.12	94.94	7.98	94.94	327.73	63.55	219.37	4.29	4.13	0.67	2.23	6	8	94.94	3.56	64.91	0.126	1.65	416.5	408.93	1.32	1.38
7	70	68	410.12	408.83	30.67	4.21	30.67	358.4	20.53	239.90	4.38	4.12	0.22	2.43	6	4	30.67	2.52	45.90	0.156	1.33	408.86	407.66	1.38	1.32
8	68	67	408.83	408.94	21.79	-0.50	21.79	380.19	14.59	254.49	4.40	4.11	0.16	2.57	6	1	21.79	1.26	22.95	0.226	0.83	407.63	407.44	1.32	1.65
9	67	65	408.94	405.68	39.48	8.26	39.48	419.67	26.43	280.92	4.36	4.09	0.28	2.83	6	7.5	39.48	3.45	62.85	0.144	1.74	407.41	404.48	1.65	1.40
10	66	65	407.65	405.68	43.53	4.53	43.53	43.53	29.14	29.14	4.36	4.36	0.31	0.31	4	3.5	43.53	1.80	14.56	0.101	0.73	406.09	404.57	1.71	1.40
11	65	64	405.68	403.78	58.38	3.25	58.38	521.58	39.08	349.13	4.34	4.05	0.42	3.48	6	6.5	58.38	3.21	58.51	0.165	1.76	404.38	400.64	1.40	3.29
12	64	62	403.78	403.19	10.96	5.38	10.96	532.54	7.34	356.47	4.43	4.05	0.08	3.55	6	1	10.96	1.26	22.95	0.265	0.91	400.61	400.53	3.29	2.81
13	62	61	403.19	400.06	49.85	6.28	49.85	582.39	33.37	389.84	4.35	4.03	0.36	3.87	6	6.5	49.85	3.21	58.51	0.174	1.81	400.5	397.29	2.81	2.16
14	84	63	399.24	399.98	34.21	-2.16	34.21	34.21	22.90	22.90	4.37	4.37	0.25	0.25	4	1	34.21	0.96	7.78	0.122	0.44	398.72	398.38	0.59	1.75
15	63	61	399.98	400.06	16.37	-0.49	16.37	50.58	10.96	33.86	4.41	4.35	0.12	0.36	4	2	16.37	1.36	11.01	0.124	0.62	398.35	398.05	1.75	2.16
16	61	59	400.06	399.73	50.89	0.65	50.89	683.86	34.06	457.76	4.35	3.99	0.36	4.50	6	1	50.89	1.26	22.95	0.3	0.98	397.24	396.78	2.92	4.04
17	60	59	396.76	399.73	39.89	-7.45	39.89	39.89	26.70	26.70	4.36	4.36	0.29	0.29	4	1	39.89	0.96	7.78	0.131	0.46	396.24	395.84	0.59	4.04
18	59	58	399.73	396.17	94.1	3.78	94.1	817.85	62.99	547.45	4.29	3.95	0.67	5.33	6	1	94.1	1.26	22.95	0.327	1.02	395.81	394.90	4.04	1.44
19	58	56	396.17	393.6	61.22	4.20	61.22	879.07	40.98	588.43	4.33	3.94	0.44	5.71	6	4	61.22	2.52	45.90	0.238	1.71	394.85	392.43	1.44	1.42
20	68	69	408.83	405.01	49.99	7.64	49.99	49.99	33.46	33.46	4.35	4.35	0.36	0.36	4	4.5	49.99	2.04	16.51	0.101	0.82	406.15	403.90	2.83	2.90
21	71	69	405.15	405.01	50.45	0.28	50.45	50.45	33.77	33.77	4.35	4.35	0.36	0.36	4	2	50.45	1.36	11.01	0.124	0.62	404.63	403.62	0.67	2.90
22	69	57	405.01	402.18	35.71	7.92	35.71	136.15	23.90	91.14	4.37	4.25	0.26	0.95	6	3.5	35.71	2.35	42.93	0.103	0.96	402.21	401.01	2.90	1.32
23	57	94	402.18	397.89	57.92	7.41	57.92	194.07	38.77	129.91	4.34	4.21	0.41	1.35	6	7.5	57.92	3.45	62.85	0.101	1.39	400.98	396.67	1.32	1.37
24	94	56	397.89	393.6	57.92	7.41	57.92	251.99	38.77	168.68	4.34	4.17	0.41	1.73	6	7.5	57.92	3.45	62.85	0.114	1.50	396.64	392.33	1.37	1.42
25	56	54	393.6	392.98	13.66	4.54	13.66	1144.72	9.14	766.24	4.42	3.87	0.10	7.31	6	4	13.66	2.52	45.90	0.269	1.84	392.3	391.78	1.42	2.99
26	55	54	391.06	392.98	40.06	-4.79	40.06	40.06	26.82	26.82	4.36	4.36	0.29	0.29	4	1	40.06	0.96	7.78	0.131	0.46	390.54	390.14	0.59	2.99
27	54	52	392.98	387.19	94.1	6.15	94.1	1278.88	62.99	856.05	4.29	3.84	0.67	8.10	6	4.5	94.1	2.67	48.68	0.275	1.97	390.09	385.91	2.99	3.13
28	53	52	385.34	387.19	60.88	-3.04	60.88	60.88	40.75	40.75	4.33	4.33	0.43	0.43	4	1	60.88	0.96	7.78	0.16	0.52	384.82	384.21	0.59	3.13

\* Las profundidades corresponden a cajas de inicio de tramo

Continuación

## CÁLCULO HIDRÁULICO RAMAL II

TRAMO No.	De P.V.	A P.V.	TERRENO				LONGITUD		No. HAB. ACUMULADO		FACTOR DE FLUJO		Q Diseño Sanitario		TUBERIA			SECCION LLENA			VELOCIDAD DE DISEÑO (m/s)	COTA INVERT		POZOS DE VISITA	
			COTA INICIO	COTA FINAL	D.H (m)	PEND. (%)	LOCAL	ACUM.	LOCAL	ACUM.	LOCAL	ACUM.	LOCAL	ACUM.	Ø (plg)	PEND. (%)	LONG. (m)	Vel. (m/s)	Q (l/s)	d/D		INICIO	FINAL	H. PV. INICIO	H. PV. FINAL
29	52	50	387.19	385.23	45.33	4.32	45.33	1385.09	30.34	927.14	4.35	3.82	0.33	8.73	6	1	45.33	1.26	22.95	0.43	1.17	384.16	383.76	3.13	2.36
30	51	50	384.06	385.23	51.66	-2.26	51.66	51.66	34.58	34.58	4.34	4.34	0.37	0.37	4	1	51.66	0.96	7.78	0.15	0.49	383.54	383.02	0.59	2.36
31	50	48	385.23	383.43	23.72	7.59	23.72	1460.47	15.88	977.60	4.39	3.81	0.17	9.16	6	3.5	23.72	2.35	42.93	0.31	1.87	382.97	382.19	2.36	1.77
32	86	87	393.61	391.31	49.23	4.67	49.23	49.23	32.95	32.95	4.35	4.35	0.35	0.35	4	4.5	49.23	2.04	16.51	0.10	0.82	392.37	390.15	1.39	4.41
33	87	88	391.31	386.54	56.08	8.51	56.08	105.31	37.54	70.49	4.34	4.28	0.40	0.74	6	3	56.08	2.18	39.75	0.10	0.84	387.00	385.37	4.41	1.32
34	88	46	386.54	385.44	82.47	1.33	82.47	187.78	55.20	125.69	4.31	4.22	0.59	1.30	6	1.5	82.47	1.54	28.11	0.15	0.78	385.34	384.13	1.32	1.46
35	46	49	385.44	384.29	53.85	2.14	53.85	241.63	36.05	161.74	4.34	4.18	0.39	1.67	6	2	53.85	1.78	32.45	0.15	0.93	384.10	383.05	1.46	1.39
36	49	48	384.29	383.43	39.99	2.15	39.99	281.62	26.77	188.51	4.36	4.16	0.29	1.93	6	2	39.99	1.78	32.45	0.17	0.97	383.02	382.25	1.39	1.77
37	48	47	383.43	377.70	88.06	6.51	88.06	1830.15	58.94	1225.05	4.30	3.74	0.62	11.29	6	6	88.06	3.08	56.21	0.30	2.40	381.78	376.53	1.77	1.32
38	47	45	377.70	378.95	100.54	-1.24	100.54	1930.69	67.30	1292.35	4.29	3.73	0.71	11.86	6	1	100.54	1.26	22.95	0.51	1.27	376.50	375.52	1.32	3.58
39	46	45	385.44	378.95	75.91	8.55	75.91	75.91	50.81	50.81	4.31	4.31	0.54	0.54	4	9.5	75.91	2.96	23.99	0.10	1.21	384.92	377.71	0.59	3.58
40	45	44	378.95	379.82	65.31	-1.33	65.31	2071.91	43.72	1386.88	4.33	3.70	0.47	12.65	6	1	65.31	1.26	22.95	0.53	1.29	375.47	374.87	3.58	5.10
41	44	93	379.82	380.13	56.29	-0.55	56.29	2128.20	37.68	1424.56	4.34	3.70	0.40	12.97	6	1	56.29	1.26	22.95	0.54	1.30	374.84	374.31	5.10	5.97
42	93	92	380.13	380.43	56.29	-0.53	56.29	2184.49	37.68	1462.24	4.34	3.69	0.40	13.28	6	1	56.29	1.26	22.95	0.55	1.30	374.28	373.75	5.97	6.83
43	77	78	426.88	424.59	41.74	5.49	41.74	41.74	27.94	27.94	4.36	4.36	0.30	0.30	4	1.5	41.74	1.18	9.53	0.12	0.53	423.96	423.33	3.07	2.13
44	78	79	424.59	423.05	36.46	4.22	36.46	78.20	24.41	52.34	4.37	4.31	0.26	0.56	6	2	36.46	1.78	32.45	0.10	0.67	422.56	421.88	2.13	3.03
45	79	80	423.05	420.01	44.21	6.88	44.21	122.41	29.59	81.94	4.36	4.27	0.32	0.86	6	3	44.21	2.18	39.75	0.10	0.88	420.14	418.84	3.03	3.06
46	80	81	420.01	412.93	71.26	9.94	71.26	193.67	47.70	129.64	4.32	4.21	0.51	1.34	6	7.5	71.26	3.45	62.85	0.10	1.39	417.07	411.76	3.06	1.32
47	81	82	412.93	408.01	71.95	6.84	71.95	265.62	48.16	177.80	4.32	4.17	0.51	1.82	6	7	71.95	3.33	60.72	0.12	1.48	411.73	406.72	1.32	1.44
48	82	66	408.01	407.65	51.63	0.70	51.63	317.25	34.56	212.36	4.34	4.14	0.37	2.16	6	1	51.63	1.26	22.95	0.21	0.79	406.69	406.20	1.44	1.60
49	66	83	407.65	401.03	83.45	7.93	83.45	400.70	55.86	268.22	4.30	4.10	0.59	2.71	6	7.5	83.45	3.45	62.85	0.14	1.71	406.09	399.86	1.68	1.32
50	83	84	401.03	399.24	29.74	6.02	29.74	430.44	19.91	288.12	4.38	4.09	0.21	2.90	6	6	29.74	3.08	56.21	0.15	1.62	399.82	398.07	1.33	1.32
51	84	85	399.24	393.50	84.22	6.82	84.22	514.66	56.37	344.50	4.30	4.05	0.60	3.44	6	7	84.22	3.33	60.72	0.16	1.80	398.02	392.15	1.34	1.74
52	86	85	393.50	393.50	58.85	0.19	58.85	58.85	39.39	39.39	4.33	4.33	0.42	0.42	4	2	58.85	1.36	11.01	0.13	0.65	393.09	391.91	0.59	1.74
53	85	89	393.50	391.00	36.69	6.81	36.69	610.20	24.56	408.45	4.37	4.02	0.26	4.04	6	6	36.69	3.08	56.21	0.18	1.83	391.86	389.71	1.74	1.51
54	89	90	391.00	384.38	75.65	8.75	75.65	685.85	50.64	459.09	4.31	3.99	0.54	4.52	6	8.5	75.65	3.67	66.91	0.18	2.08	389.61	383.21	1.51	1.32
55	90	91	384.38	382.30	26.46	7.86	26.46	712.31	17.71	476.80	4.39	3.98	0.19	4.68	6	8	26.46	3.56	64.91	0.18	2.11	383.18	381.09	1.32	1.38
56	91	92	382.30	380.43	25.84	7.24	25.84	738.15	17.30	494.10	4.39	3.98	0.19	4.84	6	7	25.84	3.33	60.72	0.19	1.99	381.04	379.26	1.38	6.84
57	92	24	380.43	379.52	57.79	1.57	57.79	2980.43	38.68	1995.02	4.34	3.59	0.41	17.62	6	1	57.79	1.26	22.95	0.66	1.39	373.71	373.16	6.84	6.51
58	24	23	379.52	376.69	75.21	3.76	75.21	3055.64	50.34	2045.36	4.31	3.58	0.53	18.03	6	1	75.21	1.26	22.95	0.67	1.39	373.13	372.41	6.51	4.43

\* Las profundidades corresponden a cajas de inicio de tramo

Continuación

### CÁLCULO HIDRÁULICO RAMAL III

TRAMO No.	De P.V.	A P.V.	TERRENO				LONGITUD		No. HAB. ACUMULADO		FACTOR DE FLUJO		Q Diseño Sanitario		TUBERIA			SECCION LLENA			VELOCIDAD DE DISEÑO (m/s)	COTA INVERT		POZOS DE VISITA	
			COTA INICIO	COTA FINAL	D.H (m)	PEND. (%)	LOCAL	ACUM.	LOCAL	ACUM.	LOCAL	ACUM.	LOCAL	ACUM.	Ø (pulg)	PEND. (%)	LONG. (m)	Vel. (m/s)	Q (l/s)	d/D		INICIO	FINAL	H. PV. INICIO	H. PV. FINAL
1	23	25	376.69	374.04	92.94	2.85	92.94	4073.45	58.82	2577.82	4.30	3.50	0.62	22.02	8	1	92.94	1.524	49.42	0.47	1.48	369.63	368.73	7.18	5.46
2	30	25	375.46	374.04	90.78	1.56	90.78	90.78	57.45	57.45	4.30	4.30	0.60	0.60	4	2.5	90.78	1.518	12.31	0.15	0.78	374.91	372.67	0.59	1.52
3	31	25	372.28	374.04	57.13	-3.08	57.13	57.13	36.15	36.15	4.34	4.34	0.38	0.38	4	2	57.13	1.358	11.01	0.13	0.63	371.73	370.62	0.59	3.57
4	25	32	374.04	369.87	83.58	4.99	83.58	4304.94	52.89	2724.32	4.31	3.48	0.56	23.14	8	1	83.58	1.524	49.42	0.48	1.50	368.70	367.89	5.46	2.13
5	32	33	369.87	367.2	58.23	4.59	58.23	4363.17	36.85	2761.17	4.34	3.47	0.39	23.42	8	2.5	58.23	2.41	78.14	0.38	2.10	367.41	365.98	2.58	1.37
6	33	34	367.2	363.54	73.46	4.98	73.46	4436.63	46.49	2807.65	4.32	3.47	0.49	23.77	8	5	73.46	3.408	110.51	0.31	2.71	365.95	362.31	1.37	1.38
7	34	35	363.54	359.18	76.27	5.72	76.27	4512.90	48.27	2855.92	4.32	3.46	0.51	24.13	8	5.5	76.27	3.574	115.91	0.31	2.82	362.12	357.96	1.54	1.37
8	35	36	359.18	355.22	67.02	5.91	67.02	4579.92	42.41	2898.33	4.33	3.46	0.45	24.45	8	6	67.02	3.733	121.06	0.30	2.92	357.93	353.94	1.37	1.43
9	36	37	355.22	351.61	85.88	4.20	85.88	4665.80	54.35	2952.68	4.31	3.45	0.57	24.86	8	4	85.88	3.048	98.84	0.34	2.53	353.80	350.39	1.54	1.37
10	37	38	351.61	347.77	88.05	4.36	88.05	4753.85	55.72	3008.40	4.30	3.44	0.59	25.28	8	4	88.05	3.048	98.84	0.34	2.55	350.04	346.55	1.69	1.37
11	38	39	347.77	347.14	66.43	0.95	66.43	4820.28	42.04	3050.44	4.33	3.44	0.44	25.60	8	1	66.43	1.524	49.42	0.51	1.54	346.52	345.89	1.37	1.40
12	39	40	347.14	346.51	66.43	0.95	66.43	4886.71	42.04	3092.48	4.33	3.43	0.44	25.91	8	1	66.43	1.524	49.42	0.51	1.54	345.86	345.23	1.40	1.43
13	40	41	346.51	345.43	97.69	1.11	97.69	4984.40	61.82	3154.30	4.30	3.42	0.65	26.37	8	1	97.69	1.524	49.42	0.52	1.55	345.16	344.21	1.47	1.37
14	41	42	345.43	345.08	57.69	0.61	57.69	5042.09	36.51	3190.81	4.34	3.42	0.39	26.64	8	1	57.69	1.524	49.42	0.52	1.55	344.18	343.63	1.37	1.60
15	42	43	345.08	344.73	57.69	0.61	57.69	5099.78	36.51	3227.32	4.34	3.42	0.39	26.92	8	1	57.69	1.524	49.42	0.53	1.56	343.60	343.05	1.60	1.83
16	43	44	344.73	344.53	60.06	0.33	60.06	5159.84	38.01	3265.33	4.34	3.41	0.40	27.20	8	1	60.06	1.524	49.42	0.53	1.56	343.02	342.45	1.83	2.23
17	44	P.T.A.R.	344.53	344.25	7.11	3.94	7.11	5166.95	4.50	3269.83	4.44	3.41	0.05	27.23	8	1	7.11	1.524	49.42	0.53	1.56	342.42	342.38	2.23	2.02

\* Las profundidades corresponden a cajas de inicio de tramo

### **3.3. Tratamiento de aguas residuales**

#### **3.3.1. Importancia del tratamiento de aguas residuales**

Entre la problemática de una región existe un aspecto muy importante si no se tratan las aguas residuales, y es la salud, de la cual depende el bienestar de una población. Además, los materiales que se depositan en los ríos, lagos y mares impiden el crecimiento de plantas acuáticas; los de naturaleza orgánica se pudren, robando oxígeno al agua, con producción de malos olores y sabores; las materias tóxicas, compuestos metálicos, ácidos y álcalis afectan directa o indirectamente la vida acuática; las pequeñas partículas suspendidas como fibras, pueden asfixiar a los peces por obstrucción de sus agallas.

Para que el volumen de aguas residuales que se descarga a una corriente no ofrezca peligros a la salud es necesario:

- Mejorar el poder de purificación de la corriente de agua, lo que se logra:
  - ü Disminuyendo la velocidad del agua en la zona de descarga ensanchando el cauce
  - ü Regulando la formación de depósitos de lodos por canalización del cauce del río
  - ü Aumentando la aireación, provocando artificialmente disturbios en el agua por medio de cascada, remolinos, etc.
- Evitar que llegue a ella en forma total o parcial la materia acarreada por los sistemas de alcantarillado que se consigue:
  - ü Aplicando los procesos que se conocen como “tratamiento de aguas residuales”

En este sentido, es importante que, antes de disponer las aguas servidas en ríos, lagos o mares, éstas reciban previamente algún tipo de tratamiento que permita la remoción de parásitos, bacterias y virus patógenos, que son los males endémicos que afectan al país.

### **3.3.2. Proceso de tratamiento**

Cada etapa en el tratamiento tiene una función específica que contribuye, en forma secuencial, al mejoramiento de la calidad del afluente respecto a su condición inicial al ingresar al ciclo de depuración, que va desde el proceso más simple, hasta el proceso más complejo. Esto permite separar las etapas, por lo tanto, el análisis de cada una en forma individual, existiendo siempre una interrelación entre cada una. Así mismo, el criterio a utilizar para la selección y diseño de las respectivas unidades que se proponen dependen de la etapa de tratamiento.

Todo proceso de tratamiento contiene varias etapas que son:

- Tratamiento preliminar
- Tratamiento primario
- Tratamiento secundario
- Tratamiento terciario
- Desinfección
- Disposición de lodos

#### **3.3.2.1. Tratamiento Preliminar**

Los dispositivos para el tratamiento preliminar están destinados a eliminar o separar los sólidos mayores o flotantes, los sólidos inorgánicos pesados y eliminar cantidades excesivas de aceites o grasas. Para lograr estos objetivos se utilizan diversas unidades, entre las que se pueden mencionar:

- Rejillas
- Desarenadores

#### **3.3.2.2. Tratamiento primario**

Los dispositivos que se usan en el tratamiento primario están diseñados para retirar de las aguas residuales los sólidos orgánicos e inorgánicos

sedimentables que se encuentran suspendidos, mediante el proceso físico de sedimentación. La actividad biológica en esta etapa tiene poca importancia.

El propósito fundamental de los dispositivos para el tratamiento primario, consiste en disminuir lo suficiente la velocidad de las aguas, para que puedan sedimentarse los sólidos que representan la materia tanto orgánica como inorgánica susceptible de degradación.

Las unidades de tratamiento más utilizadas en esta etapa son:

- Tanques *Imhoff*
- Sedimentadores simples o primarios

### **3.3.2.3. Tratamiento secundario**

Este término comúnmente se utiliza para los sistemas de tratamiento del tipo biológico, en los cuales se aprovecha la acción de microorganismos presentes en las aguas residuales. La presencia o ausencia de oxígeno disuelto en el agua residual define dos grandes grupos o procesos de actividad biológica: proceso aerobio (en presencia de oxígeno) y proceso anaerobio (en ausencia de oxígeno).

Los dispositivos que se usan en esta etapa pueden ser:

- Filtro goteador con tanques de sedimentación secundario
- Tanques de aireación
- Filtro percolador (goteador, biofiltro o biológico)
- Filtros de arena
- Lechos de contacto
- Lagunas de estabilización

#### **3.3.2.4. Tratamiento terciario**

Es el grado de tratamiento necesario para alcanzar una calidad física-química-biológica adecuada para el uso al que se destina el agua residual, sin riesgo alguno. En este proceso se le da un pulimento al agua de acuerdo al rehúso que se le pretenda dar a las aguas residuales renovadas.

#### **3.3.2.5. Desinfección**

Existen dos procesos para efectuar la desinfección:

- Físicos: filtración, ebullición, rayos ultravioleta
- Químicos: aplicación de cloro, bromo, yodo, ozono, iones, plata, etc.

El cloro y sus derivados son indudablemente los compuestos más usuales accesibles, de fácil manejo y aplicación para la desinfección del agua clara y de la residual. Ya que su uso es amplio, también se utiliza para:

- Eliminará olor y sabor
- Decoloración
- Ayuda a evitar la formación de algas
- Ayuda a la oxidación de la materia orgánica
- Ayuda a mejorar la eficiencia de la sedimentación primaria
- Ayuda a eliminar las espumas en los sedimentadotes
- Favorece el decaimiento y mortandad de microorganismos.

#### **3.3.2.6. Disposición de lodos**

Los lodos de las aguas residuales están constituidos por los sólidos que se eliminan en las unidades de tratamiento primario y secundario, junto con el agua que se adhiere a ellos.

Los diversos procesos de tratamiento tienen dos objetivos fundamentales:

- ü Disminuir el volumen del material manejado por la eliminación de parte o toda la porción líquida.
- ü Descomponer la materia orgánica a compuestos orgánicos o inorgánicos relativamente estables o inertes, de los cuales puede separarse el agua con mayor facilidad. A este proceso se le denomina “digestión”, y con el se disminuye el total de sólidos presentes.

### 3.4. Desfogue

Luego de realizar un estudio en la aldea, se propone que el alcantarillado puede descargar en los lugares indicados en la tabla VI y especificada en planos.

**Tabla VI. Descarga**

Lugar de descarga	Ventajas	Desventajas
Planta de tratamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se conservan las fuentes de agua para uso doméstico, industrial, agrícola y para la supervivencia de peces</li> <li>- Se evitan enfermedades</li> <li>- Se evitan malos olores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Costo elevado</li> </ul>
Pozo de visita existente	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bajo costo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se disminuye el período de diseño de la tubería</li> <li>- No se evita la contaminación del ambiente, solo se traslada a otro lugar</li> </ul>
Zanjón	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bajo costo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contaminación de los recursos naturales</li> <li>- Propagación de enfermedades</li> </ul>

El lugar que se recomienda para la descarga es en una planta de tratamiento que se puede construir en un terreno municipal cercano y, luego, finalizar su recorrido hasta llegar a desfogar en una quebrada. Sin embargo, la decisión final corresponderá a las autoridades municipales.

### **3.5. Propuesta de tratamiento**

Para la aldea en estudio se propone la construcción de una planta de tratamiento con un sistema biológico, aeróbico de aireación extendida de lodos activados. Dicha planta sería diseñada por AMANCO, empresa de conocido prestigio a nivel latinoamericano, y requiere un terreno de 12 m \* 12 m para el desfogue, con una eficiencia del 85% en remoción de materia orgánica y sólidos suspendidos.

Con esta modalidad de aireación extendida, se lograrán afluentes de calidad, con baja producción de lodos y alto grado de oxidación y estabilización de la materia, adicionándole un sistema de cloración para la seguridad en el nuevo uso del líquido en irrigación de jardines, redes independientes de abastecimiento de inodoros, riego de áreas de terracería, etc. Este proceso involucra básicamente las siguientes etapas:

- ▼ Una primera acción en un tanque de aireación, donde se suministra aire por difusión en el fondo, lo que permite crecimiento de microorganismos que requieren de oxígeno para vivir; la materia presente servirá para alimentar las bacterias aeróbicas que transforman los contaminantes en materia celular y energía para crecer y reproducirse, lo que originara los flóculos, que son conocidos como lodos activados. El elemento básico en este proceso es el SOPLADOR.

- ✓ El segundo compartimiento es un complemento de aireación al proceso con los fines anunciados en la etapa anterior, y que complementa el oxígeno necesario para el volumen a tratar.
- ✓ Los flóculos pasarán al tanque de clarificación secundaria, donde sedimentan por gravedad los lodos; el sobrenadante es vertido al área de cloración y los lodos depositados se recirculan para retroalimentar el sistema; el exceso de lodos se depositará en un tanque de lodos para su estabilización; una vez estabilizado se saca al área de secado de lodos, que consiste en un pequeño patio.
- ✓ El agua clarificada es tratada para su desinfección por medio de un sistema de cloración a base de tabletas de hipoclorito de calcio, cuando se descarga directamente a un cuerpo de agua, previa reacción del cloro en un depósito, que variará de acuerdo al volumen tratado.
- ✓ El agua tratada puede almacenarse o verse al acuífero, previo análisis de la capacidad de absorción del suelo; se deberá contar con la seguridad de que sus características son adecuadas para esta disposición. Si se almacenan, su función sería reutilizarlas adecuadamente. Donde el acuífero es muy alto, la descarga puede hacerse por medio de zanjas de absorción de 0.80 metros de profundidad o descargarse a un drenaje pluvial

## **4. IMPACTO AMBIENTAL**

### **4.1. Impacto ambiental**

Un estudio de impacto ambiental es un documento que describe pormenorizadamente las características de un proyecto o actividad que se pretenda llevar a cabo o su modificación. Debe proporcionar antecedentes fundados para la predicción, identificación e interpretación de su impacto ambiental y describir la o las acciones que ejecutará para impedir o minimizar los efectos significativamente adversos.

#### **4.1.1. Sistema de evaluación de impacto ambiental**

Los proyectos o actividades susceptibles de causar impacto ambiental, en cualquiera de sus fases, que deberán someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), son los siguientes:

- 1-. Acueductos, embalses o tranques y sifones
- 2-. Líneas de transmisión eléctrica de alto voltaje y sus subestaciones;
- 3-. Centrales generadoras de energía mayores a 3 MW;
- 4-. Reactores y establecimientos nucleares e instalaciones relacionadas;
- 5-. Aeropuertos, terminales de buses, camiones y ferrocarriles, vías férreas, estaciones de servicios, autopistas y los caminos públicos que puedan afectar áreas protegidas;
- 6-. Puertos, vías de navegación, astilleros y terminales marítimos;
- 7-. Proyecto de desarrollo urbano o turístico, en zonas no comprendidas en algunos de los planes a que alude la letra siguiente;

- 8-** Planes regionales de desarrollo urbano, planes inter-comunales, planes reguladores comunales, planes seccionales, proyectos industriales o inmobiliarios que los modifiquen o que se ejecuten en zonas declaradas latentes o saturadas;
- 9-** Proyectos de desarrollo minero, incluidos los de carbón, petróleo y gas, comprendiendo las prospecciones, explotaciones, plantas procesadoras y disposición de residuos y estériles, así como la extracción industrial de áridos, turba o greda;
- 10-** Oleoductos, gaseoductos, ductos mineros u otros análogos;
- 11-** Instalaciones fabriles, tales como metalúrgicas, químicas, textiles, productoras de materiales para la construcción, de equipos y productos metálicos y curtiembres, de dimensiones industriales;
- 12-** Agroindustrias, mataderos, planteles y establos de crianza, lecherías y engorde de animales, de dimensiones industriales;
- 13-** Proyectos de desarrollo o explotaciones forestales en suelos frágiles, en terrenos cubiertos de bosque nativo, industria de celulosa, pasta de papel y papel, plantas astilladoras, elaboradoras de madera y aserraderos, todos de dimensiones industriales;
- 14-** Proyectos de explotación intensiva, cultivo y plantas procesadoras de recursos hidrobiológicos;
- 15-** Producción, almacenamiento, transporte, disposición o reutilización habituales de sustancias tóxicas, explosivas, radioactivas, inflamables, corrosivas o reactivas;
- 16-** Proyectos de saneamiento ambiental, tales como sistemas de alcantarillado y agua potable, plantas de tratamientos de aguas o

residuos sólidos de origen domiciliario, rellenos sanitarios, emisarios submarinos, sistemas de tratamiento y disposición de residuos industriales líquidos o sólidos;

- 17-. Ejecución de obras, programas o actividades en parques nacionales, reservas nacionales, monumentos naturales, reservas de zonas vírgenes, santuarios de la naturaleza, parques marinos, reservas marinas o en cualesquiera otras áreas colocadas bajo protección oficial, en los casos en que la legislación respectiva lo permita;
- 18-. Aplicación masiva de productos químicos en áreas urbanas o zonas rurales próximas a centros poblados o a cursos o masas de aguas que puedan ser afectadas.

#### **4.1.2. Aspectos cubiertos por estudios de impacto ambiental**

- 1-. Riesgo para la salud de la población, debido a la cantidad y calidad de los efluentes, emisiones o residuos;
- 2-. Efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire;
- 3-. Localización próxima a población, recursos y áreas protegidas susceptibles de ser afectados, así como el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar;
- 4-. Alteración significativa, en términos de magnitud o duración, del valor paisajístico o turístico de una zona;
- 5-. Alteración de monumentos, sitios con valor antropológicos, arqueológicos, histórico y, en general, los pertenecientes al patrimonio cultural.

## **4.2. Presentación y alcances**

La descarga de aguas residuales crudas (domésticas o industriales) a un determinado cuerpo receptor, genera los consiguientes efectos sobre la vida acuática, la población circundante, la calidad de las aguas y su uso aguas abajo, aparición de vectores, presencia de moscas, etc.

### **4.2.1. Propósito y antecedentes**

En general, el terreno inmediatamente contiguo a la descarga de aguas residuales o a la acumulación de residuos sólidos corresponde al sector que recibe un mayor impacto sobre su medio ambiente, dado que por una parte se produce una disminución del valor del suelo y por otro lado se hace imposible su ocupación como área de desarrollo urbano. No es posible ejecutar sobre este terreno proyectos inmobiliarios, turísticos o de otra naturaleza, quedando limitado incluso el desarrollo agrícola por el foco infeccioso que puede generar esa situación en su entorno. Adicionalmente, otro sector afectado por la descarga de aguas residuales, lo constituyen las viviendas existentes aguas abajo de la descarga, producto de la propagación de malos olores (particularmente en época de verano). Ocurre una situación similar en el caso de las viviendas existentes en el entorno de acumulaciones de residuos sólidos.

### **4.2.2. La evaluación ambiental de proyectos**

La Ley N° 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, dictada en 1994, establece exigencias ambientales para los proyectos de inversión y determina cuáles de ellos deben someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), a través de un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) o de una Declaración de Impacto Ambiental (DIA). Esta decisión es responsabilidad final de la Comisión Regional o Nacional del Medio Ambiente, según corresponda, así como también la administración del sistema y la

coordinación de los organismos del Estado involucrados para los efectos de obtener los permisos o pronunciamientos requeridos.

#### **4.3. Descripción general de las alternativas de tratamiento de mayor aplicabilidad**

El proyecto será definido a la luz de una evaluación técnica de las alternativas de tratamiento de las aguas residuales a lo largo de un período de previsión definido.

Una alternativa que puede considerarse dentro de las del tipo convencional de tratamiento biológico, la constituyen las lagunas aeradas (o aireadas), las que contemplan componentes unitarias del tipo no convencional (lagunas de estabilización), incorporando elementos mecanizados para la transferencia de oxígeno. Dentro del espectro de alternativas comúnmente adoptadas se cuenta con lagunas aeradas a mezcla completa seguida de lagunas de sedimentación y desinfección y lagunas aeradas facultativas seguidas de lagunas facultativas y eventual desinfección.

#### **4.4. Área de influencia y línea de base**

Se analizan solamente las variables ambientales a incorporar en el análisis de alternativas al nivel de factibilidad y no las consideraciones de diseño de cada una de ellas.

##### **4.4.1. Consideraciones técnicas**

Desde un punto de vista global, las componentes unitarias de cualquier sistema de tratamiento que potencialmente pudieran provocar en mayor medida la generación de algún tipo de impacto sobre el medio ambiente, corresponden a una de las siguientes:

- Tratamiento Preliminar

- Tratamiento Primario y/o Secundario
- Desinfección final
- Tratamiento y Disposición final de Lodos

El dimensionamiento de las alternativas deberá considerar las medidas de mitigación que permitan eliminar o reducir el impacto que generen dichas componentes unitarias en el medio ambiente. Adicionalmente, se deberán contemplar todas aquellas consideraciones de tipo técnico que permitan prevenir riesgos y sus consecuentes impactos negativos tanto en el entorno como el sistema de tratamiento propiamente tal, cualquiera que sean las alternativas analizadas. Así por ejemplo, se deben considerar los aspectos técnicos que permitan prevenir riesgos de inundación, riesgos de desperfectos de la planta, etc.

#### **4.4.2. Análisis de localización**

Las alternativas de terrenos en que se pueda localizar el sistema de tratamiento, deben mostrar condiciones adecuadas para la ejecución del proyecto y cumplir con los requerimientos legales establecidos, destacando al menos los siguientes alcances:

- No estar definido como patrimonio de la humanidad, santuario de la naturaleza, área protegida, sitio arqueológico, etc.
- Cumplir con los ordenamientos estipulados en los planes de desarrollo regional, inter-comunales, reguladores comunales, etc.
- No estar definido por los planos reguladores comunales o inter-comunales como zona de alto riesgo.
- Compatibilidad de usos del suelo.

En cuanto a las condiciones adecuadas para la localización del sistema de tratamiento, deben considerarse todas aquellas que tengan incidencia directa en el entorno, entre las que cabe destacar las siguientes:

- Alejada de frentes con población cercana y en lo posible en algún extremo de la localidad.
- Vientos imperantes hacia zonas no pobladas.
- Topografía y niveles freáticos que no encarezcan el costo de construcción o entorpezcan una adecuada operación del sistema.
- Exenta de inundaciones por crecida del cuerpo receptor u otros.
- Ausencia de flora y fauna (especies) nativa o que se desee proteger que se vea afectada directamente por el proyecto.

#### **4.5. Impactos sobre los componentes de la línea de base**

Los impactos sobre los componentes de la línea base en los sistemas de tratamiento de aguas residuales se caracterizarán de manera global, debiendo destacar que ésta se construye en función de cada elemento del entorno afectado, el que tendrá sus características específicas en función de cada caso particular.

#### **4.6. Definición de actividades relevantes en las distintas etapas del proyecto**

Las actividades relevantes a considerar para la determinación de los impactos ambientales de las alternativas de tratamiento a analizar, deben ser establecidas tanto para la etapa de habilitación y construcción como de operación de la planta de tratamiento. En forma global, se deberán considerar al menos las siguientes variables:

#### **4.6.5. Etapa de habilitación y construcción**

Con respecto a la habilitación y construcción de la planta, las variables relevantes a considerar corresponden a las siguientes:

- Remoción capa superficial de suelos (alteración vegetación y fauna)
- Movimientos de tierra
- Interferencia al tránsito (efectos barrera)
- Alteración del Paisaje y Estética
- Fuente de trabajo (corto plazo)
- Actividades propias de una faena de obras civiles: ruido, polvo, tránsito de vehículos, movimiento maquinaria pesada

#### **4.6.6. Etapa de operación de la planta de tratamiento**

En el tratamiento de las aguas residuales, cualquier alternativa a analizar comprenderá las componentes de tratamiento preliminar, el tratamiento propiamente tal y el tratamiento, deshidratación y secado de lodos. Las variables relevantes a considerar corresponden en general al siguiente detalle:

##### **BUENA OPERACION**

- Descarga de aguas tratadas al cuerpo receptor sin alterar su calidad.
- Disposición final de lodos

##### **MALA OPERACION**

- Alteración negativa en el entorno y componentes del área de influencia.

#### **4.6.7. Etapa de abandono de la planta de tratamiento**

Los efectos ambientales que se generan en la etapa de abandono deben tener relación fundamentalmente con las obras civiles asociadas. En consecuencia, si se prevé un nuevo uso del suelo, deberá considerarse la demolición de las obras civiles y los efectos ambientales asociados, con lo que las variables relevantes a considerar corresponden a las siguientes:

- Demolición
- Transporte de escombros
- Incremento tráfico peatonal y vehicular
- Alteración del paisaje

#### **4.6.8. Etapa de construcción**

Los principales impactos debido a la construcción de las plantas, afectan principalmente al área de influencia directa del proyecto y son similares a los provocados por cualquier tipo de construcción:

- Generación de ruido, producto del trabajo de excavación con maquinaria pesada, carguío y transporte del material de desecho, etc.
- Alteración del medio físico natural.
- Paisaje y estética.

#### **4.7. Identificación de potenciales impactos ambientales**

Los impactos al medio ambiente generados por cualquiera de las alternativas propuestas resultan ser similares.

#### **4.7.3. Etapa de operación**

Los potenciales impactos que pudieran afectar el área de influencia directa del proyecto (el área de influencia indirecta no presentaría impactos negativos al medio ambiente con el proyecto en operación), son los siguientes:

- Cuerpo receptor
- Calidad de las aguas
- Usos
- Calidad del aire
- Creación de problemas sanitarios
- Olores
- Aerosoles
- Moscas y vectores
- Generación de subproductos y residuos
- Ruidos
- Aspectos sociales

Se debe destacar que los potenciales impactos arriba detallados generan consecuencias en la población circundante en la medida que la planta no sea bien operada.

#### **4.7.4. Etapa de abandono**

Los principales impactos debido al abandono de las instalaciones, afectan principalmente al área de influencia directa del proyecto:

- Generación de ruido, producto de la demolición y transporte del material de desecho, escombros, etc.
- Generación de polvo en suspensión, debido a la demolición y traslado de grandes cantidades de excedentes al lugar de botadero.
- Alteración del paisaje debido a demolición y alternativas de uso del suelo.

#### **4.8. Medidas de mitigación a considerar en el análisis de alternativas de tratamiento de aguas residuales**

Con el objeto de preservar el medio ambiente, el análisis de alternativas deberá contemplar el evitar, mitigar, corregir o compensar los impactos ambientales negativos directamente resultantes de las actividades asociadas fundamentalmente a la realización de las obras y en menor grado a la posterior operación del sistema.

##### **4.8.3. Etapa de construcción**

El impacto ambiental generado por la construcción del sistema de tratamiento como por ejemplo generación de polvo, aumento de la congestión vehicular, ruidos, etc., es en algún sentido inevitable. En general, el análisis de las alternativas deberá considerar las medidas de mitigación que minimicen la alteración de las condiciones medioambientales en la zona de ubicación de la obra y sectores aledaños.

##### **4.8.4. Etapa de operación**

Las medidas de mitigación deben ser incorporadas en el análisis de alternativas y afinadas en el proyecto de Ingeniería de la solución a adoptar. A continuación se presentan las medidas de mitigación para los potenciales

impactos ambientales negativos, comunes a cualquier alternativa de tratamiento.

**Tabla VIII. Potenciales impactos ambientales y medidas de mitigación**

AREA AMBIENTAL	MEDIDAS DE MITIGACION.
PAISAJE Y ESTETICA	<ul style="list-style-type: none"> <li>Arborización, césped, integración al paisaje comunal, áreas verdes.</li> </ul>
<b>PROBLEMAS SANITARIOS</b>	
GENERACIÓN SUBPRODUCTOS Y RESIDUOS. DISPOSICIÓN FINAL DE LODOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definición de sistemas de deshidratación de los lodos generados por Lechos de secado o por algún sistema mecanizados (filtro de banda, filtro prensa, centrífuga, etc.). El primero es adoptado para determinadas condiciones técnicas (p.e. intermitencia de la evacuación de lodos digeridos) y se dispone de terrenos suficientes, en tanto los segundos son más convenientes cuando la evacuación de lodos es del tipo continuo, se desea disminuir el riesgo de olores o aparición de moscas, generar menores volúmenes de lodo, más compactos y fácil de manipular, y minimizar de esta manera el riesgo de afectar la calidad de vida de la población cercana.</li> <li>Una vez deshidratado, la disposición final de los lodos será como acondicionador de suelos o un vertedero autorizado dispuesto a aceptar este tipo de residuos.</li> </ul>

<p>OLORES</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Localización basada en análisis de vientos. Arborización de los contornos del recinto o incluso cubrir (y eventualmente desodorizar) aquellas componentes unitarias más susceptibles de generar olores (cámara de rejillas, deshidratación de lodos, etc.). Las alternativas del tipo convencional son muy dinámicas, y aseguran la provisión necesaria de oxígeno, anulando la eventual generación de olores del tanque biológico. Arborización o cercos vegetales de los contornos perimetrales del recinto.</li> </ul>
<p>AEROSOLES</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las alternativas que utilizan determinados equipos de aeración (superficiales rápidos o lentos, rotores, etc.), generan aerosoles, los que se propagan en el entorno inmediato. Para minimizar su propagación más allá del entorno del sistema de tratamiento, el análisis deberá contemplar los accesorios que permitan minimizar la dispersión de los aerosoles, así como la arborización de los contornos perimetrales del recinto.</li> </ul>
<p>MOSCAS Y VECTORES</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incorporar un programa de control de plagas. En el evento de proliferación de moscas, mosquitos u otros, se deberán mitigar adecuadamente por métodos químicos o naturales según sea la solución de tratamiento adoptada.</li> </ul>
<p>RUIDOS</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Franja de arborización por todo el contorno del terreno, con características adecuadas para servir de buffer o amortiguador de ruidos.</li> </ul>

#### **4.9. Consideraciones ambientales en el proyecto de ingeniería de la alternativa seleccionada**

Desde un punto de vista global, el proyecto deberá contemplar la habilitación de áreas verdes y arborización del terreno, mejorando ostensiblemente el paisaje y estética del sector.

Los aspectos a considerar serán los mismos que los contemplados en el análisis de alternativas, pero afinados debidamente a la luz de las características específicas del proyecto.

El proyecto deberá definir el lugar de disposición de los materiales excedentes de las faenas de construcción, lo más lejos posible de zonas de actividad humana de cualquier especie, posibles zonas de expansión de la localidad o sus alrededores.

## 5. CUANTIFICACIÓN Y PRESUPUESTO DEL PROYECTO

A continuación, se presentan tablas de costos, las cuales podrán ser utilizadas para la cuantificación del proyecto de alcantarillado sanitario; estas tablas incluyen un 10% de porcentajes por desperdicio.

**Tabla IX. Constantes para registro en conexión domiciliar**

Renglón	Unidad	Cantidad
Cemento	Sacos	0.8568
Arena	m <sup>3</sup>	0.04794
Piedrín	m <sup>3</sup>	0.07242
Hierro	qq	0.058
Alambre de amarre	Libras	0.22
Silleta "Y" 4" a 6"	Unidad	1
Codo a 90° de 4"	Unidad	1
Codos 45° de 4"	Unidad	1
Tubo concreto 15"	Unidad	1

**Tabla X. Constantes para pozos de visita**

Profundidad	Diámetro	No. de Ladrillos	No. de Ladrillos	Cemento	Arena	Piedrín	Cal	Hierro	Hierro	Alambre de
del Pozo	interno	Cono	* m de altura	Sacos	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	bolsa	No. 3 qq	No. 4 qq	Amarre (lb)
Hasta 2.00 m	1.2	472	517	6.485	0.809	0.175	1.24	0.216	0.157	0.902
De 2.01 a 4.00 m	1.5	550	650	8.608	1.033	0.25	1.54	0.414	0.157	1.6096
De 4.01 a 6.00 m	1.75	615	759	10.526	1.225	0.334	1.76	0.492	0.157	1.4636
De 6.00 m	2	681	867	12.57	1.438	0.425	2.05	0.613	0.157	1.5716
En adelante										

## 5.1. Presupuesto

### 5.1.1. Línea central

Tabla X. Presupuesto línea central

<b>PRESUPUESTO</b>				
<b>MATERIALES</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P.U.</b>	<b>Total</b>
Tubo PVC NOVAFORT 4" ASTM F-949	Tubo	215	Q171.79	Q36,934.85
Tubo PVC 6"ASTM F-949	Tubo	586	Q401.79	Q235,448.94
Tubo PVC 8"ASTM F-949	Tubo	183	Q660.79	Q120,924.57
Empaque 4"	Unidad	226	Q2.50	Q565.00
Empaque 6"	Unidad	616	Q4.45	Q2,741.20
Empaque 8"	Unidad	193	Q8.30	Q1,601.90
<b>Sub - Total</b>				<b>Q398,216.46</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P.U.</b>	<b>Total</b>
Excavación (maquinaria)	m <sup>3</sup>	8,236.00	Q13.35	Q109,950.60
Relleno y limpieza	m <sup>3</sup>	7,835.33	Q33.00	Q258,565.95
Colocación de tubería	Unidad	984.00	Q11.00	Q10,824.00
<b>Sub - Total</b>				<b>Q379,340.55</b>
<b>Total</b>				<b>Q777,557.01</b>

\* La cantidad extra que aparece de empaques es por los recortes necesarios que se pueden dar en la instalación de la tubería y se considera un 5%

### 5.1.2. Conexiones domiciliarias

Tabla XI. Presupuesto conexiones domiciliarias

<b>PRESUPUESTO</b>				
<b>MATERIALES</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P.U.</b>	<b>Total</b>
Tubo PVC NOVAFORT 4" ASTM F-949	Tubo	438	Q171.79	Q75,244.02
Codo a 90° 4"	Unidad	298	Q37.37	Q11,136.26
Codo a 45° 4"	Unidad	298	Q37.37	Q11,136.26
Silleta "Y" 6" x 4"	Unidad	298	Q132.58	Q39,508.84
Tubo cemento de 15"	Unidad	298	Q53.00	Q15,794.00
Cemento	Saco	269	Q36.00	Q9,684.00
Arena río	m <sup>3</sup>	15	Q60.00	Q900.00
Piedrín	m <sup>3</sup>	23	Q115.00	Q2,645.00
Hierro No. 2	Qq	19	Q245.00	Q4,655.00
Alambre de amarre	Lb	69	Q4.50	Q310.50
Sellador	Gl	12	Q250.00	Q3,000.00
<b>Sub - Total</b>				<b>Q174,013.88</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P.U.</b>	<b>Total</b>
Excavación	m <sup>3</sup>	2595	Q30.00	Q77,850.00
Relleno y limpieza	m <sup>3</sup>	2572	Q14.00	Q36,008.00
Colocación de tubería	Unidad	438	Q8.00	Q3,504.00
<b>Sub - Total</b>				<b>Q117,362.00</b>
<b>Total</b>				<b>Q291,375.88</b>

### 5.1.3. Pozos de visita

Tabla XII. Presupuesto pozos de visita

<b>PRESUPUESTO</b>				
<b>MATERIALES</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P.U.</b>	<b>Total</b>
Ladrillo tayuyo de 6.5 x 11 x 23 cm	Unidad	235,653	Q2.00	Q471,306.00
Cemento	Saco	1,797	Q36.00	Q64,692.00
Cal	Bolsa	418	Q18.00	Q7,524.00
Arena de río	m <sup>3</sup>	250	Q60.00	Q15,000.00
Piedrín	m <sup>3</sup>	23	Q115.00	Q2,645.00
Hierro No. 3	qq	30	Q265.00	Q7,950.00
Hierro No. 4	qq	15	Q265.00	Q3,975.00
Alambre de amarre	lb	97	Q4.50	Q436.50
<b>Sub – Total</b>				<b>Q573,528.50</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P.U.</b>	<b>Total</b>
Excavación	m <sup>3</sup>	869	Q30.00	Q26,070.00
Relleno y limpieza	m <sup>3</sup>	287	Q19.00	Q5,453.00
Pozos de visita (levantado).	Unidad	90	Q1,100.00	Q99,000.00
<b>Sub – Total</b>				<b>Q130,523.00</b>
<b>Total</b>				<b>Q704,051.50</b>

#### 5.1.4. Obras accesorias

Tabla XIII. Costo de obras accesorias

DESCRIPCIÓN	COSTO
<b>PLANTA DE TRATAMIENTO RAMAL I, II y III</b>	
Obra civil	Q160,000.00
Equipamiento	Q120,000.00
<b>TOTAL</b>	<b>Q280,000.00</b>

#### 5.2. Resumen

##### 5.2.1. Materiales de construcción

Tabla XIV. Presupuesto materiales de construcción

MATERIALES			
Descripción	Unidad	Costo	Total
Línea Central	Global	Q398,216.46	Q398,216.46
Conexiones domiciliars	Global	Q174,013.88	Q174,013.88
Pozos de Visita	Global	Q573,528.50	Q573,528.50
<b>Total</b>			<b>Q1,145,758.84</b>

##### 5.2.2. Mano de obra

Tabla XV. Presupuesto mano de obra

MANO DE OBRA			
Descripción	Unidad	Costo	P.U.
Línea Central	Global	Q379,340.55	Q379,340.55
Conexiones domiciliars	Global	Q117,362.00	Q117,362.00
Pozos de Visita	Global	Q130,523.00	Q130,523.00
<b>Total</b>			<b>Q627,225.55</b>

### 5.2.3. Costos por renglón

Tabla XVI. Costos por renglón

REGLON	COSTO	
	TOTAL QUETZALES	TOTAL DOLARES US
Materiales de construcción	Q1,145,758.84	\$147,459.31
Mano de obra	Q627,225.55	\$80,724.01
Obras accesorias	Q280,000.00	\$36,036.04
<b>Sub-total</b>	<b>Q2,052,984.39</b>	<b>\$264,219.35</b>
Herramienta (2%)	Q41,059.69	5284.387099
Transporte (5%)	Q102,649.22	13210.96775
Imprevistos (10%)	Q205,298.44	\$26,421.94
<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b>	<b>Q2,401,991.73</b>	<b>\$309,136.65</b>

Tipo de cambio: US \$ 1.00 = Q 7.77\*

\*Tipo de cambio para el 20 de enero de 2005

El proyecto asciende a un millón novecientos noventa y siete mil noventa y siete quetzales con veintiocho centavos; su equivalente en moneda extranjera es de doscientos cincuenta y siete mil veintiséis US con sesenta y ocho centavos de dólar.

Chiquimula, enero de 2005

#### NOTA

En el presupuesto no están contemplados los costos indirectos, e impuestos, por motivo de uso municipal; el dato proporcionado es el costo directo del proyecto.

## **6. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ALDEA SAN MIGUEL**

### **6.1. Antecedentes históricos**

La aldea San Miguel pertenece al municipio de Chiquimula del departamento de Chiquimula y está formado por dos caseríos: Laguneta San Miguel y Los Ramírez. Según datos obtenidos en la parroquia de la ciudad de Chiquimula, se tiene información sobre la aldea desde hace más de doscientos años, como comunidad. Hoy en día los pobladores perdieron su identidad chorti, hace ya varios años.

### **6.2. Características geográficas**

#### **6.2.1. Extensión territorial**

La aldea San Miguel tiene una extensión territorial de 5 km<sup>2</sup>.

#### **6.2.2. Ubicación geográfica**

La comunidad se encuentra localizada en las siguientes coordenadas:

Latitud: 14° 49' 25''

Longitud: 89° 29' 02''

Altitud: 660 metros sobre el nivel del mar (msnm)

#### **6.2.3. Vías de acceso**

La ruta principal que conduce hacia la aldea es de terracería partiendo de la carretera CA - 10, sobre el km. 165, atravesando el río San José en dirección Norte, aproximadamente a 9 km a partir de la ruta asfaltada. Existe otra vía de acceso, a través de la colonia Los Cerezos ubicada en el kilómetro

171, por la cual existe un puente que atraviesa el río San José, la aldea se encuentra aproximadamente a 12 km a partir de allí.

#### **6.2.4. Relieve del suelo**

La topografía del terreno es bastante variada, predominando las pendientes suaves en el área donde está asentado el poblado y pendientes fuertes en el resto.

#### **6.2.5. Tipos de suelo**

Los suelos han sido clasificados en 3 amplios grupos:

- I. Suelos sobre materiales volcánicos.
- II. Suelos sobre materiales sedimentarios y metamórficos.
- III. La clase miscelánea de terreno.

#### **6.2.6. Límites y colindancias**

La comunidad de San Miguel está limitada de la siguiente manera:

Al norte colinda con caserío Laguneta San Miguel

Al este con aldea Puerta de la Montaña

Al sur con caserío Pinalito la Puerta

Al oeste con aldea San Antonio

#### **6.2.7. Clima**

El clima es tropical seco; por lo tanto las temperaturas suelen ser relativamente altas. Entre los meses de marzo y abril las medias máximas anuales están entre los 34 y 36° C, mientras que las mínimas están entre los 15 y 18° C.

### **6.3. Características económicas**

#### **6.3.2. Actividad comercial**

La principal actividad económica es la agricultura, siendo los productos principales: frijol, maíz, maicillo, y maní. Gran parte de la población se dedica a la elaboración de canastos de carrizo con palma, productos que algunos pobladores colectan y lo llevan a vender el día de mercado en Esquípujas, lugar donde hay comercio para este producto.

El resto de la población económicamente activa se dedica a actividades muy variadas entre éstas tenemos trabajos de albañilería, jornaleros y otros.

### **6.4. Características socioculturales**

#### **6.4.1. Población**

Actualmente, las comunidades se componen de 193 viviendas para un número de 1,038 habitantes, con un promedio de 5.5 personas/vivienda.

La tasa de crecimiento según información recabada del Instituto Nacional de Estadística (INE) es 2.5 %.

#### **6.4.2. Etnia, religión y costumbres**

Todos los pobladores, aunque descendientes de la etnia Chorti, han perdido las costumbres y dialectos ancestrales; por lo que en su totalidad hablan el castellano y visten a la usanza ladina. Se practica la religión católica en un 100 por ciento.

La fiesta patronal, se celebra el 29 de septiembre de cada año, en honor al patrono Arcángel Miguel, a la que todas las comunidades circunvecinas asisten.

### **6.4.3. Idioma**

El idioma que se habla es el español, aunque en tiempos pasados predominó la lengua chortí, pero con el correr de los años esta desapareció debido a la proximidad con la cabecera departamental y la enseñanza en las escuelas que es en español.

### **6.4.4. Educación**

Existe un edificio escolar, la Escuela Oficial Rural Mixta Aldea San Miguel, donde se imparte la educación pre-primaria y primaria en la jornada matutina a la cual asisten 230 alumnos, el personal consta de siete maestros incluyendo a la directora del plantel y maestra de pre-primaria.

### **6.4.5. Energía eléctrica**

La comunidad cuenta con el servicio de energía eléctrica domiciliar y alumbrado público, aunque no todos tienen la capacidad económica para poder pagarlo, un 5% carece de este servicio.

### **6.4.6. Agua potable**

Actualmente las comunidades en mención cuentan con un sistema de agua a base de llena cántaros, el cual esta siendo reinstalado, teniendo rediseñado todo el sistema, teniendo la seguridad que el agua potable será abastecida a toda la comunidad.

### **6.4.7. Drenajes**

La aldea San Miguel y el caserío Laguneta San Miguel no cuentan con un sistema de alcantarillado sanitario, solo un quince por ciento cuenta con un sistema de disposición de excretas de letrinas de hoyo seco y el uno por ciento con letrina lavable con fosa séptica.

## **7. CRITERIOS DE DISEÑO DE PUESTO DE SALUD**

### **7.1. Puesto de salud**

Es el establecimiento de los servicios públicos de salud, ubicado en aldeas, cantones y barrios de los municipios. Tienen un nivel de complejidad simplificado a los servicios mínimos de atención primaria, con nivel de referencia a centros de salud tipo A y B. Forman parte del distrito de salud y están bajo la responsabilidad directa de un auxiliar de enfermería, pero, si el caso lo amerita por la demanda de atención, también pueden contar con un técnico de salud rural.

### **7.2. Cobertura**

Están diseñados para tener bajo su área de responsabilidad programática una cobertura de 2,000 habitantes como promedio.

### **7.3. Recurso humano**

Auxiliar de enfermería y/o técnico en salud rural.

### **7.4. Programas**

Consulta general, consulta materno-infantil simplificada, inmunizaciones, vigilancia epidemiológica, saneamiento básico, promoción y educación en salud, control pre y post natal, control del niño sano/alimentación y nutrición, atención primaria de morbilidad general y materno-infantil.

### **7.5. Servicios**

Atención a la mujer y al niño, emergencias, morbilidad general de atención simplificada, atención al medio ambiente, mediante procesos de capacitación tales como: educación y promoción de ambientes saludables,

regulación y control de vectores, excretas, basuras y agua, alimentación y nutrición.

## **7.6. Ambientes**

Cuentan con ambientes adecuados para sala de espera, consultorio hidratación y observación, curaciones e hipodermia, educación para la salud, administración y mantenimiento, bodega y área de útiles de limpieza y servicios sanitarios.

## **7.7. Disposiciones particulares**

### **7.7.1. Ubicación del puesto de salud**

- Ø El puesto de salud estará diseñado fundamentalmente para prestar servicio a la población rural.
- Ø Los puestos de salud se ubicarán en localidades no menores a los 1000 habitantes y no mayores a los 5000 habitantes.
- Ø La ubicación del puesto de salud estará determinada fundamentalmente de acuerdo a la demanda médico asistencial y en casos especiales a las donaciones de los locales que prestaran este servicio.
- Ø La localidad que demande el servicio del puesto de salud deberá contar con los servicios mínimos de agua potable.
- Ø Se deberá establecer un área de influencia tomando en consideración tiempos y distancias, así como densidad de población.
- Ø El puesto de salud se localizara en zonas donde la ecología de la localidad no esté deteriorada y en áreas libres de fallas geológicas.

- Ø El puesto de salud se ubicará estratégicamente con el objeto de brindar atención a localidades que no cuenten con ningún tipo de asistencia médica y dependerán de la red hospitalaria establecida por el ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.

## **7.7.2. Selección del terreno**

### **7.7.2.1. Localización**

- Ø Será condición indispensable para la selección del terreno, la existencia o factibilidad de servicios de infraestructura.
- Ø Las vías de acceso al terreno deberán facilitar el tránsito y arribo de los usuarios.
- Ø Se deberá localizar en un área de fácil identificación.

### **7.7.2.2. Características físicas**

#### **7.7.2.2.1. Forma del terreno**

- Ø La superficie del terreno deberá considerarse tomando en cuenta su forma geométrica o poligonal.
- Ø En cualquier caso los terrenos deberán ser de forma regular, preferentemente rectangulares.

#### **7.7.2.2.2. Dimensión**

- Ø La dimensión del terreno deberá ser lo suficientemente amplia para prever futuras ampliaciones de acuerdo a la demanda.

#### **7.7.2.2.3. Altimetría y topografía**

- Ø La altimetría del terreno deberá ser preferentemente plana o si existe alguna pendiente, ésta no debe ser mayor al 15%.
- Ø El terreno deberá tener una superficie ligeramente más elevada con respecto al área circundante para asegurar un drenaje natural.
- Ø Se evitarán terrenos ubicados a orillas de barrancos o en laderas.
- Ø Para terrenos irregulares se valorará la factibilidad de rellenos por su costo y tiempo de compactación y nivelación

#### **7.7.2.2.4. Condiciones mecánicas y físicas**

- Ø Se considerarán las condiciones mecánicas del subsuelo para permitir una construcción sólida y segura.
- Ø Se evitarán terrenos donde se encuentre arcilla expansiva o zonas fangosas.
- Ø Se evitarán terrenos que sean producto de rellenos o que tengan antecedentes de cementerio o basurero.

#### **7.7.2.3. Situación legal**

- Ø El terreno deberá cumplir con todos los requisitos necesarios para su posesión legal tales como:
  - Documentos que comprueben la adquisición del predio.
  - Documentos que comprueben la adjudicación del predio.
  - Comprobación de posesión física del terreno.

- Documentos que comprueben que el terreno no posee gravámenes de ningún tipo o que esté afecto a restricciones de tipo urbano o agrario.

### **7.7.3. Programa médico - arquitectónico**

#### **7.7.3.1. Necesidades médicas**

Las funciones básicas establecidas para ser desarrolladas por el puesto de salud son:

##### **1. Consulta general:**

- a. Morbilidad simple
- b. Primeros auxilios
- c. Emergencias simples

##### **2. Consulta materno-infantil (simplificada):**

- a. Inmunizaciones
- b. Desarrollo comunal
- c. Relación y supervisión de promotores y comadronas.

Los espacios debidamente dimensionados que deberán tomarse en cuenta para el diseño y construcción del puesto de salud serán básicamente los siguientes:

- a. Acceso
- b. Sala de espera
- c. Sala de consulta
- d. Hipodermia
- e. Servicio sanitario
- f. Bodega

g. Bodega de limpieza

### **7.7.3.2. Espacio arquitectónico**

#### **7.7.3.2.3. Acceso**

El acceso será el espacio físico donde el usuario ingresa o egresa al puesto de salud y tendrá las características siguientes:

- Será fácilmente localizable con señalamientos claros y visibles.
- Tendrá relación directa con la plaza exterior y el área de espera.
- Deberá ser confortable y agradable tratando en lo posible de integrarlo a espacios exteriores.
- Tendrá por su ubicación iluminación natural y un área cubierta para protección de los usuarios.

#### **7.7.3.2.4. Sala de espera**

La sala de espera es el espacio físico donde el usuario aguarda para su atención médica. El mismo cumplirá funciones de salón de usos múltiples ya que en él se impartirán pláticas sobre fomento y cuidado de la salud.

Deberá tener las siguientes características:

- Deberá localizarse inmediatamente al acceso principal
- Con el objeto de lograr un adecuado y funcional espacio se deberá contemplar el acomodo correcto del mobiliario y definir el área de estar para evitar barreras físicas que impidan la libre circulación del usuario y el personal.
- La iluminación deberá ser natural preferentemente y/o artificial fluorescente con un nivel lumínico general.

#### **7.7.3.2.5. Sala de consulta**

La sala de consulta es el espacio físico donde el personal (auxiliar de enfermería o EPS de medicina), a través del interrogatorio y la exploración del usuario, integra un diagnóstico y establece un tratamiento. Esta deberá tener las características siguientes:

- Estará integrada básicamente por las áreas de interrogación y exploración.
- Deberá tener iluminación natural preferentemente y/o artificial fluorescente con un nivel lumínico alto para el área de exploración.
- La ventilación deberá ser natural y controlable.

#### **7.7.3.2.6. Hipodermia**

Es el espacio físico en donde el usuario es sometido a tratamiento de hidratación, aplicación de vacunas e inyecciones así como primeros auxilios y deberá tener las características siguientes:

- Deberá tener iluminación natural preferentemente y/o artificial fluorescente.
- La ventilación deberá ser natural y controlable.

#### **7.7.3.2.7. Servicio sanitario**

El servicio sanitario es el espacio físico donde el personal acude eventualmente para la eliminación de excretas y aseo personal durante su período de trabajo y deberá tener las características siguientes:

- Deberá tener relación fundamental con los demás ambientes que conforman el puesto de salud deberá integrarse por un espacio de aseo personal y un espacio para eliminación de excretas.

- La iluminación deberá ser natural presentemente y/o artificial fluorescente.
- La ventilación deberá ser natural y controlable.

#### **7.7.3.2.8. Bodega**

La bodega es el espacio físico destinado al almacenaje de productos, mobiliario y equipo del puesto de salud. Eventualmente y de acuerdo a las necesidades funcionará como dormitorio para el posible personal residente. El mismo deberá contar con las características siguientes:

- Deberá tener relación fundamental con los demás ambientes que conforman el puesto de salud.
- La iluminación deberá ser natural preferentemente y/o artificial fluorescente.
- La ventilación será natural y controlable.

#### **7.7.3.2.9. Bodega de limpieza**

La bodega de limpieza es el espacio físico en donde se encuentran los implementos de aseo necesarios para la limpieza general del puesto de salud.

### **7.7.4. Diseño**

#### **7.7.4.7. Zonificación**

Se entenderá por zonificación al agrupamiento físico de los locales que conforman el puesto de salud.

La zonificación estará basada en la interrelación de los locales de acuerdo a sus funciones y características físicas.

El puesto de salud estará conformado básicamente por:

- Área de atención médica.
- Área pública o de usuarios.
- Área de servicios.

#### **7.7.4.8. Dimensionamiento**

Se entenderá por dimensionamiento a la superficie estimada para cada local. Para el dimensionamiento de los espacios arquitectónicos del puesto de salud, deberán tomarse en cuenta las funciones, los flujos y el equipamiento. El dimensionamiento mínimo de los locales que conforman el puesto de salud estará sujeto al indicado en el presente modelo normativo.

El dimensionamiento óptimo para las áreas que conforman el puesto de salud es el siguiente:

##### **7.7.4.2.1. Sala de espera**

El área de espera deberá tener capacidad para 12 personas aproximadamente, para lo que se considerará un espacio mínimo de 13 m<sup>2</sup>. y un máximo de 18m<sup>2</sup>. El lado corto tendrá un mínimo de 3.30 m.

##### **7.7.4.2.2. Sala de consulta**

Deberá tener un espacio mínimo de 9.5 m<sup>2</sup>. y un máximo de 14 m<sup>2</sup>. El lado corto tendrá un mínimo de 3.10 m.

##### **7.7.4.2.3. Hipodermia**

El área deberá tener un espacio mínimo de 9.5 m<sup>2</sup> y un máximo de 12 m<sup>2</sup>. El lado corto tendrá un mínimo de 3.10 m.

##### **7.7.4.2.4. Servicio sanitario**

Deberá tener un espacio mínimo de 2.40 m<sup>2</sup>. El lado corto un mínimo de 1.15 m.

#### **7.7.4.2.5. Bodega**

Deberá tener un espacio mínimo de 9 m<sup>2</sup>. El lado corto tendrá un mínimo de 3.00 m.

#### **7.7.4.2.6. Bodega de limpieza**

Deberá tener un espacio mínimo de 1.2 m<sup>2</sup>.

Se considerarán las alturas interiores de los locales en función del medio ambiente de la región siendo la mínima de 2.3 m libres.

Los vanos mínimos para puertas en el sentido corto será de 0.75 m para el servicio sanitario y bodega de limpieza y de 0.90 m para sala de consulta, hipodermia, bodega y accesos. Para el sentido largo o altura total libre a cerramiento de cualquier tipo, será de 2.10 m para todos los locales.

#### **7.7.4.9. Elementos divisorios**

Serán divisorios todos aquellos que en forma horizontal y/o vertical sirvan para dividir espacios. Los elementos divisorios deberán constituir unidades estructurales independientes para facilitar su demolición, traslado, etc.

#### **7.7.4.10. Instalaciones**

Se entenderá por instalaciones a todas las redes de alimentación y desecho utilizadas en los diferentes servicios del puesto de salud.

Estas comprenderán:

- a. Agua potable
- b. Disposición de excretas.
- c. Energía eléctrica.

#### **7.7.4.4.4. Agua potable**

Las trayectorias, tendidos, salidas, diámetros, uniones, etc., deberán fijarse en base a las especificaciones marcadas en el cálculo específico. Los materiales de la tubería a utilizarse se determinarán en base al cálculo de instalaciones y su adecuación al medio ambiente.

El abastecimiento deberá proporcionar el total del consumo promedio diario del puesto de salud y dicho abastecimiento podrá ser:

Directo: cuando sea a partir de la toma municipal.

Indirecto: cuando sea a partir de tanques elevados, cisternas, tambos, etc.

Propio: cuando sea a partir de pozo.

#### **7.7.4.4.5. Disposición de excretas**

Las trayectorias, tendidos, salidas, diámetros, uniones y materiales deberán fijarse en base a las especificaciones marcadas en el cálculo específico de las mismas.

En el caso en que no exista un sistema de alcantarillado sanitario en la comunidad, las aguas negras deberán conducirse a una fosa séptica de capacidad adecuada cuya salida esté conectada a un campo de filtración o pozo de absorción. Las pendientes en cualquier caso deberán tener un mínimo del 2%.

#### **7.7.4.4.6. Energía eléctrica**

El diseño de la instalación eléctrica se hará en base al cálculo específico de la misma y se deberá ajustar a factores de seguridad, calidad, economía, mantenimiento y flexibilidad, para lo cual se deberán observar los siguientes lineamientos:

- El suministro será en baja tensión.

- Los componentes y dispositivos eléctricos del sistema deberán ser de fácil operación.

Los circuitos correspondientes a luminarias y tomacorrientes deberán ser totalmente independientes también se dispondrá de apagadores individuales para iluminarías que den servicio a las áreas donde existe un control por el personal.

#### **7.7.4.11. Acabados**

Se referirá a todos los materiales de construcción utilizados en el revestimiento o acabado final de los elementos constructivos.

Los materiales a utilizarse en el puesto de salud deberán contemplar los factores siguientes:

- Factibilidad de mantenimiento
- Presentación
- Economía
- Higiene
- Resistencia

Para la conservación del puesto de salud se seleccionarán y colocarán acabados o recubrimientos que permitan su reposición de manera práctica.

#### **7.7.4.5.6. Muros**

En áreas húmedas (baños) se deberá aplicar revestimientos factibles a ser lavados y resistentes a la humedad. Para áreas exteriores se deberán aplicar materiales resistentes a la intemperie.

#### **7.7.4.5.7. Pisos**

Deberán ser totalmente lisos, lavables y resistentes a la abrasión y al impacto. En áreas exteriores deberán utilizarse materiales resistentes a la intemperie.

#### **7.7.4.5.8. Techos**

En climas húmedos y salitrosos se evitarán los materiales ferrosos. En el caso de utilización de cielos falsos, éstos serán totalmente lisos, no inflamables y aislantes tanto acústicos como térmicos, y en áreas húmedas, resistentes a la humedad.

#### **7.7.4.5.9. Puertas**

Las puertas deberán ser de metal para dar mayor seguridad al plantel con chapa de llave para asegurar su acceso y salida al mismo, pudiendo ser en el interior de madera.

#### **7.7.4.5.10. Ventanas**

Generalmente se usa un tipo de balcón formado por tubos de metal, teniendo un acabado de pintura anticorrosivo y algún tipo de adorno.

#### **7.7.4.12. Mobiliario y equipo**

La ubicación del mobiliario y equipo deberá permitir desarrollar las actividades de trabajo con comodidad así como movimientos ágiles.

Se evitará en lo posible todo tipo de mobiliario o equipo fijo o adosado a muros y pisos a fin de garantizar una adecuada limpieza del local así como mantenimiento para los mismos.

## **8. SISTEMA Y METODOS CONSTRUCTIVOS**

### **8.1. Cimentación**

Ninguna cimentación deberá ser construida sobre tierra vegetal, rellenos sueltos, superficies fangosas o materiales de desecho. Previo a cualquier vaciado, las superficies y pisos sobre un relleno deberán ser sometidos a compactación.

### **8.2. Muros**

Los muros serán de block de 0.15 x 0.20 x 0.40 cm. mampuestos de forma vertical con bloques expuestos sin ningún tipo de recubrimiento.

### **8.3. Techo**

Se propone la utilización de un techo con una estructura portante consistente en una viga encajuelada, la cual estará formada por dos perfiles tipo "C" unidos, las cuales soportarán el peso y las cargas de la lámina y las costaneras que serán también de perfil tipo "C", con una cubierta de lámina galvanizada.

### **8.4. Pisos**

Se recomienda el uso de una torta de concreto de 0.08 m de espesor, la cual deberá ser fundida en cuadrícula no mayor de 1.50 m por lado, dicha fundición deberá hacerse sobre una base debidamente compactada de material del lugar, teniendo especial cuidado que dicho material no presente materia orgánica, u otro elemento que pudiera causar en un futuro algún tipo de asentamiento o resquebrajamiento de la superficie. Por el uso que este piso sufrirá se recomienda que se utilice una proporción de concreto de 1:2:3 (cemento, arena de río y piedrín  $\frac{3}{4}$ ).

### **8.5. Instalaciones básicas**

Por lo general, los lugares donde se proyecta edificar este tipo de estructura (área rural) no cuentan con servicios básicos como drenajes, por lo que se debe diseñar un tipo de evacuación y tratamiento para las aguas negras.

### **8.6. Agua potable**

En el caso del área donde se llevará a cabo el proyecto se cuenta con agua potable, teniendo acceso a esta por medio del lavamanos que va colocado en el servicio sanitario, las cuales van a ser conducidas hacia un pozo de absorción.

### **8.7. Electricidad**

Para lograr una buena iluminación interior esta se hará a base de lámparas fluorescentes (gas neón), las cuales estarán alimentadas con conductores THW cal 12, en poliducto flexible  $\text{Ø } \frac{3}{4}$ ", que quedará oculto en agujeros del block y expuesto en el canal de las costaneras.

## 9. ANÁLISIS Y DISEÑO

### 9.1. Diseño del techo

Se propone la utilización de un techo con una estructura portante consistente en una viga encajuelada, la cual estará formada por dos perfiles tipo “C” unidos, las cuales soportarán el peso y las cargas de la lámina y las costaneras que serán de perfiles tipo “C”, con una cubierta de lámina galvanizada de tipo Rooftec 26 con las siguientes características:

**Tabla XVIII. Características técnicas de lámina**

Ancho total	1.10 m
Ancho útil	1 m
Voladizo máximo recomendado	30 cm
Peso por metro cuadrado	3.94 kg
Espesor de lámina	0.3 mm
Traslape longitudinal mínimo	10-15 cm
Pendiente mínima	15 %
Espesor equivalente en conjunto	calibre 26

#### Integración de cargas:

$$W_{viva} = 100 \text{ kg} / \text{m}^2$$

$$W_{lámina} + 15\%_{traslape} = 3.94 \text{ kg} / \text{m}^2 + 0.59 \text{ kg} / \text{m}^2 = 4.53 \text{ kg} / \text{m}^2$$

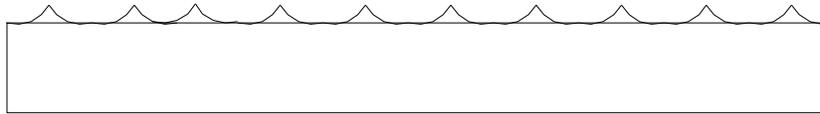
$$W_{viento} = 80 \text{ kg} / \text{m}^2$$

$$W_{total} = 184.53 \text{ kg} / \text{m}^2$$

Distancia máxima entre apoyos = 2.30 m

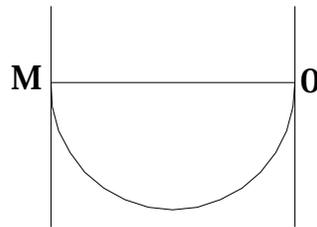
$$W_{total} = 184.53 \text{ kg} / m^2$$

Longitud total = 2.30 m



$$M = \frac{WL^2}{8} \Rightarrow M = \frac{184.53 \text{ kg} / m \times (2.3 \text{ m})^2}{8}$$

$$M = 122.0204 \text{ kg} - m \Rightarrow 12202.04 \text{ kg} - cm$$



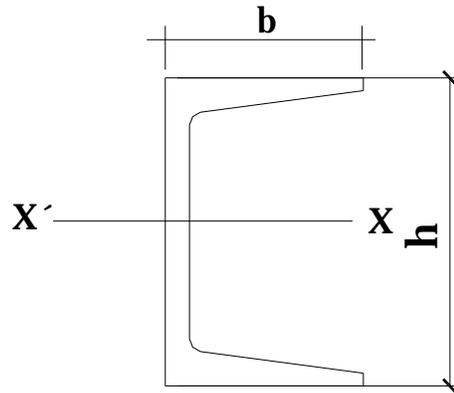
Haciendo trabajar el metal a  $10 \text{ kg} / \text{mm}^2 = 1000 \text{ kg} / \text{cm}^2$

$$M = \frac{12202.04 \text{ kg} - cm}{1000 \text{ kg} - \text{cm}^2} = 12.2 \text{ cm}^3$$

**Tabla XIX. Propiedades de perfiles "C"**

Dimensiones en mm		x	Área	Masa (peso)	Z
H	B	cm.	cm <sup>2</sup>	kg/m	cm <sup>3</sup>
50	25	0.8	5.1	4	8
60	30	0.89	6.4	5.02	10.8
80	45	1.45	11	8.64	26.5
100	50	1.55	13.5	10.6	41.2
120	55	1.6	17	13.4	60.7

**Figura 4. Perfil tipo “C”**



Utilizando la tabla anterior el radio de giro más aproximado sería el de  $26.5 \text{ cm}^3$  que corresponde a un perfil “C” tipo 8, cuya sección sería de  $80 \text{ mm}$  ( $3.2''$ ) x  $45 \text{ mm}$  ( $1.8''$ ) teniendo un peso de  $8.64 \text{ kg/m}$ .

### **Peso sobre la costanera**

$$W_{total} = W_{viva} + W_{lámina} + W_{viento} + W_{costanera}$$

$$W_{total} = 184.53 \text{ kg/m} + 8.64 \text{ kg/m} = 193.17 \text{ kg/m}$$

$$M = \frac{WL^2}{8} \Rightarrow \frac{193.17 \text{ kg/m} \times (2.3 \text{ m})^2}{8} = 127.7336 \text{ kg-cm}$$

$$M = 127.7336 \text{ kg/m} \times 100 = 127773.36 \text{ kg-cm}$$

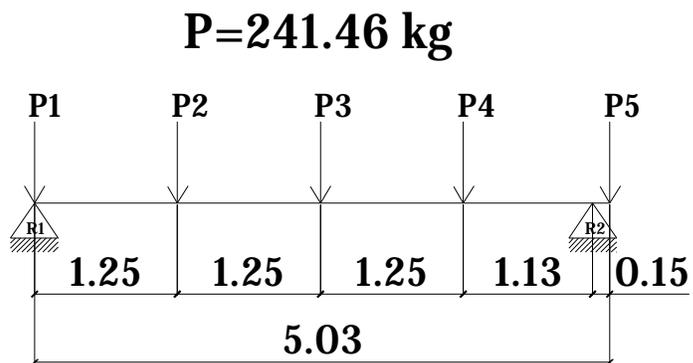
$$W = \frac{127773.36 \text{ kg-cm}}{1000 \text{ kg-cm}^2} = 12.773 \text{ cm}^3$$

Utilizando la tabla anterior el radio de giro más aproximado sería el de  $26.5 \text{ cm}^3$  que corresponde a un perfil “C” tipo 8 cuya sección sería de  $80 \text{ mm}$

(3.2") x 45 mm (1.8") teniendo un peso de 8.64 kg/m, y vemos que si cumple con el perfil propuesto.

## 9.2. Diseño de viga central

Carga de costaneras =  $193.17 \text{ kg / m} \times 1.25\text{m} = 241.46 \text{ kg}$

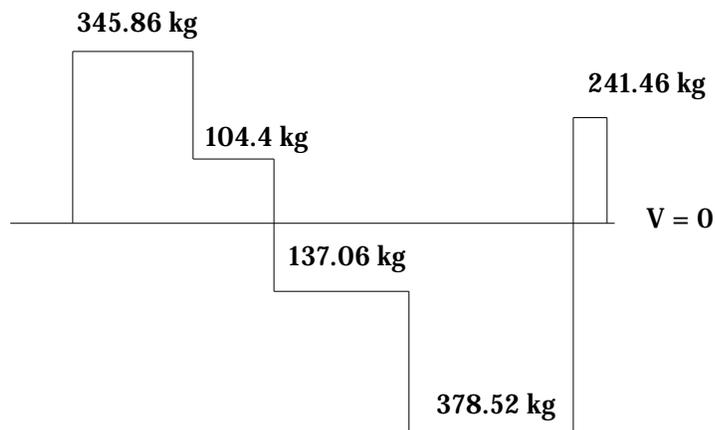


$$P = 241.462 \text{ kg}$$

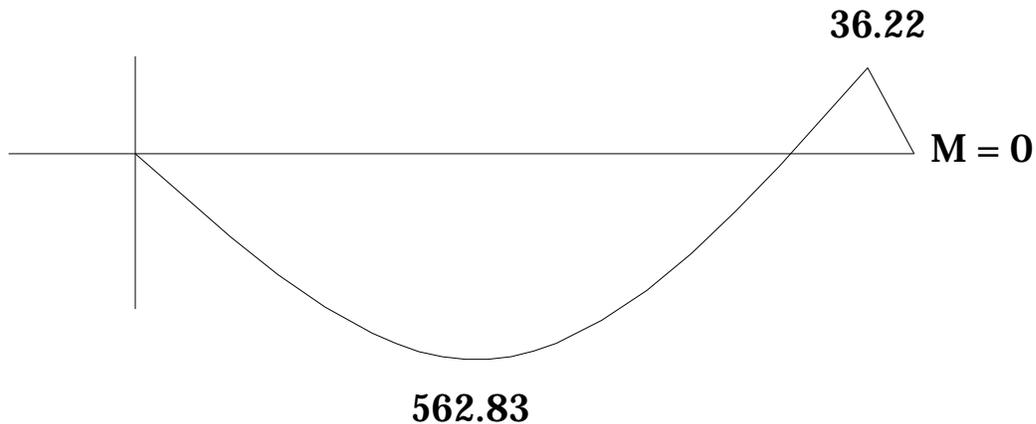
$$R_1 = 587.32 \text{ kg}$$

$$R_2 = 619.98 \text{ kg}$$

### Diagrama de Corte



## Diagrama de Momento



Momento = 562.83 kg-m  $\Rightarrow$  56283.00 kg-cm.

Como se propone la utilización de una viga encajuelada formada por 2 perfiles "C" s utilizará un momento de:

$$M = \frac{56283 \text{ kg-cm}}{2} = 28141.5 \text{ kg-cm}$$

Haciendo trabajar el metal a  $10 \text{ kg/mm}^2 = 1000 \text{ kg/cm}^2$

$$W = \frac{28141.5 \text{ kg-cm}}{1000 \text{ kg-cm}^2} = 28.14 \text{ kg-cm}^3$$

Utilizando la tabla anterior el radio de giro más aproximado sería el de  $41.2 \text{ cm}^3$  que corresponde a un perfil "C" tipo 10 cuya sección sería de 100 mm (4") x 50 mm (2") teniendo un peso de 10.60 kg/m, por lo que el peso sobre la viga central sería:

$$W_{total} = W_{viva} + W_{lámina} + W_{viento} + W_{cos \tan era}$$

$$W_{total} = 241.46 \text{ kg/m} + 10.6 \text{ kg/m} = 252.06 \text{ kg/m}$$

$$M = \frac{WL^2}{8} \Rightarrow \frac{252.06 \text{ kg/m} \times (4.45 \text{ m})^2}{8} = 623.93 \text{ kg} - \text{cm}$$

$$M = \frac{623.93 \text{ kg} - \text{cm}}{2} = 311.97 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M = 311.97 \text{ kg} - \text{m} \times 100 = 31197.00 \text{ kg} - \text{cm}$$

Haciendo trabajar el metal a 10 kg/mm<sup>2</sup> se tiene que:

$$W = \frac{31197 \text{ kg} - \text{cm}}{1000 \text{ kg} - \text{cm}^2} = 31.197 \text{ kg} - \text{cm}^3$$

Como se ve la costanera cumple con el radio de giro propuesto que es de 41.2 cm<sup>3</sup> que corresponde a un perfil "C" tipo 10 cuya sección sería de 100 mm (4") x 50 mm (2")

### 9.3. Diseño del cimiento

Tomando en cuenta que la estructura a soportar no transporta grandes cargas se propone un cimiento corrido, siendo estos continuos para proveer un amarre adecuado entre ellos, es decir, deben formar cuadros cerrando los ambientes que delimitan.

Integración de cargas:

$$W_{muerta} = 945.59 \text{ kg}$$

$$W_{viva} = 70 \text{ kg}$$

$$W_{total} = 1015.59 \text{ kg}$$

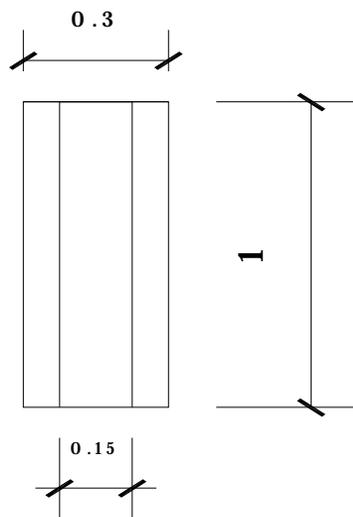
$$F.c.u. = \frac{1.4 \text{ C.M.} + 1.7 \text{ C.V.}}{\text{C.V.} + \text{C.M.}}$$

$$F.c.u. = \frac{1.4 (945.59 \text{ kg}) + 1.7 (70 \text{ kg})}{70 \text{ kg} + 945.59 \text{ kg}} = 1.42$$

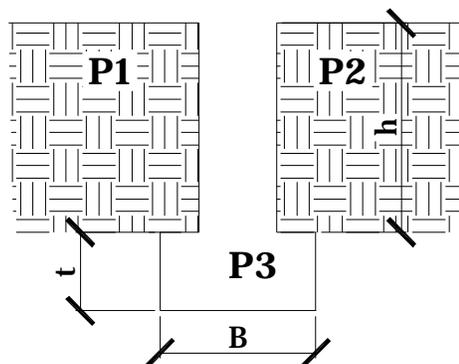
$$A_z = \frac{W_{total}}{V_s} = \frac{1015.59 \text{ kg}}{10,000 \text{ kg / m}^2} = 0.1 \text{ m}$$

Según las normas F.H.A. (Fomento de Hipotecas Aseguradas), en su sección 5-03 c-1, las dimensiones mínimas para cimientos corridos en estructuras de 1 nivel deben ser de 15 cm. de peralte por 30 cm. de ancho como mínimo con una profundidad de 50 cm.

**Figura 5. Sección mínima de cimiento corrido**



**Figura 6. Sección de cimentación**



$$P_1 + P_2 = (s_s)(h)(B)(F_{unit.})$$

$$P_1 + P_2 = (1,400 \text{ kg} / m^3)(0.52 \text{ m})(0.3 \text{ m})(1 \text{ m})$$

$$P_1 + P_2 = 218.4 \text{ kg}$$

$$P_3 = (s_c)(t)(B)(F_{unit.})$$

$$P_3 = (2,400 \text{ kg} / m^3)(0.15 \text{ m})(0.3 \text{ m})(1 \text{ m})$$

$$P_3 = 108 \text{ kg}$$

$$P_{total} = 108 \text{ kg} + 218.4 \text{ kg} + 1015.59 \text{ kg} = 1341.99 \text{ kg}$$

$$q = \frac{1341.99 \text{ kg}}{(0.3 \text{ m})(1 \text{ m})} = 4473.3 \text{ kg} / m^2 < V_s$$

Según normas de la F.H.A. en su capítulo 503.1 c-2, para estructuras de un nivel se usarán como refuerzo longitudinal 2 varillas No. 3 y como refuerzo transversal eslabón No. 3 @ 0.30 m.

#### 9.4. Muros de mampostería

Se analizará como muro típico el muro del eje 2 de A-B véase anexo B.1

Según la F.H.A. el porcentaje de acero mínimo en muros según la fluencia del acero es:

$$r_v = 0.0007$$

$$r_h = 0.0013$$

As mínimo refuerzo vertical:

$$As_{min} = (r_v)(H_{muro})(altura \text{ block})$$

$$As_{min} = (0.0007)(306 \text{ cm})(20 \text{ cm})$$

$$A_{s \text{ min.}} = 4.284 \text{ cm}^2$$

Se proponen dos columnas de 0.15 m x 0.15 m, más 4 hierros de  $\frac{3}{8}$  c/u con estribo de  $\frac{1}{4}$  @ 0.15 m

$$A_s = 8 \times 0.71 \text{ cm}^2 = 5.68 \text{ cm}^2 > 4.284 \text{ cm}^2$$

As mínimo refuerzo horizontal:

$$A_{s \text{ min}} = (r_h)(Long_{muro})(ancho \text{ block})$$

$$A_{s \text{ min}} = (0.0013)(215 \text{ cm})(20 \text{ cm})$$

$$A_{s \text{ min.}} = 5.59 \text{ cm}^2$$

Se proponen 4 soleras 3 fundidas de 0.20 m de alto x 0.15 m de ancho más 4 hierros de  $\frac{3}{8}$  c/u con estribo  $\frac{1}{4}$  @ 0.2 m. siendo éstas las de corona, de humedad y mojinete, más una solera de block "U" con dos hierros de  $\frac{3}{8}$  más eslabón de  $\frac{1}{4}$  @ 0.2 m.

$$A_s = 14 \times 0.71 \text{ cm.}^2 = 9.94 \text{ cm}^2 > 5.59 \text{ cm}^2$$

## **10.DESARROLLO DEL PROYECTO**

### **10.1 Ubicación**

El centro de salud de la aldea San Miguel se encuentra ubicado en el municipio de Chiquimula, departamento de Chiquimula. El terreno es de fácil localización, ubicado frente a la escuela de la aldea.

### **10.2. Terreno**

El terreno destinado para la construcción del centro de salud, tiene un área de 216 m<sup>2</sup>, el cual será donado por la comunidad.

### **10.3. Topografía**

El terreno es relativamente plano y colinda al sur con la calle principal de la aldea San Miguel, al norte, este y oeste con terreno privado.

### **10.4. Puesto de salud**

Según las necesidades de la aldea se propone la construcción de un acceso, una sala de consulta, una sala de espera, dos bodegas una de limpieza y la otra general más un servicio sanitario.

### **10.5. Costo del centro de salud**

El costo total del proyecto es desglosado en las siguientes tablas por renglones de trabajo.

<b>PRELIMINARES</b>				
<b>MATERIALES</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P.U.</b>	<b>Total</b>
Cal	Saco	1	Q17.00	Q17.00
Reglas de 2"x3"x10'	U	16	Q35.00	Q560.00
Hilo de nylon	U	1	Q12.00	Q12.00
Clavo 3 "	lb	7	Q5.00	Q35.00
<b>Sub - Total</b>				<b>Q624.00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P.U.</b>	<b>Total</b>
Limpieza del terreno	m <sup>2</sup>	110	Q5.00	Q550.00
Nivelación de terreno	m <sup>2</sup>	110	Q3.00	Q330.00
Extracción de tierra	m <sup>3</sup>	5	Q140.00	Q700.00
Trazo y estaqueado	ml	42	Q2.80	Q117.60
<b>Sub - Total</b>				<b>Q1,697.60</b>
<b>Total</b>				<b>Q2,321.60</b>

<b>CIMIENTO CORRIDO</b>				
<b>MATERIALES</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P.U.</b>	<b>Total</b>
Hierro No. 3	qq	3	Q265.00	Q795.00
Hierro No. 2	qq	1	Q245.00	Q245.00
Cemento	Saco	28	Q36.00	Q1,008.00
Arena	m <sup>3</sup>	2	Q60.00	Q120.00
Piedrín	m <sup>3</sup>	2	Q100.00	Q200.00
Alambre amarre	lbs	18	Q4.50	Q81.00
<b>Sub - Total</b>				<b>Q2,449.00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P.U.</b>	<b>Total</b>
Excavación	ml	61.5	Q5.00	Q307.50
Armado	ml	61.5	Q10.00	Q615.00
Fundido	m <sup>3</sup>	2.8	Q200.00	Q560.00
<b>Sub - Total</b>				<b>Q1,482.50</b>
<b>Total</b>				<b>Q3,931.50</b>

<b>COLUMNAS</b>				
<b>MATERIALES</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P.U.</b>	<b>Total</b>
Hierro No. 3	qq	6	Q265.00	Q1,590.00
Hierro No. 2	qq	2	Q245.00	Q490.00
Cemento	saco	26	Q36.00	Q936.00
Arena	m <sup>3</sup>	2	Q60.00	Q120.00
Piedrín	m <sup>3</sup>	2	Q100.00	Q200.00
Formaleta de 12"x1"x12'	U	52	Q36.00	Q1,872.00
para 3" x 3" x 10´	U	64	Q42.00	Q2,688.00
Alambre de amarre	lb	36	Q4.50	Q162.00
clavo 4"	lb	7	Q5.00	Q35.00
<b>Sub - Total</b>				<b>Q8,093.00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P.U.</b>	<b>Total</b>
Armado columna C-1	ml	66	Q15.00	Q990.00
Armado columna C-2	ml	73	Q10.00	Q730.00
Centrado columnas	U	40	Q25.00	Q1,000.00
Formaleteado	ml	276	Q0.50	Q138.00
Fundido	m <sup>3</sup>	2.6	Q200.00	Q520.00
Desencofrado	U	40	Q0.50	Q20.00
Armado andamio	U	5	Q200.00	Q1,000.00
<b>Sub - Total</b>				<b>Q4,398.00</b>
<b>Total</b>				<b>Q12,491.00</b>

<b>SOLERA DE HUMEDAD</b>				
<b>MATERIALES</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P.U.</b>	<b>Total</b>
Hierro No. 3	qq	4	Q265.00	Q1,060.00
Hierro No. 2	qq	1	Q245.00	Q245.00
Cemento	saco	19	Q36.00	Q684.00
Arena	m <sup>3</sup>	1	Q60.00	Q60.00
Piedrín	m <sup>3</sup>	1	Q100.00	Q100.00
Tabla de 10"x1"x12'	U	41	Q30.00	Q1,230.00
Alambre de amarre	lb	23	Q4.50	Q103.50
<b>Sub - Total</b>				<b>Q3,482.50</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P.U.</b>	<b>Total</b>
Armado solera	ml	61.5	Q15.00	Q922.50
Fundición	m <sup>3</sup>	1.85	Q200.00	Q370.00
Fomaleta	ml	61.5	Q4.00	Q246.00
Desencofrado	ml	61.5	Q1.50	Q92.25
<b>Sub - Total</b>				<b>Q1,630.75</b>
<b>Total</b>				<b>Q5,113.25</b>

<b>MUROS</b>				
<b>MATERIALES</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P.U.</b>	<b>Total</b>
Block .15*.20*.40	U	1586	Q2.30	Q3,647.80
Cemento	saco	18	Q36.00	Q648.00
Arena	m <sup>3</sup>	2	Q60.00	Q120.00
Alambre de amarre	lb	3	Q4.50	Q13.50
<b>Sub - Total</b>				<b>Q4,429.30</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P.U.</b>	<b>Total</b>
Colocación de block	U	1580	Q2.00	Q3,160.00
Sabieta	m <sup>3</sup>	1.5	Q125.00	Q187.50
<b>Sub - Total</b>				<b>Q3,347.50</b>
<b>Total</b>				<b>Q7,776.80</b>

<b>SOLERA INTERMEDIA</b>				
<b>MATERIALES</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P.U.</b>	<b>Total</b>
Hierro No. 3	qq	2	Q265.00	Q530.00
Hierro No. 2	qq	1	Q245.00	Q245.00
Cemento	sacos	5	Q36.00	Q180.00
Arena	m <sup>3</sup>	1	Q60.00	Q60.00
Piedrín	m <sup>3</sup>	1	Q100.00	Q100.00
Block "U"	U	125	Q2.30	Q287.50
Alambre de amarre	lb	14	Q4.50	Q63.00
<b>Sub - Total</b>				<b>Q1,465.50</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P.U.</b>	<b>Total</b>
Colocación Block "U"	U	125	Q2.00	Q250.00
Armaduría	ml	50.5	Q10.00	Q505.00
Fundición	m <sup>3</sup>	0.5	Q200.00	Q100.00
<b>Sub - Total</b>				<b>Q855.00</b>
<b>Total</b>				<b>Q2,320.50</b>

<b>SOLERA CORONA</b>				
<b>MATERIALES</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P.U.</b>	<b>Total</b>
Hierro No. 3	qq	4	Q265.00	Q1,060.00
Hierro No. 2	qq	1	Q245.00	Q245.00
Cemento	sacos	19	Q36.00	Q684.00
Arena	m <sup>3</sup>	1	Q60.00	Q60.00
Piedrín	m <sup>3</sup>	1	Q100.00	Q100.00
Alambre de amarre	lb	23	Q4.50	Q103.50
<b>Sub - Total</b>				<b>Q2,252.50</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P.U.</b>	<b>Total</b>
Armaduría	ml	61.5	Q15.00	Q922.50
Fundición	m <sup>3</sup>	1.85	Q200.00	Q370.00
Fomaleteado	ml	61.5	Q4.00	Q246.00
Desencofrado	ml	61.5	Q1.50	Q92.25
<b>Sub - Total</b>				<b>Q1,630.75</b>
<b>Total</b>				<b>Q3,883.25</b>

<b>VIGA MOJINETE</b>				
<b>MATERIALES</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P.U.</b>	<b>Total</b>
Hierro No. 3	qq	2	Q265.00	Q530.00
Hierro No. 2	qq	1	Q245.00	Q245.00
Cemento	saco	9	Q36.00	Q324.00
Arena	m <sup>3</sup>	2	Q60.00	Q120.00
Piedrín	m <sup>3</sup>	2	Q100.00	Q200.00
Alambre de amarre	lb	14	Q4.50	Q63.00
<b>Sub - Total</b>				<b>Q1,482.00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P.U.</b>	<b>Total</b>
Armaduría	ml	15.3	Q15.00	Q229.50
Fundición	ml	0.5	Q200.00	Q100.00
Fomaleteado	ml	15.3	Q4.00	Q61.20
Desencofrado	ml	15.3	Q1.50	Q22.95
<b>Sub - Total</b>				<b>Q413.65</b>
<b>Total</b>				<b>Q1,895.65</b>

<b>TECHO</b>				
<b>MATERIALES</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P.U.</b>	<b>Total</b>
Perfil "C" tipo 10	U	17	Q175.00	Q2,975.00
Perfil "C" tipo 8	U	14	Q200.00	Q2,800.00
Lámina 8´	m <sup>2</sup>	89	Q237.00	Q21,093.00
Tornillos	U	462	Q3.25	Q1,501.50
Capote	ml	10	Q75.00	Q750.00
<b>Sub - Total</b>				<b>Q29,119.50</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P.U.</b>	<b>Total</b>
General	m <sup>2</sup>	89	Q100.00	Q8,900.00
<b>Sub - Total</b>				<b>Q8,900.00</b>
<b>Total</b>				<b>Q38,019.50</b>

<b>BANQUETA DE CONCRETO</b>				
<b>MATERIALES</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P.U.</b>	<b>Total</b>
Cemento	m <sup>3</sup>	32	Q36.00	Q1,152.00
Arena	m <sup>3</sup>	2	Q60.00	Q120.00
Piedrín	m <sup>3</sup>	3	Q100.00	Q300.00
<b>Sub - Total</b>				<b>Q1,572.00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P.U.</b>	<b>Total</b>
Fundición	m <sup>3</sup>	3.8	Q200.00	Q760.00
<b>Sub - Total</b>				<b>Q760.00</b>
<b>Total</b>				<b>Q2,332.00</b>

<b>PISO DE CONCRETO</b>				
<b>MATERIALES</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P.U.</b>	<b>Total</b>
Material selecto	m <sup>3</sup>	2	Q110.00	Q220.00
Cemento	saco	39	Q36.00	Q1,404.00
Arena	m <sup>3</sup>	9	Q60.00	Q540.00
Piedrín	m <sup>3</sup>	4	Q100.00	Q400.00
<b>Sub - Total</b>				<b>Q2,564.00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P.U.</b>	<b>Total</b>
Compactación	m <sup>2</sup>	57.35	Q12.00	Q688.20
Fundición	m <sup>3</sup>	4.59	Q200.00	Q918.00
Alisado	m <sup>2</sup>	57.35	Q7.00	Q401.45
<b>Sub - Total</b>				<b>Q2,007.65</b>
<b>Total</b>				<b>Q4,571.65</b>

<b>INSTALACIONES ELÉCTRICAS</b>				
<b>MATERIALES</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P.U.</b>	<b>Total</b>
Cajas octogonales	U	7	Q1.25	Q8.75
Cajas rectangulares	U	8	Q1.25	Q10.00
Tubería ducto de ¾"	U	7	Q25.00	Q175.00
Cable No. 12	rollo	3	Q225.00	Q675.00
Cable No. 8	rollo	1	Q350.00	Q350.00
Plafoneras	U	7	Q2.50	Q17.50
Lámparas	U	7	Q35.00	Q245.00
Juego de plaqueta de tomacorriente	U	8	Q25.00	Q200.00
Dados para tomas	U	16	Q10.25	Q164.00
Juego de plaqueta para interruptores	U	6	Q25.00	Q150.00
Dados interruptores	U	9	Q10.25	Q92.25
Interruptores 3 way	U	3	Q25.00	Q75.00
Tablero general	U	1	Q65.00	Q65.00
Flipon 40 amperios	U	2	Q75.00	Q150.00
Tubo poliducto de 1 1/4"	rollo	2	Q65.00	Q130.00
Calabera de acometida de 1 1/4"	U	1	Q85.00	Q85.00
Niple de 1 1/4" de HG	U	1	Q75.00	Q75.00
Varilla de cobre	U	1	Q250.00	Q250.00
Reflector doble de pared	U	2	Q175.00	Q350.00
				<b>Q3,267.50</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P.U.</b>	<b>Total</b>
Por unidad de fuerza	U	10	Q125.00	Q1,250.00
Por unidad de iluminación	U	9	Q128.00	Q1,152.00
<b>Sub - Total</b>				<b>Q2,402.00</b>
<b>Total</b>				<b>Q5,669.50</b>

<b>INSTALACIONES HIDRÁULICAS</b>				
<b>MATERIALES</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P.U.</b>	<b>Total</b>
Inodoro	U	1	Q425.00	Q425.00
Lavamanos	U	1	Q250.00	Q250.00
Reducidor ¾ a ½	U	3	Q3.00	Q9.00
Tee	U	4	Q5.00	Q20.00
Codo PVC 90° 2"	U	6	Q2.00	Q12.00
Codo PVC 90° 3"	U	1	Q2.25	Q2.25
Grifo para manguera	U	1	Q12.00	Q12.00
Llave de paso	U	1	Q75.00	Q75.00
Valvula de cheque	U	1	Q125.00	Q125.00
Yee PVC	U	1	Q45.00	Q45.00
Reducidor de 4" a 3"	U	1	Q30.00	Q30.00
Reducidor de 3" a 2"	U	1	Q25.00	Q25.00
Tuvo PVC 2"	U	1	Q55.00	Q55.00
Tuvo PVC 3"	U	1	Q75.00	Q75.00
Tuvo PVC 4"	U	2	Q155.00	Q310.00
Fosa Séptica	U	1	Q2,300.00	Q2,300.00
Pozo de absorción	U	1	Q1,800.00	Q1,800.00
<b>Sub - Total</b>				<b>Q5,570.25</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P.U.</b>	<b>Total</b>
Inodoro	U	1	Q200.00	Q200.00
Lavamanos	U	1	Q125.00	Q125.00
Accesorios	U	4	Q25.00	Q100.00
Tubería	U	4	Q10.00	Q40.00
<b>Sub - Total</b>				<b>Q465.00</b>
<b>Total</b>				<b>Q6,035.25</b>

<b>ACABADOS</b>				
<b>PUERTAS</b>				
<b>SUBCONTRATO</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P.U.</b>	<b>Total</b>
Puerta de metal tipo 1	U	1	Q2,000.00	Q2,000.00
Puerta de madera tipo 2	U	1	Q800.00	Q800.00
Puerta de madera tipo 3	U	4	Q800.00	Q3,200.00
Puerta de vidrio tipo 4	U	1	Q1,800.00	Q1,800.00
<b>Sub - Total</b>				<b>Q7,800.00</b>
<b>VENTANAS</b>				
<b>SUBCONTRATO</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P.U.</b>	<b>Total</b>
Ventana tipo 1	m <sup>2</sup>	9.5	Q175.00	Q1,662.50
Ventana tipo 2	m <sup>2</sup>	0.5	Q175.00	Q87.50
Ventana tipo 3	m <sup>2</sup>	4.75	Q175.00	Q831.25
Ventana tipo 4	m <sup>2</sup>	5.1	Q175.00	Q892.50
<b>Sub - Total</b>				<b>Q3,473.75</b>
<b>TOTAL</b>				<b>Q11,273.75</b>

### 10.5.1. Costo de materiales

Tabla XX. Presupuesto materiales de construcción.

<b>MATERIALES</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo</b>	<b>Total</b>
Preliminar	Global	Q624.00	Q624.00
Cimiento corrido	Global	Q2,449.00	Q2,449.00
Columnas	Global	Q8,093.00	Q8,093.00
Solera de humedad	Global	Q3,482.50	Q3,482.50
Muros	Global	Q4,429.30	Q4,429.30
Solera intermedia	Global	Q1,465.50	Q1,465.50
Solera corona	Global	Q2,252.50	Q2,252.50
Viga de mojinete	Global	Q1,482.00	Q1,482.00
Techo	Global	Q29,119.50	Q29,119.50
Banqueta de concreto	Global	Q1,572.00	Q1,572.00
Piso de concreto	Global	Q2,564.00	Q2,564.00
Instalaciones eléctricas	Global	Q3,267.50	Q3,267.50
Instalaciones hidráulicas y sanitarias	Global	Q5,570.25	Q5,570.25
<b>Total</b>			<b>Q66,371.05</b>

### 10.5.2. Mano de obra

Tabla XXI. Presupuesto mano de obra

<b>MANO DE OBRA</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo</b>	<b>Total</b>
Preliminar	Global	Q1,697.60	Q1,697.60
Cimiento corrido	Global	Q1,482.50	Q1,482.50
Columnas	Global	Q4,398.00	Q4,398.00
Solera de humedad	Global	Q1,630.75	Q1,630.75
Muros	Global	Q3,347.50	Q3,347.50
Solera intermedia	Global	Q855.00	Q855.00
Solera corona	Global	Q1,630.75	Q1,630.75
Viga de mojinete	Global	Q413.65	Q413.65
Techo	Global	Q8,900.00	Q8,900.00
Banqueta de concreto	Global	Q760.00	Q760.00
Piso de concreto	Global	Q2,007.65	Q2,007.65
Instalaciones eléctricas	Global	Q2,402.00	Q2,402.00
Instalaciones hidráulicas y sanitarias	Global	Q465.00	Q465.00
<b>Total</b>			<b>Q29,990.40</b>

### 10.5.3. Resumen

Tabla XXII. Costos por renglón

<b>REGLON</b>	<b>COSTO</b>	
	<b>TOTAL QUETZALES</b>	<b>TOTAL DOLARES US</b>
Materiales de construcción	Q66,371.05	\$8,619.62
Mano de obra	Q29,990.40	\$3,894.86
Acabados	Q11,273.75	\$1,464.12
<b>Sub-total</b>	<b>Q107,635.20</b>	<b>\$13,978.60</b>
Herramienta (2%)	Q2,152.70	\$279.57
Transporte (10%)	Q10,763.52	\$1,397.86
Imprevistos (10%)	Q10,763.52	\$1,397.86
<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b>	<b>Q131,314.94</b>	<b>Q17,053.89</b>

Tipo de cambio: US \$ 1.00 = Q 7.70\*

\*Tipo de cambio para el 6 de febrero de 2005

El proyecto asciende al monto de ciento treinta y un mil trescientos catorce quetzales y noventa y cuatro centavos; su equivalente en moneda extranjera es de diecisiete mil cincuenta y tres US con ochenta y nueve centavos de dólar.

Chiquimula, febrero de 2005

#### **NOTA**

**En el presupuesto no están contemplados los costos indirectos, e impuestos, por motivo de uso municipal; el dato proporcionado es el costo directo del proyecto.**

## **CONCLUSIONES**

1. Con la construcción del sistema de alcantarillado sanitario en la aldea Sabana Grande del municipio de Chiquimula, se evitará la contaminación ambiental ocasionada por aguas residuales, y así se dará una solución técnica a este problema.
2. El alcantarillado sanitario es la correcta evacuación de las aguas servidas y con este medio se estará evitando la propagación de enfermedades gastrointestinales producidas por las mismas.
3. El sistema de alcantarillado sanitario, proporcionará un desarrollo sociocultural y económico, el cual viene a redundar en beneficio general de toda la población.
4. Con la construcción del centro de salud de la aldea San Miguel del municipio de Chiquimula, se estarán proporcionando los servicios básicos de atención médica, primordiales para el desarrollo de toda comunidad.
5. Se cubrirán las necesidades de atención médica de aldeas aledañas a la aldea de San Miguel, obteniendo mejores resultados en cuanto a radio de cobertura.

## RECOMENDACIONES

1. La Municipalidad de Chiquimula, en la fase de ejecución del proyecto, debe tener una supervisión constante y adecuada, realizada por personal conocedor del sistema, para evitar que el mismo sufra modificaciones.
2. Para evitar la contaminación de ríos, se debe dar un tratamiento adecuado a las aguas residuales, antes de ser descargadas en dichos cuerpos receptores y evitar así afectar a comunidades aguas abajo.
3. Se recomienda a las autoridades municipales, la construcción de las plantas de tratamiento propuestas, ya que por ser una opción factible y eficiente, culminará en el perfecto funcionamiento del sistema de alcantarillado sanitario, por medio del tratado de las aguas residuales.
4. Dar la capacitación necesaria por parte de las autoridades correspondientes, para hacer buen uso de las instalaciones del centro de salud y de esta manera prolonguen su período de vida útil.
5. Establecer reglas y lineamientos en cuanto al uso de las instalaciones y poder darle el uso adecuado a las mismas y ofrecer el mantenimiento necesario.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AQUINO MONTERROSO, E. E. Planificación y Diseño de: Alcaldía Auxiliar y Escuela de nivel primario para la aldea de Santiago Zamora, Municipio de San Antonio Aguas Calientes, Sacatepéquez. Trabajo de graduación de Ingeniero Civil. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. 2003.
2. CABRERA REPIELE, R. A. Apuntes de Ingeniería Sanitaria 2. Tesis Ingeniería Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala 1989.
3. CABRERA SEIS, J. V. Guía teórica y práctica del curso de Cimentaciones I. Trabajo de graduación de Ingeniero Civil Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería, 1994.
4. CONESA FERNÁNDEZ-VÍTORA, V. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 1997. 3ª edición.
5. F.H.A. Fomento de Hipotecas Aseguradas. Normas de Planificación y Construcción para casos proyectados. División técnica del F.H.A. 1973 -1974.
6. GÓMEZ BOCHE, A. E. Diseño y Construcción de una Escuela Típica Rural Económica para el Área de la Región Oriente del País.

Trabajo de graduación de Ingeniero Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala 1995.

7. GÓMEZ OREA, D. Evaluación del Impacto Ambiental. Ed. Mundi--Prensa y Editorial Agrícola Española, S.A. Madrid. 1999.
8. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. Características Generales de Población y Habitación de Chiquimula.
9. MAZARIEGOS FERNANDEZ, ARMANDO. Criterios para la formulación de normas de diseño para instalaciones de atención de salud en Guatemala. Tesis arquitectura. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala 1987.
10. MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL MSPAS. Departamento y Evaluación de la Unidad de Planificación Estratégica. UPRISAL.
11. NIJ REYES, C. A. Diseño de la Red de Alcantarillado Sanitario de la Colonia El Maestro de la Ciudad de Chiquimula. Trabajo de graduación de Ingeniero Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala 2002.
12. SINGER-PYTEL, F. L. Resistencia de materiales Copyright, 1982, por Harla, S.A. de C.V., México, D.F. 3<sup>ra</sup> Edición, 560 pp.

## **APÉNDICE**

# ÍNDICE DE PLANOS

HOJA No.	DESCRIPCIÓN
1-.	PLANO TOPOGRÁFICO
2-.	DENSIDAD DE VIVIENDA
3-.	RED GENERAL
4-.	PLANTA-PERFIL (RAMAL I Y SUB-RAMAL I)
5-.	PLANTA-PERFIL (RAMAL II)
6-.	PLANTA-PERFIL (RAMAL II)
7-.	PLANTA-PERFIL (RAMAL III)
8-.	DETALLE DE POZOS DE VISITA
9-.	DETALLE DE CAJA DE INICIO DE TRAMO
10-.	DETALLE DE CONEXIÓN DOMICILIAR
11-.	DESFOGUE/DISIPADOR DE ENERGÍA
12-.	PLANTA ARQUITECTÓNICA Y ACOTADA
13-.	PLANTA DE ACABADOS
14-.	ELEVACIONES Y SECCIONES
15-.	PLANTA DE CIMENTACIÓN Y COLUMNAS
16-.	CORTES DE MURO
17-.	PLANTA DE TECHOS
18-.	PLANTA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS
19-.	PLANTA DE ILUMINACIÓN Y FUERZA



UNIVERSIDAD  
DES OSA  
FACULTAD DE  
EJERCICIO PROFES  
MUNICIPALIDAD

PROYECTO:  
SISTEMA DE ALCANT.  
DE LA ALDEA SABANA CRA  
DE SALUD ALDEA DE S  
DE CHIC

CONTENIDO: INDIC

DISEÑO: D.R.G.O.

CÁLCULO: D.R.G.O.

DIBUJO: D.R.G.O.

ESCALA:

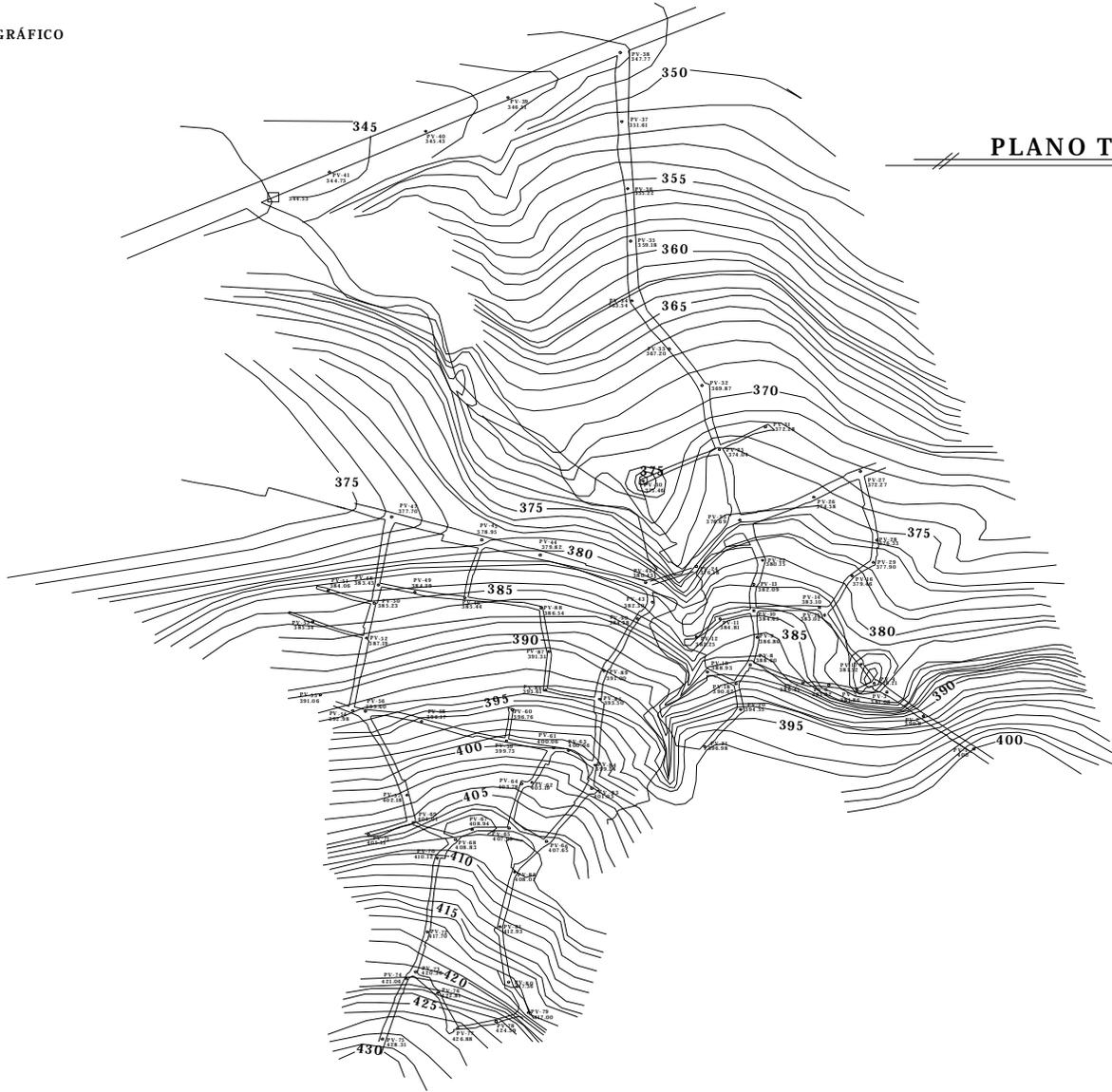
FECHA:  
ENERO 2.005.

EPS: DANY RENEG

CARNÉ: 97-40052

Vo.Bo.

ING. MANUEL A. AS  
ASESOR



PLANO TOPOGRÁFICO ESCALA



UNIVERSIDAD D  
DE CUENCA  
FACULTAD DE  
INGENIERÍA  
MUNICIPALIDAD D

PROYECTO:  
SISTEMA DE ALCANTARILLAS  
DE LA ALDEA SABANA C  
DE CHIQUI

CONTENIDO:  
PLANO TOPOGRÁFICO

EPS: DANY RENÉ GALI

CARNE: 97-40052

Vo.Bo.

ING. MANUEL A. ARR

DISEÑO: D.R.G.O.

CÁLCULO: D.R.G.O.

DIBUJO: D.R.G.O.

ESCALA: INDICADA

FECHA: ENERO 2.005.



REFERENCIAS	
	LOTE HABITADO
	LOTE DESHABITADO
	USO NO DOMÉSTICO

**DENSIDAD DE VIVIENDA ESC**



UNIVERSIDAD DE CUENCA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
MUNICIPALIDAD DE CUENCA

PROYECTO:  
SISTEMA DE ALCANTARILLADO  
DE LA ALDEA SABANA GRANDE  
DE CHIQUIMBO

CONTENIDO:  
DENSIDAD DE VIVIENDA

EPS:  
DANY RENÉ GALDAMES

CARNÉ:  
97-40052

Vo.Bo.

ING. MANUEL A. ABRIVADO  
ASESOR

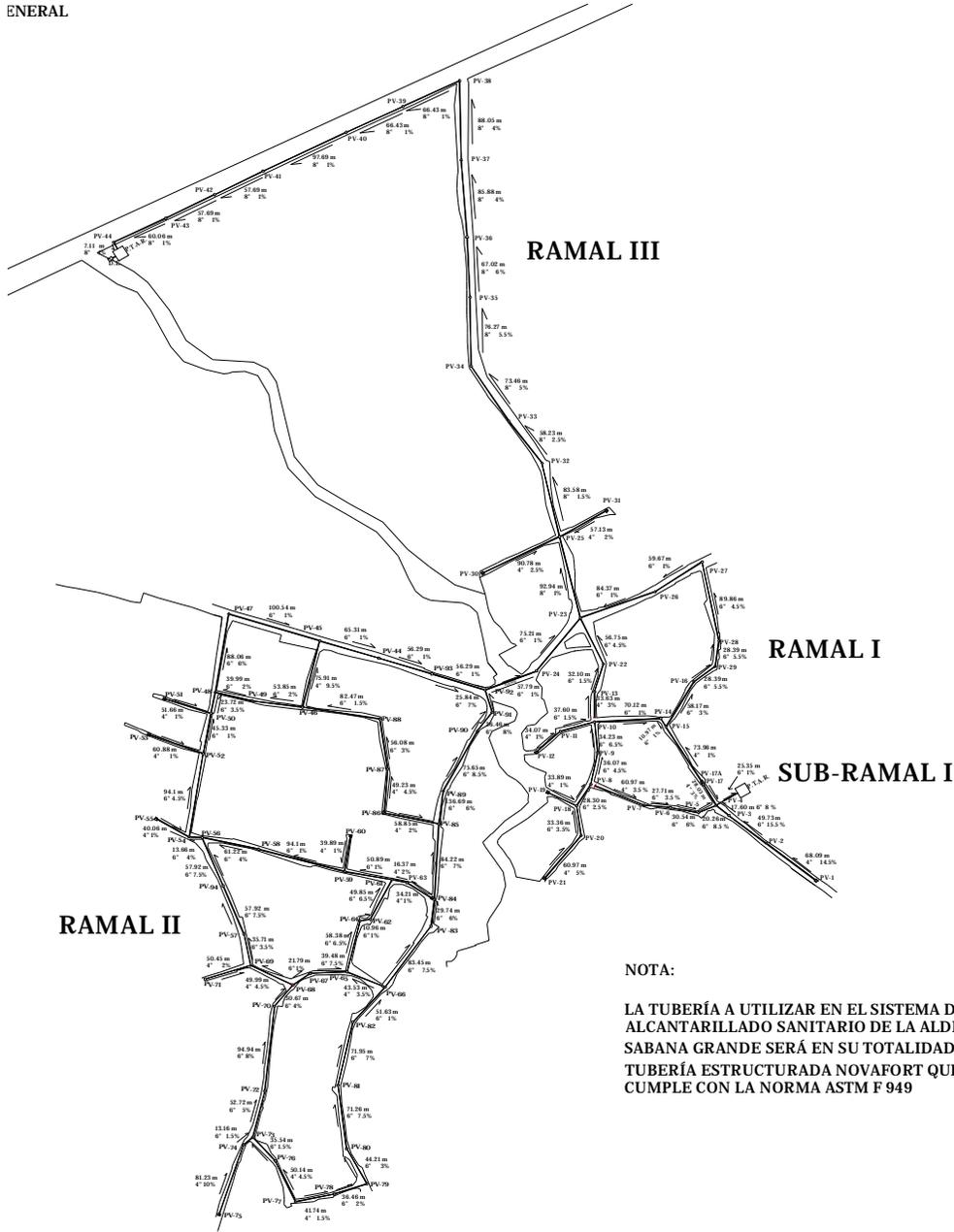
DISEÑO:  
D.R.G.O.

CÁLCULO:  
D.R.G.O.

DIBUJO:  
D.R.G.O.

ESCALA:  
INDICADA

FECHA:  
ENERO 2.005.



REFERENCIAS	
○	POZO DE VISITA
—	TRAMO SEGUIMIENTO
→	DIRECCIÓN FLUJO
⊠	CAJA INICIO DE TRAMO
□	PLANTA DE TRATAMIENTO
D.E.	DISIPADOR DE ENERGÍA

**RED GENERAL ESCAL**

**NOTA:**

LA TUBERÍA A UTILIZAR EN EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA SABANA GRANDE SERÁ EN SU TOTALIDAD TUBERÍA ESTRUCTURADA NOVAFORT QUE CUMPLE CON LA NORMA ASTM F 949



UNIVERSIDAD DE CÚCUTA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
EJERCICIO PROFESIONAL  
MUNICIPALIDAD DE CÚCUTA

PROYECTO:  
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA SABANA GRANDE DE CHIQUINQUIRÁ

CONTENIDO:  
RED GENERAL

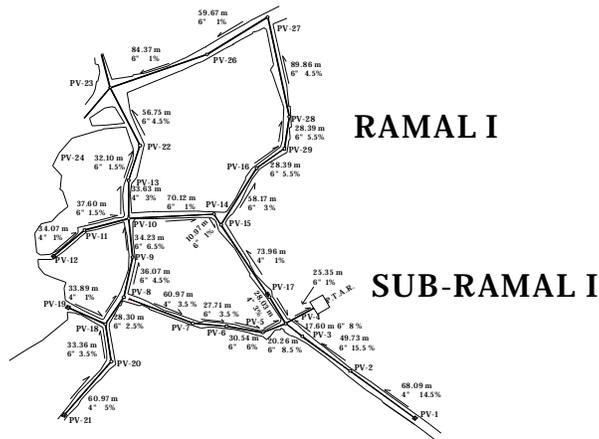
EPS:  
DANY RENÉ GAL

CARNÉ:  
97-40052

Vo.Bo.

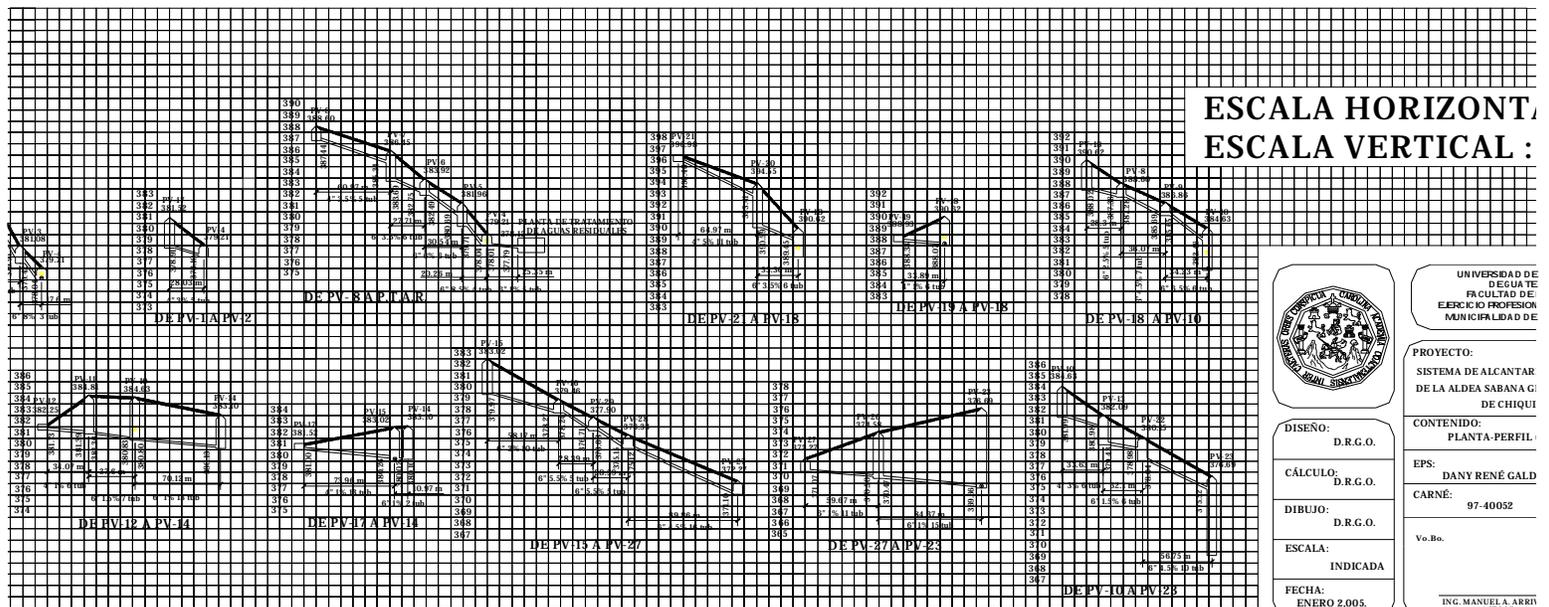
ING. MANUEL A. ARRIBAS  
ASESOR

DISEÑO:	D. R.G.O.
CÁLCULO:	D. R.G.O.
DIBUJO:	D. R.G.O.
ESCALA:	INDICADA
FECHA:	ENERO 2.005.



REFERENC	
○	POZO DE VE
□	TRAMO SEGU
—	CAJA INICIO I
→	DIRECCION I
382	PV-17
381	381.52
380	
379	
378	
377	
376	

PLANTA ESCALA 1 : 200





UNIVERSIDAD DE  
DEGUATE  
FACULTAD DE  
EJERCICIO PROFESION  
MUNICIPALIDAD DE

PROYECTO:  
SISTEMA DE ALCANTAR  
DE LA ALDEA SABANA G  
DE CHIQUI

CONTENIDO:  
PLANTA-PERFIL

EPS:  
DANY RENÉ GALD

CARNE:  
97-40052

Vo.Bo.

ING. MANUELA ARRI  
ASESOR

DISÑO: D.R.G.O.

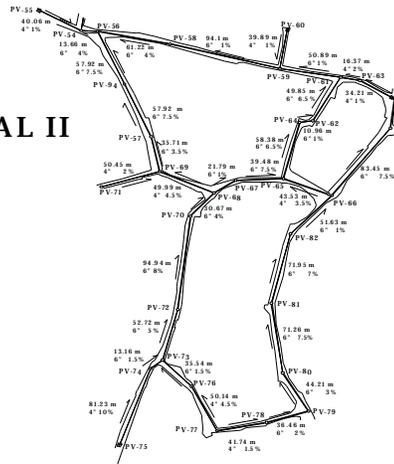
CÁLCULO: D.R.G.O.

DIBUJO: D.R.G.O.

ESCALA: INDICADA

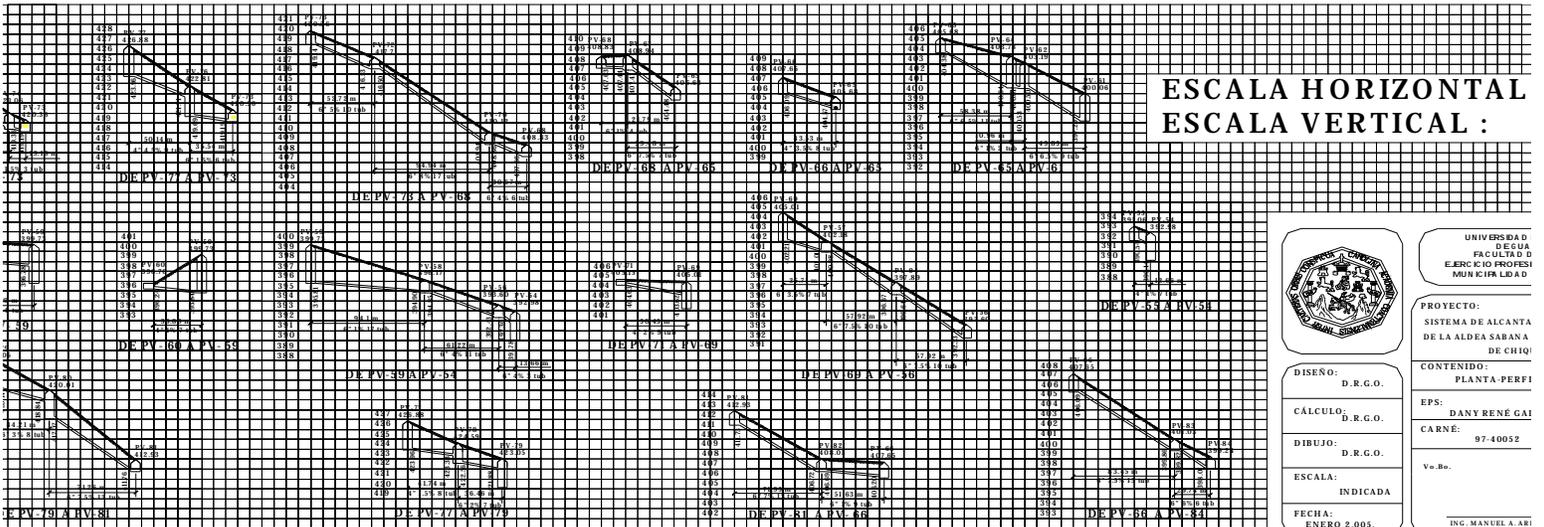
FECHA: ENERO 2.005.

# RAMAL II



REFEREN	
○	FOZO DE
○	TRAMO SE
○	CAJA INICI
→	DIRECCIO
382	PV-17
380	381.02
379	
378	
377	
376	

PLANTA ESCALA 1 : 200



UNIVERSIDAD  
DE LA ALDEA  
SABANA DE  
CHIQUI

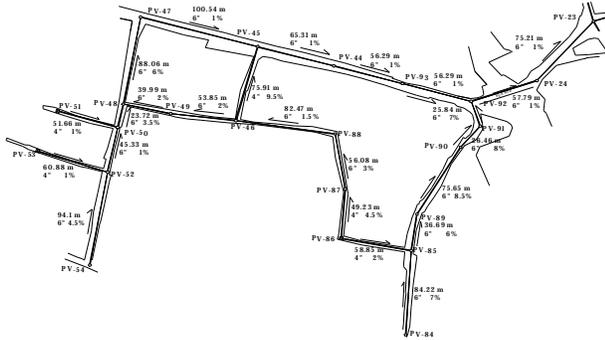
DISEÑO: D.R.G.O.  
CÁLCULO: D.R.G.O.  
DIBUJO: D.R.G.O.  
ESCALA: INDICADA  
FECHA: ENERO 2.005.

PROYECTO:  
SISTEMA DE ALCANTARA  
DE LA ALDEA SABANA  
DE CHIQUI

CONTENIDO:  
PLANTA-PERFI

EPS: DANY RENÉ GAI  
CARNE: 97-40052  
Vo. Re. ING. MANUELA ARI  
ASBARR

RAMAL II



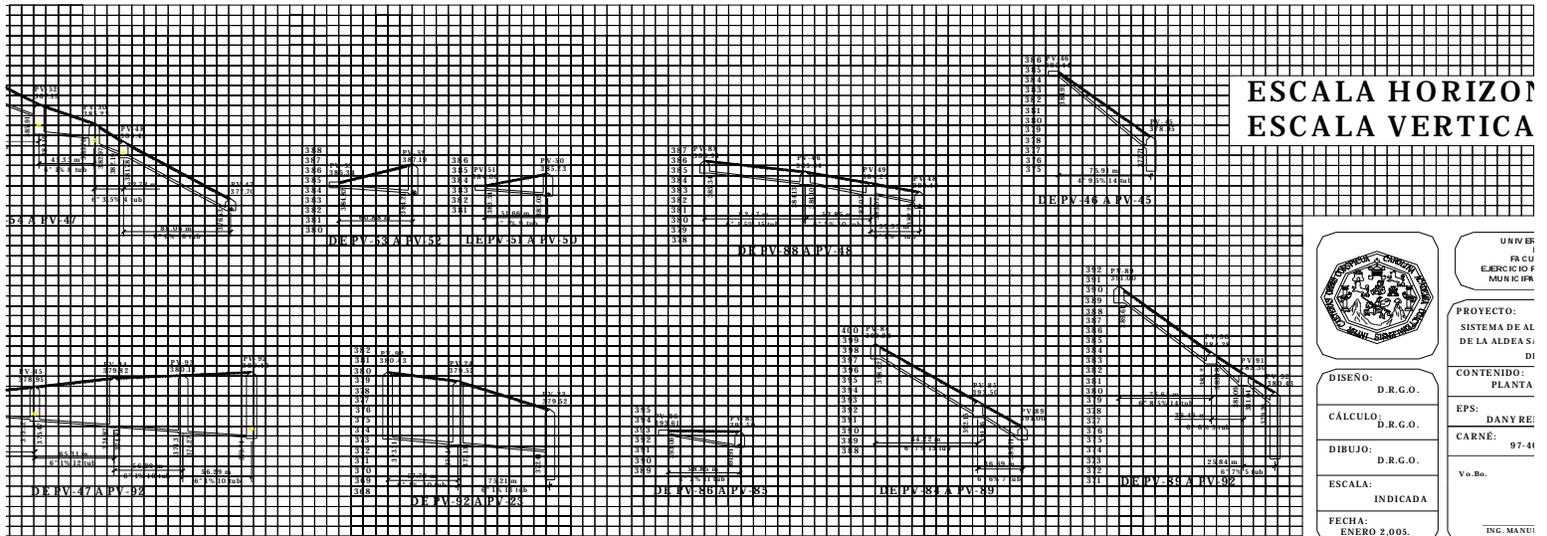
REF	
○	P
○	TR
□	CAI
□	DI

382
381
380
379
378
377
376

COPIA EN  
REPLICA  
\$100  
\$100  
\$100

PLANTA ESCALA 1:2

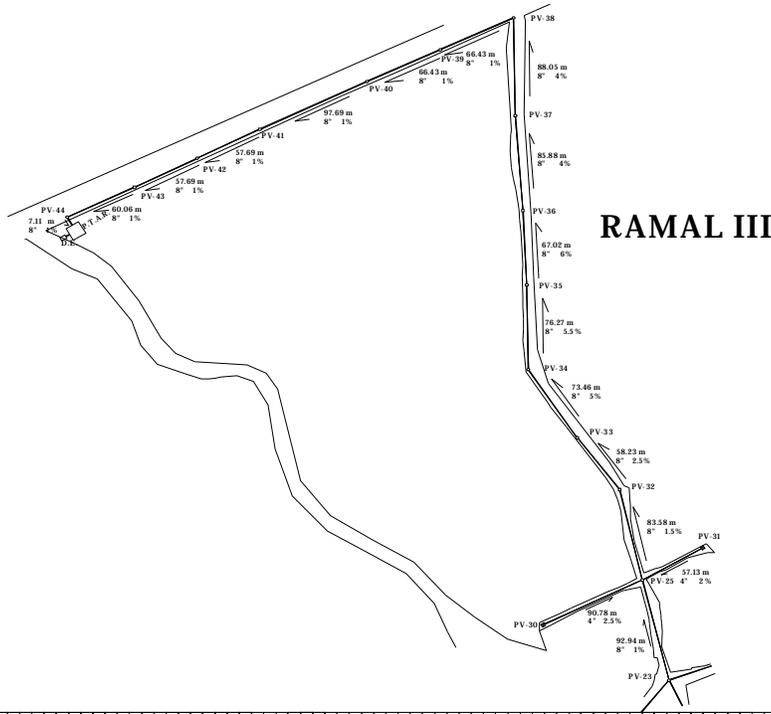


UNIVERSIDAD  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO DE INGENIERIA  
MUNICIPAL

PROYECTO:  
SISTEMA DE ALIMENTACION DE LA ALDEA DE DANY RIVERO  
DI  
CONTENIDO:  
PLANTA  
EPS: DANY RIVERO  
CARNÉ: 97-44

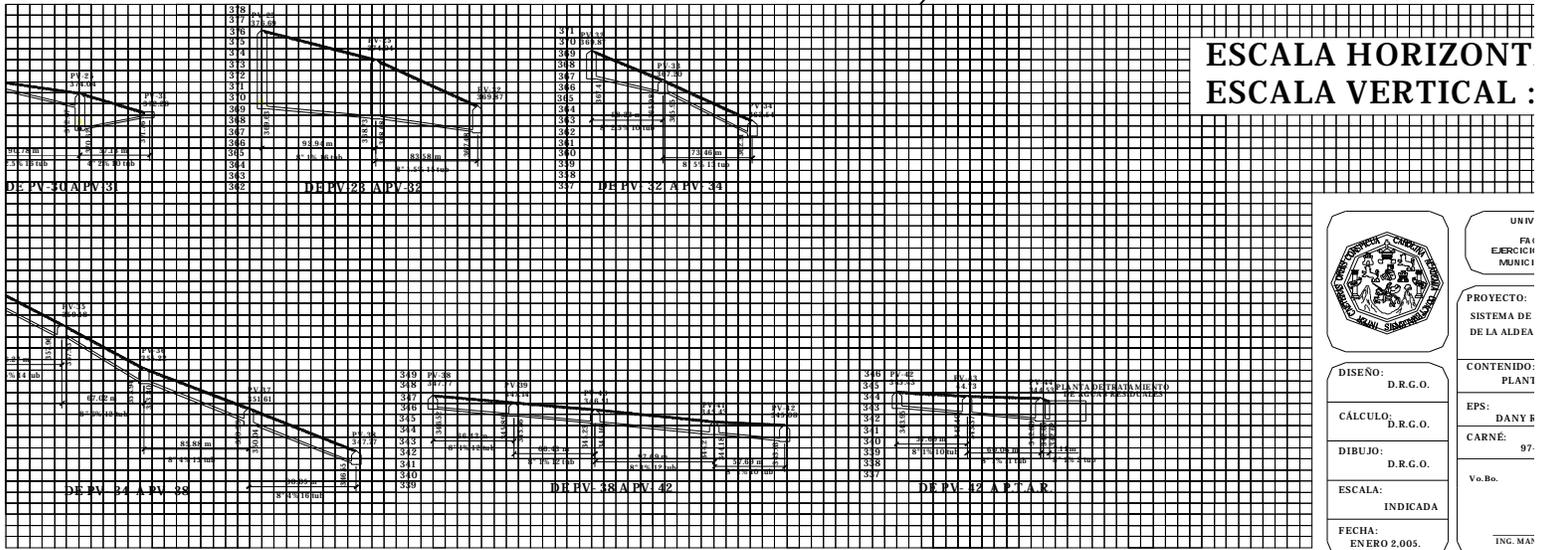
DISEÑO: D.R.G.O.  
CÁLCULO: D.R.G.O.  
DIBUJO: D.R.G.O.  
ESCALA: INDICADA  
FECHA: ENERO 2.005.

Va. Ro.  
ING. MANUEL A.S.



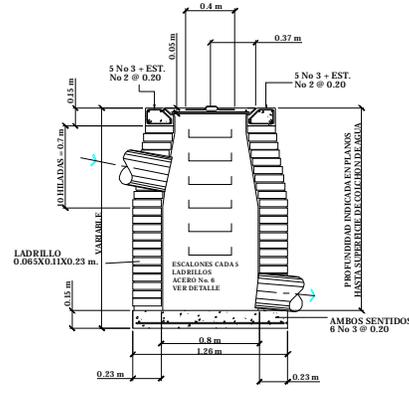
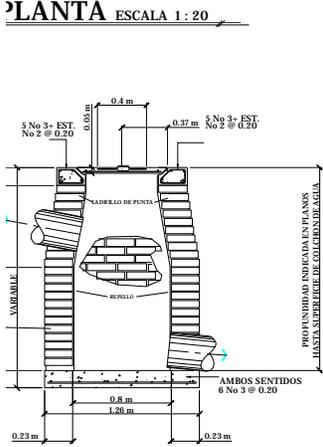
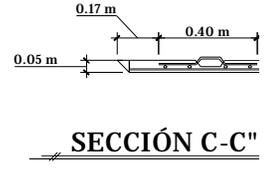
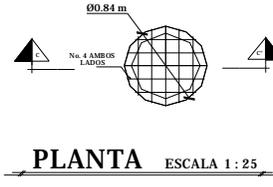
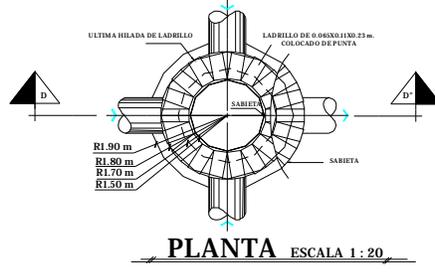
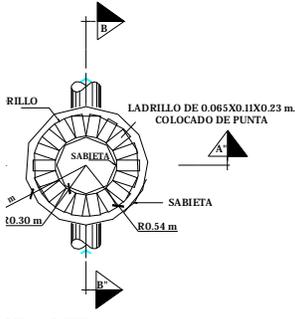
PLANTA ESCALA 1:

RE
382
381
380
379
378
377
376
CORA
MS

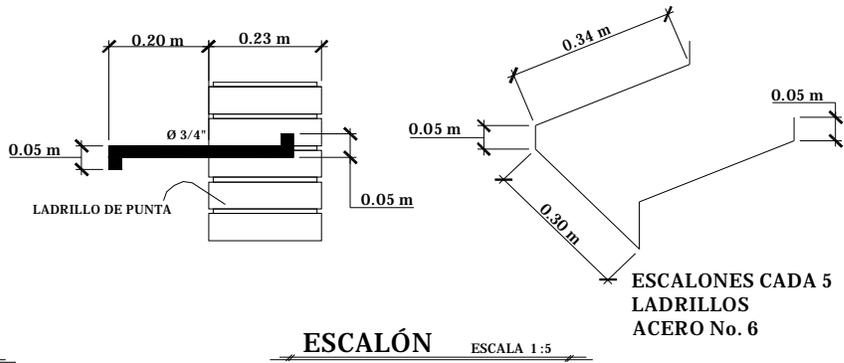
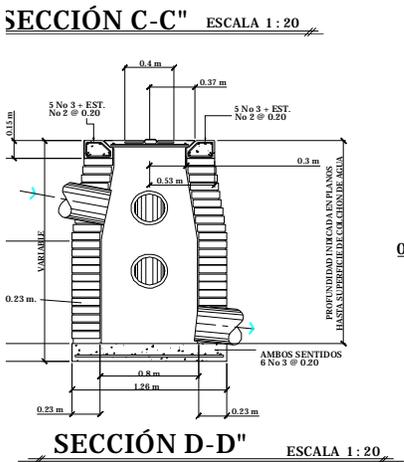


	UNIV
	FA EERIC MUNIC
	PROYECTO: SISTEMA DE DE LA ALDEA
	CENTENIDO: PLANI
	EPS: DANY B
	CARNE: 97
	FECHA: ENERO 2.005.
	ING. MAN

ALLE DE POZOS DE VISITA

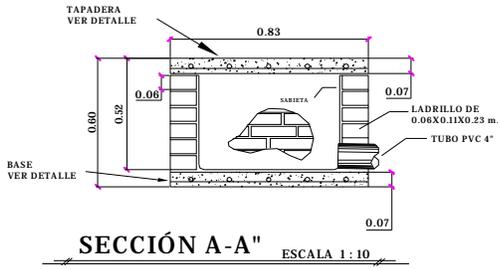
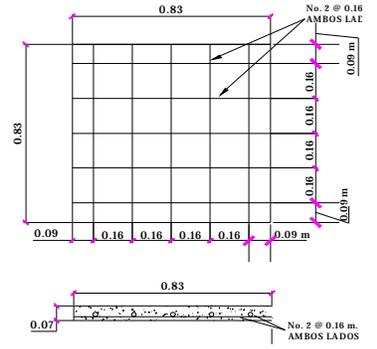
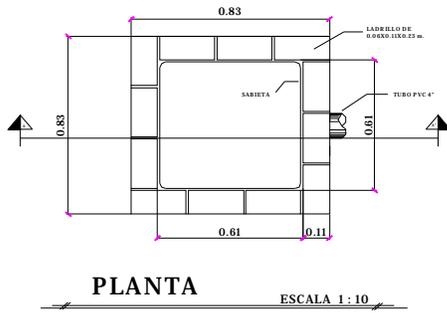


ESPECIFICACIONES	
1.	LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DEBERÁN IDENTIFICARSE CON LA NOMENCLATURA DE RED GENERAL.
2.	EL CONCRETO DEBERÁ TENER UN $F'c = 217 \text{ Kg/cm}^2$ PROPORCIÓN 1:2:2. (9.80 SACOS DE 0.55 m <sup>3</sup> DE ARENA DE RÍO 0.55 m <sup>3</sup> DE PIEDRÍN DE 1/2 PLG. Y 227 LITROS DE AGUA)
3.	LA SABIETA DEBERÁ SER DE CAL Y ARENA DE RÍO CON PROPORCIÓN 1:2. (6.82 SACOS DE CAL x 0.67 m <sup>3</sup> ARENA DE RÍO)
4.	LA MEZCLA PARA EL PEGADO DE LADRILLOS DEBERÁ SER DE CAL Y ARENA DE RÍO PROPORCIÓN 1:3. (6.82 SACOS DE CAL x 1 m <sup>3</sup> DE ARENA DE RÍO)
5.	EL ACERO A UTILIZAR SERÁ $F_y = 2,810 \text{ Kg/cm}^2$



	UNI
	F2 EJERCICIO MUNIC
	PROYECTO: SISTEMA DE DE LA ALDE
	CONTENIDO DET?
DISEÑO: D.R.G.O. CÁLCULO: D.R.G.O. DIBUJO: D.R.G.O.	EPS: DANY
	CARNÉ: 9
ESCALA: INDICADA	Vo.Bo.
FECHA: ENERO 2.005.	ING. M.

FIGURA 12-. DETALLE DE CAJA INICIO DE TRAMO



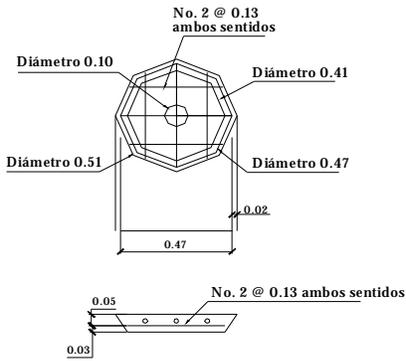
### ESPECIFICACIONES

1. LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DEBERÁN IDENTIFICARSE CON LA NOMENCLATURA DEL PLANO DE RED GENERAL.
2. EL CONCRETO DEBERÁ TENER UN  $F'c = 217 \text{ Kg/cm}^2$  PROPORCIÓN 1:2:2. (9.80 SACOS DE CEMENTO 0.55  $\text{m}^3$  DE ARENA DE RÍO 0.55  $\text{m}^3$  DE PIEDRÍN DE  $\frac{1}{4}$  PLG. Y 227 LITROS DE AGUA)
3. LA SABIETA DEBERÁ SER DE CAL Y ARENA DE RÍO CON PROPORCIÓN 1:2. (6.82 SACOS DE CAL x 0.67  $\text{m}^3$  ARENA DE RÍO)
4. LA MEZCLA PARA EL PEGADO DE LADRILLOS DEBERÁ SER DE CAL Y ARENA DE RÍO PROPORCIÓN 1:3. (6.82 SACOS DE CAL x 1  $\text{m}^3$  DE ARENA DE RÍO)
5. EL ACERO A UTILIZAR SERÁ  $F_y = 2.810 \text{ Kg/cm}^2$

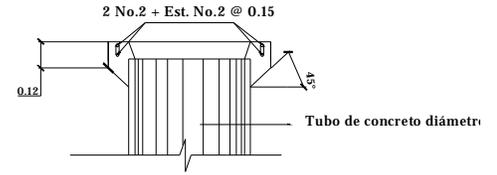


DISEÑO: D.R.G.O.  
 CÁLCULO: D.R.G.O.  
 DIBUJO: D.R.G.O.  
 ESCALA: INDICADA  
 FECHA: ENERO 2.005.

FIGURA 13-. DETALLE DE CONEXIÓN DOMICILIAR



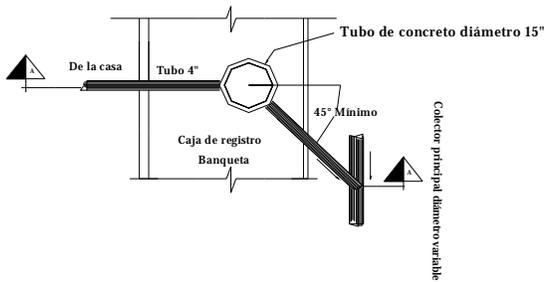
DETALLE TAPADERA ESCALA 1 : 10



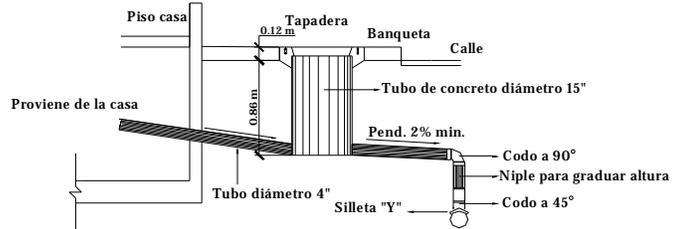
CAJA DE REGISTRO ESCALA 1 : 1

### ESPECIFICACIONES

1. LA TUBERÍA PARA LA CONEXIÓN DOMICILIAR DEBE SER DE 4" PVC PARA ALCANTARILLADO SANITARIO SEGÚN NORMA F - 949.
2. EL CONCRETO DEBERÁ TENER UN  $F'c = 217 \text{ Kg/cm}^2$  PROPORCIÓN 1:2:2. (0.80 SACOS DE CEMENTO 0.55 m<sup>3</sup> DE ARENA DE RÍO 0.55 m<sup>3</sup> DE PIEDRÍN DE 1/4" P.L.G. Y 227 LITROS DE AGUA)
3. LA CAJA DE REGISTRO SERÁ UN TUBO DE CONCRETO DE 15" DE DIÁMETRO CON SU RESPECTIVA BASE, BROCAL Y TAPADERA. LA CUAL DEBE TENER UNA PROFUNDIDAD MÍNIMA DE 0.90 m.
5. EL ACERO A UTILIZAR SERÁ  $F_y = 2810 \text{ Kg/cm}^2$



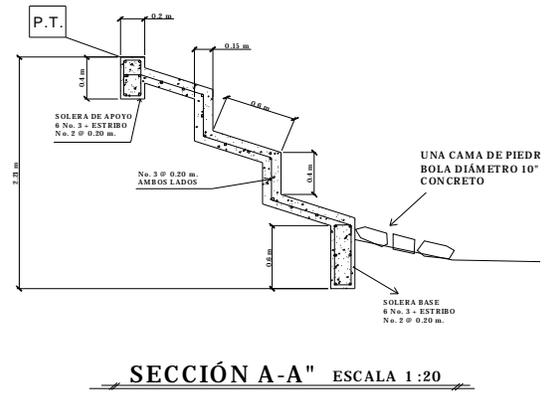
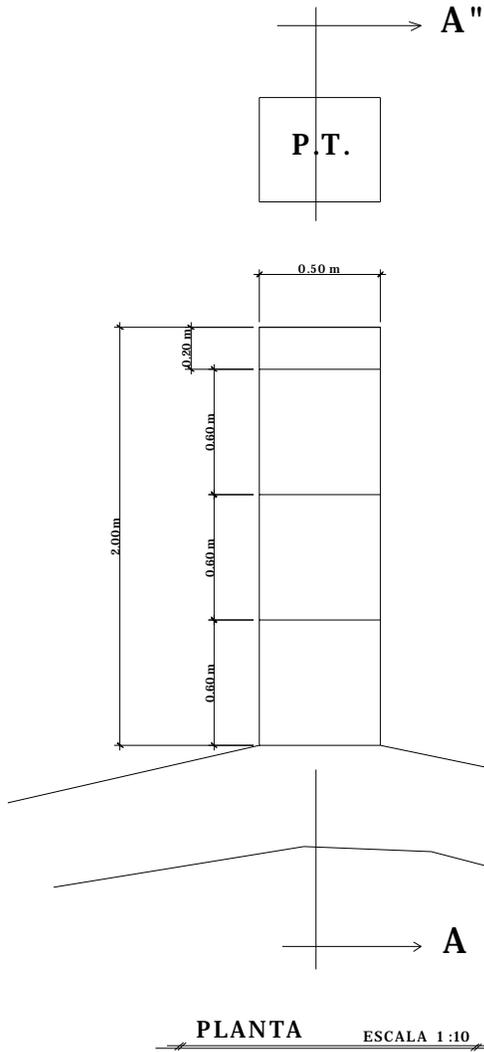
PLANTA ESCALA 1 : 25



SECCIÓN A-A" ESCALA 1 : 20

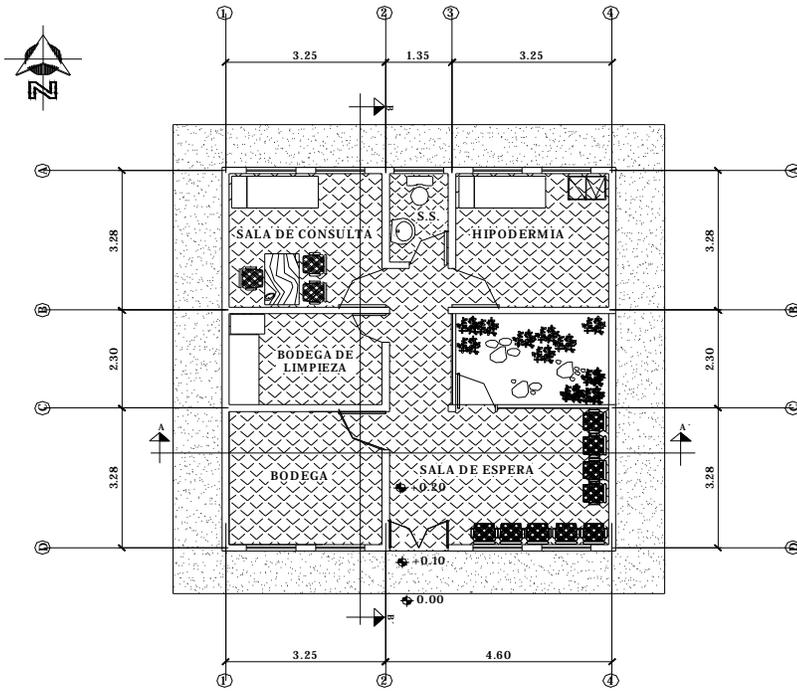


DISEÑO:	D.R.G.O.
CÁLCULO:	D.R.G.O.
DIBUJO:	D.R.G.O.
ESCALA:	INDICADA
FECHA:	ENERO 2,005.

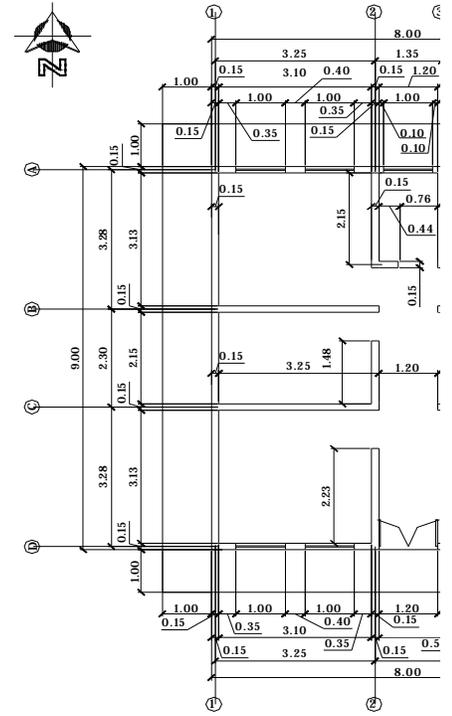


<b>ESPECIFICACIONES</b>	
1. LAS SOLERAS DE APOYO Y BASE DEL DISIPADOR TENDRAN UNA LONGITUD DE 0.50 m.	
2. EL CONCRETO DEBERÁ TENER UN $F'c = 217 \text{ Kg/cm}^2$ PROPORCIÓN 1:2:2. (0.80 SACOS DE CEMENTO 0.55 $\text{m}^3$ DE ARENA DE RÍO 0.55 $\text{m}^3$ DE PIEDRÍN DE $\frac{1}{2}$ PLG. Y 227 LITROS DE AGUA)	
3. EL CONCRETO PARA EL PEGADO DE LA PIEDRA BOLA DEBERÁ SER PROPORCIÓN 1:2:3. (8.40 SACOS DE CEMENTO 0.47 $\text{m}^3$ DE ARENA 0.71 $\text{m}^3$ DE PIEDRÍN DE $\frac{1}{2}$ PLG. Y 216 LITROS DE AGUA)	
4. EL ACERO A UTILIZAR SERÁ $Fy = 2810 \text{ Kg/cm}^2$	

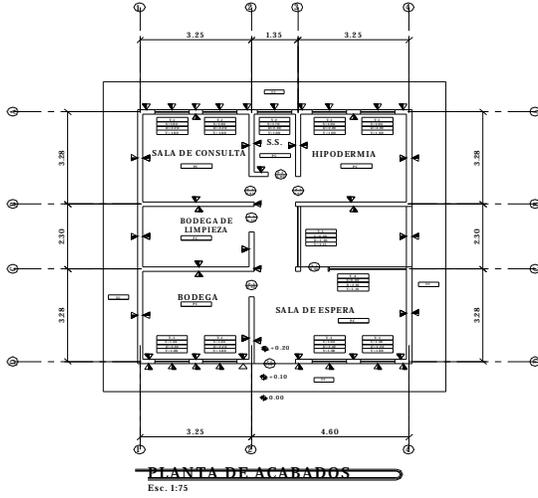
DISEÑO:	D.R.G.O.
CÁLCULO:	D.R.G.O.
DIBUJO:	D.R.G.O.
ESCALA:	INDICADA
FECHA:	ENERO 2.005.



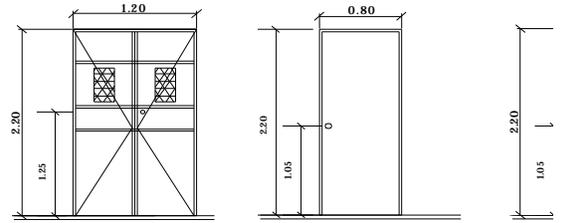
**PLANTA ARQUITETÓNICA**  
Esc. 1:50



**PLANTA ACOTADA**  
Esc. 1:50

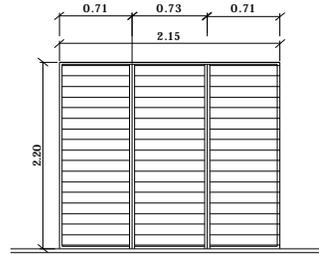


**PLANTA DE ACABADOS**  
Esc. 1:75

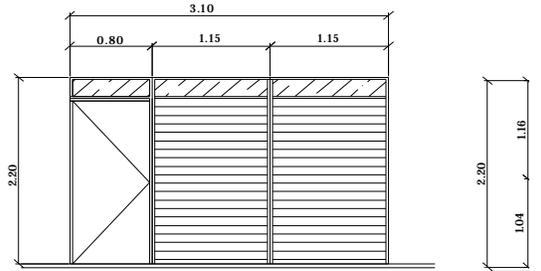


**PUERTA TIPO 1**  
Esc. 1:25

**PUERTA TIPO 2**  
Esc. 1:25



**VENTANA TIPO 3**  
Esc. 1:25



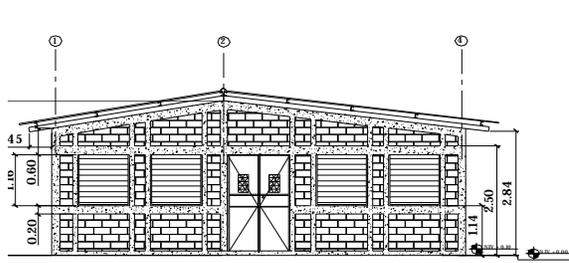
**PUERTA TIPO 4**  
Esc. 1:25

**VENTANA TIPO 4**  
Esc. 1:25

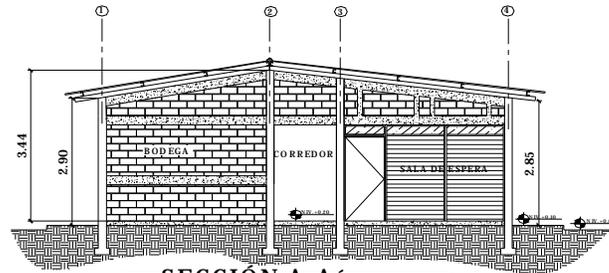
ACABADOS	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	BLOQUE EXPUESTO
	INDICA NIVEL DE PISO
	TORTA DE CONCRETO
	PISO DE CONCRETO
	INDICA TIPO DE VENTANA
	INDICA ALTURA DE SILLAR
	INDICA ALTURA DE DINTEL
	INDICA ANCHO DE VANOS
	INDICA TIPO DE PUERTAS
	INDICA ANCHO DE VANO

PLANILLA DE VENTANAS			
VENTANA TIPO	ANCHO	ALTO	MATERIAL
V-1	1.00 m.	1.16 m.	ALUMINIO MIL FINISH DE 1" CON VIDRIO TRASLUCIDO DE 5 mm. TIPO PALETA
V-2	1.00 m.	0.50 m.	ALUMINIO MIL FINISH DE 1" CON VIDRIO TRASLUCIDO DE 5 mm. TIPO PALETA
V-3	2.15 m.	2.20 m.	ALUMINIO MIL FINISH DE 1" CON VIDRIO TRASLUCIDO DE 5 mm. TIPO PALETA
V-4	3.10 m.	2.20 m.	ALUMINIO MIL FINISH DE 1" CON VIDRIO TRASLUCIDO DE 5 mm. TIPO PALETA

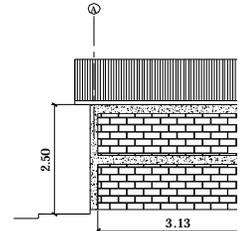
PLANILLA DE PUERTAS			
PUERTA TIPO	ANCHO	ALTO	MATERIAL
P-1	1.20 m.	2.20 m.	PUERTA DE METAL CON BASTIDOR DE ANGULAR SECCION CUADRADA DE 1" CON LAMINA LISA DE 1/16" CON APLICACION DE UNA CAPA DE ANTICORROSIVO
P-2	0.80 m.	2.20 m.	PUERTA TIPO SANDWICH CON MARCO Y BASTIDOR DE MADERA DE PINO, FORADA DE AMBOS LADOS CON PLYWOOD DE 1/4" DE GROSOR + PINTURA ACRILICA
P-3	0.90 m.	2.20 m.	PUERTA TIPO SANDWICH CON MARCO Y BASTIDOR DE MADERA DE PINO, FORADA DE AMBOS LADOS CON PLYWOOD DE 1/4" DE GROSOR + PINTURA ACRILICA
P-4	0.80 m.	2.20 m.	ALUMINIO MIL FINISH DE 1" CON VIDRIO TRASLUCIDO DE 5 mm.



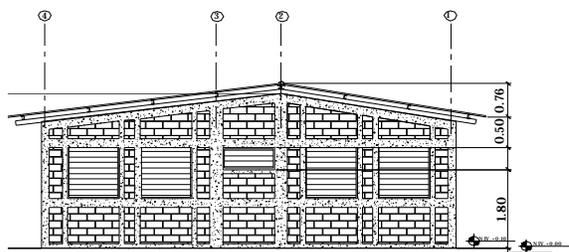
**ELEVACIÓN SUR**  
Esc. 1:50



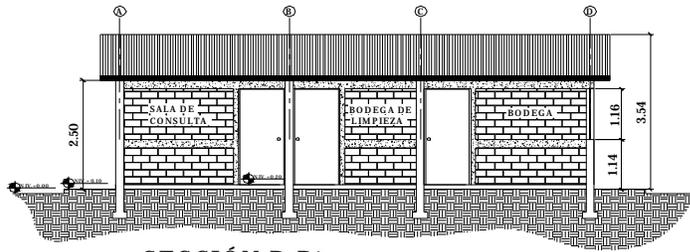
**SECCIÓN A-A**  
Esc. 1:50



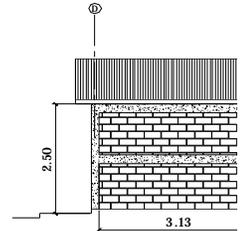
**ELEVACIÓN**  
Esc. 1:50



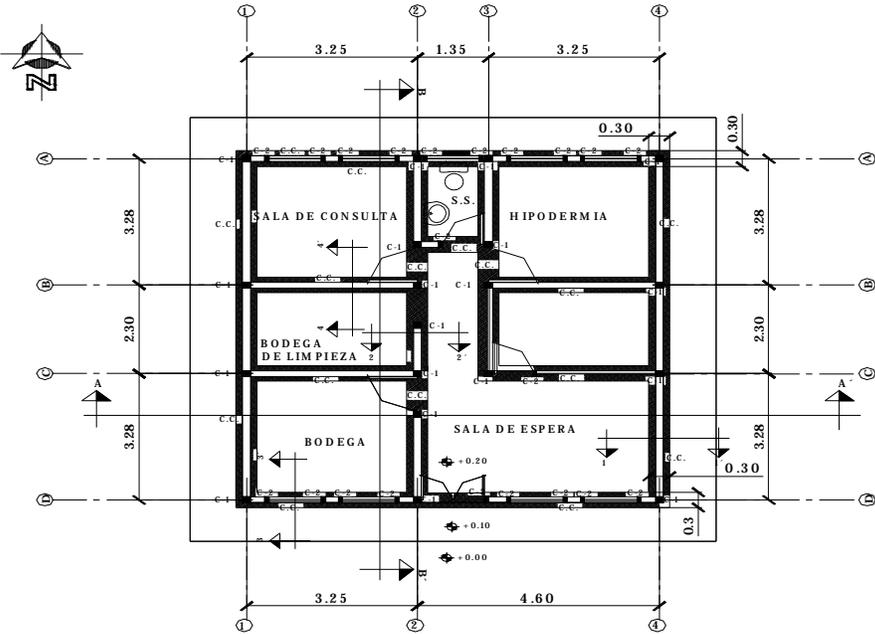
**ELEVACIÓN NORTE**  
Esc. 1:50



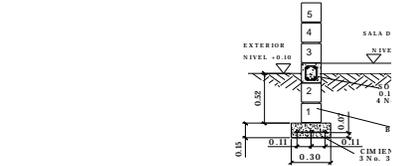
**SECCIÓN B-B**  
Esc. 1:50



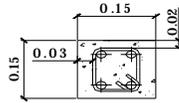
**ELEVACIÓN**  
Esc. 1:50



**PLANTA CIMENTACIÓN**  
Esc. 1:50

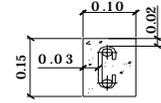


**DETALLE CIMIENTO C**  
Esc. 1:20



REFUERZO:  
4 No. 3 +  
Estribos No. 2 @ 0.15

**COLUMNA C-1**  
Esc. 1:5



REFUERZO:  
2 No. 3 +  
Estribos No. 2 @ 0.21

**COLUMNA C-2**  
Esc. 1:5

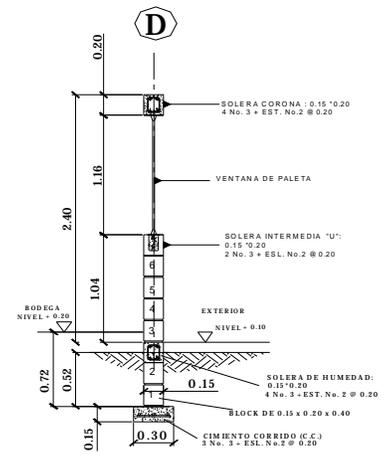
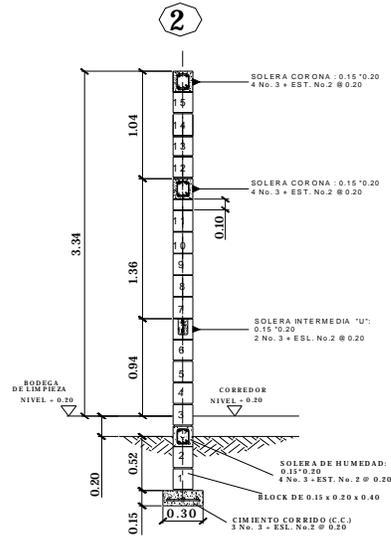
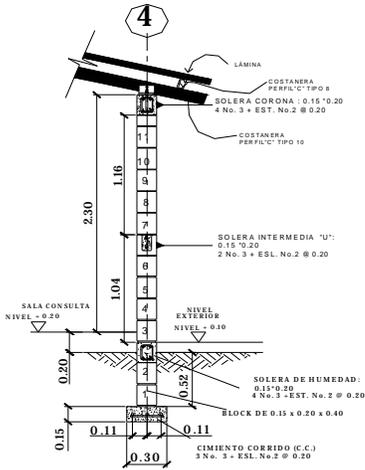
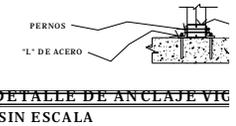
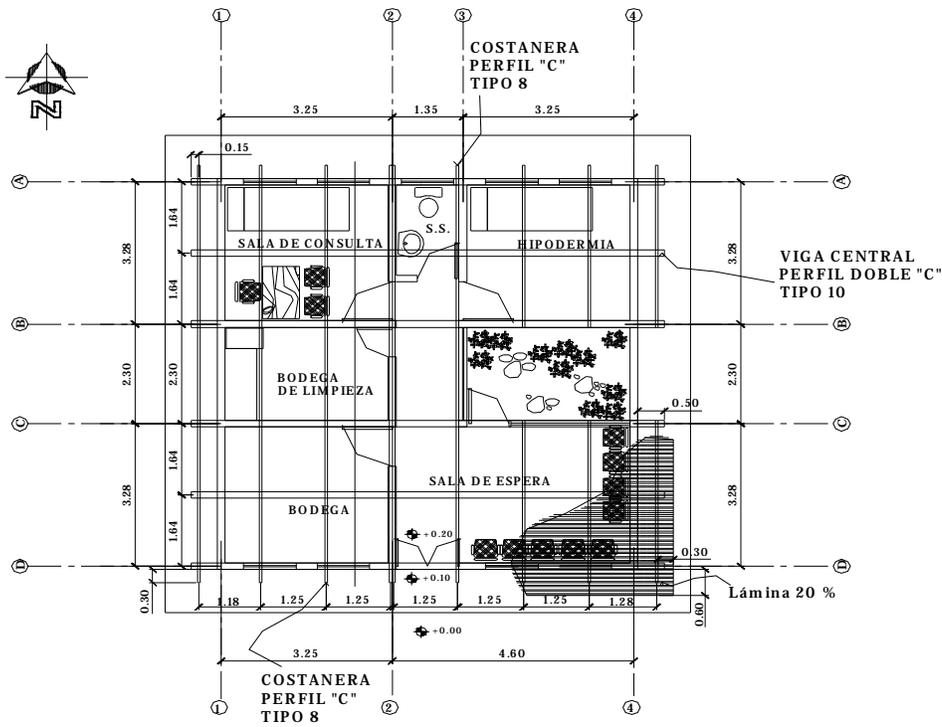
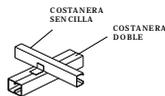


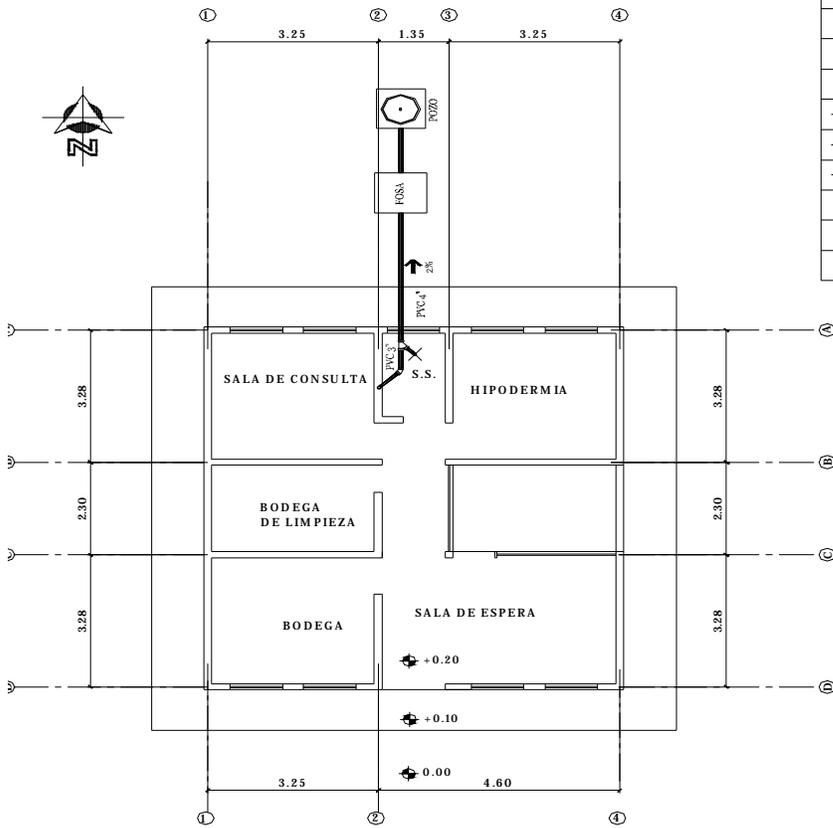
FIGURA 20. PLANTA DE TECHOS



**PLANTA DE TECHOS**  
Esc. 1:50



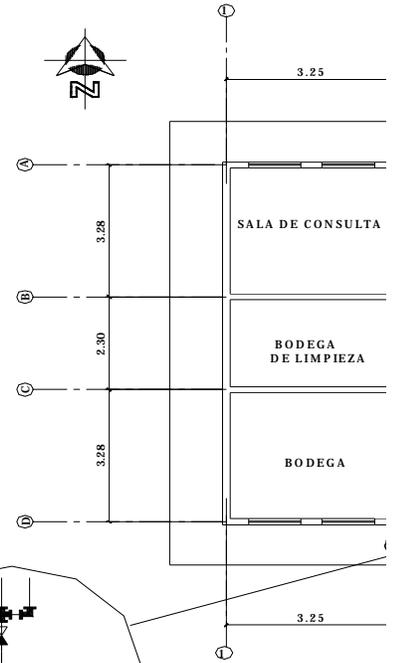
**DETALLE UNIÓN COSTANERA**  
SIN ESCALA



**PLANTA DRENAJES**

Esc. 1:50

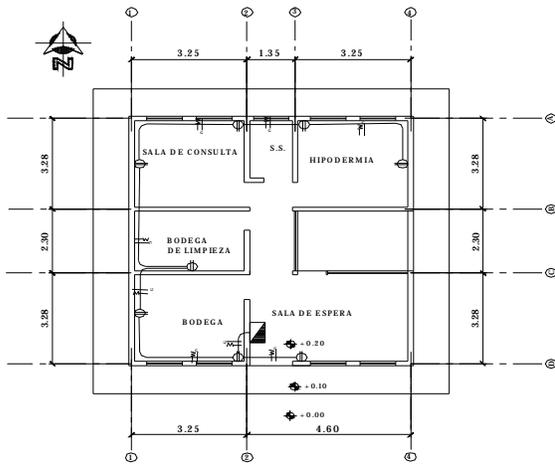
SIMBOLOGÍA	
	TE ELEVACIÓN
	CODO 90° PERFIL
	REDUCTOR DE Ø 3/4 A Ø 1/2
	CODO PVC 90° PLANTA
	GRIFO PARA MANGUERA PERFIL
	TUBERÍA DE P.V.C Ø INDICADO
	TUBERÍA DE C.P.V.C Ø INDICADO
	TUBERÍA DE P.V.C Ø INDICADO
	CONTADOR
	LLAVE DE PASO
	VALVÚLA DE CHEQUE



**PLANTA HH**  
Esc. 1:50

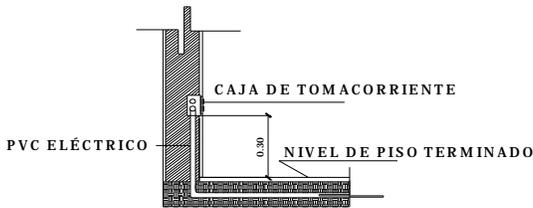
NOMENCLATURA DE DRENAJES	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	CODO PVC 90° DIÁMETRO 3"
	YEE PVC. DIÁMETRO INDICADO
	CODO PVC 90° DIÁMETRO 2"
	REDUCTOR DE 4" A 3" Y DE 3" A 2"
	TUBERÍA PVC DIÁMETRO INDICADO
	FOSA SÉPTICA
	POZO DE ABSORCIÓN

FIGURA 22- PLANTA DE ILUMINACIÓN Y FUERZA



**PLANTA ELÉCTRICA FUERZA**  
Esc. 1:75

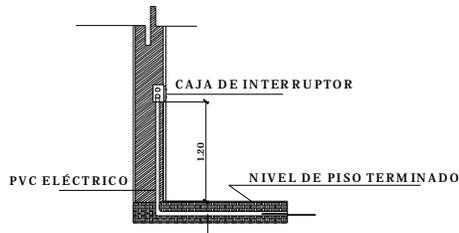
SIMBOLOGÍA DE FUERZA	
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN DE CIRCUITOS INDIVIDUALES
	TOMACORRIENTE DOBLE 0.30 m.
	TUBERÍA EN PISO O PARED DUCTO DE 3/4"
	CONDUCTOR POSITIVO #12
	CONDUCTOR NEGATIVO #12



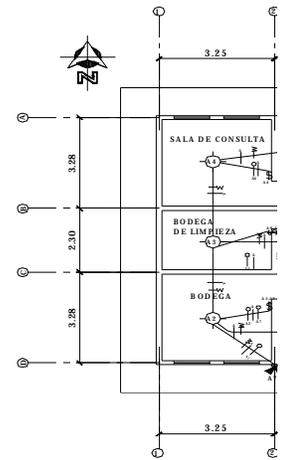
**DETALLE DE TOMACORRIENTE**  
Esc. 1:10

SIMBOLOGÍA	
	OSOS DE REJES INCrustADOS EN ESTRUCTURA DE INGRESO
	LÁMPARA EMPOTRADA EN TECHO DE 100W
	LÁMPARA EMPOTRADA EN TECHO DE 100W CON REJILLA
	INTERRUPTOR SIMPLE
	INTERRUPTOR DOBLE
	INTERRUPTOR TRIPLE
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN (FLIPONES)
	CONDUCTOR POSITIVO
	CONDUCTOR NEUTRO
	RETORNO
	L6 INDICA CIRCUITO Y NÚMERO DE UNIDAD
	TUBERÍA EN SUELO
	TUBERÍA EN CIELO
	PUENTE PARA TW, T, F, W
	INDICA REFLECTOR EN PARED DE 150W

ESPECIFICACIONES	
*EL TABLERO SE DEBERÁ COLOCAR EN UN LUGAR ACCESIBLE	
*LAS CAJAS DEBERÁN COLOCARSE AL RAS DEL MURO CONTANDO CON EL ACABADO FINAL.	
*PARA ENTUBAR LOS ALAMBRES SE UTILIZARÁ POLIDUCTO, TANTO EN TOMACORRIENTES COMO EN ILUMINACIÓN.	
*EL ALAMBRE DE CARGA VIVA SERÁ ROJO, Y EL NEUTRO NEGRO.	
*LAS PLAFONERAS SERÁN PLÁSTICAS.	
*LA CORRIENTE SERÁ MONOFÁSICA.	
*EL CALIBRE SE UTILIZARÁ SEGÚN CÁLCULO CON FORRO TW.	
*LOS FLIPONES SERÁN UTILIZADOS SEGÚN CÁLCULO.	
*LA ACOMETIDA SERÁ DE ACUERDO A LAS NORMAS ESTABLECIDAS POR EL REGLAMENTO DE LA EMPRESA ELÉCTRICA.	
*LAS CAJAS RECTANGULARES DEBERÁN ESTAR NIVELADAS.	
*EN LAS UNIONES DE CAJA CON POLIDUCTO DEBERÁ UTILIZARSE COPLAS DEL MISMO DIÁMETRO.	
*LO MÍNIMO QUE DEBERÁ ESTAR ENTERRADO EL POLIDUCTO ES 0.30 m.	
*LA ALTURA DE LOS INTERRUPTORES DEBERÁ SER 1.20 m SOB RE NIVEL DE PISO TERMINADO.	
*LA ALTURA DE LOS TOMACORRIENTES DEBERÁ SER DE 0.30 m SOB RE NIVEL DE PISO TERMINADO.	
*LA TUBERÍA PARA LAS INSTALACIONES DEBERÁ SER DE 3/4" T".	
*LA ALTURA DEL CONTADOR DEBERÁ SER DE 1.30 m.	
*LA ALTURA DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN SERÁ DE 1.30 m.	
*SE UTILIZARÁ UN TABLERO GENERAL, YA QUE LA LONGITUD EXCEDE LA LONGITUD DE 3 m DESDE LA ACOMETIDA HACIA EL TABLERO PRINCIPAL.	
*SE UBICARÁN TODOS LOS CONTADORES EN UNA SOLA ÁREA PARA MAYOR FACILIDAD AL MOMENTO DE LA LECTURA DE LOS MISMOS.	



**DETALLE DE INTERRUPTOR**  
Esc. 1:25



**PLANTA ELÉCTRICA**  
Esc. 1:75

