



**Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Civil**

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN EL CANTÓN  
SAN FRANCISCO PUMÁ, Y DISEÑO DE UNA NUEVA LÍNEA DE  
CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL CASCO URBANO Y  
CANTONES ALEDAÑOS AL MUNICIPIO DE SAMAYAC,  
DEPARTAMENTO DE SUCHITEPÉQUEZ.**

**John Friderel Gómez Gómez  
Asesorado por el Ing. Ángel Roberto Sic García**

**Guatemala, abril de 2008**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN EL CANTÓN  
SAN FRANCISCO PUMÁ, Y DISEÑO DE UNA NUEVA LÍNEA DE  
CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL CASCO URBANO Y  
CANTONES ALEDAÑOS AL MUNICIPIO DE SAMAYAC,  
DEPARTAMENTO DE SUCHITEPÉQUEZ.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR:

**JOHN FRIDEREL GÓMEZ GÓMEZ**

ASESORADO POR EL ING. ÁNGEL ROBERTO SIC GARCÍA  
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, ABRIL DE 2008

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



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Oswaldo Romeo Escobar Álvarez
EXAMINADOR	Ing. Ángel Roberto Sic García
EXAMINADOR	Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

## 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 EN EL CANTÓN  
SAN FRANCISCO PUMÁ, Y DISEÑO DE UNA NUEVA LÍNEA DE  
CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL CASCO URBANO Y  
CANTONES ALEDAÑOS AL MUNICIPIO DE SAMAYAC,  
DEPARTAMENTO DE SUCHITEPÉQUEZ,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 26 de abril de 2006.

John Friderel Gómez Gómez

## **AGRADECIMIENTOS ESPECIALES A:**

- Jesucristo** Mi salvador y coheredero en la eternidad, por acompañarme a lo largo de toda mi vida.
- Mis padres** Miryam Elizabeth Gómez Bonilla y Juan Ramón Gómez Jiménez, por darme la vida.
- Mis hermanos** Cristian y Henry, por su apoyo.
- Mis abuelitos** Bartola Bonilla Ramírez y Rafael Amador Gómez García.
- Toda mi familia** Con mucho cariño, por el apoyo brindado a todo lo largo de mi vida, especialmente a tía Silvia Yanira Gómez Bonilla.
- Mis compañeros y amigos** Por haber colaborado de alguna manera a alcanzar mi triunfo
- La Universidad de San Carlos** Por la instrucción profesional.

## **DEDICATORIA:**

Dedico el presente trabajo de graduación a mi abuela, Bartola Bonilla Ramírez, por su apoyo incondicional a lo largo de toda mi vida.

## ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	<b>VII</b>
<b>LISTA DE SÍMBOLOS</b>	<b>XI</b>
<b>GLOSARIO</b>	<b>XV</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>XVII</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>XIX</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>XXI</b>
<b>1. FASE DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>1</b>
1.1 Monografía del lugar	1
1.1.1 Aspectos históricos	1
1.1.1.1 Origen del nombre	1
1.1.2 Aspectos físicos	2
1.1.2.1 Extensión territorial	2
1.1.2.2 Ubicación geográfica	3
1.1.2.3 Distancia relativa	4
1.1.2.4 Colindancias	4
1.1.2.5 Población	4
1.1.2.6 Clima	5
1.1.2.7 Actividades económicas	5
1.1.3 Servicios	6
1.1.3.1 Vías de acceso	6
1.1.3.2 Agua potable	6
1.1.3.3 Drenaje	7
1.1.3.4 Centros educativos	8
1.1.3.5 Centros de salud	8
1.1.3.6 Energía eléctrica	8
1.1.3.7 Otros	9

1.2	Investigaciones diagnósticas sobre necesidades de servicio	10
1.2.1	Descripción de las necesidades	10
1.2.2	Justificación social	10
1.2.3	Justificación económica	11
	1.2.3.1 Priorización de las necesidades	11
<b>2.</b>	<b>FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL</b>	<b>13</b>
2.1	Diseño del sistema de alcantarillado sanitario	13
2.1.1	Estudio topográfico	13
	2.1.1.1 Altimetría	13
	2.1.1.2 Planimetría	13
2.1.2	Población futura	14
2.1.3	Período de diseño	14
2.1.4	Diseño del sistema de alcantarillado sanitario	14
2.1.5	Partes de un sistema de alcantarillado	15
	2.1.5.1 Alcantarillas	15
	2.1.5.2 Pozos de visita	15
	2.1.5.3 Conexión domiciliar	15
2.1.6	Cálculo de caudales	16
	2.1.6.1 Consideraciones generales	16
	2.1.6.2 Caudal	16
	2.1.6.3 Tirante	16
	2.1.6.4 Velocidad de flujo	17
	2.1.6.5 Velocidad de arrastre	17
	2.1.6.6 Caudal domiciliar	17
	2.1.6.7 Caudal de conexiones ilícitas	18
	2.1.6.8 Caudal de infiltración	22
	2.1.6.9 Caudal comercial	22
	2.1.6.10 Caudal industrial	23



2.1.6.11	Factor de caudal medio	23
2.1.6.12	Factor de Harmond	24
2.1.6.13	Caudal de diseño	24
2.1.7	Pendientes máximas y mínimas	25
2.1.8	Velocidad de diseño	25
2.1.9	Principios hidráulicos	26
2.1.9.1	Ecuación de Manning para flujo en canales	26
2.1.9.2	Ecuación a sección llena	27
2.1.9.3	Ecuación a sección parcialmente llena	28
2.1.9.4	Relaciones hidráulicas	29
2.1.10	Cálculo de cotas Invert	30
2.1.11	Diámetro de tubería	31
2.1.12	Factor de rugosidad	31
2.1.13	Pozos de visita	32
2.1.13.1	Especificaciones de colocación	32
2.1.13.2	Especificaciones físicas	33
2.1.13.3	Conexiones domiciliarias	34
2.1.13.4	Profundidad de tubería	35
2.1.13.4.1	Normas y recomendaciones	36
2.1.14	Volumen de excavación	36
2.1.15	Propuesta de tratamiento	46
2.1.13.1	Fosa séptica	47
2.1.13.1	Pozos de absorción	54
2.2	Diseño de la línea de conducción de agua potable	71
2.2.1	Descripción del proyecto actual	71
2.2.2	Descripción de la ampliación	72
2.2.3	Aforos	73
2.2.4	Calidad del agua	73

2.2.5 Levantamiento topográfico	73
2.2.5.1 Planimetría	73
2.2.5.2 Altimetría	74
2.2.6 Cálculo y dibujo topográfico	74
2.2.7 Diseño hidráulico	74
2.2.7.1 Período de diseño	75
2.2.7.2 Población	76
2.2.7.3 Dotación de agua	77
2.2.7.4 Bases de diseño	78
2.2.7.5 Conexiones domiciliarias	82
2.2.7.6 Tipos de tuberías	82
2.2.7.7 Red de distribución	88
2.2.8 Elaboración de planos	94
2.2.9 Elaboración de presupuesto	95
2.2.10 Desinfección	109
2.2.11 Programa de operación y mantenimiento	114
2.2.12 Costos de operación y mantenimiento	117
2.2.13 Propuesta de tarifa	118
2.2.14 Elaboración de cronograma	119
2.3 Evaluación socio-económica de los proyectos	121
3.1. Valor presente neto	122
3.2. Tasa interna de retorno	123
2.4 Evaluación de impacto ambiental de los proyectos	125
3.1. En construcción	127
3.2. En operación	129

<b>CONCLUSIONES</b>	<b>137</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>139</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>141</b>
<b>APÉNDICE A</b>	
Resultados de laboratorio	143
<b>APÉNDICE B</b>	
Planos de los proyectos	149



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Mapa de Samayac, Suchitepéquez	2
2.	Modelo de una vivienda de área promedio	21
3.	Plano general del proyecto de drenaje	151

### TABLAS

I	Comunidades del área rural de Samayac	3
II	Población del municipio de Samayac	4
III	Cantidad de familias y forma de acceso agua potable	6
IV	Número de viviendas con o sin drenaje	7
V	Establecimientos educativos a nivel municipal	8
VI	Fuentes de energía	8
VII	Ecuaciones de intensidad de lluvia de algunas localidades	19
VIII	Coeficientes de escorrentía utilizados en Guatemala	20
IX	Cálculo de un “c” promedio	20
X	Porcentajes de conexiones ilícitas por sectores y ramales	21
XI	Algunos valores de rugosidad “n”	31
XII	Profundidades mínimas de la cota invert en metros	35
XIII	Ancho libre de zanjas, según profundidad y diámetro de tubería	36
XIV	Memoria de cálculo hidráulico de drenaje sanitario, sector 1	38
XV	Memoria de cálculo hidráulico de drenaje sanitario, sector 2	42
XVI	Requisitos y tasas de absorción	55
XVII	Presupuesto de fosa séptica tipo 1	60
XVIII	Presupuesto de fosa séptica tipo “A”	61
XIX.	Presupuesto de fosa séptica tipo “B”	62

XX	Presupuesto del sistema de absorción	63
XXI	Presupuesto del colector de PVC, NOVAFORT	64
XXII	Presupuesto de conexiones domiciliarias	65
XXIII	Presupuesto de pasos de zanjón	66
XXIV	Presupuesto de cajas de visita	67
XXV	Presupuestos de pozos de visita	68
XXVI	Costos generales del proyecto de drenaje sanitario	69
XXVII	Cronograma de avance físico e inversión	69
XXVIII	Diámetros y presiones de trabajo para tuberías PVC, cédula 40	83
XXIX	Valores de presiones de trabajo de acuerdo al SDR	85
XXX	Dimensiones de tuberías PVC 1120 ASTM D 2241 SDR 13.5	85
XXXI	Dimensiones de tuberías PVC 1120 ASTM D 2241 SDR 17	86
XXXII	Dimensiones de tuberías PVC 1120 ASTM D 2241 SDR 26	86
XXXIII	Dimensiones de tuberías PVC 1120 ASTM D 2241 SDR 32.5	87
XXXIV	Dimensiones de tuberías PVC 1120 ASTM D 2241 SDR 41	87
XXXV	Cálculo hidráulico de línea de conducción de agua potable	89
XXXVI	Presupuesto de captación-embalse	95
XXXVII	Presupuesto de tubería PVC de Ø 12", 160 PSI	96
XXXVIII	Presupuesto de tubería PVC de Ø 10", 160 PSI	96
XXXIX	Presupuesto de tubería PVC de Ø 6", 160 PSI	97
XL	Presupuesto de válvulas de limpieza de Ø 12", 160 PSI	98
XLI	Presupuesto de válvulas de limpieza de Ø 10", 160 PSI	99
XLII	Presupuesto de válvulas de limpieza de Ø 6", 160 PSI	100
XLIII	Presupuesto de válvulas de aire	101
XLIV	Presupuesto de válvulas de compuerta de Ø 12"	102
XLV	Presupuesto de válvulas de compuerta de Ø 10"	103
XLVI	Presupuesto de válvulas de compuerta de Ø 6"	104
XLVII	Presupuesto de caja distribuidora de caudales	105
XLVIII	Presupuesto de pasos de zanjón de Ø 12"	106

XLIX	Presupuesto de pasos de zanjón de Ø 10"	107
L	Presupuesto de pasos de zanjón de Ø 6"	108
LI	Costo total del proyecto de agua potable	109
LII	Plan de actividades de mantenimiento preventivo	116
LIII	Matriz de identificación de impactos del proyecto de drenaje	131
LIV	Matriz de identificación de impactos del proyecto de agua potable	132





## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>a</b>	Área que ocupa el tirante en la tubería expresada en m <sup>2</sup>
<b>a/A</b>	Relación de área de flujo / área a sección llena
<b>A</b>	Área de la tubería (en caso a/A) expresada en m <sup>2</sup>
<b>Az</b>	Azimut
<b>c</b>	Coeficiente de fricción
<b>C</b>	Coeficiente de escorrentía
<b>CENIT</b>	Ángulo cenital
<b>CI</b>	Cota invert inicial
<b>CIS</b>	Cota invert de la tubería de salida
<b>CIE</b>	Cota invert de la tubería de entrada
<b>CTi</b>	Cota del terreno inicial
<b>CTf</b>	Cota del terreno final
<b>d/D</b>	Relación de profundidad de flujo / profundidad a sección llena
<b>D</b>	Diámetro de la tubería expresada en metros
<b>Dot</b>	Dotación (L/hab/día)
<b>DH</b>	Distancia horizontal
<b>EPS</b>	Ejercicio Profesional Supervisado
<b>EIA</b>	Estudio de Impacto Ambiental
<b>Est</b>	Estación
<b>Et</b>	Espesor de la tubería
<b>FH</b>	Factor de Harmond
<b>FR</b>	Factor de retorno
<b>FQM</b>	Factor de caudal medio
<b>hmin</b>	Altura mínima, que depende del tráfico que circule por las calles
<b>H</b>	Altura del instrumento
<b>Hab</b>	Habitantes
<b>Hf</b>	Pérdida de carga

<b>H1</b>	Profundidad del primer pozo
<b>H2</b>	Profundidad del segundo pozo
<b>HS</b>	Hilo superior
<b>HM</b>	Hilo medio
<b>HI</b>	Hilo inferior
<b>Hpozo</b>	Altura de pozo
<b>INE</b>	Instituto Nacional de Estadística
<b>I</b>	Intensidad de lluvia
<b>INFOM</b>	Instituto de Fomento Municipal
<b>Kg</b>	Kilogramo
<b>L/s</b>	Litros por segundo
<b>L/hab/día</b>	Litros por habitante por día
<b>m</b>	metros
<b>m<sup>2</sup></b>	Metros al cuadrado
<b>m<sup>3</sup></b>	Metros cúbicos
<b>m/s</b>	Metros por segundo
<b>m<sup>3</sup>/s</b>	Metros cúbicos por segundo
<b>mca</b>	Metros columna de agua
<b>mm/h</b>	Milímetros por hora
<b>Min</b>	Mínima
<b>Máx</b>	Máxima
<b>n</b>	Diferencia de años
<b>No.Ind</b>	Número de industrias
<b>No. com</b>	Número de comercios
<b>No. casas</b>	Número de casas
<b>No. Hab.</b>	Número de habitantes
<b>Pf</b>	Población futura
<b>Po</b>	Población actual
<b>P.V.C.</b>	Material fabricado a base de cloruro de polivinilo

<b>P.O.</b>	Punto observado
<b>P.V.</b>	Pozo de visita
<b>Psi</b>	Libras por pulgada cuadrada (lbs/pulg <sup>2</sup> )
<b>q</b>	Caudal de diseño expresado en m <sup>3</sup> /s
<b>q/Q</b>	Relación de caudal / caudal a sección llena
<b>Qdom.</b>	Caudal domiciliar (L/seg.)
<b>Qinfil.</b>	Caudal de infiltración
<b>Qcom.</b>	Caudal comercial
<b>Qind.</b>	Caudal industrial
<b>Qd.</b>	Caudal de diseño
<b>Q</b>	Caudal a sección llena en tuberías expresada en m <sup>3</sup> /s
<b>Ø</b>	Diámetro en pulgadas
<b>r</b>	Tasa de crecimiento de la población, expresado en porcentaje
<b>R</b>	Radio
<b>Rh</b>	Radio hidráulico
<b>S</b>	Pendiente
<b>S%</b>	Pendiente en porcentaje
<b>t</b>	Tiempo de concentración
<b>UNEPAR</b>	Unidad Ejecutora del Programa de Acuerdos Rurales
<b>v</b>	Velocidad del flujo en la tubería expresada en m/s
<b>V</b>	Velocidad a sección llena de la tubería expresada en m/s
<b>v/V</b>	Relación de velocidad de fluidos / velocidad a sección llena



## GLOSARIO

<b>Aforo</b>	Es la operación que consiste en medir el caudal de una corriente de agua.
<b>Agua potable</b>	Es el agua sanitariamente segura, que es agradable a los sentidos.
<b>Aguas negras</b>	El agua que se ha utilizado en actividades domésticas, comerciales o industriales.
<b>Altimetría</b>	Parte de la topografía que enseña a hacer mediciones de alturas.
<b>Candela</b>	Fuente donde se reciben las aguas negras provenientes del interior de la vivienda y que conduce al colector del sistema de drenaje.
<b>Caudal</b>	Es el volumen de agua que pasa por unidad de tiempo, en un instante dado. Sus expresiones más usuales son litros por segundo, metros cúbicos por segundo, galones por minuto.
<b>Caudal de diseño</b>	Suma de los caudales que se utilizarán para diseñar un tramo de alcantarillado.
<b>Caudal doméstico</b>	Caudal de aguas servidas que se descarga al sistema por medio de las viviendas.

<b>Caudal Industrial</b>	Volumen de aguas servidas provenientes de industrias.
<b>Colector</b>	Conjunto de tuberías, pozos de visita y obras accesorias que se utilizarán para la descarga de las aguas servidas o aguas de lluvia.
<b>Consumo</b>	Es la cantidad de agua que realmente es utilizada por la población.
<b>Cota invert</b>	Cota o altura de la parte inferior interna de la tubería ya instalada.
<b>Dotación</b>	Cantidad de agua que se le asigna a una población, cuando se diseña un sistema de abastecimiento de agua; depende principalmente del clima y área geográfica.
<b>Pozo de visita</b>	Estructura subterránea que sirve para cambiar de dirección, pendiente, diámetro y para iniciar un tramo de tubería.

## RESUMEN

En el capítulo uno se presenta una monografía del municipio de Samayac, con información importante como localización, ubicación, topografía, clima, vías de comunicación, servicios con los que cuenta, etc., luego en la sección 2.1 aparece el tema de alcantarillas, sus características, la forma en que funcionan, así como cada uno de los caudales y factores que se deben tomar en consideración en el alcantarillado sanitario. Después se presentan los principales elementos que se deben considerar en los alcantarillados llamados obras de arte en la ingeniería sanitaria, se presentan también los cálculos hidráulicos para el drenaje sanitario de dos sectores del cantón San Francisco Pumá, municipio de Samayac, Suchitepéquez.

La sección 2.2 trata sobre el diseño de una línea de conducción de agua potable para beneficiar al casco urbano del municipio de Samayac, así como los cantones y aldeas circunvecinas. En dicho estudio se presentan las bases de diseño, criterios técnicos, normas, tablas con los cálculos hidráulicos de dicha línea, un programa de operación y mantenimiento, cronograma de inversión y avance físico, los planos generales y de planta perfil del proyecto.

En la sección 2.3 y 2.4 se presentan las evaluaciones socio-económicas y de impacto ambiental de los proyectos, se presenta un análisis desde el punto de vista social, del valor presente neto (VAN) y de la tasa interna de retorno (TIR), así como también aspectos fundamentales de la evaluación de impacto ambiental en construcción y en operación de los dos proyectos.





## **OBJETIVOS**

### **Generales**

1. Desarrollar un estudio de diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio de Samayac, departamento de Suchitepéquez.
2. Fomentar el desarrollo del municipio, mediante la infraestructura básica.

### **Específicos**

1. Diseñar el alcantarillado sanitario en el cantón San Francisco Pumá y la línea de conducción de agua potable para abastecer el casco urbano, así como cantones y aldeas circunvecinas.
2. Capacitar al personal de campo de la municipalidad de Samayac, sobre aspectos de mantenimiento del alcantarillado sanitario y de la línea de conducción de agua potable.



## **INTRODUCCIÓN**

El estudio de dos proyectos que se presenta a continuación pone en práctica los conocimientos adquiridos en los cursos de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, cuyo propósito es ayudar a los habitantes del casco urbano, así como cantones y aldeas circunvecinas del municipio de Samayac, Suchitepéquez, a mejorar sus condiciones de salud e higiene, para reducir el riesgo de contagio de enfermedades y darle una mejor calidad de vida.

El desarrollo de los estudios de los proyectos de introducción de drenaje sanitario y línea de conducción de agua potable, se realizaron bajo la modalidad del E.P.S. (Ejercicio Profesional Supervisado) de la carrera de Ingeniería Civil, por medio del apoyo de la municipalidad local y del comité de vecinos del cantón San Francisco Pumá, se busca ejecutar el proyecto para el año 2008, por lo que se le ha dado el apoyo y seguimiento al mismo.

Básicamente este trabajo consiste en el diseño para construir 1,036.20 metros lineales de drenaje sanitario y 4,299.35 metros lineales de línea de conducción con sus respectivas obras de arte y artefactos hidráulicos, éstos se consideran de tipo social o comunitario, como lo es el objetivo principal de la realización del E.P.S.

En los siguientes capítulos, se presenta la monografía del municipio, investigación teórica realizada sobre el tema, lo referente a los anteproyectos y el diseño final de los mismos. Por último, las evaluaciones socio-económicas, de impacto ambiental, presupuestos y planos.



# **1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL MUNICIPIO DE SAMAYAC**

## **1.1. Monografía del lugar**

### **1.1.1. Aspectos históricos**

Antes de la conquista Samayac ya era una ciudad importante, sede de los sacerdotes del reino Tzutuhil y Quiché; quienes vivían en constantes guerras con los Kacchiqueles, a quienes finalmente vencieron. Durante la época colonial se llamó al municipio San Francisco Samayaque y también nuestra señora de Concepción de Samayaque. Al declararse los pueblos del territorio del Estado de Guatemala el 11 de octubre de 1,825, Samayac pasó a ser parte del distrito número 11 correspondiente a Suchitepéquez.

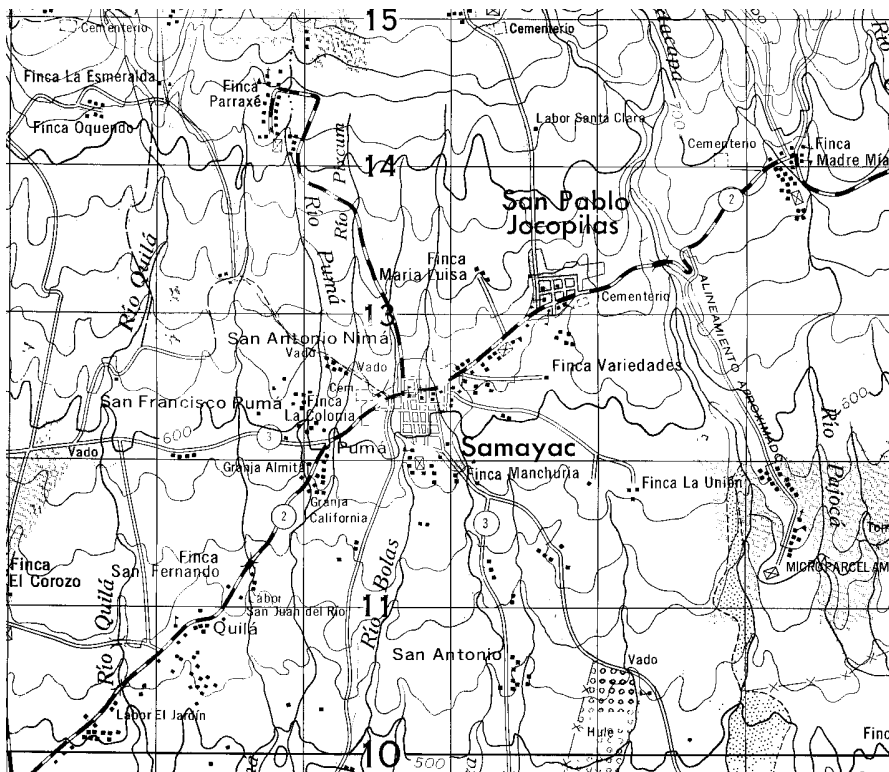
#### **1.1.1.1. Origen del nombre**

En la época indígena se le llamaba Tzaamayac, voz cakchiquel que proviene de los vocablos “Tzaam”, que significa nariz o punta y “yac” que significa gato de monte, lo cual se puede traducir como: “En la cima donde hay gatos de monte”.

Samayac fue fundado el 13 de agosto de 1,838 y su vida administrativa se inició el 1 de enero de 1,877. El 9 de diciembre de 1922 fue elevada su cabecera municipal a la categoría de Villa.

## 1.1.2. Aspectos físicos

**Figura 1. Mapa de Samayac, Suchitepéquez**  
**Escala 1: 50,000**



### 1.1.2.1. Extensión territorial

El municipio cuenta con una extensión territorial de 16 Km<sup>2</sup> y está conformado como se describe en la siguiente tabla:

Tabla I. Comunidades del área urbana de Samayac.

No.	Comunidad	Categoría	Grupo étnicos que conviven en la comunidad	Distancia a la cabecera en kms.
Área Urbana				
1	Sn. Francisco	Cantón	Quiché	1 Km.
2	Quilá	Cantón	Quiché	4 Km.
3	Chiguaxté	Cantón	Quiché	3 Km.
4	Buena Vista	Cantón	Quiché	4 Km.
5	Sn. Francisco Pumá	Cantón	Quiché	2 Km.
6	Cutzamá	Cantón	Quiché	3 Km.
7	Las Piedras	Cantón	Quiché	8 Km.
8	La Unión	Cantón	Quiché	2 Km.
9	Ixcán	Cantón	Quiché	3 Km.
10	Nimá 2	Cantón	Quiché	3 Km.
11	Ixtacapa	Cantón	Quiché	2 Km.
12	Nimá 1	Cantón	Quiché	1 Km.
13	Menchuría	Sector	Quiché	1 Km.
Área Rural				
1	Calvario	Cantón	Quiché	
2	Tambor	Cantón	Quiché	
3	Variedades	Cantón	Quiché	
4	Concepción	Cantón	Quiché	
5	Sto. Domingo	Cantón	Quiché	
6	San Antonio	Cantón	Quiché	

Fuente: INFOM, Programa de Fomento Municipal.

### 1.1.2.2. Ubicación geográfica

El municipio de Samayac del departamento de Suchitepéquez, se ubica al noreste de la cabecera departamental, se localiza en una latitud norte de 14°40'13"; y una longitud oeste de 91°30'65".

La topografía del municipio es semi-quebrado, la tierra es fértil propia para la agricultura, regada por varios ríos pequeños que cruzan su jurisdicción, entre los cuales están: Tzé, Zarza, Bolas, Nimá, Pumá, Piscun, Quilá e Ixtacapa.

### 1.1.2.3. Distancia relativa

Samayac está ubicado a 9 kilómetros de Mazatenango, cabecera departamental de Suchitepéquez, y a 158 kilómetros de la ciudad capital de Guatemala.

### 1.1.2.4. Colindancias

Samayac es uno de los 22 municipios del departamento de Suchitepéquez, situado en el Sur-occidente del país. Se localiza dentro de las colindancias siguientes: al NORTE, con el Municipio de San Pablo Jocopilas y Santa Catarina Ixtahuacán, Sololá; al ORIENTE con San Antonio, San Bernardino y San Pablo Jocopilas; al SUR con Mazatenango y San Bernardino, y al PONIENTE con San Francisco Zapotitlán.

### 1.1.2.5. Población

De acuerdo al XI Censo de Población y VI de Habitación del Instituto Nacional de Estadística realizado en el año 2003, se tienen los siguientes datos demográficos:

Tabla II. Población del municipio de Samayac

Tipo de población	Cantidad
Población total	17,721
Total hombres	8,641
Total mujeres	9,080
Población de 0 a 6 años	3,352
Población de 7 a 17 años	5,018
Población indígena	14,645
Población no indígena	3,076
Población urbana	8,581
Población área rural	9,140

Fuente: Censo 2002, INE



Las estadísticas indican un total de 17,721 habitantes y 3,426 viviendas habitadas.

#### **1.1.2.6. Clima**

Se presenta un clima de carácter templado, marcándose las dos estaciones del año, invierno y verano. La estación meteorológica más cercana es “El Pito”, Chicolá, Suchitepéquez.

#### **1.1.2.7. Actividades económicas**

La agricultura es la base de la economía del municipio, siendo sus principales productos, el café, cacao, chile, tomate, caña de azúcar, banano, plátano, y frutas tropicales. Como cultivos temporales se da el maíz, frijol, yuca, camote, etc. La artesanía se ha convertido en base fundamental de la economía, pues la industrialización del cuero del ganado y serpientes en la elaboración de: cinchos, bolsos, gorros, diademas, ganchos para el cabello, vainas para machetes, sillas de montar etc., ha dado lugar a la exportación de esa artesanía hacia muchos países extranjeros. Sus habitantes también comercian con café en sus diferentes formas (pergamino, oro, cereza, etc.), lo que genera economía al municipio.

- **Producción artesanal:**

Tejidos de algodón, imaginería, máscaras, instrumentos musicales y muebles de madera, productos de hierro, candelas, cuero, jícaras, talleres de talabartería, tejeduría, jabonería, curtiembre, etc.

### 1.1.3. Servicios

#### 1.1.3.1. Vías de acceso

Tiene varias vías de acceso desde los municipios circunvecinos, las cuales son: 2 vías de acceso desde la Ruta CA-2, una de terracería y una con carpeta de rodadura de adoquín, dichos accesos están muy próximos a la ciudad de Mazatenango y el municipio de San Bernardino respectivamente. Una vía de acceso de terracería desde el municipio de San Francisco Zapotitlán, un acceso de terracería por el municipio de San Bernardino, otro por el municipio de San Pablo Jocopilas y uno por el cantón rural San Antonio Ixtacapa desde la carretera CA-2

#### 1.1.3.2. Agua potable

Se cuenta con dos redes de distribución en la población, una antigua con tubería H.G. y una nueva con tubería PVC; 1,625 familias tienen servicio de 30,000 litros. El cantón rural San Antonio Nimá cuenta con su red propia con tubería PVC. Así como hay otra red que cubre el cantón San Antonio Ixtacapa. La desinfección del agua es por medio de cloración.

Tabla III. Cantidad de familias y forma de acceso a agua

Tipo de acceso al agua.	No. De familias
Chorro de uso exclusivo (conexión predial)	2,686
Chorro para varios hogares	76
Chorro público (fuera del hogar)	21
Pozo	625
Camión o tonel	3
Río, lago o manantial (sin tratamiento)	28
Otro tipo	45
Cantidad total de hogares	3,484

Fuente: Censo 2002, INE

### 1.1.3.3. Drenaje

De acuerdo al XI Censo de Población y VI de Habitación del Instituto Nacional de Estadística realizado en el año 2003, determinó las condiciones de abastecimiento de agua y de servicios de drenajes del municipio de acuerdo al cuadro siguiente:

Tabla IV. Número de viviendas con o sin drenaje sanitario

Tipo de drenaje sanitario	No. De hogares
Cantidad total de hogares	3,484
Hogares que disponen de algún servicio sanitario	2,333
Hogares con inodoro conectado a red de drenaje	1,999
Hogares con inodoro conectado a fosa séptica individual	69
Hogares con excusado lavable	76
Hogares con letrina o pozo ciego	123
Cantidad de hogares que comparten servicio sanitario	66
Cantidad total de hogares que no disponen de servicio sanitario	1,151

Fuente: Censo 2002, INE

La carencia de sistemas de drenajes en el área rural es notoria, sin embargo este problema afecta al casco urbano del municipio en menor cantidad.

El principal problema de drenajes que afecta al área urbana es la disposición final de las aguas servidas. Todos los sistemas de drenajes de las aguas servidas de la cabecera municipal son vertidos hacia los caudales de ríos, sin ningún tratamiento, por lo que este genera un enorme problema ambiental, no solo afectando la biodiversidad sino también las condiciones de vida de las comunidades asentadas a la orilla del trayecto del cauce de dichos ríos. Asimismo el municipio no cuenta con un programa o proyecto auto sostenible de manejo de los desechos sólidos.

#### 1.1.3.4. Centros educativos

Se cuenta con 8 establecimientos públicos distribuidos de la siguiente manera:

Tabla V. Establecimientos educativos a nivel municipal.

Nivel de educación	No. de establecimiento educativos		No. de estudiantes.		No. De maestros	Cantidad de estudiantes
	Urbano	Rural	Urbano	Rural		
Pre primario	3	6	287	247	18	534
Primario	5	6	1003	1336	95	2339
Básico	1	1		264	15	264
Cantidad total de alumnos						3137

Fuente: INFOM, Programa de Fomento Municipal.

#### 1.1.3.5. Centros de salud

Es dependencia del Ministerio de Salud, tiene un edificio propio y su personal consiste en: un médico, un técnico en salud, una enfermera auxiliar; está bajo la jurisdicción del Centro de Salud de Santo Tomás la Unión

#### 1.1.3.6. Energía eléctrica

Se cuenta con servicio trifásico y es proporcionado actualmente por la empresa privada DEOCSA.

Tabla VI. Fuentes de energía

Fuente de energía	Hogares
Flujo eléctrico (DEOCSA)	3,209
Panel solar	6
Gas corriente	25
Candela (cerafina)	243
Otro tipo	1
Cantidad total de hogares	3,484

Fuente: Censo 2002, INE

### **1.1.3.7. Otros**

Además de los servicios ya descritos, el municipio de Samayac, cuenta con lo siguiente: Correos y Telégrafos, Juzgado de Paz, Policía Nacional Civil, Bomberos Municipales, Mercado Municipal, servicios de transporte urbano y extraurbano, Iglesias, etc.

- **Municipalidad**

En este edificio se ubican las dependencias municipales como: Alcaldía, Secretaria, Tesorería, Jefatura de Policía Municipal, así como la Biblioteca Popular “Arenys Solidari” una de las más implementadas del departamento, en cuanto a libros de consulta y otros; así como el contar con televisor y vídeo para la videoteca.

## **1.2. Investigaciones diagnósticas sobre necesidades de servicio**

### **1.2.1. Descripción de las necesidades**

A través de una encuesta realizada por el estudiante de E.P.S. a los representantes de las diferentes comunidades, y al efectuar un diagnóstico personal de la situación en la que se encuentran muchas comunidades, se llegó a la conclusión de que las necesidades giraban en torno a falta de servicio de: agua potable, drenajes sanitarios y pluvial, centros recreativos, aperturas de carreteras, plantas de tratamiento de aguas residuales.

### **1.2.2. Justificación social**

Teniendo presente que uno de los principales problemas observado durante mi estadía en el E.P.S. en el municipio de Samayac, es el déficit en la demanda de agua potable, en la mayoría de hogares se presenta la escasez de líquido durante distintas horas del día, específicamente en horas de la mañana; siendo totalmente escaso en algunas áreas del municipio.

Gran número de familias a las cuales afecta éste problema, cubren sus necesidades con líquido proveniente de ríos contaminados, pozos y estación de bomberos, repercutiendo éste en la salud y economía familiar.

Otro problema es la falta de alcantarillado sanitario para la recolección de aguas servidas y tratamiento de las mismas en la mayoría de cantones y comunidades del área rural; teniendo presente los resultados del XI Censo de Población VI de Habitación, en cuanto a hogares con falta de alcantarillado sanitario público se refiere, ver Tabla IV.

### **1.2.3. Justificación económica**

Observando la buena disposición de parte de las autoridades del Consejo de Desarrollo Departamental en proporcionar los fondos para la realización de proyectos de agua potable y saneamiento ambiental, y la buena voluntad de autoridades municipales, así como de los COCODES, se determinó realizar dos estudios de parte del epesista, con el apoyo municipal; siendo el primero un proyecto de agua potable para cubrir el déficit en la demanda de tan vital líquido, dicho proyecto será de beneficio para toda la población; el segundo estudio corresponde a un proyecto de drenaje sanitario en uno de los cantones con más urgencia de introducción del mismo.

#### **1.2.3.1. Priorización de las necesidades**

Tomando como base los resultados de la encuesta y lo observado en campo, junto con las autoridades municipales se determinó que lo más urgente de planificar en ese momento eran los siguiente dos proyectos:

- **La introducción de una nueva línea de conducción de agua potable:** con una capacidad bastante mayor a la línea actual, teniendo como objetivo beneficiar a toda la población, que actualmente tiene un aproximado de 17,721 habitantes, el proyecto tendrá un período de vida útil de 21 años, es decir, que en un futuro beneficiará aproximadamente a 32,966 habitantes.
- **El sistema de alcantarillado sanitario en el cantón San Francisco Pumá:** beneficiará a dos sectores, que suman un total de 936 habitantes en la actualidad, el proyecto tendrá un período de

vida útil de 21 años, es decir, que en un futuro beneficiará aproximadamente a 1,742 habitantes.



## **2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL**

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

#### **2.1.1. Estudio topográfico**

##### **2.1.1.1. Altimetría**

La altimetría se encarga de la medición de las diferencias de nivel o de elevación entre los diferentes puntos del terreno, las cuales representan las distancias verticales medidas a partir de un plano horizontal de referencia.

Los resultados de la altimetría se presentan en el plano de planta general, apéndice 2.

##### **2.1.1.2. Planimetría**

La planimetría sólo tiene en cuenta la proyección del terreno sobre un plano horizontal imaginario (vista en planta), que se supone es la superficie de la tierra. La ubicación de los diferentes puntos sobre la superficie de la tierra se hace mediante la medición de ángulos y distancias a partir de puntos y líneas de referencia proyectadas sobre un plano horizontal. El conjunto de líneas que unen los puntos observados se denomina poligonal y es la que conforma la red fundamental o esqueleto del levantamiento. La poligonal puede ser abierta o cerrada, según los requerimientos del levantamiento topográfico.

El levantamiento planimétrico de este proyecto se realizó por medio de una poligonal abierta utilizando el método de conservación del azimut.

### **2.1.2. Población futura**

Entre los diferentes métodos existen: método de incremento aritmético, método de incremento geométrico, método exponencial, para este trabajo se utilizó método de incremento geométrico.

$$P_f = P_o * (1 + r)^n$$

donde:

$P_f$  = Población futura

$P_o$  = Población del último censo

$r$  = Tasa de crecimiento

$n$  = Diferencia de años

Utilizando el método geométrico se evaluó el crecimiento de la población a servir, que según el Instituto Nacional de Estadística (INE), es de 3.00 % anual.

### **2.1.3. Período de diseño**

Es el período de tiempo en que el sistema de alcantarillado sanitario prestará un servicio de forma eficiente en un 100% a la población, pasado este período es necesario rehabilitarlo.

El presente proyecto realizará adecuadamente su función durante un período de 21 años.

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

El cálculo hidráulico se realizó por medio del uso de hojas electrónicas en Microsoft Excel, bajo las normas del INFOM y la Dirección General de Obras Públicas y especificaciones técnicas del fabricante de los materiales.

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

Para el diseño de sistemas de alcantarillado se deben conocer sus partes las cuales se describen en los siguientes subtítulos.

### **2.1.5.1. Alcantarillas**

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

### **2.1.5.2. Pozos de visita**

Son estructuras que forman parte de los accesorios de un alcantarillado y son empleados como medios de inspección y limpieza.

### **2.1.5.3. Conexión domiciliar**

Éstas tienen la finalidad de descargar las aguas provenientes de las casas o edificios y llevarlas al alcantarillado central, es costumbre dejar previsto una conexión en Y o T en cada lote o predio donde haya que conectar un desagüe doméstico. Es conveniente que el empotramiento con el colector principal se haga en la parte superior para impedir que las aguas negras retornen por la conexión doméstica cuando el colector esté funcionando a toda su capacidad.

Para este proyecto, la conexión de la candela domiciliar con la tubería central se hará por medio de la tubería secundaria de PVC, la cual tendrá un diámetro de 4 pulgadas. Debe tener una pendiente mínima del 2 por ciento.

### **2.1.6. Cálculo de caudales**

El caudal de diseño es el factor determinante para las dimensiones de todos los elementos del sistema de alcantarillado. Es el caudal con el que se diseñará cada tramo del sistema sanitario.

#### **2.1.6.1. Consideraciones generales**

El cálculo de los diferentes caudales que componen el flujo de aguas negras, se efectúa mediante la aplicación de diferentes factores como lo son:

- a) Dotación de agua potable por habitante por día
- b) Utilización del agua en las viviendas
- c) Uso del agua en el sector comercial e industrial y su dotación
- d) Intensidad de lluvia en la población
- e) Estimación de las conexiones ilícitas
- f) Cantidad de agua que se puede infiltrar en el drenaje
- g) Las condiciones socio-económicas de la población

#### **2.1.6.2. Caudal**

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

#### **2.1.6.3. 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 su eficiencia en el arrastre de los sedimentos.

#### **2.1.6.4. Velocidad de flujo**

En los sistemas de drenaje sanitario y pluvial se recomienda que la velocidad no sea mayor de 0.60 m/s, ni mayor de 3 m/s, para tubería de concreto. En el caso de PVC, y en tramos en los cuales tributen pocas viviendas, siendo un mínimo el caudal, la velocidad mínima puede ser hasta de 0.40 m/s, de acuerdo con las especificaciones y recomendaciones de los distintos fabricantes y distribuidores del país.

#### **2.1.6.5. 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.

#### **2.1.6.6. Caudal domiciliar**

El agua que ha sido utilizada para limpieza o producción de alimentos, es desechada y conducida a la red de alcantarillado, el agua de desecho doméstico está relacionada con la dotación y suministro de agua potable.

Como se indicó anteriormente una parte de ésta no será llevada al alcantarillado como la de los jardines y lavado de vehículos etc., de tal manera que, el valor de agua domiciliar está afectada por un factor que varía entre 0.70

y 0.95, para este proyecto se tomó por criterio personal un factor de retorno de 0.90. El caudal domiciliar queda integrado de la siguiente manera:

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

donde:

*Dot.* = Dotación (L/hab/día)

*No. Hab.* = Número de habitantes

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

*F.R.* = Factor de retorno

#### 2.1.6.7. Caudal de conexiones ilícitas

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

Este se calcula por medio de la fórmula del método racional:

$$Q_{ci} = \frac{CIA}{360} = \frac{CI(A\%)*100}{360}$$

donde:

*Q<sub>ci.</sub>* = Caudal (m<sup>3</sup>/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)

Para este proyecto el caudal por conexiones ilícitas se hizo mediante el cálculo del caudal que tributa una vivienda promedio, para lo cual se midió el área de distintas viviendas y se encontró un modelo promedio de área. Debido a que el proyecto en estudio está dividido en dos sectores, y un sector se divide en dos ramales con distinto desfogue, el % de viviendas tributarias varía de acuerdo al número de viviendas que conectan a cada sector y ramal.

A continuación se presentan tablas de consulta y cálculos para encontrar el caudal que tributa una vivienda al conectarse por error o negligencia a la red de aguas residuales.

Tabla VII. Ecuaciones de intensidad de lluvia de algunas localidades

Periodo de retorno / Intensidad	ECUACIONES DE INTENSIDAD DE LLUVIA			
	2 Años	5 Años	10 Años	20 Años
Ciudad de Guatemala (Zona atlántica)	$\frac{2838}{t+18}$	$\frac{3706}{t+22}$	$\frac{4204}{t+23}$	$\frac{4604}{t+24}$
Ciudad de Guatemala (Zona sur)	$\frac{3624.1}{t+27.8}$	$\frac{4978.1}{t+32.8}$	$\frac{5915.7}{t+35.8}$	$\frac{6889.1}{t+39.5}$
Bananera Izabal	$\frac{5711.15}{t+46.98}$	$\frac{7103.95}{t+53.8}$	$\frac{7961.65}{t+56}$	$\frac{8667.77}{t+58.45}$
Quetzaltenango, Labor Ovalle	$\frac{977.70}{t+3.80}$	$\frac{128.5}{t+3.24}$	$\frac{1323.5}{t+3.48}$	
El Pito, Chocóla, Suchitepéquez	$\frac{11033.60}{t+101.10}$	$\frac{11618.7}{t+92.}$	$\frac{13455.2}{t+104.14}$	
La Fragua, Zacapa	$\frac{3700.5}{t+50.69}$	$\frac{3990.5}{t+41.75}$	$\frac{4049.0}{t+37.14}$	

Fuente: INSIVUMEH

La estación más cercana al municipio de Samayac es El Pito, Chocóla, Suchitepéquez, la cual nos proporcionará una intensidad bastante parecida, para un período de retorno de 10 años.

Tabla VIII. Coeficientes de escorrentía utilizados en Guatemala.

CARACTERÍSTICAS DE LA SUPERFICIE	COEFICIENTE
COMERCIAL	
Centro de la ciudad	0.70-0.75
Periferia	0.50-0.70
RESIDENCIAL	
Casas individuales	0.30-0.50
Colonias	0.40-0.60
CONDOMINIOS	0.60-0.75
RESIDENCIAL SUB. URBANA	0.25-0.40
INDUSTRIAL	
Pequeñas fábricas	0.50-0.80
Grandes fábricas	0.60-0.90
PARQUES Y CEMENTERIOS	0.10-0.25
CAMPOS DE RECREO	0.20-0.35
CAMPOS	0.10-0.30
TECHOS	0.70-0.95
PAVIMENTOS	0.70-0.90
Concreto y asfalto	0.85-0.90
Piedra, ladrillo o madera (buenas condiciones)	0.75-0.90
Piedra, ladrillo o madera (malas condiciones)	0.40-0.75
CALLES	
Terracota	0.25-0.60
De arena	0.15-0.30
PARQUES, JARDINES, ETC.	0.05-0.25
BOSQUES Y TIERRA CULTIVADA	0.01-0.20

Fuente: Ing. Joram Matías Gil Laroj. Tesis de postgrado, Evaluación de Tragantes Pluviales para la Ciudad de Guatemala, 1984

A continuación se presenta el cálculo del caudal que produciría la conexión de un terreno de área promedio en conexión ilícita al drenaje sanitario:

Tabla IX. Cálculo de C promedio

Tipo de área	Area (m <sup>2</sup> )	C	Area (Ha.)	C*A
Patio terreno natural	120	0.25	0.012	0.003
Patio de concreto	16	0.85	0.0064	0.00544
Techo	64	0.90	0.0016	0.00144
Total	200		0.0200	0.00988



Cálculos:

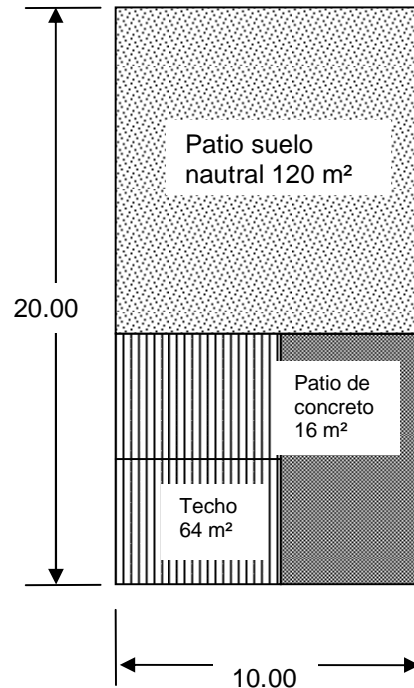
$$C = \frac{\sum (c * a)}{\sum a} = \frac{0.00988}{0.02} = 0.494 \approx 0.50$$

$$I = \frac{13,455.20}{12 + 104.14} = 115.85 \text{ mm / hora}$$

$$Q = \frac{(0.50) * (115.85) * (0.02)}{360} = 3.21 * 10^{-3} \text{ m}^3 / \text{s.}$$

$$Q = \frac{(3.21 * 10^{-3} \text{ m}^3 / \text{s}) * (1000_{L})}{(1_{\text{m}^3})} = 3.21 \text{ L / s}$$

Figura 2. Planta de casa promedio



El caudal pluvial que tributa una vivienda hacia el colector central, ya sea por error o por negligencia se estima en 3.21 L/s.

A continuación se muestran los porcentajes de viviendas por conexiones ilícitas para lo cual estará diseñado el drenaje sanitario.

Tabla X. Porcentajes de conexiones ilícitas por sectores y ramales

Línea de alcantarillado de acuerdo a planos	Población Actual			Población Futura		
	No. Total de casas	No. de conexiones ilícitas	% de conexiones ilícitas	No. Total de casas	No. de conexiones ilícitas	% de conexiones ilícitas
Sector 1	97	4	4.12	156	4	2.56
Sector 2 (Ramal 1)	62	4	6.45	115	4	3.47
Sector 2 (Ramal 2)	13	1	7.69	24	1	4.16

#### 2.1.6.8. 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, tipo de tubería y de la permeabilidad del terreno, el tipo de junta, la calidad de mano de obra utilizada y el tipo de supervisión técnica durante la construcción.

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/Kilómetros/día.

$$Q_{inf} = \frac{Dot. * (mts.tubo + No.Casas * 6metros) * \frac{1}{1000}}{86,400}$$

donde:

$Q_{infil.}$  = Caudal de infiltración (L/s)

$Dot.$  = Dotación (L/km/día)

$No. casas$  = Número de casas

#### 2.1.6.9. Caudal comercial

Como su nombre lo dice, es el agua desechada por las edificaciones comerciales como: comedores, restaurantes, hoteles, etc., por lo general la dotación comercial, la cual varía según el establecimiento a considerar, pero puede estimarse la dotación comercial entre 600 a 3000 litros/comercio/día.

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

donde:

$Q_{com}$ . = Caudal comercial

$Dot$ . = Dotación (litros/comercio/día)

$No.Com$  = Número de comercios

#### **2.1.6.10. Caudal industrial**

Es el agua proveniente de desechos de las industrias, como fábricas textiles, licoreras, refrescos, alimentos, etc. Si no se cuenta con un dato de dotación de agua suministrada se puede estimar entre 1,000 y 18,000 litros/industria/día.

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

donde:

$Q_{ind}$ . = Caudal industrial

$Dot$ . = Dotación (litros/industria/día)

$No.Ind$  = Número de industrias

#### **2.1.6.11. Factor de caudal medio**

Una vez obtenido el valor de los caudales anteriormente descritos, se procede a integrar el caudal medio ( $Q_{medio}$ ) del área a drenar, que al ser distribuido entre el número de habitantes se obtiene un factor de caudal medio ( $F Q_{medio}$ ), el cual varía entre el rango de 0.002 a 0.005. Si el cálculo del factor se encuentra entre esos dos límites, se utiliza el calculado; en cambio si es inferior o excede, se utiliza el límite más cercano, según sea el caso.

$$Q_{med.} = Q_{dom.} + Q_{com} + Q_{ind.} + Q_{inf.} + Q_{con. \text{ ilic.}}$$

En el caso del cantón San Francisco Pumá, no se tomó en cuenta el caudal industrial y caudal comercial, ya que al sistema no se conectará industria y comercio. El valor del factor de caudal medio se calculó de la siguiente manera:

$$Q_{med.} = Q_{dom.} + Q_{inf.} + Q_{con. \text{ ilic.}}$$

$$FQ_{med} = \frac{Q_{med}}{No.hab.acum}$$

#### 2.1.6.12. 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:

$$FH = \frac{18 + \sqrt{P}}{4 + \sqrt{P}}$$

donde:

$P$  = Población futura acumulada en miles

#### 2.1.6.13. 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:

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

donde:

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

*FH* = Factor de Hardmon

*FQM* = Factor de caudal medio

### **2.1.7. 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:

$$q < Q$$

donde:

*q* = Caudal de diseño

*Q* = Caudal a sección llena

$$0.10 < d/D < 0.75$$

donde:

*d* = Tirante

*D* = Diámetro interno de la tubería

### **2.1.8. Velocidad de diseño**

Los proyectos de alcantarillado de aguas negras deben diseñarse de modo que la velocidad mínima de flujo, trabajando a cualquier sección, debe ser 0.60 m/s. No siempre es posible mantener esa velocidad, debido a que existen ramales que sirven a solo unas cuantas casas y producen caudales bastante bajos, en tales casos, se proporcionará una pendiente que de la velocidad mínima de 0.40 m/s durante escurrimientos bajos. Las velocidades altas

producen efectos dañinos, debido a que los sólidos en suspensión hacen un efecto abrasivo a la tubería, por tal razón se recomienda que la velocidad máxima sea de 3.00 m/s.

### **2.1.9. Principios hidráulicos**

La mayor parte de los alcantarillados se proyectan como canales abiertos, en las cuales el agua circula por la acción de la gravedad y sin ninguna presión, pues la superficie libre del líquido está en contacto con la atmósfera.

El principio hidráulico fundamental al diseñar y calcular sistemas de alcantarillado es que toda tubería del sistema trabajará como un canal abierto.

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

Relativamente la pequeña concentración de sólidos usualmente encontrados en las aguas negras y de tormenta no es suficiente para hacer que su evolución sea diferente a la del agua. Por esta razón, se acepta que las aguas negras tengan las mismas características que el agua, siempre que se mantengan velocidades mínimas de auto limpieza. Al igual que cualquier otro flujo, las aguas negras buscarán el nivel más bajo cuando son introducidas en una tubería con pendiente. El intento de las aguas negras de buscar su nivel induce un movimiento conocido como flujo por gravedad.

Para la ecuación de velocidad se combinaron las fórmulas Manning y Chezy

$$V = \frac{1}{n} * R^{(2/3)} * S^{(1/2)} ; \quad V = C * \sqrt{R * S}$$

Ecuación de Manning

Ecuación de Chezy

El cálculo se efectuará haciendo uso de las fórmulas siguientes:

$$Q = V * A \quad ; \quad V = \frac{0.03429}{n} * D^{(2/3)} * S^{(1/2)}$$

donde:

$Q$  = es el gasto en m<sup>3</sup>/s

$A$  = es el área de la sección de la corriente en m<sup>2</sup>

$V$  = es la velocidad en m/s

$S$  = es la pendiente en metro por metro

$D$  = es el diámetro de la tubería en pulgadas

$n$  = es el coeficiente de rugosidad

Para este proyecto, por utilizar tubería de PVC, se utilizó un coeficiente de rugosidad igual a 0.009.

### **2.1.9.2. 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:

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

El caudal a sección llena será:

$$Q = A * V$$

donde:

Q = Caudal a tubo lleno (L/s)

A = Área de la tubería (m<sup>2</sup>), en donde  $A = \pi / 4$  (Diámetro)<sup>2</sup>

V = Velocidad a sección llena (m/s)

### 2.1.9.3. 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:

$$a = (\theta^2/4) * \{(\pi * \theta/360) * (\text{sen } \theta/2)\}$$

$$p = \pi * \theta/360$$

$$v = (1/n) * (R)^{2/3} * (S)^{1/2}$$

$$r = (D/4) * \{1 - (360 * \text{sen } \theta / 2\pi\theta)\}$$

$$q = a * v$$

$$d = (D/2) * \{1 - (\text{cos}D/2)\}$$

donde:

D = Diámetro del tubo

d = Tirante de la sección

v = Velocidad a sección parcial

q = Caudal a sección parcial



#### 2.1.9.4. Relaciones hidráulicas

Los proyectos y cálculos de alcantarillado exigen muchas determinaciones de velocidades, caudales, diámetros de tubos y pendientes, por lo que es de interés llegar rápidamente a soluciones convenientes, en cuyo objeto se ha diseñado un nomograma basado en la fórmula de MANNING, el cual simplifica el proceso de cálculo.

En este nomograma es necesario conocer como mínimo dos datos, los cuales se unen sobre una línea recta, la cual a su vez intercepta el eje donde se encuentra el dato que se desea averiguar. Hay que recalcar que la ecuación de Manning, así como las otras, solo se pueden usar cuando se desean tener datos de tubería totalmente llenas; por lo tanto, el nomograma tiene las mismas restricciones, salvo cuando se desea obtener datos de tubería a medio llenar, ya que el radio hidráulico y la velocidad son los mismos que cuando están llenas.

La utilización de las tablas se realiza determinando primero la relación ( $q/Q$ ), el valor se busca en las tablas, si no está el valor exacto se busca uno que sea aproximado, en la columna de la izquierda se ubica la relación ( $v/V$ ), y de la misma forma se debe multiplicar el valor obtenido por la velocidad a sección llena y obtener así la velocidad a sección parcial.

- Se deben considerar las siguientes especificaciones hidráulicas:

$$Q_{\text{diseño}} < Q_{\text{sec.llena}}$$

- La velocidad debe estar comprendida entre:

$$0.60 \leq v \leq 3.00 \text{ m/s.}$$

$V \geq 0.60$  m/s. (para que existan fuerzas de tracción y arrastre de sólidos)

$V \leq 3.00$  m/s. (para evitar deterioro de la tubería debido a la fricción Producida por velocidad y la superficie de la tubería)

- 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.

### **2.1.10. 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

$CT_i$  = Cota del terreno inicial

$CT_f$  = 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

A continuación se enuncian las ecuaciones respectivas:

$$CT_f = CT_i - (D_o * S\% \text{ terreno})$$

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

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

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

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

$$CIE_3 = CIS_2 - D_1 * S\%_{\text{tubo}}$$

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

### 2.1.11. Diámetros de tubería

El diámetro mínimo de tubería que se utilizará para este proyecto es de 6 pulgadas, para colector principal, y 4 pulgadas para conexiones secundarias de instalación domiciliar, esto se debe a requerimientos de flujo, limpieza y así evitar con esto obstrucciones de la tubería. Esta especificación es adoptada para tubería de concreto.

### 2.1.12. Factor de rugosidad

Es un factor 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.

A continuación se presentan factores de rugosidad de algunos materiales, los cuales son:

Tabla XI. Algunos valores de rugosidad “n”

MATERIAL	VALORES DE RUGOSIDAD (n)
Tubo de concreto Ø < 24"	0.015
Tubo de concreto Ø > 24"	0.013
Tubo PVC	0.009
Tubo de metal corrugado	0.021
Tubo de hierro galvanizado	0.013

Fuente: curso de Ingeniería Sanitaria 2

Por criterio para el cálculo de este proyecto se tomó un valor de rugosidad  $n= 0.009$

### **2.1.13. Pozos de visita**

Forman parte del sistema de alcantarillado, y proporcionan acceso a este, 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 1.20 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. 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.

#### **2.1.13.1. 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.

- c. Donde exista cambio de diámetro.
- d. En distancias no mayores de 100 m.
- e. En las curvas no más de 30 m.
- f. Cambio de pendiente.

### **2.1.13.2. 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:

- a) Cuando a un pozo de visita entra una tubería y sale otra del mismo diámetro, la cota invert de salida estará como mínimo 3 cms debajo de la cota invert de entrada.
- b) Cuando a un pozo de visita entra una tubería de un diámetro y salga otra de diferente diámetro, la cota invert de salida será como mínimo la diferencia de los diámetros de la cota invert de entrada.
- c) Cuando a un pozo de visita la tubería de salida es del mismo diámetro a las que ingresan en él, la cota invert de salida mínima estará 3 cms de la cota más baja que entre.
- d) La diferencia entre las cotas invert de la tubería que entra y la cota de la tubería que sale de un pozo de visita será como mínimo la carga de velocidad en el tubo de salida ( $h_v = v^2/(2*g)$ ). Se exceptúa el caso cuando el tubo de entrada y el de salida son del mismo diámetro y están en línea recta, en cuyo caso las tuberías se instalan según la pendiente.

- e) Siempre que la diferencia de cotas invert entre la tubería que entra y la que sale de un pozo de visita sea mayor de 0.70 metros, deberá diseñarse un accesorio especial que encauce el caudal con un mínimo de turbulencia.
- f) Cuando a un pozo de visita la tubería de salida es de diferente diámetro a las que ingresan en él, la cota invert de salida deberá cumplir con las especificaciones anteriores y se tomará el valor más crítico.

### **2.1.13.3. Conexiones domiciliarias**

Una conexión domiciliar es un tubo que lleva las aguas servidas desde una vivienda o edificio a una alcantarilla común o a un punto de desagüe.

Ordinariamente al construir un sistema de alcantarillado, es costumbre establecer y dejar previsto una conexión en Y o en T en cada lote edificado, 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.

Debe estar impermeabilizada 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 medio diámetro superior, a un ángulo de 45 grados aguas abajo. La unión de la tubería secundaria al recolector se hará por medio de una silleta de PVC, adherida con silicone.

**2.1.13.4. Profundidad de tubería**

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

Tabla XII. Profundidades mínimas de la cota invert en metros.

TRÁFICO / DIÁMETRO	PROFUNDIDAD MÍNIMA PARA DISTINTOS DIÁMETROS											
	8"	10"	12"	16"	18"	21"	24"	30"	36"	42"	48"	60"
Tráfico Normal	1.22	1.28	1.38	1.41	1.5	1.58	1.66	1.84	1.99	2.14	2.25	2.55
Tráfico Pesado	1.42	1.48	1.58	1.51	1.7	1.78	1.86	2.04	2.19	2.34	2.45	2.75

### 2.1.13.4.1. Normas y recomendaciones

En las tablas XII y XIII se presentan los valores de profundidad de tubería y ancho de la zanja, la que depende del diámetro de tubería y tipo de tráfico.

Tabla XIII. Ancho libre de zanja en metros, según profundidad y Ø de tubería

Profundidad de zanja / Diámetro de tubería	De	De	De	De	De	De	De	De	De	De	De
	0.00	1.31	1.86	2.36	2.86	3.36	3.86	4.38	4.86	5.36	5.86
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	1.30	1.85	2.35	2.85	3.35	3.85	4.35	4.85	5.35	5.85	6.35
6"	0.60	0.60	0.65	0.65	0.70	0.70	0.75	0.75	0.75	0.80	0.80
8"	0.60	0.60	0.65	0.65	0.70	0.70	0.75	0.75	0.75	0.80	0.80
10"		0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.75	0.75	0.75	0.80	0.80
12"		0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.80	0.80
15"		0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	1.10	0.90	0.90	0.90	0.90
18"		1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
21"		1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.35	1.10	1.10	1.10	1.10
24"		1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.55	1.35	1.35	1.35	1.35
30"		1.55	1.55	1.55	1.55	1.55	1.75	1.55	1.55	1.55	1.55
36"			1.75	1.75	1.75	1.75	1.80	1.75	1.75	1.75	1.75
42"				1.90	1.90	1.90	2.10	1.80	1.80	1.90	1.90
48"				2.10	2.10	2.10	2.45	2.10	2.10	2.10	2.10
60"				2.45	2.45	2.45	2.80	2.45	2.45	2.45	2.45

### 2.2.7. Volumen de excavación

La cantidad de tierra que se removerá para colocar la tubería, está comprendida a partir de la profundidad de los pozos de visita, del ancho de la zanja, que depende del diámetro de la tubería a instalar y de la longitud entre pozos.

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



donde:

$V$  = Volumen de excavación ( $m^3$ )

$H1$  = Profundidad del primer pozo (m)

$H2$  = Profundidad del segundo pozo (m)

$d$  = Distancia entre pozos (m)

$t$  = Ancho de la zanja (m)

**DRENAJE SANITARIO SECTOR 1 (Caudal de verano)**

Población: Sector I. Cantón Pumá Sistema de Alcantarillado: Sanitario Revisó: Ing. Angel Sic. Tasa de Crecimiento: 0.03 (3%) Factor de Retorno: 0.9

Lugar: Samayac, Suchiteéquez. Calculó: John Gómez. Tipo de Tubería: PVC NOVAFORT Período de Diseño: 21 años.

No de pozos		Cotas de terreno		D.H.	S%	Casas por tramo		Habitantes Servidos		Factor de Harmond		Dotación (lts/s)	Qdomiciliar (lts/s) por tramo		Qcon. Ilicitas (lts/s)		Factor de caudal medio		FQM tomado	Q tributario por tramo (lts/s)		Qdiseño Acumulado (lts/s)		Ø com	Ø interno	Sección llena.			
Inicio	final	Inicio	final	(m)	Terr.	Act.	Acum.	Act.	Fut.	Act.	Fut.		Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	futuro	asumido	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Pulg.	Pulg.	V m/s	Q lts/s		
TRAMOS SECUNDARIOS "A" (DESFOGAN EN LINEA PRINCIPAL "A")																													
PV-5.1	PV-5	97.36	93.56	52.85	7.19	10	10	60	112	4.30	4.23	200	0.1250	0.2325	0	0	0.002083	0.002083	0.002083	0.5372	0.984	0.537	0.984	6	5.909	3.326	58.84		
TRAMOS SECUNDARIOS "B" (DESFOGA EN LINEA PRINCIPAL "B")																													
PV-12.1	PV-12	98.29	97.57	29.00	2.48	6	6	36	67	4.34	4.29	200	0.0750	0.1395	0	0	0.002083	0.002083	0.002083	0.3256	0.598	0.326	0.598	6	5.909	1.921	33.98		
															0	0													
LINEA PRINCIPAL "A" (DESFOGA EN LINEA PRINCIPAL "C")																													
PV-1	PV-2	98.79	95.47	51.45	6.45	10	10	60	112	4.30	4.23	200	0.1250	0.2325	0	0	0.002083	0.002083	0.002083	0.5372	0.984	0.537	0.984	6	5.909	3.149	55.71		
PV-2	PV-3	95.47	95.28	25.00	0.76	2	12	12	22	4.41	4.37	200	0.0250	0.0465	0	0	0.002083	0.002083	0.002083	0.1101	0.203	0.647	1.187	6	5.909	1.409	24.93		
PV-3	PV-4	95.28	94.48	19.30	4.15	3	15	18	33	4.39	4.35	200	0.0375	0.0698	0	0	0.002083	0.002083	0.002083	0.1645	0.303	0.812	1.490	6	5.909	2.140	37.86		
PV-4	PV-5	94.48	93.56	33.00	2.79	10	25	60	112	4.30	4.23	200	0.1250	0.2325	0	0	0.002083	0.002083	0.002083	0.5372	0.984	1.349	2.474	6	5.909	2.113	37.38		
PV-5	PV-6	93.56	91.97	24.50	6.49	3	38	18	33	4.39	4.35	200	0.0375	0.0698	0	0	0.002083	0.002083	0.002083	0.1645	0.303	2.051	3.760	6	5.909	2.880	50.95		
PV-6	PV-7	91.97	92.39	16.80	-2.50	4	42	24	45	4.37	4.32	200	0.0500	0.0930	0	0	0.002083	0.002083	0.002083	0.2184	0.402	2.269	4.163	6	5.909	1.873	33.14		
LINEA PRINCIPAL "B" (DESFOGA EN LINEA PRINCIPAL "C")																													
PV-12	PV-11	97.57	96.33	27.35	4.53	2	8	12	22	4.41	4.37	200	0.0250	0.0465	0	0	0.002083	0.002083	0.002083	0.1101	0.203	0.436	0.801	6	5.909	2.598	45.96		
PV-11	PV-10	96.33	92.61	60.05	6.19	18	26	108	201	4.23	4.15	200	0.2250	0.4186	0	0	0.002083	0.002083	0.002083	0.9526	1.736	1.388	2.537	6	5.909	3.079	54.47		
PV-10	CV-1	92.61	91.80	20.74	3.91	1	27	6	11	4.43	4.41	200	0.0125	0.0233	0	0	0.002083	0.002083	0.002083	0.0554	0.103	1.444	2.640	6	5.909	1.772	31.35		
CV-1	CV-2	91.80	91.75	5.53	0.90	0	27	0	0	4.50	4.50	200	0.0000	0.0000	0	0	0	0	0	0	0	1.444	2.640	6	5.909	1.498	26.50		
CV-2	PV-9	91.75	92.99	16.88	-7.35	3	30	18	33	4.39	4.35	200	0.0375	0.0698	0	0	0.002083	0.002083	0.002083	0.1645	0.303	1.608	2.943	6	5.909	1.632	28.88		
PV-9	PV-7	92.99	92.39	42.00	1.43	5	35	30	56	4.35	4.30	200	0.0625	0.1163	0	0	0.002083	0.002083	0.002083	0.2721	0.500	1.880	3.443	6	5.909	0.901	15.95		
TRAMO SECUNDARIO "C" (DESFOGA EN LINEA PRINCIPAL "C")																													
PV-8	CV-3	91.61	90.33	69.00	1.86	4	4	24	45	4.37	4.32	200	0.0500	0.0930	0	0	0.002083	0.002083	0.002083	0.2184	0.402	0.218	0.402	4	3.950	1.212	9.58		
LINEA PRINCIPAL "C" (DESFOGA EN FOSA SEPTICA)																													
PV-7	CV-3	92.39	90.33	26.00	7.92	3	80	18	33	4.39	4.35	200	0.0375	0.0698	0	0	0.002083	0.002083	0.002083	0.1645	0.303	4.314	7.909	6	5.909	2.079	36.78		
CV-3	F.S	90.33	89.80	3.02	17.55	0	84	0	0	4.50	4.50	200	0.0000	0.0000	0	0	0	0	0	0	0.000	4.532	8.311	6	5.909	3.071	54.34		

Tabla XIV. Memoria de cálculo hidráulico de drenaje sanitario, sector 1

Q Actual			Q Futuro			V (m/s)		Tirante (d) en pulgadas		Pendiente del tubo	Dif. de cotas inv.		Cota invert. Pozo inicial		Cota invert. Pozo final		Profundidad de cotas inv.		Altura de pozo. (m)		Ancho zanja	Exc. Pozo	Exc. Zanja	OBSERVACIONES	
q/Q	v/V	d/D	q/Q	v/V	d/D	Act.	Fut.	Actual	Futuro		Inicio	Final	CIE	CIS	CIE	CIS	Inicio	final	Inicio	final	(m.l.)	(m³)	(m³)		
TRAMOS SECUNDARIOS "A" (DESFOGAN EN LINEA PRINCIPAL "A")																									
0.009129	0.313504	0.068	0.016714	0.375193	0.090	1.04	1.25	0.41	0.54	0.071	0.03		96.19	96.16	92.39	92.39	1.17	1.17	1.20		0.6	2.33	37.10	Tributa en tramo (PV5-PV6)	
																					m³ de excavación		2.33	37.10	39.43
TRAMOS SECUNDARIOS "B" (DESFOGA EN LINEA PRINCIPAL "B")																									
0.009580	0.316466	0.069	0.017599	0.380479	0.092	0.61	0.73	0.41	0.55	0.024	0.03		97.12	97.09	96.40	96.40	1.17	1.17	1.20		0.6	2.33	20.36	Tributa en tramo (PV12-PV11)	
																					m³ de excavación		2.33	20.36	22.69
LINEA PRINCIPAL "A" (DESFOGA EN LINEA PRINCIPAL "C")																									
0.009642	0.316466	0.069	0.017653	0.380479	0.092	1.00	1.20	0.41	0.55	0.064	0.03	0.03	97.62	97.59	94.30	94.27	1.17	1.17	1.20	1.20	0.6	2.33	36.12	Inicia línea principal "A"	
0.025969	0.428476	0.111	0.047617	0.514669	0.149	0.60	0.73	0.67	0.89	0.013	0.03	0.07	94.30	94.27	93.95	93.88	1.17	1.33	1.20	1.40	0.7	2.33	21.88	Línea principal "A"	
0.021440	0.403692	0.101	0.039355	0.486457	0.136	0.86	1.04	0.61	0.82	0.030	0.07	0.10	93.95	93.88	93.31	93.21	1.33	1.17	1.40	1.27	0.7	2.62	16.89	Línea principal "A"	
0.036086	0.473014	0.130	0.066172	0.565762	0.174	1.00	1.20	0.78	1.04	0.029	0.10	0.15	93.31	93.21	92.26	92.11	1.17	1.30	1.27	1.45	0.7	2.33	28.53	Línea principal "A"	
0.040250	0.488671	0.137	0.073811	0.585154	0.184	1.41	1.68	0.82	1.10	0.053	0.15	0.03	92.26	92.11	90.80	90.77	1.30	1.17	1.45	1.20	0.7	2.56	21.18	Línea principal "A"	
0.068478	0.571638	0.177	0.125622	0.682774	0.239	1.07	1.28	1.06	1.43	0.023	0.03		90.80	90.77	90.39	90.39	1.17	2.00	1.20		0.7	2.33	18.64	Tributa en tramo (PV7-CV-3)	
																					m³ de excavación		14.51	143.23	157.74
LINEA PRINCIPAL "B" (DESFOGA EN LINEA PRINCIPAL "C")																									
0.009481	0.316466	0.069	0.017440	0.380479	0.092	0.82	0.99	0.41	0.55	0.044	0.05	0.05	96.40	96.35	95.16	95.11	1.17	1.17	1.22	1.22	0.7	2.33	22.40	Inicia línea principal "B"	
0.025488	0.426042	0.110	0.046581	0.510407	0.147	1.31	1.57	0.66	0.88	0.061	0.05	0.07	95.16	95.11	91.44	91.37	1.17	1.17	1.22	1.24	0.7	2.33	49.18	Línea principal "A"	
0.046047	0.510407	0.147	0.084192	0.607708	0.196	0.90	1.08	0.88	1.18	0.020	0.07	0.07	91.44	91.37	90.95	90.88	1.17	0.85	1.24	0.92	0.7	2.33	14.66	Línea principal "A"	
0.054480	0.535578	0.159	0.099612	0.638410	0.213	0.80	0.96	0.95	1.28	0.014	0.07	0.07	90.95	90.88	90.80	90.73	0.85	0.95	0.92	1.02	0.7	1.77	3.48	Paso de zanjón	
0.055688	0.537633	0.160	0.101906	0.643684	0.216	0.88	1.05	0.96	1.30	0.017	0.07	0.03	90.80	90.73	90.44	90.41	0.95	2.55	1.02	2.58	0.7	1.94	20.68	Línea principal "A"	
0.117918	0.671122	0.232	0.215939	0.797040	0.315	0.60	0.72	1.39	1.89	0.005	0.03		90.44	90.41	90.19	90.19	2.55	2.20	2.58		0.8	4.77	79.80	Tributa en tramo (PV7-CV-3)	
																					m³ de excavación		15.48	190.21	205.69
TRAMO SECUNDARIO "C" (DESFOGA EN LINEA PRINCIPAL "C")																									
0.022793	0.411234	0.104	0.041965	0.495268	0.140	0.50	0.60	0.42	0.56	0.016	0.03		90.61	90.58	89.48	89.48	1.00	0.85	1.03		0.6	2.03	38.30	Tributa en tramo (CV3-F.S.)	
																					m³ de excavación		2.03	38.30	40.33
LINEA PRINCIPAL "C" (DESFOGA EN FOSA SEPTICA)																									
0.117283	0.669441	0.231	0.215030	0.797040	0.315	1.39	1.66	1.39	1.89	0.027	0.15	0.05	90.19	90.04	89.33	89.28	2.20	1.00	2.35	1.05	0.7	4.15	29.1	Inicia línea principal "C"	
0.083406	0.605857	0.195	0.152950	0.722745	0.264	1.86	2.22	1.17	1.58	0.060	0.05		89.33	89.28	89.10	89.10	1.00	0.70	1.05	F.S.	0.6	2.03	1.5	Desfoga en fosa septica	
																					m³ de excavación		6.19	30.7	36.85
TOTAL DE EXC. EN M³																									502.72

**DRENAJE SANITARIO SECTOR 1 (Caudal de invierno)**

Población: Sector I. Cantón Pumá

Sistema de Alcantarillado: Sanitario Revisó: Ing. Angel Sic.

Tasa de Crecimiento: 0.03 (3%)

Factor de Retorno: 0.9

Lugar: Samayac, Suchiteéquez.

Calculó: John Gómez.

Tipo de Tubería: PVC NOVAFORT

Período de Diseño: 21 años.

Caudal de con. Ilícitas: 2.38% de viviendas

No de pozos		Cotas de terreno		D.H.	S%	Casas por tramo		Habitantes Servidos		Factor de Hamond		Dotación (lts/s)	Qdomiciliar (lts/s) por tramo		Qcon. Ilícitas (lts/s)		Factor de caudal medio		FQM tomado	Q tributario por tramo (lts/s)		Qdiseño Acumulado (lts/s)		Ø com	Ø interno	Sección llena.	
Inicio	final	Inicio	final			(m)	Terr.	Act.	Acum.	Act.	Fut.		Act.	Fut.	Actual	Futuro	Actual	Futuro		Actual	futuro	asumido	Actual			Futuro	Actual
TRAMOS SECUNDARIOS "A" (DESFOGAN EN LINEA PRINCIPAL "A")																											
PV-5.1	PV-5	97.36	93.56	52.85	7.19	10	10	60	112	4.30	4.23	200	0.1250	0.2325	3.21	6.42	0.055583	0.059601	0.005	1.2894	2.361	1.289	2.361	6	5.909	3.326	58.84
TRAMOS SECUNDARIOS "B" (DESFOGA EN LINEA PRINCIPAL "B")																											
PV-12.1	PV-12	98.29	97.57	29.00	2.48	6	6	36	67	4.34	4.29	200	0.0750	0.1395	3.21	6.42	0.091250	0.097946	0.005	0.7815	1.436	0.781	1.436	6	5.909	1.921	33.98
															0	0											
LINEA PRINCIPAL "A" (DESFOGA EN LINEA PRINCIPAL "C")																											
PV-1	PV-2	98.79	95.47	51.45	6.45	10	10	60	112	4.30	4.23	200	0.1250	0.2325	3.21	6.42	0.055583	0.059601	0.005	1.2894	2.361	1.289	2.361	6	5.909	3.149	55.71
PV-2	PV-3	95.47	95.28	25.00	0.76	2	12	12	22	4.41	4.37	200	0.0250	0.0465	3.21	6.42	0.269583	0.289672	0.005	0.2644	0.488	1.554	2.849	6	5.909	1.409	24.93
PV-3	PV-4	95.28	94.48	19.30	4.15	3	15	18	33	4.39	4.35	200	0.0375	0.0698	3.21	6.42	0.180417	0.193809	0.005	0.3948	0.728	1.949	3.577	6	5.909	2.140	37.86
PV-4	PV-5	94.48	93.56	33.00	2.79	10	25	60	112	4.30	4.23	200	0.1250	0.2325	3.21	6.42	0.055583	0.059601	0.005	1.2894	2.361	3.238	5.938	6	5.909	2.113	37.38
PV-5	PV-6	93.56	91.97	24.50	6.49	3	38	18	33	4.39	4.35	200	0.0375	0.0698	3.21	6.42	0.180417	0.193809	0.005	0.3948	0.728	4.922	9.026	6	5.909	2.880	50.95
PV-6	PV-7	91.97	92.39	16.80	-2.50	4	42	24	45	4.37	4.32	200	0.0500	0.0930	3.21	6.42	0.135833	0.145878	0.005	0.5243	0.965	5.447	9.992	6	5.909	1.873	33.14
LINEA PRINCIPAL "B" (DESFOGA EN LINEA PRINCIPAL "C")																											
PV-12	PV-11	97.57	96.33	27.35	4.53	2	8	12	22	4.41	4.37	200	0.0250	0.0465	3.21	6.42	0.269583	0.289672	0.005	0.2644	0.488	1.046	1.924	6	5.909	2.598	45.96
PV-11	PV-10	96.33	92.61	60.05	6.19	18	26	108	201	4.23	4.15	200	0.2250	0.4186	3.21	6.42	0.031806	0.034038	0.005	2.2865	4.166	3.332	6.090	6	5.909	3.079	54.47
PV-10	CV-1	92.61	91.80	20.74	3.91	1	27	6	11	4.43	4.41	200	0.0125	0.0233	3.21	6.42	0.537083	0.577261	0.005	0.133	0.246	3.465	6.336	6	5.909	1.772	31.35
CV-1	CV-2	91.80	91.75	5.53	0.90	0	27	0	0	4.50	4.50	200	0.0000	0.0000	3.21	6.42	0	0	0	0	0	3.465	6.336	6	5.909	1.498	26.50
CV-2	PV-9	91.75	92.99	16.88	-7.35	3	30	18	33	4.39	4.35	200	0.0375	0.0698	3.21	6.42	0.180417	0.193809	0.005	0.3948	0.728	3.860	7.064	6	5.909	1.632	28.88
PV-9	PV-7	92.99	92.39	42.00	1.43	5	35	30	56	4.35	4.30	200	0.0625	0.1163	3.21	6.42	0.109083	0.117119	0.005	0.6532	1.201	4.513	8.265	6	5.909	0.901	15.95
TRAMO SECUNDARIO "C" (DESFOGA EN LINEA PRINCIPAL "C")																											
PV-8	CV-3	91.61	90.33	69.00	1.86	4	4	24	45	4.37	4.32	200	0.0500	0.0930	3.21	6.42	0.135833	0.145878	0.005	0.5243	0.965	0.524	0.965	4	3.950	1.212	9.58
LINEA PRINCIPAL "C" (DESFOGA EN FOSA SEPTICA)																											
PV-7	CV-3	92.39	90.33	26.00	7.92	3	80	18	33	4.39	4.35	200	0.0375	0.0698	6.42	12.84	0.358750	0.385535	0.005	0.3948	0.728	10.355	18.985	6	5.909	2.079	36.78
CV-3	F.S	90.33	89.80	3.02	17.55	0	84	0	0	4.50	4.50	200	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0	0	0	0	0.000	10.879	19.950	6	5.909	3.071	54.34

Continuación

Q Actual			Q Futuro			V (m/s)		Tirante (d) en pulgadas		Pendiente del tubo	Dif. de cotas inv.		Cota invert. Pozo inicial		Cota invert. Pozo final		Profundidad de cotas inv		Altura de pozo. (m)		Ancho zanja	Exc. Pozo	Exc. Zanja	OBSERVACIONES			
q/Q	v/V	d/D	q/Q	v/V	d/D	Act.	Fut.	Actual	Futuro	S	Inicio	Final	CIE	CIS	CIE	CIS	Inicio	final	Inicio	final	(m.l.)	(m³)	(m³)				
TRAMOS SECUNDARIOS "A" (DESFOGAN EN LINEA PRINCIPAL "A")																											
0.021912	0.406216	0.102	0.040120	0.488671	0.137	1.35	1.63	0.61	0.82	0.071	0.03		96.19	96.16	92.39	92.39	1.17	1.17	1.20		0.6	2.33	37.10	Tributa en tramo (PV5-PV6)			
																								m³ de excavación	2.33	37.10	39.43
TRAMOS SECUNDARIOS "B" (DESFOGA EN LINEA PRINCIPAL "B")																											
0.022995	0.413727	0.105	0.042244	0.495268	0.140	0.79	0.95	0.63	0.84	0.024	0.03		97.12	97.09	96.40	96.40	1.17	1.17	1.20		0.6	2.33	20.36	Tributa en tramo (PV12-PV11)			
																								m³ de excavación	2.33	20.36	22.69
LINEA PRINCIPAL "A" (DESFOGA EN LINEA PRINCIPAL "C")																											
0.023144	0.413727	0.105	0.042375	0.495268	0.140	1.30	1.56	0.63	0.84	0.064	0.03	0.03	97.62	97.59	94.30	94.27	1.17	1.17	1.20	1.20	0.6	2.33	36.12	Inicia línea principal "A"			
0.062336	0.555851	0.169	0.114298	0.664370	0.228	0.78	0.94	1.01	1.37	0.013	0.03	0.07	94.30	94.27	93.95	93.88	1.17	1.33	1.20	1.40	0.7	2.33	21.88	Línea principal "A"			
0.051465	0.525206	0.154	0.094468	0.629526	0.208	1.12	1.35	0.92	1.25	0.030	0.07	0.10	93.95	93.88	93.31	93.21	1.33	1.17	1.40	1.27	0.7	2.62	16.89	Línea principal "A"			
0.086620	0.613230	0.199	0.158839	0.730444	0.269	1.30	1.54	1.19	1.61	0.029	0.10	0.15	93.31	93.21	92.26	92.11	1.17	1.30	1.27	1.45	0.7	2.33	28.53	Línea principal "A"			
0.096617	0.633094	0.210	0.177175	0.754458	0.285	1.82	2.17	1.26	1.71	0.053	0.15	0.03	92.26	92.11	90.80	90.77	1.30	1.17	1.45	1.20	0.7	2.56	21.18	Línea principal "A"			
0.164372	0.738050	0.274	0.301540	0.875843	0.377	1.38	1.64	1.64	2.26	0.023	0.03		90.80	90.77	90.39	90.39	1.17	2.00	1.20		0.7	2.33	18.64	Tributa en tramo (PV7-CV-3)			
																								m³ de excavación	14.51	143.23	157.74
LINEA PRINCIPAL "B" (DESFOGA EN LINEA PRINCIPAL "C")																											
0.022758	0.408730	0.103	0.041862	0.493076	0.139	1.06	1.28	0.62	0.83	0.044	0.05	0.05	96.40	96.35	95.16	95.11	1.17	1.17	1.22	1.22	0.7	2.33	22.40	Inicia línea principal "B"			
0.061182	0.553851	0.168	0.111813	0.660967	0.226	1.71	2.03	1.01	1.36	0.061	0.05	0.07	95.16	95.11	91.44	91.37	1.17	1.17	1.22	1.24	0.7	2.33	49.18	Línea principal "A"			
0.110529	0.657546	0.224	0.202094	0.783188	0.305	1.17	1.39	1.34	1.83	0.020	0.07	0.07	91.44	91.37	90.95	90.88	1.17	0.85	1.24	0.92	0.7	2.33	14.66	Línea principal "A"			
0.130772	0.690970	0.244	0.239106	0.821148	0.333	1.03	1.23	1.46	2.00	0.014	0.07	0.07	90.95	90.88	90.80	90.73	0.85	0.95	0.92	1.02	0.7	1.77	3.48	Paso de zanjón			
0.133672	0.695839	0.247	0.244614	0.826365	0.337	1.14	1.35	1.48	2.02	0.017	0.07	0.03	90.80	90.73	90.44	90.41	0.95	2.55	1.02	2.58	0.7	1.94	20.68	Línea principal "A"			
0.283048	0.860288	0.364	0.518337	1.009185	0.511	0.78	0.91	2.18	3.07	0.005	0.03		90.44	90.41	90.19	90.19	2.55	2.20	2.58		0.8	4.77	79.80	Tributa en tramo (PV7-CV-3)			
																								m³ de excavación	15.48	190.21	205.69
TRAMO SECUNDARIO "C" (DESFOGA EN LINEA PRINCIPAL "C")																											
0.054713	0.535578	0.159	0.100731	0.640173	0.214	0.65	0.78	0.64	0.86	0.016	0.03		90.61	90.58	89.48	89.48	1.00	0.85	1.03		0.6	2.03	38.30	Tributa en tramo (CV3-F.S.)			
																								m³ de excavación	2.03	38.30	40.33
LINEA PRINCIPAL "C" (DESFOGA EN FOSA SEPTICA)																											
0.281524	0.859070	0.363	0.516155	1.008362	0.510	1.79	2.10	2.18	3.06	0.027	0.15	0.05	90.19	90.04	89.33	89.28	2.20	1.00	2.35	1.05	0.7	4.15	29.1	Inicia línea principal "C"			
0.200207	0.781784	0.304	0.367139	0.922803	0.419	2.40	2.83	1.82	2.51	0.060	0.05		89.33	89.28	89.10	89.10	1.00	0.70	1.05	F.S.	0.6	2.03	1.5	Desfoga en fosa septica			
																								m³ de excavación	6.19	30.7	36.85
																						TOTAL DE EXC. EN M³		502.72			

Continuación

Tabla XV. Memoria de cálculo hidráulico de drenaje sanitario, sector 2

**DRENAJE SANITARIO SECTOR 2 (Caudal de verano)**

Población: Sector 2, Cantón Pumá Sistema de Alcantarillado: Sanitario Revisó: Ing. Angel Sic. Tasa de Crecimiento: 0.03 (3%) Factor de Retorno: 0.9

Lugar: Samayac, Suchiteéquez. Calculó: John Gómez. Tipo de Tubería: PVC NOVAFORT Período de Diseño: 21 años.

No de pozos		Cotas de terreno		D.H. (m)	S% Terr.	Casas por tramo		Habitantes Servidos		Factor de Harmond		Dotación (lts/s)	Qdomestico (lts/s) por tramo		Qcon. Ilícitas (lts/s)		Factor de caudal medio		FQM tomado	Qd tributario por tramo		Qdiseño Acumulado (lts/s)		Ø com.	Ø interno	Sección llena.	
Inicio	final	Inicio	final			Act.	Acum.	Act.	Fut.	Act.	Fut.		Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	futuro		asumido	Actual	Futuro	Actual			Futuro	Pulg.
RAMAL "1" (DESFOGA EN FOSA SEPTICA "A")																											
PV-1	PV-2	99.16	100.83	75.27	-2.22	11	11	66	123	4.29	4.22	200	0.1375	0.2558	0	0	0.002083	0.002083	0.002083	0.59	1.079	0.590	1.079	6	5.909	1.443	25.52
PV-2	PV-3	100.83	99.39	51.48	2.80	6	17	36	67	4.34	4.29	200	0.0750	0.1395	0	0	0.002083	0.002083	0.002083	0.326	0.598	0.915	1.677	6	5.909	1.344	23.79
PV-3	PV-4	99.39	97.84	53.16	2.92	6	23	36	67	4.34	4.29	200	0.0750	0.1395	0	0	0.002083	0.002083	0.002083	0.326	0.598	1.241	2.275	6	5.909	1.080	19.11
PV-4	PV-5	97.84	96.29	23.00	6.74	2	25	12	22	4.41	4.37	200	0.0250	0.0465	0	0	0.002083	0.002083	0.002083	0.11	0.203	1.351	2.478	6	5.909	2.125	37.60
PV-5	PV-6	96.29	94.75	49.53	3.11	5	30	30	56	4.35	4.30	200	0.0625	0.1163	0	0	0.002083	0.002083	0.002083	0.272	0.500	1.623	2.979	6	5.909	2.123	37.57
PV-6	PV-7	94.75	91.35	59.06	5.76	7	37	42	78	4.33	4.27	200	0.0875	0.1628	0	0	0.002083	0.002083	0.002083	0.379	0.695	2.002	3.674	6	5.909	2.966	52.47
PV-7	PV-8	91.35	91.56	79.55	-0.26	11	48	66	123	4.29	4.22	200	0.1375	0.2558	0	0	0.002083	0.002083	0.002083	0.59	1.079	2.591	4.753	6	5.909	0.802	14.19
PV-8	PV-9	91.56	91.43	34.88	0.37	7	55	42	78	4.33	4.27	200	0.0875	0.1628	0	0	0.002083	0.002083	0.002083	0.379	0.695	2.970	5.448	8	7.881	1.022	32.16
PV-9	CV-2	91.43	90.32	40.00	2.78	7	62	42	78	4.33	4.27	200	0.0875	0.1628	0	0	0.002083	0.002083	0.002083	0.379	0.695	3.349	6.143	8	7.881	0.954	30.03
CV-2	F.S.	90.32	89.70	5.35	11.59	0	62	0	0	4.50	4.50	200	0	0	0	0	0	0	0	0.000	3.349	6.143	8	7.881	3.060	96.29	
RAMAL "2" (DESFOGA EN FOSA SEPTICA "B")																											
PV-12	PV-11	97.4	96.02	31.32	4.41	8	8	48	89	4.32	4.26	200	0.1000	0.1860	0	0	0.002083	0.002083	0.002083	0.432	0.792	0.432	0.792	6	5.909	1.888	33.40
CV-2	PV-9	96.02	93.57	21.04	11.64	5	13	30	56	4.35	4.30	200	0.0625	0.1163	0	0	0.002083	0.002083	0.002083	0.272	0.500	0.704	1.292	6	5.909	3.413	60.38
PV-9	PV-7	93.57	92.6	12.84	7.55	0	13	0	0	4.50	4.50	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0.704	1.292	6	5.909	3.147	55.68	

Q Actual			Q Futuro			v (m/s)		Tirante (d) en pulg.		S de tubería	Dif. de cotas inv.		Cota invert. Pozo inicial		Cota invert. Pozo final		Profundidad de cotas inv		Altura de pozo		Ancho zanja	Exc. Pozo	Exc. Zanja	OBSERVACIONES				
q/Q	v/V	d/D*	q/Q	v/V	d/D*	Act.	Fut.	Act.	Fut.	S	Inicio	Final	CIE	CIS	CIE	CIS	Inicio	final	Inicio	Final	(m.l.)	(m³)	(m³)					
RAMAL "1" (DESFOGA EN FOSA SEPTICA "A")																												
0.023103	0.413727	0.105	0.042270	0.495268	0.140	0.60	0.71	0.62	0.83	0.013	0.03	0.03	97.99	97.96	96.95	96.92	1.17	3.88	1.20	3.91	0.7	2.39	133.04	Inicia ramal "1"				
0.038476	0.482007	0.134	0.070499	0.577464	0.180	0.65	0.78	0.79	1.06	0.012	0.03	0.03	96.95	96.92	96.32	96.29	3.88	3.07	3.91	3.10	0.7	7.17	125.23	Ramal "1"				
0.064921	0.563791	0.173	0.119036	0.672800	0.233	0.61	0.73	1.02	1.38	0.008	0.03	0.10	96.32	96.29	95.89	95.79	3.07	1.95	3.10	2.05	0.7	5.74	93.40	Ramal "1"				
0.035924	0.473014	0.130	0.065907	0.565762	0.174	1.01	1.20	0.77	1.03	0.029	0.10	0.10	95.89	95.79	95.12	95.02	1.95	1.17	2.05	1.27	0.6	3.89	21.53	Ramal "1"				
0.043204	0.499629	0.142	0.079293	0.598402	0.191	1.06	1.27	0.84	1.13	0.029	0.10	0.05	95.12	95.02	93.58	93.53	1.17	1.17	1.27	1.22	0.6	2.51	34.77	Ramal "1"				
0.038149	0.482007	0.134	0.070017	0.577464	0.180	1.43	1.71	0.79	1.06	0.057	0.05	0.03	93.58	93.53	90.18	90.15	1.17	1.17	1.22	1.20	0.6	2.42	41.46	Ramal "1"				
0.182617	0.760316	0.289	0.334927	0.901057	0.399	0.61	0.72	1.71	2.36	0.004	0.03	0.03	90.18	90.15	89.82	89.79	1.17	1.74	1.20	1.77	0.6	2.39	69.45	Ramal "1"				
0.092351	0.624138	0.205	0.169390	0.744067	0.278	0.64	0.76	1.62	2.19	0.005	0.03	0.05	89.82	89.79	89.63	89.58	1.74	1.80	1.77	1.85	0.6	3.39	37.04	Ramal "1"				
0.111508	0.660967	0.226	0.204544	0.785985	0.307	0.63	0.75	1.78	2.42	0.004	0.05	0.20	89.63	89.58	89.42	89.22	1.80	0.90	1.85	1.10	0.6	3.53	32.40	Ramal "1"				
0.034778	0.468470	0.128	0.063794	0.559833	0.171	1.43	1.71	1.01	1.35	0.041	0.20	F.S.	89.42	89.22	89.00	F.S.	0.90	0.70	1.10	F.S.	0.6	2.21	2.57	Desfoga en fosa séptica A				
																									m³ de excavación	35.64	590.88	626.53
RAMAL "2" (DESFOGA EN FOSA SEPTICA "B")																												
0.012925	0.348007	0.080	0.023702	0.416210	0.106	0.66	0.79	0.47	0.63	0.023	0.03	0.35	95.60	95.57	94.85	94.50	1.80	1.17	1.83	1.52	0.6	3.50	27.91	Inicia ramal "2"				
0.011658	0.336751	0.076	0.021402	0.403692	0.101	1.15	1.38	0.45	0.60	0.075	0.35	0.15	94.85	94.50	92.92	92.77	1.17	0.65	1.52	0.80	0.6	2.95	11.49	Ramal "2"				
0.012642	0.342408	0.078	0.023208	0.411234	0.104	1.08	1.29	0.46	0.61	0.064	0.15	F.S.	92.92	92.77	91.95	F.S.	0.65	0.65	0.80	F.S.	0.6	1.68	5.01	Desfoga en fosa séptica B				
																									m³ de excavación	8.13	44.40	52.53
TOTAL DE EXC. EN M³																												
																									679.06			

**DRENAJE SANITARIO SECTOR 2 (Caudal de invierno)**

Población: Sector 2. Cantón Pumá Sistema de Alcantarillado: Sanitario Revisó: Ing. Angel Sic. Tasa de Crecimiento: 0.03 (3%) Factor de Retorno: 0.9  
 Lugar: Samayac, Suchiteéquez. Calculó: John Gómez. Tipo de Tubería: PVC NOVAFORT Período de Diseño: 21 años. Caudal de con. Iícitas: 3.22 % de viviendas

No de pozos		Cotas de terreno		D.H.	S%	Casas por tramo		Habitantes Servidos		Factor de Harmond		Dotación (lts/s)	Qdomestico (lts/s) por tramo		Qcon. Iícitas (lts/s)		Factor de caudal medio		FQM tomado	Qd tributario por tramo		Qdiseño Acumulado (lts/s)		Ø com.	Ø interno	Sección llena.	
Inicio	final	Inicio	final	(m)	Terr.	Act.	Acum.	Act.	Fut.	Act.	Fut.		Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	futuro	asumido	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Pulg	Pulg.	Vel. m/s	Q lts/s
<b>RAMAL "1" (DESFOGA EN FOSA SEPTICA "A")</b>																											
PV-1	PV-2	99.16	100.83	75.27	-2.22	11	11	66	123	4.29	4.22	200	0.1375	0.2558	6.42	12.84	0.099356	0.106661	0.005	1.415	2.589	1.415	2.589	6	5.909	1.443	25.52
PV-2	PV-3	100.83	99.39	51.48	2.80	6	17	36	67	4.34	4.29	200	0.0750	0.1395	6.42	12.84	0.180417	0.193809	0.005	0.781	1.436	2.197	4.025	6	5.909	1.344	23.79
PV-3	PV-4	99.39	97.84	53.16	2.92	6	23	36	67	4.34	4.29	200	0.0750	0.1395	6.42	12.84	0.180417	0.193809	0.005	0.781	1.436	2.978	5.461	6	5.909	1.080	19.11
PV-4	PV-5	97.84	96.29	23.00	6.74	2	25	12	22	4.41	4.37	200	0.0250	0.0465	6.42	12.84	0.537083	0.577261	0.005	0.264	0.488	3.243	5.949	6	5.909	2.125	37.60
PV-5	PV-6	96.29	94.75	49.53	3.11	5	30	30	56	4.35	4.30	200	0.0625	0.1163	6.42	12.84	0.216083	0.232154	0.005	0.653	1.201	3.896	7.150	6	5.909	2.123	37.57
PV-6	PV-7	94.75	91.35	59.06	5.76	7	37	42	78	4.33	4.27	200	0.0875	0.1628	6.42	12.84	0.154940	0.166420	0.005	0.909	1.669	4.805	8.819	6	5.909	2.966	52.47
PV-7	PV-8	91.35	91.56	79.55	-0.26	11	48	66	123	4.29	4.22	200	0.1375	0.2558	6.42	12.84	0.099356	0.106661	0.005	1.415	2.589	6.220	11.408	6	5.909	0.802	14.19
PV-8	PV-9	91.56	91.43	34.88	0.37	7	55	42	78	4.33	4.27	200	0.0875	0.1628	6.42	12.84	0.154940	0.166420	0.005	0.909	1.669	7.129	13.077	8	7.881	1.022	32.16
PV-9	CV-2	91.43	90.32	40.00	2.78	7	62	42	78	4.33	4.27	200	0.0875	0.1628	6.42	12.84	0.154940	0.166420	0.005	0.909	1.669	8.039	14.746	8	7.881	0.954	30.03
CV-2	F.S.	90.32	89.70	5.35	11.59	0	62	0	0	4.50	4.50	200	0	0	6.42	12.84	0	0	0.000	0	0.000	8.039	14.746	8	7.881	3.060	96.29
<b>RAMAL "2" (DESFOGA EN FOSA SEPTICA "B")</b>																											
PV-12	PV-11	97.4	96.02	31.32	4.41	8	8	48	89	4.32	4.26	200	0.1000	0.1860	3.21	3.21	0.068958	0.038032	0.005	1.036	1.900	1.036	1.900	6	5.909	1.888	33.40
CV-2	PV-9	96.02	93.57	21.04	11.64	5	13	30	56	4.35	4.30	200	0.0625	0.1163	3.21	3.21	0.109083	0.059601	0.005	0.653	1.201	1.690	3.102	6	5.909	3.413	60.38
PV-9	PV-7	93.57	92.6	12.84	7.55	0	13	0	0	4.50	4.50	200	0	0	0.00	0.00	0	0	0	0	0	1.690	3.102	6	5.909	3.147	55.68



Q Actual			Q Futuro			v (m/s)		Tirante (d) en pulg.		S de tubería	Dif. de cotas inv.		Cota invert. Pozo inicial		Cota invert. Pozo final		Profundidad de cotas inv		Altura de pozo		Ancho zanja	Exc. Pozo	Exc. zanja	OBSERVACIONES
q/Q	v/V	d/D	q/Q	v/V	d/D	Act.	Fut.	Act.	Fut.	S	Inicio	Final	CIE	CIS	CIE	CIS	Inicio	final	Inicio	Final	(m.l.)	(m³)	(m³)	
RAMAL "1" (DESFOGA EN FOSA SEPTICA "A")																								
0.055455	0.537633	0.160	0.101463	0.641931	0.215	0.78	0.93	0.95	1.27	0.013	0.03	0.03	97.99	97.96	96.95	96.92	1.17	3.88	1.20	3.91	0.7	2.39	133.04	Inicia ramal "1"
0.092358	0.624138	0.205	0.169226	0.744067	0.278	0.84	1.00	1.21	1.64	0.012	0.03	0.03	96.95	96.92	96.32	96.29	3.88	3.07	3.91	3.10	0.7	7.17	125.23	Ramal "1"
0.155836	0.727376	0.267	0.285732	0.862713	0.366	0.79	0.93	1.58	2.16	0.008	0.03	0.10	96.32	96.29	95.89	95.79	3.07	1.95	3.10	2.05	0.7	5.74	93.40	Ramal "1"
0.086232	0.613230	0.199	0.158202	0.730444	0.269	1.30	1.55	1.18	1.59	0.029	0.10	0.10	95.89	95.79	95.12	95.02	1.95	1.17	2.05	1.27	0.6	3.89	21.53	Ramal "1"
0.103705	0.645433	0.217	0.190334	0.770431	0.296	1.37	1.64	1.28	1.75	0.029	0.10	0.05	95.12	95.02	93.58	93.53	1.17	1.17	1.27	1.22	0.6	2.51	34.77	Ramal "1"
0.091573	0.622332	0.204	0.168067	0.742568	0.277	1.85	2.20	1.21	1.64	0.057	0.05	0.03	93.58	93.53	90.18	90.15	1.17	1.17	1.22	1.20	0.6	2.42	41.46	Ramal "1"
0.438351	0.966853	0.463	0.803953	1.111974	0.679	0.78	0.89	2.74	4.01	0.004	0.03	0.03	90.18	90.15	89.82	89.79	1.17	1.74	1.20	1.77	0.6	2.39	69.45	Ramal "1"
0.221677	0.803842	0.320	0.406602	0.948460	0.444	0.82	0.97	2.52	3.50	0.005	0.03	0.05	89.82	89.79	89.63	89.58	1.74	1.80	1.77	1.85	0.6	3.39	37.04	Ramal "1"
0.267663	0.846735	0.353	0.490984	0.995724	0.495	0.81	0.95	2.78	3.90	0.004	0.05	0.20	89.63	89.58	89.42	89.22	1.80	0.90	1.85	1.10	0.6	3.53	32.40	Ramal "1"
0.083480	0.605857	0.195	0.153131	0.724292	0.265	1.85	2.22	1.54	2.09	0.041	0.20	F.S.	89.42	89.22	89.00	F.S.	0.90	0.70	1.10	F.S.	0.6	2.21	2.57	Desfoga en fosa séptica A
m³ de excavación																						35.64	590.88	626.53
RAMAL "2" (DESFOGA EN FOSA SEPTICA "B")																								
0.031025	0.452307	0.121	0.056893	0.541725	0.162	0.85	1.02	0.71	0.96	0.023	0.03	0.35	95.60	95.57	94.85	94.50	1.80	1.17	1.83	1.52	0.6	3.50	27.91	Inicia ramal "2"
0.027985	0.438117	0.115	0.051374	0.525206	0.154	1.50	1.79	0.68	0.91	0.075	0.35	0.15	94.85	94.50	92.92	92.77	1.17	0.65	1.52	0.80	0.6	2.95	11.49	Ramal "2"
0.030346	0.445252	0.118	0.055709	0.533517	0.158	1.40	1.68	0.70	0.93	0.064	0.15	F.S.	92.92	92.77	91.95	F.S.	0.65	0.65	0.80	F.S.	0.6	1.68	5.01	Desfoga en fosa séptica B
m³ de excavación																						8.13	44.40	52.53
TOTAL DE EXC. EN M³																								679.06

### **2.1.15. Propuesta de tratamiento.**

Para el presente proyecto se tomó en cuenta tanto los recursos de la municipalidad como la comunidad y la opción más viable es el uso de un tratamiento primario, mediante la implementación de fosas sépticas y pozos de absorción.

#### **a. Tratamiento primario**

Los dispositivos que se usan en el tratamiento primario están diseñados para retirar de las aguas negras los sólidos orgánicos e inorgánicos sedimentables, mediante el proceso físico de la sedimentación. Esto se lleva a cabo reduciendo la velocidad del flujo.

En el tratamiento primario la velocidad se reduce hasta uno o dos centímetros por segundo, lo cual nos proporciona el tiempo suficiente para que se depositen la mayor parte de sólidos sedimentables; que son principalmente orgánicos, separándose de la corriente de aguas negras.

Los principales dispositivos para el tratamiento primario son los tanques de sedimentación, algunos de los cuales también tienen la función adicional de servir para la descomposición de los sólidos orgánicos sedimentados, lo cual se conoce como digestión de los lodos. Son diversos los tipos de tanques que se usan en este proceso.

Considerando que el terreno sea lo suficientemente grande para acomodar un sistema de tipo primario, y que la construcción del sistema sea permitida por la autoridad local, se recomienda el uso de fosas sépticas y pozos de absorción.

### **2.1.15.1. Fosa séptica.**

Son estanques, generalmente rectangulares, los cuales se proyectan para que las aguas permanezcan en ellos durante un tiempo, determinado, que varía ordinariamente de doce a veinticuatro horas. La cantidad de lodos que se acumula en el estanque es pequeña, sin embargo constituye un volumen finito que con el tiempo hace disminuir el volumen efectivo de la fosa y por consiguiente el período de retención.

Se estima que el volumen de lodos digeridos por persona entre períodos de limpieza del tanque séptico es del orden de 30 a 60 litros en un periodo máximo de 2 años.

- **Funciones de la fosa séptica.**

Los desperdicios líquidos del hogar no tratados (aguas negras), rápidamente atascarían hasta las formaciones más porosas de grava. La fosa condiciona al agua negra para que pueda filtrarse más fácilmente en el subsuelo. Por tanto, la función más importante de una fosa séptica es proporcionar protección a la capacidad absorbente del suelo.

Tres funciones tienen lugar dentro de la fosa para proporcionar esta protección: eliminación de sólidos, tratamiento biológico y almacenamiento de cieno y natas, a continuación se describen cada uno de los tres procesos.

- a) Eliminación de sólidos.**

El atascamiento del suelo con el efluente de la fosa varía directamente con la cantidad de sólidos suspendidos en el líquido. A medida que el agua negra

procedente del alcantarillado general entra en la fosa séptica, su velocidad del flujo se reduce de tal forma que los sólidos mayores se hunden al fondo o suben a la superficie. Estos sólidos se retienen en el depósito y el efluente clarificado es descargado.

#### **b) Tratamiento biológico.**

Los sólidos o líquidos en la fosa son sometidos a descomposición por procesos naturales y bacteriológicos. Las bacterias presentes son de la variedad llamada anaerobia que prosperan en la ausencia de oxígeno libre. Esta descomposición o tratamiento de aguas negras en condiciones anaerobias es llamada “séptica”, de aquí el nombre de la fosa. El agua negra que ha sido sujeta a tal tratamiento causa menos atascamiento que el agua negra no tratada que contenga la misma cantidad de sólidos en suspensión.

#### **c) Almacenamiento de cieno y natas.**

Cieno es una acumulación de sólidos en el fondo de la fosa, mientras que las natas son un conjunto parcialmente sumergido de sólidos flotantes que pueden formarse en la superficie del líquido dentro de la fosa.

Cieno y natas, en un menor grado, serán digeridas y compactadas a un menor volumen. Sin embargo, por eficiente que sea el proceso, siempre permanecerá un residuo sólido de material inerte. Debe tener espacio en la fosa para almacenar este residuo durante el intervalo entre limpieza; de otra forma, el cieno y las natas podrían ser expulsados finalmente del depósito y podrían obstruir el campo de eliminación.

Si las fosas sépticas se diseñan, construyen, conservan y operan adecuadamente, son efectivas en el desempeño de su función.

- **Localización de la fosa séptica.**

Deben localizarse donde no puedan provocar contaminación de algún pozo, manantial u otra fuente de abastecimiento de agua. La contaminación subterránea puede viajar en cualquier dirección y a distancias considerables, a menos que sea filtrada efectivamente.

La contaminación subterránea generalmente se mueve en la misma dirección que el movimiento normal del agua freática en la zona. En general, el nivel freático sigue el contorno de la superficie del terreno. Por esta razón las fosas sépticas deben localizarse colina abajo de pozos y manantiales. Las aguas negras de sistemas de eliminación contaminan ocasionalmente los pozos que tienen elevaciones superficiales mayores.

Es necesario contar con suficiente distancia horizontal, así como vertical para la protección de las fosas, a continuación se presentan algunas recomendaciones para ubicar una fosa:

- ✓ Las fosas no deben estar a menos de 15 m. de cualquier corriente de agua.
- ✓ No debe localizarse a menos de 1.5 m. de cualquier edificio.
- ✓ No debe estar en lugares pantanosos, ni de posibles inundaciones.
- ✓ A no menos de 30.00 m de pozos de agua.

Estas distancias llegarán a ser hasta de 60.00 m cuando puedan afectar embalses o cuerpos de agua que son utilizados como fuentes de abastecimiento para consumo humano, y se colocaran a:

- ✓ 8.00 m de cortes o terraplenes.
- ✓ 3.00 m de piscinas, tuberías de agua y arboles.
- ✓ 1.50 de caminos peatonales.

- **Calidad del efluente.**

Las fosas sépticas no efectúan en alto grado la eliminación de bacterias. Aunque las aguas negras experimentan tratamiento al pasar por la fosa, esto significa que no se eliminan totalmente los agentes infecciosos; por lo tanto, los efluentes de una fosa séptica no pueden ser considerados como potables. El líquido que se descarga de la fosa es, en cierto aspecto, peor que el que entra; es séptico y maloliente. Esto sin embargo, no demerita la función de la fosa. Su función primordial es condicionar a las aguas negras, de forma tal, que causen menos atascamientos en el campo de eliminación.

- **Materiales de construcción y accesorios**

Para la construcción de los muros verticales, en nuestro país, por cuestiones económicas el material comúnmente usado es mampostería reforzada, es decir, bloques de concreto de mediana y alta resistencia reforzado con concreto y acero, impermeabilizado con dos capas de repello de 6 mm de espesor; deberá usarse mortero de arena y cemento portland.

Deberá colocarse una tee en la tubería de entrada y salida respectivamente, es importante que los accesorios de entrada y salida penetren lo suficiente, permitiendo un balance entre el volumen de almacenaje del cieno y de las natas.

Para este proyecto la fosa séptica se construirá de concreto armado, debido a las dimensiones, ya que estructuralmente es la más efectiva.

- **Diseño de fosas sépticas**

$$Vol_{total} = (Vol_{domiciliar}) + (Vol_{lodos})$$

$$Vol_{total} = (a) \times (b) \times (h)$$

$$Vol_{total} = (2b^2) \times (h)$$

$$b = \sqrt{\frac{(Vol_{total})}{(2h)}} \quad a = 2b$$

Donde:

$Vol_{total}$  = suma de volúmenes de lodos y domiciliar acumulados en 12 hrs.

$b$  = ancho de fosa

$a$  = largo de fosa

$h$  = altura útil de fosa

$H$  = altura total de fosa

**Fosa A:**

Hab. actuales: 372

Caudal dom : 150 L/hab/día

Hab. futuros: 692

a: largo

Período de retención: 12 horas

b: ancho

Período de limpieza: 1 año

h: 1.80 m

H: 2.00 m

$$Vol_{domiciliar} = \frac{(692) \times (150_{L/hab/día}) \times (12_{hrs})}{(24_{hrs})} \times \frac{(1_{m^3})}{(1000_L)} = 51.90 \text{ } _m^3$$

$$Vol_{lodos} = (30_{l/hab/día}) \times \frac{(1_{m^3})}{(1000_L)} = 20.76 \text{ } _m^3$$

$$B = \sqrt{\frac{(72.66)}{(1.80 \times 2)}} = 4.49 \cong 4.50 \text{ } _m.$$

$$a = 2 \times (4.50) = 9.00 \text{ } _m$$

**Fosa B:**

Hab. actuales: 70

Caudal dom : 150 L/hab./día

Hab. futuros: 142

a: largo

Período de retención: 12 horas

b: ancho

Período de limpieza: 1 año

h: 1.80 m

H: 2.00 m

$$Vol_{domiciliar} = \frac{(145_{hab}) \times (150_{L/hab/día}) \times (12_{hrs})}{(24_{hrs})} \times \frac{(1_{m^3})}{(1000_L)} = 10.87 \text{ } _m^3$$



$$Vol_{lodos} = (30_{L/hab/día}) \times \frac{(1_{m^3})}{(1000_L)} \times (145_{hab}) = 4.35 \text{ _} m^3$$

$$b = \sqrt{\frac{(15.23)}{(2 \times 1.80)}} = 2.06 \text{ _} m$$

$$a = 2 \times (2.06) = 4.12 \text{ _} m$$

### Fosa 1:

Hab. actuales: 504

Caudal dom : 150 L/hab./día

Hab. futuros: 937

a: largo

Período de retención: 12 horas

b: ancho

Período de limpieza: 1 año

h: 1.80 m

H: 2.00

$$Vol_{domiciliar} = \frac{(937_{hab}) \times (150_{L/hab/día}) \times (12_{hrs})}{(24_{hrs})} \times \frac{(1_{m^3})}{(1000_L)} = 70.27 \text{ _} m^3$$

$$Vol_{lodos} = (30_{L/hab/día}) \times \frac{(1_{m^3})}{(1000_L)} \times (937_{hab}) = 28.11 \text{ _} m^3$$

$$b = \sqrt{\frac{(98.38)}{(2 \times 1.80)}} = 5.23 \text{ _} m$$

$$a = 2 \times (5.23) = 10.46 \text{ _} m$$

- **Tratamiento complementario del efluente de la fosa séptica.**

El efluente de un tanque séptico no posee las calidades físico-químicas adecuadas para ser descargadas directamente en un cuerpo de agua. Por esta razón es necesario dar un tratamiento complementario, con el propósito de disminuir los riesgos de contaminación y de salud pública.

Para el presente proyecto se utilizará un tratamiento complementario mediante pozos de absorción.

#### **2.1.15.2. Pozos de absorción.**

Consiste en una excavación en el terreno, cubierta, de forma circular cuyas paredes se revisten de ladrillo o piedra, apilados solamente, sin usar mortero. Al pozo se vierten las aguas negras sedimentadas provenientes de la fosa séptica.

- **Ubicación y especificaciones para pozos de absorción.**

Los pozos de absorción, así como todos los sistemas de absorción que aprovechan la absorción del suelo, jamás deben usarse donde exista la posibilidad de contaminar aguas subterráneas, ni donde puedan proporcionarse lechos de filtración o zanjas adecuadas. Cuando deban usarse pozos de absorción, la excavación del pozo debe terminar 1.20 m arriba del nivel del agua freática.

Es importante que la capacidad del pozo de filtración se calcule sobre pruebas de filtración ejecutadas en cada estrato vertical penetrado. El promedio ponderado de los resultados debe calcularse para obtener una cifra

de diseño. Los estratos del subsuelo en donde los coeficientes de filtración exceden de 30 minutos por cada 2.5 cm de altura de lámina de agua, no deben incluirse en el cálculo del área de absorción.

- **Prueba para determinar la capacidad de absorción.**

Para la prueba se excava un pozo de 1 m de diámetro por 2 m de profundidad aproximadamente. El promedio ponderado de los resultados en los diferentes estratos se toma para diseñar el pozo de absorción.

El área efectiva del pozo de absorción es el de las paredes verticales del estrato permeable bajo el tubo de entrada. No deben considerarse los estratos impermeables ni el fondo.

Tabla XVI. Requisitos y tasa de absorción para distintos suelos

Tasas de filtraciones (tiempo requerido en minutos para que el agua baje 2.5 cm)	Observaciones	Áreas de absorción (en m <sup>2</sup> para pozos, zanjas y techos de filtración)
1 ó menos		6.5
2.00		7.9
3.00		9.3
4.00		10.7
5.00		11.6
10.00		15.3
15.00		17.7
30.00	Inapropiada para pozos de absorción	23.2
45.00	Inapropiada para pozos de absorción	27.9
60.00	Inapropiada para cualquier sistemas de filtración	30.7

Fuente: E.R.I.S. Manual de fosas sépticas del departamento de salud de U.S.A.

- **Consideraciones de construcción.**

Los pozos deben ser rellenados con grava limpia a una profundidad de 0.30 m arriba del fondo del pozo, los materiales preferiblemente usados para el revestimiento son piezas de ladrillo tayuyo y block pómez. El diámetro exterior del revestimiento debe ser por lo menos 0.15 m menos que el diámetro de la excavación.

La distancia entre la superficie de excavación y el diámetro exterior del revestimiento filtrante de ladrillo o block se deberá llenar de grava (piedrín).

La cubierta del pozo deberá ser de concreto reforzado, plana, y extenderse por lo menos 0.30 metros más allá de la excavación, apoyado sobre terreno, es recomendable dejar una abertura de 0.25 m de lado.

La pendiente de una línea de conexión debe ser de 2 por ciento cuando menos. El tubo de entrada al pozo debe extenderse horizontalmente, cuando menos 0.30 metros dentro del pozo con una tee para desviar el flujo hacia abajo y prevenir el deslave y erosión de las paredes. Si se usan pozos múltiples, o si en las eventuales reparaciones se añaden pozos al sistema existente, deben conectarse en serie.

La separación entre pozos de absorción debe ser como mínimo 3 veces el diámetro de pozo. Los pozos de absorción abandonados deben llenarse con tierra o roca.

- **Diseño de pozos de absorción:**

Tasa de filtración: tiempo requerido en minutos para que el agua baje 2.5 cm en un área determinada

Diámetro de pozos propuesto: 1.80 m

Radio de pozo: 0.90 m

Tasa de filtración: 4 min/2.5 cm/10.7 m<sup>2</sup>

altura de pozo h en base a requisitos de tasa de filtración y diámetro propuesto:

$$h = \frac{\text{área}}{2\pi r} = \frac{10.70 \text{ m}^2}{2 \times 3.1416 \times 0.9} = 1.89 \cong 1.90 \text{ m}$$

No. De descensos de lámina de 2.5 cm de espesor:

$$1_{\text{ día}} = \frac{(24_{\text{ hrs.}}) \times (60_{\text{ min}})}{(4_{\text{ min/descenso de 2.5 cm}})} = 360_{\text{ descensos de 2.5 cm}}$$

$$\text{Altura total de descenso por filtración} = (360_{\text{ descensos}}) \times (2.5_{\text{ cm/descenso}}) \times \frac{1_{\text{ m}}}{100_{\text{ cm}}} = 9.00 \text{ m}$$

En un día un pozo de 1.90 m de altura y un diámetros de 1.80 m absorbe un volumen equivalente a una lámina de agua con forma de cilindro circular de 9.00 m de altura y un diámetro de 1.80 m para un área de filtración de 10.70 m.

$$Vol_{\text{ cil. circular}} = (\pi / 4) \times (1.80_{\text{ m}})^2 \times (9.00_{\text{ m}}) = 22.90 \text{ m}^3$$

$$\text{Tasa de filtración} = 1_{\text{ día}} / 22.90_{\text{ m}^3 \text{ de filtración}} / \text{pozo de 1.90 m de altura y de d=1.80 m}$$

### Pozos para fosa A:

Caudal domiciliar: 150 L/hab/día

Población futura: 692 habitantes

Altura de pozo individual h = 3.25 m

$$\text{Tasa de filtración} = (1_{\text{ día}}) / (22.90_{\text{ m}^3 \text{ de filtración}}) / (1_{\text{ pozo de h=1.90 m y d=1.80 m}})$$

$$\text{Caudal de filtración} = (150_{\text{ lt/hab/día}}) \times (692_{\text{ hab}}) \times \frac{(1_{\text{ m}^3})}{(1000_{\text{ lt}})} = 103.80_{\text{ m}^3/\text{ día}}$$

$$\text{Altura de pozo total } H = (103.80_{m^3}) \times \frac{(1.90_m)}{(22.90_{m^3})} = 8.61_m$$

$$\text{No. de pozos} = \frac{(8.61_m)}{(3.25_{m/\text{pozo}})} = 2.64 \cong 3_{\text{ pozos}}$$

### Pozos para fosa B:

Caudal domiciliar: 150 L/hab/día

Población futura: 145 habitantes

Altura de pozo individual h = 2.50 m

$$\text{Tasa de filtración} = (1_{\text{día}}) / (22.90_{m^3 \text{ de filtración}}) / (1_{\text{pozo de } h=1.90m \text{ y } d=1.80_m})$$

$$\text{Caudal de filtración} = (150_{L/\text{hab/día}}) \times (145_{\text{hab}}) \times \frac{(1_{m^3})}{(1000_L)} = 21.75_{m^3/\text{día}}$$

$$\text{Altura de pozo total } H = (21.75_{m^3}) \times \frac{(1.90_m)}{(22.90_{m^3})} = 1.80_m$$

$$\text{No. de pozos} = \frac{(1.80_m)}{(2.50_{m/\text{pozo}})} = 0.72 \cong 1_{\text{ pozo}}$$

### Pozos para fosa 1:

Caudal domiciliar: 150 L/hab/día

Población futura: 937 habitantes

Altura de pozo individual h = 3.50 m

$$\text{Tasa de filtración} = (1_{\text{día}}) / (22.90_{m^3 \text{ de filtración}}) / (1_{\text{pozo de } h=1.90m \text{ y } d=1.80_m})$$

$$\text{Caudal de filtración} = (150_{L/\text{hab/día}}) \times (937_{\text{hab}}) \times \frac{(1_{m^3})}{(1000_L)} = 140.55_{m^3/\text{día}}$$

$$\text{Altura de pozo total } H = (140_{m^3}) \times \frac{(1.90_m)}{(22.90_{m^3})} = 11.66_m$$

$$\text{No. de pozos} = \frac{(11.6_m)}{(3.50_{m/\text{pozo}})} = 3.33 \cong 4 \text{ _ pozos}$$

Tabla XVII. Presupuesto de fosa séptica, tipo 1

INTEGRACIÓN PRECIOS UNITARIOS								
FOSA SÉPTICA TIPO 1								
CAPACIDAD:112.36 M³		CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	FACTOR AYUDANTE	COSTO PARCIAL	FACTOR PREST.	COSTO TOTAL
MANO DE OBRA								
EXCAVACIÓN	125	m³	Q 25.00	1.00	Q 3,125.00	1.00	Q 3,125.00	
ACARREO	163	m³	Q 35.00	1.00	Q 5,705.00	1.00	Q 5,705.00	
COMPACTACIÓN DE BASE	62.7	m²	Q 3.00	1.00	Q 188.10	1.00	Q 188.10	
ARMADURA DE BASE	62.7	m²	Q 20.00	1.35	Q 1,692.90	1.64	Q 2,776.36	
FUNDICIÓN DE BASE	62.7	m²	Q 20.00	1.00	Q 1,254.00	1.64	Q 2,056.56	
ENCOFRADO DE MUROS	66.8	m²	Q 15.00	1.35	Q 1,352.70	1.64	Q 2,218.43	
ARMADURA DE MUROS	66.8	m²	Q 20.00	1.35	Q 1,803.60	1.64	Q 2,957.90	
FUNDICIÓN DE MUROS	66.8	m²	Q 25.00	1.00	Q 1,670.00	1.64	Q 2,738.80	
ARMADURA MURO DIVISORIO	10.6	m²	Q 15.00	1.35	Q 214.65	1.64	Q 352.03	
ENCOFRADO MURO DIVISORIO	10.6	m²	Q 15.00	1.35	Q 214.65	1.64	Q 352.03	
FUNDICIÓN MURO DIVISORIO	10.6	m²	Q 20.00	1.00	Q 212.00	1.64	Q 347.68	
ENCOFRADO DE LOSA	62.7	m²	Q 15.00	1.35	Q 1,269.68	1.64	Q 2,082.27	
ARMADURA DE LOSA	62.7	m²	Q 15.00	1.35	Q 1,269.68	1.64	Q 2,082.27	
FUNDICION DE LOSA	62.7	m²	Q 20.00	1.00	Q 1,254.00	1.64	Q 2,056.56	
HECHURA DE TAPADERAS	3	Global	Q 50.00	1.00	Q 150.00	1.64	Q 246.00	
<b>COSTO TOTAL DE MANO DE OBRA</b>							Q	29,284.97

CAPACIDAD:112.36 M³		CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
MATERIALES					
ACERO No. 3	58	qq	Q 280.00	Q 16,240.00	
ACERO No.2	0.1	qq	Q 280.00	Q 28.00	
ALAMBRE DE AMARRE	371	lb.	Q 5.00	Q 1,855.00	
CEMENTO	394	Saco	Q 45.00	Q 17,730.00	
ARENA	26	m³	Q 70.00	Q 1,820.00	
PIEDRÍN DE 1/2"	26	m³	Q 160.00	Q 4,160.00	
MADERA	1045	P.T.	Q 3.70	Q 3,866.50	
CLAVO DE DIFERENTES MEDIDAS	30	Lb.	Q 4.50	Q 135.00	
<b>COSTO TOTAL DE MATERIALES</b>					Q 45,834.50

TOTAL MATERIALES	Q 29,284.97
TOTAL MANO DE OBRA	Q 45,834.50
COSTO INDIRECTO, IMPUESTOS Y UTILIDADES	Q 42,066.91
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>Q 117,186.38</b>
PRECIO UNITARIO/M³ DE CAPACIDAD	Q 1,042.95



Tabla XVIII. Presupuesto de fosa séptica, tipo A

INTEGRACIÓN PRECIOS UNITARIOS										
FOSA SÉPTICA TIPO A										
REGLÓN: FOSA SÉPTICA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	FACTOR AYUDANTE	COSTO PARCIAL	FACTOR PREST.	COSTO TOTAL			
MANO DE OBRA										
EXCAVACIÓN	105.20	m³	Q 25.00	1.00	Q 2,630.00	1.00	Q 2,630.00			
ACARREO	140.00	m³	Q 35.00	1.00	Q 4,900.00	1.00	Q 4,900.00			
COMPACTACIÓN DE BASE	41.40	m²	Q 3.00	1.00	Q 124.20	1.00	Q 124.20			
ARMADURA DE BASE	41.40	m²	Q 20.00	1.35	Q 1,117.80	1.64	Q 1,833.19			
FUNDICIÓN DE BASE	41.40	m²	Q 20.00	1.00	Q 828.00	1.64	Q 1,357.92			
ENCOFRADO DE MUROS	52.10	m²	Q 15.00	1.35	Q 1,055.03	1.64	Q 1,730.24			
ARMADURA DE MUROS	52.10	m²	Q 20.00	1.35	Q 1,406.70	1.64	Q 2,306.99			
FUNDICIÓN DE MUROS	52.10	m²	Q 25.00	1.00	Q 1,302.50	1.64	Q 2,136.10			
ARMADURA MURO DIVISORIO	7.20	m²	Q 15.00	1.35	Q 145.80	1.64	Q 239.11			
ENCOFRADO MURO DIVISORIO	7.20	m²	Q 15.00	1.35	Q 145.80	1.64	Q 239.11			
FUNDICIÓN MURO DIVISORIO	7.20	m²	Q 20.00	1.00	Q 144.00	1.64	Q 236.16			
ENCOFRADO DE LOSA	44.10	m²	Q 15.00	1.35	Q 893.03	1.64	Q 1,464.56			
ARMADURA DE LOSA	44.10	m²	Q 15.00	1.35	Q 893.03	1.64	Q 1,464.56			
FUNDICIÓN DE LOSA	44.40	m²	Q 20.00	1.00	Q 888.00	1.64	Q 1,456.32			
HECHURA DE TAPADERAS	3	Global	Q 50.00	1.00	Q 150.00	1.64	Q 246.00			
<b>COSTO TOTAL DE MANO DE OBRA</b>							Q	22,364.47		

TIPO DE TRABAJO: FOSA SÉPTICA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
MATERIALES				
ACERO No. 3	45.2	qq	Q 280.00	Q 12,656.00
ALAMBRE DE AMARRE	345	lb.	Q 5.00	Q 1,725.00
CEMENTO	320	Saco	Q 45.00	Q 14,400.00
ARENA	22	m³	Q 70.00	Q 1,540.00
PIEDRÍN DE 1/2"	22	m³	Q 160.00	Q 3,520.00
MADERA	810	P.T.	Q 3.70	Q 2,997.00
CLAVO DE DIFERENTES MEDIDAS	78	Lb.	Q 4.50	Q 351.00
<b>COSTO TOTAL DE MATERIALES</b>				Q 37,189.00

<b>TOTAL MATERIALES</b>	Q 22,364.47
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>	Q 37,189.00
<b>COSTO INDIRECTO, IMPUESTOS Y UTILIDADES</b>	Q 33,349.94
<b>COSTO TOTAL</b>	Q 92,903.41
<b>PRECIO UNITARIO/m³ DE CAPACIDAD</b>	Q 1,121.89

Tabla XIX. Presupuesto de fosa séptica, tipo B

INTEGRACIÓN PRECIOS UNITARIOS									
FOSA SÉPTICA TIPO B									
CAPACIDAD:27.04 M³		CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	FACTOR AJUDANTE	COSTO PARCIAL	FACTOR PREST.	COSTO TOTAL	
MANO DE OBRA									
EXCAVACIÓN		34.2	m³	Q 25.00	1.00	Q 855.00	1.00	Q 855.00	
ACARREO		44.5	m³	Q 35.00	1.00	Q 1,556.10	1.00	Q 1,556.10	
COMPACTACIÓN DE BASE		17.1	m²	Q 3.00	1.00	Q 51.30	1.00	Q 51.30	
ARMADURA DE BASE		17.1	m²	Q 20.00	1.35	Q 461.70	1.64	Q 757.19	
FUNDICIÓN DE BASE		17.1	m²	Q 20.00	1.00	Q 342.00	1.64	Q 560.88	
ENCOFRADO DE MUROS		34.8	m²	Q 15.00	1.35	Q 704.70	1.64	Q 1,155.71	
ARMADURA DE MUROS		34.8	m²	Q 20.00	1.35	Q 939.60	1.64	Q 1,540.94	
FUNDICIÓN DE MUROS		34.8	m²	Q 25.00	1.00	Q 870.00	1.64	Q 1,426.80	
ARMADURA MURO DIVISORIO		5.2	m²	Q 15.00	1.35	Q 105.30	1.64	Q 172.69	
ENCOFRADO MURO DIVISORIO		5.2	m²	Q 15.00	1.35	Q 105.30	1.64	Q 172.69	
FUNDICIÓN MURO DIVISORIO		5.2	m²	Q 20.00	1.00	Q 104.00	1.64	Q 170.56	
ENCOFRADO DE LOSA		34.8	m²	Q 15.00	1.35	Q 704.70	1.64	Q 1,155.71	
ARMADURA DE LOSA		34.8	m²	Q 15.00	1.35	Q 704.70	1.64	Q 1,155.71	
FUNDICION DE LOSA		34.8	m²	Q 20.00	1.00	Q 696.00	1.64	Q 1,141.44	
HECHURA DE TAPADERAS		3.0	Global	Q 50.00	1.00	Q 150.00	1.64	Q 246.00	
<b>COSTO TOTAL DE MANO DE OBRA</b>								Q	12,118.72

CAPACIDAD:27.04 M³		CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
MATERIALES					
ACERO No. 3		25.0	qq	Q 280.00	Q 7,000.00
ACERO No.2		0.1	qq	Q 280.00	Q 28.00
ALAMBRE DE AMARRE		169.0	lb.	Q 5.00	Q 845.00
CEMENTO		135.0	Saco	Q 45.00	Q 6,075.00
ARENA		9.0	m³	Q 70.00	Q 630.00
PIEDRÍN DE 1/2"		9.0	m³	Q 160.00	Q 1,440.00
MADERA		325.0	P.T.	Q 3.70	Q 1,202.50
CLAVO DE DIFERENTES MEDIDAS		20.0	Lb.	Q 4.50	Q 90.00
<b>COSTO TOTAL DE MATERIALES</b>					Q 17,310.50

<b>TOTAL MATERIALES</b>	Q 12,118.72
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>	Q 17,310.50
<b>COSTO INDIRECTO, IMPUESTOS Y UTILIDADES</b>	Q 16,480.36
<b>COSTO TOTAL</b>	Q 45,909.58
<b>PRECIO UNITARIO/m³ DE CAPACIDAD</b>	Q 1,697.84

Tabla XX. Presupuesto del sistema de absorción

INTEGRACIÓN PRECIOS UNITARIOS										
SISTEMA DE ABSORCIÓN										
REGLÓN: POZOS DE ABSORCIÓN										
MANO DE OBRA										
	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	FACTOR AJUDANTE	COSTO PARCIAL	FACTOR PREST.	COSTO TOTAL			
EXCAVACIÓN	10.17	m³	Q 25.00	1.00	Q 254.25	1.00	Q	254.25		
ACARREO	13.23	m³	Q 35.00	1.00	Q 463.05	1.00	Q	463.05		
COLOCACIÓN DE LADRILLO (con piedrín lateral y fondo)	4.00	m. alt.	Q 20.00	1.35	Q 108.00	1.64	Q	177.12		
CIMIENTO CORRIDO (armadura y fundición)	11.44	m²	Q 25.00	1.35	Q 386.10	1.64	Q	633.20		
LEVANTADO (ladrillo tayuto de punta)	6.86	m²	Q 25.00	1.00	Q 171.50	1.64	Q	281.26		
COLUMNAS (armadura, centrado y fundición)	2.4	m.l.	Q 15.00	1.35	Q 48.60	1.64	Q	79.70		
SOLERA (armadura, encofrado y fundición)	11.44	m.l.	Q 12.00	1.35	Q 185.33	1.64	Q	303.94		
LOSA (encofrado, armadura y fundición)	5.76	m²	Q 40.00	1.35	Q 311.04	1.64	Q	510.11		
TAPADERA	1	Unidad	Q 60.00	1.00	Q 60.00	1.64	Q	98.40		
<b>COSTO TOTAL DE MANO DE OBRA</b>							Q	<b>2,801.03</b>		

TIPO DE TRABAJO: POZO DE ABSORCIÓN				
MATERIALES				
	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
LADRILLO TAYUIYO (0.065*0.11*0.23)	2,526	Unidad	Q 1.40	Q 3,536.40
CEMENTO	22	qq	Q 45.00	Q 990.00
ARENA	1.6	m³	Q 70.00	Q 112.00
PIEDRÍN	5.1	m³	Q 160.00	Q 816.00
ACERO No. 3	2.3	qq	Q 280.00	Q 644.00
ACERO No.2	0.45	qq	Q 280.00	Q 126.00
ALAMBRE DE AMARRE	17	Lb.	Q 5.00	Q 85.00
CLAVOS (diferentes medidas)	3	Lb.	Q 4.50	Q 13.50
<b>COSTO TOTAL DE MATERIALES</b>				Q 6,322.90

<b>TOTAL MATERIALES</b>	Q	2,801.03
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>	Q	6,322.90
<b>COSTO INDIRECTO, IMPUESTOS Y UTILIDAD</b>	Q	5,109.40
<b>COSTO/UNITARIO</b>	Q	14,233.33
<b>COSTO TOTAL POR 7 UNIDADES</b>	Q	99,633.33

Tabla XXI. Presupuesto del colector PVC, NOVAFORT

INTEGRACIÓN PRECIOS UNITARIOS									
COLECTOR DE PVC									
LONGITUD: 1,094.95 m.		CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	FACTOR AYUDANTE	COSTO PARCIAL		FACTOR PREST.	COSTO TOTAL
MANO DE OBRA									
EXCAVACIÓN (Ancho y profundidad variable)		1039.00	m³	Q 25.00	1.00	Q	25,975.00	1.00	Q 25,975.00
BASE (Comp. selecto cama de apoyo de tub. Vibrocompact.)		60.00	Hra.	Q 20.00	1.35	Q	1,620.00	1.00	Q 1,620.00
COLOCACIÓN DE TUBERÍA 8" (colocar y chequeo de fugas)		17	Unidad	Q 12.00	1.35	Q	275.40	1.64	Q 451.66
COLOCACIÓN DE TUBERÍA 6" (colocar y chequeo de fugas)		178	Unidad	Q 9.00	1.35	Q	2,162.70	1.64	Q 3,546.83
COLOCACIÓN DE TUBERÍA 4" (colocar y chequeo de fugas)		12	Unidad	Q 6.00	1.35	Q	97.20	1.64	Q 159.41
RELLENO DE TUBO (compactar selecto 1/2 del tubo)		100	Hra.	Q 10.00	1.00	Q	1,000.00	1.00	Q 1,000.00
RELLENO DE ZANJA (Compactar en capas, vibrocompact.)		1095.18	m.l.	Q 5.00	1.00	Q	5,475.90	1.00	Q 5,475.90
<b>COSTO TOTAL DE MANO DE OBRA</b>									Q 38,228.79

LONGITUD: 1,094.95 m.		CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL	
MATERIALES						
SELECTO		153	m³	Q 70.00	Q	10,710.00
TUBERÍA 8" (NOVAFORT)		17	Unidad	Q 465.00	Q	7,905.00
TUBERÍA 6" (NOVAFORT)		178	Unidad	Q 310.00	Q	55,180.00
TUBERÍA 4" (NOVAFORT)		12	Unidad	Q 125.00	Q	1,500.00
EMPAQUE NOVAFORT DE 8" (extras)		3	Unidad	Q 2.50	Q	7.50
EMPAQUE NOVAFORT DE 6" (extras)		10	Unidad	Q 4.45	Q	44.50
EMPAQUE NOVAFORT DE 4" (extras)		2	Unidad	Q 4.50	Q	9.00
<b>COSTO TOTAL DE MATERIALES</b>						Q 75,356.00

<b>TOTAL MATERIALES</b>	Q 38,228.79
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>	Q 75,356.00
<b>COSTO INDIRECTO, IMPUESTOS Y UTILIDAD</b>	Q 63,607.48
<b>COSTO TOTAL</b>	Q 177,192.28
<b>COSTO UNITARIO/METRO LINEAL</b>	Q 161.83

Tabla XXII. Presupuesto de conexiones domiciliarias

INTEGRACIÓN PRECIOS UNITARIOS								
CONEXIÓN DOMICILIAR								
CANTIDAD: 172 UNIDADES		CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	FACTOR AYUDANTE	COSTO PARCIAL	FACTOR PREST.	COSTO TOTAL
MANO DE OBRA								
EXCAVACIÓN		1.00	m³	Q 50.00	1.00	Q 50.00	1.00	Q 50.00
FONDO Y TAPADERA		1.00	Unidad	Q 12.00	1.35	Q 16.20	1.64	Q 26.57
COLOCACIÓN DE TUBO DE CONCRETO 16"		1	Unidad	Q 15.00	1.35	Q 20.25	1.64	Q 33.21
COLOCACIÓN DE TUBO DE 4"(codo y silleta, chequear fugas)		1	Unidad	Q 25.00	1.35	Q 33.75	1.64	Q 55.35
RELLENO		1	Unidad	Q 10.00	1.00	Q 10.00	1.00	Q 10.00
<b>COSTO TOTAL DE MANO DE OBRA</b>								Q 175.13

CANTIDAD: 172 UNIDADES		CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
MATERIALES					
TUBO DE CONCRETO DE 16"		1	Unidad	Q 75.00	Q 75.00
ACERON No. 2		0.014	qq	Q 280.00	Q 3.92
ALAMBRE DE AMARRE		0.1	Lb.	Q 5.00	Q 0.50
CEMENTO		0.9	Saco	Q 45.00	Q 40.50
ARENA		0.055	m³	Q 70.00	Q 3.85
PIEDRÍN		0.055	m³	Q 160.00	Q 8.80
TUBO PVC NOVAFORT DE 4"		1	Unidad	Q 125.00	Q 125.00
CODO PVC DE 4"		1	Unidad	Q 37.37	Q 37.37
SILLETA		1	Unidad	Q 117.00	Q 117.00
TUBO DE SILICONE		1/2	Tube	Q 12.50	Q 6.25
<b>COSTO TOTAL DE MATERIALES</b>					Q 418.19

<b>TOTAL MATERIALES</b>	Q 175.13
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>	Q 418.19
<b>COSTO INDIRECTO, IMPUESTOS Y UTILIDAD</b>	Q 332.26
<b>COSTO UNITARIO</b>	Q 925.58
<b>COSTO TOTAL POR 172 UNIDADES</b>	Q 159,199.09

Tabla XXIII. Presupuesto de pasos de zanjón

INTEGRACIÓN PRECIOS UNITARIOS										
PASO DE ZANJÓN										
CANTIDAD: 1 UNIDAD		CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	FACTOR AJUDANTE	COSTO PARCIAL	FACTOR PREST.	COSTO TOTAL		
MANO DE OBRA										
TRAZO		5.50	m.l.	Q 3.00	1.35	Q 22.28	1.64	Q 36.53		
EXCAVACIÓN		0.80	m³	Q 25.00	1.00	Q 20.00	1.00	Q 20.00		
ARMADURA Y CENTRADO (zapata con columna)		2	Unidad	Q 30.00	1.35	Q 81.00	1.64	Q 132.84		
FUNDICIÓN (zapata y columna)		2	Unidad	Q 18.00	1.35	Q 48.60	1.64	Q 79.70		
ARMADURA DE VIGA (hechura y colocación)		5.5	m.l.	Q 25.00	1.35	Q 185.63	1.64	Q 304.43		
ENCOFRADO DE VIGA		5.5	m.l.	Q 25.00	1.35	Q 185.63	1.64	Q 304.43		
FUNDICIÓN DE VIGA (y colocación de tubo en el interior)		5.50	m.l.	Q 20.00	1.35	Q 148.50	1.64	Q 243.54		
<b>COSTO TOTAL DE MANO DE OBRA</b>								Q	1,121.47	

CANTIDAD: 1 UNIDAD		CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
MATERIALES					
ACERON No. 4		1	qq	Q 300.00	Q 300.00
ACERON No. 3		1.25	qq	Q 280.00	Q 350.00
ACERON No. 2		0.5	qq	Q 280.00	Q 140.00
ALAMBRE DE AMARRE		15	Lb.	Q 4.50	Q 67.50
CEMENTO		12	Saco	Q 45.00	Q 540.00
ARENA		0.75	m³	Q 70.00	Q 52.50
PIEDRÍN		0.75	m³	Q 160.00	Q 120.00
MADERA		108	P.T.	Q 3.75	Q 405.00
CLAVO (diferentes medidas)		2	Lb.	Q 5.00	Q 10.00
DUROPORT DE 1/2"		1	Pliego	Q 6.00	Q 6.00
<b>COSTO TOTAL DE MATERIALES</b>					Q 1,991.00

TOTAL MATERIALES	Q 1,121.47
TOTAL MANO DE OBRA	Q 1,991.00
COSTO INDIRECTO, IMPUESTOS Y UTILIDAD	Q 1,742.98
<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>Q 4,855.45</b>
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>Q 4,855.45</b>

Tabla XXIV. Presupuesto de cajas de visita

INTEGRACIÓN PRECIOS UNITARIOS										
CAJAS DE VISITA										
CANTIDAD: 5 UNIDAD		CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	FACTOR AYUDANTE	COSTO PARCIAL	FACTOR PREST.	COSTO TOTAL		
MANO DE OBRA										
EXCAVACIÓN		1.00	m³	Q 25.00	1.00	Q 25.00	1.00	Q 25.00		
ARMADURA COMPLETA		6.00	Unidad	Q 12.00	1.35	Q 97.20	1.64	Q 159.41		
ENCOFRADO COMPLETO		6	Unidad	Q 15.00	1.35	Q 121.50	1.64	Q 199.26		
FUNDICIÓN COMPLETA		6	Unidad	Q 15.00	1.35	Q 121.50	1.64	Q 199.26		
HECHURA DE TAPADERA		5.5	Unidad	Q 40.00	1.35	Q 297.00	1.64	Q 487.08		
<b>COSTO TOTAL DE MANO DE OBRA</b>									Q	1,070.01

CANTIDAD: 5 UNIDAD		CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
MATERIALES					
ACERON No. 3		1	qq	Q 280.00	Q 280.00
ALAMBRE DE AMARRE		4	Lb.	Q 5.00	Q 20.00
CEMENTO		6	Saco	Q 45.00	Q 270.00
ARENA		0.5	m³	Q 70.00	Q 35.00
PIEDRÍN		0.5	m³	Q 160.00	Q 80.00
MADERA		27	P.T.	Q 3.75	Q 101.25
CLAVO (diferentes medidas)		1	Lb.	Q 4.50	Q 4.50
<b>COSTO TOTAL DE MATERIALES</b>					Q 790.75

<b>TOTAL MATERIALES</b>	Q 1,070.01
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>	Q 790.75
<b>COSTO INDIRECTO, IMPUESTOS Y UTILIDAD</b>	Q 1,042.02
<b>COSTO UNITARIO</b>	Q 2,902.78
<b>COSTO TOTAL</b>	Q 14,513.91

Tabla XXV. Presupuesto de pozos de visita

INTEGRACIÓN PRECIOS UNITARIOS								
POZOS DE VISITA								
CANTIDAD: 25 UNIDAD		CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	FACTOR AJUDANTE	COSTO PARCIAL	FACTOR PREST.	COSTO TOTAL
MANO DE OBRA								
EXCAVACIÓN		42.87	m³	Q 25.00	1.00	Q 1,071.75	1.00	Q 1,071.75
BASE (armadura y fundición)		25.00	Unidad	Q 50.00	1.35	Q 1,687.50	1.64	Q 2,767.50
LEVANTADO DE MURO (1.00 m de alto)		39.68	m.alt.	Q 50.00	1.35	Q 2,678.40	1.64	Q 4,392.58
BROCAL Y TAPADERA		25	Unidad	Q 75.00	1.35	Q 2,531.25	1.64	Q 4,151.25
ENSABIETADO (el área de 1.00 m de pozo)		39.68	m.alt.	Q 15.00	1.35	Q 803.52	1.64	Q 1,317.77
<b>COSTO TOTAL DE MANO DE OBRA</b>								Q 13,700.85
CANTIDAD: 25 UNIDAD		CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL			
MATERIALES								
LADRILLO TAYUYO (0.065*0.11*0.23)		14087	Unidad	Q 1.40	Q 19,721.80			
ACERO No.3		13	Quintal	Q 280.00	Q 3,640.00			
ACERO No.2		2	Quintal	Q 280.00	Q 560.00			
ALAMBRE DE AMARRE		100	Lb.	Q 4.50	Q 450.00			
CEMENTO		377	Saco	Q 45.00	Q 16,965.00			
ARENA		32	m³	Q 70.00	Q 2,240.00			
PIEDRÍN		19	m³	Q 160.00	Q 3,040.00			
MADERA		504	P.T.	Q 3.75	Q 1,890.00			
CLAVO		25	Lb.	Q 5.00	Q 125.00			
LAMINA LISA		1	Unidad	Q 400.00	Q 400.00			
<b>COSTO TOTAL DE MATERIALES</b>					Q 49,031.80			
<b>TOTAL MATERIALES</b>		Q 13,700.85						
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>		Q 49,031.80						
<b>COSTO INDIRECTO, IMPUESTOS Y UTILIDAD</b>		Q 35,130.28						
<b>COSTO TOTAL POR 25 POZOS DE VISITA</b>		Q 97,862.93						
<b>COSTO UNITARIO</b>		Q 3,914.52						



Tabla XXVI. Costo general del proyecto de drenaje sanitario

<b>PREUSPUESTO</b>					
<i>PROYECTO: INTRODUCCIÓN DE DRENAJE SANITARIO</i>					
<i>UBICACIÓN: CANTÓN SAN FRANCISCO PUMÁ, SAMAYAC, SUCHITEPÉQUEZ</i>					
No.	REGLÓN	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO	SUB TOTAL
1	Fosa séptica tipo 1	1	unidad	Q 117,186.38	Q 117,186.38
2	Fosa séptica tipo A	1	unidad	Q 92,903.41	Q 92,903.41
3	Fosa séptica tipo B	1	unidad	Q 45,909.58	Q 45,909.58
4	Pozos de absorción	7	unidad	Q 14,233.33	Q 99,633.31
5	Colector PVC Novafort	1,094.95	metros lineales	Q 161.83	Q 177,192.28
6	Conexiones domiciliarias	172	unidad	Q 925.58	Q 159,199.09
7	Pasos de zanjón	1	unidad	Q 4,855.45	Q 4,855.45
8	Cajas de visita	5	unidad	Q 2,902.78	Q 14,513.92
9	Pozos de visita	25	unidad	Q 3,914.52	Q 97,862.93
<b>COSTO TOTAL</b>					<b>Q 809,256.35</b>

EL PRESENTE PRESUPUESTO ASCIENDE A LA CANTIDAD DE: OCHOCIENTOS NUEVE MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y SEIS QUETZALES CON 35/100 CENTAVOS.

Tabla XXVII. Cronograma de avance físico e inversión

*PROYECTO: Introducción de drenajes Sanitario, sectores 1 y 2.*

*UBICACIÓN: Cantón San Francisco Pumá, Samayac, Suchitepéquez.*

No.	Actividades	AVANCE FÍSICO				%	AVANCE FINANCIERO
		1ER. MES	2DO. MES	3ER. MES	4TO. MES		
1	Colector					21.90	Q 177,192.28
2	Pozos de visita					12.09	Q 97,862.93
3	Paso de zanjón					0.60	Q 4,855.45
4	Cajas de visita					1.79	Q 14,513.91
5	Conexiones domiciliarias					19.67	Q 159,199.09
6	Fosa séptica tipo 1					14.48	Q 117,186.38
7	Fosa séptica tipo A					11.48	Q 92,903.41
8	Fosa séptica tipo B					5.67	Q 45,909.58
9	Pozos de absorción					12.31	Q 99,633.32
<b>COSTO TOTAL</b>					<b>100.00</b>	<b>Q 809,256.35</b>	



## **2.2. Diseño de la línea de conducción de agua potable**

### **2.2.1. Descripción del proyecto actual.**

La infraestructura del proyecto existente se compone de:

- ✓ Fuentes
- ✓ Sistema de conducción.
- ✓ Sistema de desinfección y distribución
- ✓ Sistema de distribución

- **Fuentes.**

El municipio de Samayac actualmente es abastecido por tres fuentes, dos de ellas son manantiales subterráneos, los cuales se encuentran en la parte más alta del municipio, el sistema de conducción es por gravedad; la tercera fuente proviene de un manantial superficial, específicamente de un arroyo, y es conducido por gravedad.

- **Sistema de conducción.**

Esta compuesto por 3 líneas de conducción, las cuales funcionan por gravedad, dichas líneas tienen una longitud de 4 Km, 3.2 Km y 2.1 Km, respectivamente. Las tuberías son de H.G. y PVC en su mayoría, con todos sus accesorios y obras de arte respectivamente.

- **Sistema de desinfección.**

Lo conforma un alimentador automático de tricloro, por medio de tabletas.

- **Sistema de distribución.**

Este sistema está constituido por 5 tanques, los cuales están localizados en distintos puntos del municipio. Estos tanques alimentan la red de distribución, la cual se extiende por todo el municipio.

### **2.2.2. Descripción de la ampliación**

El proyecto de ampliación del sistema de agua potable del municipio de Samayac, consiste en una nueva captación y línea de conducción, para abastecer a la población del casco urbano y cantones aledaños.

El origen del abastecimiento del presente proyecto es de un manantial superficial, específicamente el río Quilá.

La captación estará ubicada en la aldea Tzampoj, esto debido a la contaminación del río aguas abajo por las fincas cafetaleras e industrias de productos de cuero, dicha aldea pertenece al municipio colindante de Santa Catarina Ixtaguacán, Sololá; por lo que se solicitaron los documentos y permisos respectivos a las autoridades y dueños de las fincas.

El tipo de captación del nuevo sistema de agua potable del municipio de Samayac, está constituido únicamente por un río, su toma se hará mediante un canal y un embalse colocado en el sentido del flujo, el cual conducirá el caudal hacia un tanque de captación, del cual se desprenderá la línea de conducción.

La línea de conducción tiene una longitud de 4,137.00 m, el material de la tubería es PVC. El 99 % de la línea de conducción estará bajo tierra y 5 pasos de zanjón.

### **2.2.3. Aforo**

En la actualidad, la comunidad cuenta con un vertedero, el cual sirve para medir el caudal del río aguas abajo de donde estará ubicada la captación, el cual fue aforado para saber si el diseño del presente proyecto era factible.

El ancho del río tiene un promedio de 3 m y un tirante de 0.30 m, el caudal obtenido por la medición en el vertedero es de 0.40 m<sup>3</sup>/s en época de estiaje, lo cual satisface la demanda de agua del proyecto completo.

### **2.2.4. Calidad del agua**

El análisis de calidad del agua de la fuente fue realizado por el laboratorio de la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos, el cual indica que el agua de la fuente desde el punto de vista de la calidad físico-químico cumple con las normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua.

El resultado del examen bacteriológico arrojó el siguiente resultado: clasificación II, calidad bacteriológica que precisa la ampliación de los métodos habituales de tratamiento (coagulación, sedimentación, desinfección), según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua.

### **2.2.5 Levantamiento topográfico.**

#### **2.2.5.1 Planimetría**

En todo diseño de agua potable la topografía es indispensable dado que sobre la base de ésta se realizará el diseño hidráulico, en la planta podemos observar diferentes aspectos como:

- Ubicación del proyecto.
- Ubicación de captación, tanque de distribución y línea de conducción.
- Ubicación de las obras de arte.
- Ubicación de las fincas donde pasará la línea de conducción, así como accidentes geográficos.

La categoría del levantamiento topográfico utilizado fue de segundo orden por medio del método taquimétrico y conservación de azimut, el cual fue realizado con un teodolito TM20C, con el propósito de tener un avance favorable, asimismo logrando un error de 10cms por kilómetro, el cual es permisible para un levantamiento de segundo orden, según los estándares americanos.

#### **2.2.5.2. Altimetría**

Las características topográficas de una fuente de agua superficial hacia un tanque de distribución por gravedad, generalmente se encuentran con pendientes positivas con relación a la fuente, esto con el fin de poder alcanzar una piezométrica estática más elevada en relación con el punto más elevado del sistema, por lo que la altimetría de cualquier sistema de agua potable es indispensable, debido a que con la misma se puede definir la factibilidad del mismo y a la vez realizar el diseño hidráulico del sistema.

#### **2.2.6. Cálculo y dibujo topográfico.**

El método que se utilizó fue el de conservación del azimut, los datos que fueron necesarios tomar en el campo para poder realizar los cálculos de

altimetría, asimismo para la elaboración de planos los cuales pueden verse en anexos son los siguientes:

Az = Azimut  
HS = Hilo superior  
HM = Hilo medio  
HI = Hilo inferior  
CENIT = Angulo cenital  
H = Altura del instrumento

De los cálculos tenemos:

- Diferencia de altura =  $(HS - HI) * 50 * \text{Sen}(2 * \text{cenit})$
- Distancia horizontal =  $(HS - HI) * 100 * (\text{seno}(\text{cenit}))^2$
- Coordenada en Y = Distancia horizontal \* Coseno Azimut
- Coordenada en X = Distancia horizontal \* Seno Azimut

En los planos del presente proyecto, se dejaron plasmados los resultados.

## **2.2.7. Diseño hidráulico**

### **2.2.7.1. Período de diseño**

El período de diseño para un sistema de abastecimiento de agua o sus componentes, es el tiempo comprendido entre la puesta en servicio y el momento en que su uso sobrepasa las condiciones establecidas en el diseño, por falta de capacidad para prestar un buen servicio.

Por consiguiente, los dos aspectos principales que intervienen en el período de diseño son: la durabilidad de las instalaciones y su capacidad para prestar buen servicio para las condiciones previstas.

Se adoptó para este proyecto, un período de 20 años, el cual es recomendado por la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales UNEPAR, dependencia del Instituto de Fomento Municipal.

#### **2.2.7.2. Población**

La población crece por nacimientos, decrece por muerte, crece o decrece por migración y aumenta por anexión, cada uno de estos elementos está influido por factores sociales y económicos, algunos de los cuales son inherentes a la comunidad. Para la obtención de estos datos se tomará la información básica del Instituto Nacional de Estadística (INE), Registro Municipal, Sanidad Pública, levantamiento de densidad habitacional, por cuadrilla topográfica.

Entre los diferentes métodos existen: método de incremento aritmético, método de incremento geométrico, método exponencial, etc.

Para el cálculo de la población de diseño se utilizó el método de incremento geométrico; para su utilización fue necesario la utilización de la tasa de crecimiento proporcionada por el Instituto Nacional de estadística, que para el municipio de Samayac, es aproximadamente del 3.0%.

Ecuación de población futura o de diseño, método geométrico:

$$pf = p_a(1 + R)^n$$



donde:

Pf = Población futura o de diseño

Pa = Población actual

R = Tasa de crecimiento

n = Período de diseño (21 años, 1 de tramite)

### **2.2.7.3. Dotación de agua**

La dotación es la cantidad de agua adoptada para servir a una persona en un día, de tal forma que esta pueda satisfacer sus necesidades básicas de higiene física, consumo propio, uso culinario, etc.

La dotación es variable y esta definida en función de diversos factores que pueden afectar el consumo, como:

- Tipo de comunidad (rural, urbana o área metropolitana)
- Factores socio – económicos (nivel de vida, educación, costumbres, valor del agua)
- Tipo de disposición de aguas servidas
- Calidad del servicio (mantenimiento del sistema)
- Clima del lugar

La dotación adoptada para el diseño del proyecto fue de 140 L/hab/día, la cual fue el resultado de valorar la demanda de consumo en función de los factores antes mencionados, tomando como referencia normas del INFOM.

#### **2.2.7.4. Bases de diseño**

- **Factores de variación**

El consumo de demanda de agua es la cantidad de agua que una persona necesita o usa realmente para cubrir sus actividades, nunca es constante debido a que varía horariamente, diariamente o estacionariamente, se encuentra relacionada con el tipo de comunidad, clima, costo, calidad y presión del servicio.

En las comunidades y cantones del municipio de Samayac, la demanda suele ser alta debido a que el clima es cálido, y las zonas están cercanas al municipio y la mayoría de la población tiene estudios a nivel medio. En zonas rurales las demandas suelen ser menores que en áreas urbanas.

- **Factor de día máximo (FDM)**

El factor de día máximo viene dado por el producto de multiplicar el consumo medio diario por un factor de día máximo que oscila entre (1.8 – 2.0), para un área urbana según las normas de diseño del INFOM; para el presente proyecto se utilizó un factor de día máximo de 1.8, tomando en consideración la demanda que existe en las comunidades en época de verano debido al clima de esta región del país, lo cual ayudará a abastecer a las comunidades en los días en que la demanda supere al caudal medio diario.

- **Factor de hora máximo (FHM)**

Este viene dado como el máximo consumo instantáneo esperado en una o varias horas del día, dichas horas se conocen también como horas pico, debido a que estas comunidades no cuentan con estudios de demanda diaria de agua,

se adoptó un factor de hora máxima (Fhm) de 2.0, debido a que el rango de este factor oscila entre (2.0 – 3.0) según normas del INFOM para un área urbana, dicho factor servirá para el cálculo del consumo máximo horario o caudal de distribución.

- **Caudal medio (Qm)**

Es la cantidad de agua que va a consumir la población en un día, la cual se obtiene como promedio de los consumos diarios en el período de un año; y el resultado se obtiene por medio de la siguiente ecuación:

$$Qm = \left( \frac{Dot \times P.F}{86,400} \right)$$

donde:

Qm = Consumo medio diario o caudal medio

Dot = Dotación de agua para el proyecto

PF = Población futura o población de diseño del proyecto.

$$Qm = \frac{(140_{L/hab/día}) \times (32,966_{hab})}{86400_s} = 53.42_{L/s}$$

- **Caudal de consumo diario (Qc)**

También se le conoce como caudal medio diario, caudal máximo diario y caudal de conducción. El consumo máximo diario viene dado por el producto de multiplicar el consumo medio por un factor de día máximo, que para este caso por criterio y amparado en la cultura observada hacia los pobladores del municipio de Samayac, se adoptó un factor de 1.8 que además fue tomado en consideración en base a la demanda que existe en el casco urbano y

comunidades aledañas en época de verano debido al clima de esta región del país, lo cual ayudará a abastecer a las comunidades en los días en que la demanda supere al caudal medio diario.

Dicho consumo máximo diario será el caudal de agua que se conducirá a través de las tuberías de conducción, y el cual fue calculado con la siguiente fórmula

$$Q_c = F_{dm} \times Q_m$$

donde:

$Q_c$  = Consumo máximo diario o caudal de conducción

$F_{dm}$  = Factor de día máximo

$Q_m$  = Consumo medio diario o caudal medio

$$Q_c = (53.42 \text{ L/s}) \times (1.8) = 96.15 \text{ L/s}$$

- **Caudal máximo horario ( $Q_d$ )**

También se le conoce como caudal medio horario o caudal de distribución. Este viene dado como el máximo consumo instantáneo esperado en una o varias horas del día, dichas horas se conocen también como horas pico, debido a que este municipio no cuenta con estudios de demanda diaria de agua, se adopto un factor de hora máxima ( $F_{hm}$ ) de 2.0 en base a normas INFOM, para un área urbana, dicho factor servirá para el cálculo del consumo máximo horario o caudal de distribución.

El caudal utilizado en el diseño hidráulico de las tuberías de las líneas de distribución, fue calculado con la siguiente fórmula:

$$Qd = Fhm \times Qm$$

donde:

Qd = Caudal de distribución o consumo máximo horario

Fhm = Factor de hora máximo

Qm = Consumo medio diario o Caudal Medio

$$Qd = (96.15 \text{ L/s}) \times 2 = 192.30 \text{ L/s}$$

- **Presiones y velocidades**

Una vez hecho el estudio de campo, y definidas tentativamente las estructuras que han de constituirse para el sistema de abastecimiento de agua, se procederá al diseño de la línea de conducción. Sin embargo, el análisis de la red debe contemplar las condiciones más desfavorables, asimismo las presiones en la línea de conducción deben satisfacer ciertas condiciones mínimas y máximas para las diferentes situaciones de análisis que pueden ocurrir, en tal sentido la línea debe mantener presiones de servicio mínimas, que sean capaces de llevar agua al interior de la vivienda.

Según las normas de UNEPAR, indican que para una línea de conducción la presión máxima es de 90 m.c.a. y una presión mínima de 6 m.c.a.

Para el diseño se utilizó la fórmula básica de Hazen – Williams; la cual viene dada por:

$$Hf = K * (Q^{4.87}) * L$$

y

$$K = \left[ \frac{1743.811141}{(C^{1.85}) * (\phi^{4.87})} \right]$$

Por lo que  $H_f$  viene dada por:

$$H_f = \frac{(1743.811141) * (L) * (Q^{1.85})}{(\phi^{4.87}) * (C^{1.85})}$$

donde:

$H_f$  = Pérdida de carga o presión en m.c.a.

$L$  = Longitud del tramo en metros

$Q$  = Caudal en litros por segundo

$\phi$  = Diámetro de la tubería en pulgadas

$C$  = Coeficiente de fricción (150 P.V.C y 100 HG)

#### **2.2.7.5. Conexiones domiciliarias**

Actualmente, un 95 % de los predios y viviendas del casco urbano y cantones aledaños cuentan con instalación domiciliar, vale la pena mencionar que el casco urbano y cantones aledaños actualmente cuentan con un déficit en el caudal.

#### **2.2.7.6. Tipos de tubería**

Toda tubería tiene tres características: diámetro, clase y tipo. Respecto del diámetro se debe mencionar que comercialmente las tuberías se asignan por un diámetro nominal, que difiere del diámetro interno del conducto.

La clase se refiere a la norma de su fabricación, íntimamente relacionada con la presión de trabajo y a la razón entre diámetro externo y espesor de la pared de la tubería.

El tipo de tubería se refiere al material de que está hecha; se puede indicar que los materiales que se emplean actualmente son el hierro fundido, el acero, el acero galvanizado y el cloruro de polivinilo. El hierro fundido se emplea en la actualidad únicamente para grandes diámetros, el acero se emplea actualmente

para tuberías de alta presión. El acero galvanizado tiene su principal aplicación cuando queda a la intemperie, ya que enterrado se corroe; generalmente se le conoce como hierro galvanizado, cuando en realidad es acero galvanizado. Se debe indicar que también existe el hierro galvanizado, pero se destina a otros usos.

- **Tubería de PVC**

El cloruro de polivinilo (PVC) es el material que más se emplea actualmente. Es más económico, más liviano, fácil de instalar, durable y no se corroe, pero es frágil y se vuelve quebradizo al estar a la intemperie, a continuación se presentan las especificaciones de fabricación.

**Norma ASTM D-1785**

Se fabrica bajo la clasificación de cédulas 40, 80 y 120. De ellas, la que se emplea para sistemas del área rural y urbana de poca a mediana importancia es la cédula 40.

Tabla XXVIII. Diámetros y presiones de trabajo para tubería PVC cédula 40

Diámetros y presiones de trabajo para tubería pvc cédula 40		
DIÁMETRO NOMINAL (en pulgadas)	DIÁMETRO INTERNO (en pulgadas)	PRESIÓN DE TRABAJO ( en PSI.)
1/2	0.662	540
3/4	0.824	482
1	1,049	450
1 1/4	1,380	368
1 1/2	1,610	330
2	2,067	277
2 1/2	2,469	303
3	3,068	263
4	4,026	222

Fuente: E.R.I.S Diseño de abastecimientos rurales de agua potable

La tubería PVC se fabrica también bajo la denominación SDR, que es la más usada en nuestro medio, definida por la relación  $SDR = D/e$ , en la que  $D$  es el diámetro exterior y  $e$  es el espesor de la tubería. Se define como el esfuerzo hidrostático de diseño al esfuerzo máximo de tensión estimado en la pared de la tubería, debido a la presión hidrostática interna del agua que puede ser aplicada en forma continua, con un alto grado de certeza que la falla de la tubería no ocurrirá, expresado en libras sobre pulgada cuadrada y representada por la letra  $S$ , y  $P$  se refiere a la presión de trabajo, expresada en libras sobre pulgada cuadrada;  $D$  al diámetro exterior de la tubería y  $e$  al espesor de la misma.

La determinación del espesor de la pared se realiza mediante la aplicación de la ecuación:

$$S = (D/e - 1)P/2$$

donde:

$S$  = Esfuerzo hidrostático en (lb/plg<sup>2</sup>)

$D$  = Diámetro exterior

$e$  = Espesor de la tubería

$P$  = Presión de trabajo en (lb/plg<sup>2</sup>)

Si se sustituye  $D/e$  por  $SDR$ ,

$$S = (SDR - 1)P/2$$

donde:

$S$  = Esfuerzo hidrostático en (lb/plg<sup>2</sup>)

$P$  = Presión de trabajo en (lb/plg<sup>2</sup>)

$SDR$  = Relación diámetro exterior y espesor.

De esta ecuación se puede concluir que las tuberías de diferentes diámetros que tienen un valor igual de  $SDR$  están diseñadas para la misma presión de



trabajo. Con base a estas relaciones es que se han normalizado las dimensiones de tuberías bajo la denominación SDR, siendo las más comunes las dadas en la tabla

Tabla XXXI. Valores de presión de trabajo de acuerdo al SDR

RELACIÓN SDR PVC MATERIAL 1120	PRESIÓN DE TRABAJO EN PSI
13.5	315
17	250
21	200
26	160
32.5	125
41	100

Fuente: E.R.I.S Diseño de abastecimientos rurales de agua potable

Tabla XXX. Dimensiones de tubería de PVC 1120 ASTM D 2241 SDR 13.5

Presión de trabajo a 23 °C: 315 PSI = 22.1 kg/cm <sup>2</sup>									
Presión mínima de ruptura: 1000 PSI = 70.31 Kg/cm <sup>2</sup> (falla de 90 - 60 seg)									
Longitud de cada tubo: 20 pies = 6.09 m.									
DIÁMETRO NOMINAL		DIÁMETRO EXTERIOR		ESPESOR DE PARED MÍNIMO		DIÁMETRO INTERIOR		PESO APROXIMADO	
mm.	Pulg.	mm.	Pulg.	mm.	Pulg.	mm.	Pulg.	Kgs.	Lbs.
12	1/2	21.34	0.84	1.57	0.062	18.19	0.716	0.86	1.91

Fuente: E.R.I.S Diseño de abastecimientos rurales de agua potable

Tabla XXXI. Dimensiones de tubería de PVC 1120 ASTM D 2241 SDR 17

Presión de trabajo a 23 °C: 250 PSI = 17.6 kg/cm <sup>2</sup> Presión mínima de ruptura: 800 PSI = 56.3 Kg/cm <sup>2</sup> (falla de 60 - 90 seg) Longitud de cada tubo: 20 pies = 6.09 m.									
DIÁMETRO NOMINAL		DIÁMETRO EXTERIOR		ESPESOR PARED MÍNIMO		DIÁMETRO INTERIOR		PESO APROXIMADO	
mm.	Pulg.	mm.	Pulg.	mm.	Pulg.	mm.	Pulg.	Kgs.	Lbs.
18	3/4	26.67	0.84	1.57	0.06	23.52	0.93	1.10	2.42
25	1	33.40	1.32	1.96	0.08	29.49	1.16	1.71	3.77
31	1 1/4	42.16	1.66	2.49	0.10	37.19	1.46	2.74	6.05
38	1 1/2	48.26	1.90	2.84	0.11	42.57	1.68	3.59	7.91
50	2	60.33	2.38	3.56	0.14	53.21	2.10	5.61	12.36
62	2 1/2	73.03	2.88	4.29	0.17	64.44	2.54	8.20	18.07
75	3	88.90	3.50	5.23	0.21	78.44	3.09	12.16	26.81
100	4	114.30	4.50	6.73	0.27	100.84	3.97	20.11	44.34
125	5	141.30	5.56	8.30	0.33	124.69	4.91	30.68	67.64
150	6	168.28	6.63	9.91	0.39	148.46	5.85	43.58	96.07
200	8	219.08	8.63	12.90	0.51	193.27	7.61	73.89	162.90
250	10	273.05	10.75	16.05	0.63	240.94	9.49	114.59	252.63
300	12	323.85	12.75	19.05	0.75	285.75	11.25	161.28	355.56

Fuente: E.R.I.S Diseño de abastecimientos rurales de agua potable

Tabla XXXII. Dimensiones de tubería PVC 1120 ASTM D 2241 SDR 26

Presión de trabajo a 23 °C: 160 PSI = 11.2 kg/cm <sup>2</sup> Presión mínima de ruptura: 500 PSI = 35.15 Kg/cm <sup>2</sup> (falla de 60 - 90 seg) Longitud de cada tubo: 20 pies = 6.09 m.									
DIÁMETRO NOMINAL		DIÁMETRO EXTERIOR		ESPESOR DE PARED		DIÁMETRO INTERIOR		PESO APROXIMADO	
mm.	Pulg.	mm.	Pulg.	mm.	Pulg.	mm.	Pulg.	Kgs.	Lbs.
25	1	33.40	1.32	1.52	0.060	30.35	1.20	1.35	2.97
31	1.25	42.16	1.66	1.63	0.064	38.91	1.53	1.83	4.03
38	1.5	48.26	1.90	1.85	0.073	44.55	1.75	2.39	5.27
50	2	60.33	2.38	2.31	0.091	55.70	2.19	3.72	8.21
62	2.5	73.03	2.88	2.79	0.110	67.45	2.66	5.45	12.01
75	3	88.90	3.50	3.43	0.135	82.04	3.23	8.14	17.94
100	4	114.30	4.50	4.39	0.173	105.51	4.15	13.41	29.57
125	5	141.30	5.56	5.43	0.214	130.43	5.14	20.51	45.21
150	6	168.28	6.63	6.48	0.255	155.32	6.12	29.10	64.15
200	8	219.08	8.63	8.43	0.332	202.21	7.96	49.32	108.74
250	10	273.05	10.75	10.49	0.413	252.04	9.92	76.48	168.61
300	12	323.85	12.75	12.45	0.490	298.95	11.77	107.62	237.26
375	15	388.62	15.30	14.94	0.588	358.74	14.12	162.44	357.38

Fuente: E.R.I.S Diseño de abastecimientos rurales de agua potable

Tabla XXXIII. Dimensiones de tubería PVC 1120 ASTM D 2241 SDR 32.5

Presión de trabajo a 23 °C: 125 PSI = 7.00 kg/cm <sup>2</sup> Presión mínima de ruptura: 400 PSI = 8.80Kg/cm <sup>2</sup> (falla de 60 - 90 seg) Longitud de cada tubo: 20 pies = 6.09 m.									
DIÁMETRO NOMINAL		DIÁMETRO EXTERIOR		ESPESOR DE PARED MÍNIMO		DIÁMETRO INTERIOR		PESO APROXIMADO	
mm.	Pulg.	mm.	Pulg.	mm.	Pulg.	mm.	Pulg.	Kgs.	Lbs.
75	3	88.90	3.50	2.74	0.11	83.41	3.28	6.56	14.47
100	4	114.30	4.50	3.51	0.14	107.29	4.22	10.78	23.77
125	5	141.30	5.56	4.35	0.17	132.60	5.22	16.52	36.42
150	6	168.28	6.63	5.18	0.20	157.91	6.22	23.47	51.73
200	8	219.08	8.63	6.73	0.27	205.62	8.10	39.69	87.50
250	10	273.05	10.75	8.41	0.33	256.23	10.09	61.78	136.21
300	12	323.85	12.75	9.96	0.39	303.93	11.97	86.79	191.33
375	15	388.62	15.30	11.96	0.47	364.70	14.36	104.60	230.12
450	18	457.01	18.70	14.61	0.58	427.79	17.55	195.82	430.80

Fuente: E.R.I.S Diseño de abastecimientos rurales de agua potable

Tabla XXXIV. Dimensiones de tubería PVC 1120 ASTM D 2241 SDR 41

Presión de trabajo a 23 °C: 100 PSI = 7.00 kg/cm <sup>2</sup> Presión mínima de ruptura: 315 PSI = 22.15 Kg/cm <sup>2</sup> (falla de 60 - 90 seg) Longitud de cada tubo: 20 pies = 6.09 m.									
DIÁMETRO NOMINAL		DIÁMETRO EXTERIOR		ESPESOR DE PARED MÍNIMO		DIÁMETRO INTERIOR		PESO APROXIMADO	
mm.	Pulg.	mm.	Pulg.	mm.	Pulg.	mm.	Pulg.	Kgs.	Lbs.
100	4	114.30	4.50	2.79	0.110	108.71	1.28	8.65	19.08
125	5	141.30	5.56	3.45	0.136	134.39	5.29	13.22	29.15
150	6	168.28	6.63	4.11	0.162	160.05	6.30	18.76	41.36
200	8	219.08	8.63	5.33	0.210	208.41	8.21	31.66	69.79
250	10	273.05	10.75	6.65	0.262	259.74	10.23	49.23	108.53
300	12	323.85	12.75	7.90	0.311	308.05	12.13	69.30	152.79
375	15	288.62	15.30	9.47	0.373	369.68	14.55	104.60	230.13
450	18	457.01	18.70	11.58	0.456	433.85	17.79	156.35	343.97

Fuente: E.R.I.S Diseño de abastecimientos rurales de agua potable

- **Obras hidráulicas en la tubería**

- a) **Captación.**

Es la estructura que se hace con el fin de coleccionar el agua de la fuente.

### **b) Válvulas de limpieza.**

En un sistema de conducción de agua siempre se consideran dispositivos que permitan la descarga de sedimentos acumulados y estos consisten en una derivación de la tubería provista de llave de compuerta.

### **c) Tanque de distribución.**

En los proyectos de agua potable se considera un tanque de almacenamiento por las ventajas que presenta, de las cuales las más importantes son: compensar las variaciones horarias en el consumo de agua de la población y tener un almacenamiento de agua que pueda suplir la demanda cuando haya interrupciones del servicio, para este proyecto la municipalidad había construido como una etapa anterior un tanque para lograr la capacidad requerida.

#### **2.2.7.7. Red de distribución**

La forma de distribución, será mediante el uso de la red de distribución existente, la cual ha estado en funcionamiento. Dicha red ha sido construida por fases, de acuerdo al crecimiento demográfico del municipio.

- **Diseño hidráulico**

A continuación se presenta en la siguiente tabla la memoria de cálculo hidráulico de la línea de conducción de agua potable para el casco urbano del municipio de Samayac, Suchitepéquez.

PROYECTO: <u>LÍNEA DE CONDUCCIÓN (Agua Potable)</u>	TASA DE CRECIMIENTO: <u>0.03 = 3%</u>
MUNICIPIO DE: <u>SAMAYAC, SUCHITEPÉQUEZ.</u>	NÚMERO DE AÑOS: <u>21</u>
BENEFICIARIOS: <u>ÁREA URBANA Y ÁREA RURAL.</u>	FACTOR DE DÍA MÁXIMO: <u>1.8</u>
SISTEMA DE CONDUCCIÓN: <u>POR GRAVEDAD</u>	FACTOR PARA CÁLCULO DE TUBERÍA: <u>0.03 (3%)</u>
FUENTE: <u>RÍO QUILÁ.</u>	DOTACIÓN: <u>140 LTS/HAB./DÍA.</u>
UBICACIÓN DE LA FUENTE: <u>ALDEA TZAMPOJ, STA. CATARINA IXTAGUACÁN, SOLOLÁ.</u>	PÉRDIDAS MENORES: <u>10 % DE HF. EN TUBERÍA LONGITUDINAL.</u>

TRAMOS		COTAS		PRESIÓN		Diferencias de alturas	Distancia horizontal	Longitud según S del terreno	Longitud acumulada	Población Actual	Población Futura	Dotación (l/hab/día)	Caudal Medio	Caudal de Conducción (l/hab/día)	Coeficiente de tubería	Comercial	Velocidad (m/seg)	Ø Interno (pulg.)	Pérdidas Totales por Tramo	Pérdidas acumuladas	PRESIÓN		COTAS		Resistencia de trabajo Tubo en PSI	
Est.	P.O.	TOPOGRÁFICAS		ESTÁTICA																	DINÁMICA		PIEZOMÉTRICAS			
		Est.	P.O.	PSI	M.C.A.																P.S.I.	M.C.A.	EST.	P.O.		
E-0	E-1	1000.00	999.48	0.74	0.52	0.52	37.20	37.20	64.74	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.165	0.165	0.50	0.35	1000.00	999.835	160	PSI
E-1	E-2	999.48	998.13	2.66	1.87	1.35	27.50	27.53	64.74	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.122	0.29	2.25	1.58	999.83	999.713	160	
E-2	E-3	998.13	997.89	3.00	2.11	0.24	26.57	26.57	91.31	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.118	0.41	2.42	1.70	999.71	999.595	160	
E-3	E-4	997.89	996.21	5.39	3.79	1.68	28.30	28.35	119.66	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.126	0.53	4.64	3.26	999.59	999.469	160	
E-4	E-5	996.21	996.98	4.30	3.02	-0.77	25.65	25.66	145.32	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.114	0.64	3.38	2.38	999.47	999.355	160	
E-5	E-6	996.98	995.58	6.29	4.42	1.40	21.85	21.89	167.21	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.097	0.74	5.23	3.68	999.36	999.258	160	
E-6	E-7	995.58	992.72	10.35	7.28	2.86	37.50	37.61	204.82	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.167	0.91	9.06	6.37	999.26	999.091	160	
E-7	E-8	992.72	990.38	13.68	9.62	2.34	16.20	16.37	221.19	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.073	0.98	12.29	8.64	999.09	999.018	160	
E-8	E-9	990.38	989.83	14.47	10.17	0.55	9.70	9.72	230.91	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.043	1.02	13.01	9.15	999.02	998.975	160	
E-9	E-10	989.83	989.32	15.19	10.68	0.51	23.40	23.41	254.31	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.104	1.13	13.59	9.55	998.98	998.871	160	
E-10	E-11	989.32	992.70	10.38	7.30	-3.38	10.00	10.56	264.87	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.047	1.18	8.71	6.12	998.87	998.825	160	
E-11	E-12	992.70	995.18	6.86	4.82	-2.48	20.50	20.65	285.52	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.092	1.27	5.05	3.55	998.82	998.733	160	
E-12	E-13	995.18	993.72	8.93	6.28	1.46	35.85	35.88	321.40	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.159	1.43	6.90	4.85	998.73	998.574	160	
E-13	E-14	993.72	993.68	8.99	6.32	0.04	32.36	32.36	353.76	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.144	1.57	6.76	4.75	998.57	998.430	160	
E-14	E-15	993.68	991.78	11.69	8.22	1.90	21.65	21.73	375.49	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.096	1.67	9.32	6.55	998.43	998.334	160	
E-15	E-16	991.78	989.84	14.45	10.16	1.94	46.90	46.94	422.43	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.208	1.87	11.78	8.29	998.33	998.125	160	
E-16	E-17	989.84	986.12	19.74	13.88	3.72	43.50	43.66	466.09	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.194	2.07	16.80	11.81	998.13	997.932	160	
E-17	E-18	986.12	982.86	24.38	17.14	3.26	35.90	36.05	502.14	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.160	2.23	21.21	14.91	997.93	997.772	160	
E-18	E-19	982.86	986.43	19.30	13.57	-3.57	46.25	46.39	548.52	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.206	2.43	15.84	11.14	997.77	997.566	160	
E-19	E-20	986.43	990.43	13.61	9.57	-4.00	29.45	29.72	578.25	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.132	2.57	9.96	7.00	997.57	997.434	160	
E-20	E-21	990.43	993.55	9.17	6.45	-3.12	36.50	36.63	614.88	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.163	2.73	5.29	3.72	997.43	997.271	160	
E-21	E-22	993.55	993.93	8.63	6.07	-0.38	18.46	18.46	633.34	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.082	2.81	4.64	3.26	997.27	997.189	160	
E-22	E-23	993.93	991.71	11.79	8.29	2.22	43.00	43.06	676.40	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.191	3.00	7.52	5.29	997.19	996.998	160	
E-23	E-24	991.71	991.87	11.56	8.13	-0.16	54.10	54.10	730.50	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.240	3.24	6.95	4.89	997.00	996.758	160	

Tabla XXXV. Cálculo hidráulico de línea de conducción de agua potable

TRAMOS		COTAS TOPOGRÁFICAS		PRESIÓN ESTÁTICA		Diferencias de alturas	Distancia horizontal	Longitud según S del terreno	Longitud acumulada	Población Actual	Población Futura	Dotación (l/hab/día)	Caudal Medio	Caudal de Conductión (l/hab/día)	Coeficiente de tubería $\phi$	Comercial $\phi$	Velocidad (m/seg)	Interno $\phi$	Pérdidas Totales por Tramo	Pérdidas acumuladas	PRESIÓN DINÁMICA		COTAS PIEZOMÉTRICAS		Presión en tubo en PSI
Est.	P.O.	Est.	P.O.	PSI	M.C.A.																P.S.I.	M.C.A.	EST.	P.O.	
E-24	E-25	991.87	988.95	15.72	11.05	2.92	31.90	32.03	762.53	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.142	3.38	10.90	7.67	996.76	996.616	160
E-25	E-26	998.95	986.56	19.12	13.44	12.39	21.40	24.73	787.26	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.110	3.49	14.15	9.95	996.62	996.506	160
E-26	E-27	986.56	986.00	19.91	14.00	0.56	33.00	33.00	820.27	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.146	3.64	14.74	10.36	996.51	996.360	160
E-27	E-28	986.00	986.78	18.80	13.22	-0.78	13.70	13.72	833.99	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.061	3.70	13.54	9.52	996.36	996.299	160
E-28	E-29	986.78	985.95	19.98	14.05	0.83	31.90	31.91	865.90	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.142	3.84	14.52	10.21	996.30	996.157	160
E-29	E-30	985.95	984.47	22.09	15.53	1.48	27.70	27.74	893.64	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.123	3.97	16.45	11.56	996.16	996.034	160
E-30	E-31	984.47	983.38	23.64	16.62	1.09	38.00	38.02	931.65	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.169	4.13	17.76	12.49	996.03	995.866	160
E-31	E-32	983.38	981.75	25.96	18.25	1.63	48.00	48.03	979.68	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.213	4.35	19.77	13.90	995.87	995.653	160
E-32	E-33	981.75	980.50	27.74	19.50	1.25	36.20	36.22	1015.90	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.161	4.51	21.32	14.99	995.65	995.492	160
E-33 = ENTRA A PLANTA DE TRATAMIENTO (Tratamiento de coagulación, sedimentación, filtración, desinfección.)																									
E-34 = SALE DE PLANTA DE TRATAMIENTO ( Inicia cota piezométrica nueva)																									
E-34	E-35	978.22	975.60	3.73	2.62	2.62	40.80	40.88	1056.79	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.181	0.181	3.47	2.44	978.22	978.04	160
E-35	E-36	975.60	975.10	4.44	3.12	0.50	9.00	9.01	1065.80	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.040	0.221	4.12	2.90	978.04	978.00	160
E-36	E-37	975.10	974.80	4.86	3.42	0.30	36.40	36.40	1102.20	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.162	0.383	4.32	3.04	978.00	977.84	160
E-37	E-38	974.80	974.00	6.00	4.22	0.80	27.30	27.31	1129.51	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.121	0.504	5.29	3.72	977.84	977.72	160
E-38	E-39	974.00	975.10	4.44	3.12	-1.10	23.70	23.73	1153.24	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.105	0.609	3.57	2.51	977.72	977.61	160
E-39	E-40	975.10	975.35	4.08	2.87	-0.25	28.10	28.10	1181.34	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.125	0.734	3.04	2.14	977.61	977.49	160
E-40	E-41	975.35	971.50	9.56	6.72	3.85	19.20	19.58	1200.92	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.087	0.821	8.39	5.90	977.49	977.40	160
E-41	E-42	971.50	969.48	12.43	8.74	2.02	24.24	24.32	1225.25	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.108	0.929	11.11	7.81	977.40	977.29	160
E-42	E-43	969.48	965.70	17.81	12.52	3.78	30.70	30.93	1256.18	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.137	1.066	16.29	11.45	977.29	977.15	160
E-43	E-44	965.70	963.65	20.72	14.57	2.05	16.00	16.13	1272.31	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.072	1.138	19.10	13.43	977.15	977.08	160
E-44	E-45	963.65	965.40	18.23	12.82	-1.75	39.60	39.64	1311.95	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.176	1.314	16.37	11.51	977.08	976.91	160
E-45	E-46	965.40	964.35	19.73	13.87	1.05	36.20	36.22	1348.16	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.161	1.474	17.63	12.40	976.91	976.75	160
E-46	E-47	964.35	961.29	24.08	16.93	3.06	10.50	10.94	1359.10	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.049	1.523	21.91	15.41	976.75	976.70	160
E-47	E-48	961.29	960.77	24.82	17.45	0.52	15.20	15.21	1374.31	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.067	1.590	22.56	15.86	976.70	976.63	160
E-48	E-49	960.77	960.67	24.96	17.55	0.10	9.50	9.50	1383.81	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.042	1.633	22.64	15.92	976.63	976.59	160
E-49	E-50	960.67	962.84	21.88	15.38	-2.17	14.90	15.06	1398.87	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.067	1.699	19.46	13.68	976.59	976.52	160
E-50	E-51	962.84	967.14	15.76	11.08	-4.30	38.20	38.44	1437.31	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.171	1.870	13.10	9.21	976.52	976.35	160

TRAMOS		COTAS				PRESIÓN		Diferencias de alturas	Distancia horizontal	Longitud según S del terreno	Longitud acumulada	Población Actual	Población Futura	Dotación (l/hab/día)	Caudal Medio	Caudal de Conductión (l/hab/día)	Coeficiente de tubería	Ø Comercial en pulg.	Velocidad (m/seg)	Ø interno (pulg.)	Pérdidas Totales por Tramo	Pérdidas acumuladas	PRESIÓN		COTAS		Resistencia de trabajo de Tubo en PSI
Est.	P.O.	TOPOGRÁFICAS		ESTÁTICA		DINÁMICA																	PIEZOMÉTRICAS				
		Est.	P.O.	PSI	M.C.A.	P.S.I.	M.C.A.																EST.	P.O.			
E-51	E-52	967.14	961.90	23.21	16.32	5.24	72.00	72.19	1509.50	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.320	2.190	20.10	14.13	976.35	976.03	160		
E-52	E-53	961.90	957.70	29.19	20.52	4.20	63.00	63.14	1572.64	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.280	2.471	25.67	18.05	976.03	975.75	160		
E-53	E-54	957.70	953.60	35.02	24.62	4.10	64.70	64.83	1637.47	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.288	2.758	31.09	21.86	975.75	975.46	160		
E-54	E-54 A	953.60	952.46	36.64	25.76	1.14	25.10	25.13	1662.59	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.111	2.870	32.56	22.89	975.46	975.35	160		
E-54 A	E-55	952.46	950.32	39.68	27.90	2.14	47.10	47.15	1709.74	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.209	3.079	35.30	24.82	975.35	975.14	160		
E-55	E-56	950.32	946.75	44.76	31.47	3.57	37.00	37.17	1746.91	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.165	3.244	40.15	28.23	975.14	974.98	160		
E-56	E-57	946.75	942.30	51.09	35.92	4.45	30.70	31.02	1777.94	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.138	3.382	46.28	32.54	974.98	974.84	160		
E-57	E-58	942.30	943.15	49.88	35.07	-0.85	44.00	44.01	1821.94	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.195	3.577	44.79	31.49	974.84	974.64	160		
E-58	E-58 A	943.15	943.70	49.10	34.52	-0.55	39.20	39.20	1861.15	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.174	3.751	43.76	30.77	974.64	974.47	160		
E-58 A	E-59	943.70	944.32	48.22	33.90	-0.62	39.80	39.80	1900.95	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.177	3.928	42.63	29.97	974.47	974.29	160		
E-59	E-59 A	944.32	944.79	47.55	33.43	-0.47	50.25	50.25	1951.20	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.223	4.151	41.65	29.28	974.29	974.07	160		
E-59 A	E-60	944.79	945.16	47.02	33.06	-0.37	56.25	56.25	2007.46	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.250	4.400	40.76	28.66	974.07	973.82	160		
E-60	E-61	945.16	943.52	49.35	34.70	1.64	42.40	42.43	2049.89	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.188	4.588	42.83	30.11	973.82	973.63	160		
E-61	E-62	943.52	941.60	52.09	36.62	1.92	38.00	38.05	2087.94	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.169	4.757	45.32	31.86	973.63	973.46	160		
E-62	E-63	941.60	939.38	55.24	38.84	2.22	45.10	45.15	2133.09	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.200	4.958	48.19	33.88	973.46	973.26	160		
E-63	E-63 A	939.38	940.83	53.18	37.39	-1.45	50.20	50.22	2183.31	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.223	5.181	45.81	32.21	973.26	973.04	160		
E-63 A	E-64	940.83	942.62	50.63	35.60	-1.79	51.80	51.83	2235.14	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.230	5.411	42.94	30.19	973.04	972.81	160		
E-64	E-65	942.62	943.12	49.92	35.10	-0.50	57.00	57.00	2292.14	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.253	5.664	41.87	29.44	972.81	972.56	160		
E-65	E-65 A	943.12	942.55	50.73	35.67	0.57	42.20	42.20	2334.35	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.187	5.851	42.41	29.82	972.56	972.37	160		
E-65 A	E-66	942.55	942.23	51.19	35.99	0.32	53.30	53.30	2387.65	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.237	6.087	42.53	29.90	972.37	972.13	160		
E-66	E-67	942.23	946.40	45.26	31.82	-4.17	39.50	39.72	2427.37	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.176	6.264	36.35	25.56	972.13	971.96	160		
E-67	E-68	946.40	948.12	42.81	30.10	-1.72	35.20	35.24	2462.61	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.156	6.420	33.68	23.68	971.96	971.80	160		
E-68	E-69	948.12	942.40	50.95	35.82	5.72	84.00	84.19	2546.81	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.374	6.794	41.29	29.03	971.80	971.43	160		
E-69	E-69 A	942.40	940.52	53.62	37.70	1.88	44.30	44.34	2591.15	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.197	6.990	43.68	30.71	971.43	971.23	160		
E-69 A	E-70	940.52	938.55	56.42	39.67	1.97	54.70	54.74	2645.88	17721	32966	140	53.418	96.152	150	12	1.29	12.128	0.243	7.233	46.14	32.44	971.23	970.99	160		

TRAMOS		COTAS TOPOGRÁFICAS		PRESIÓN ESTÁTICA		Diferencias de alturas	Distancia horizontal	Longitud según S del terreno	Longitud acumulada	Población Actual	Población Futura	Dotación (lt/hab/día)	Caudal Medio	Caudal de Conductión (lt/hab/día)	Coeficiente de tubería	Ø Comercial en pulg.	Velocidad (m/seg)	Ø interno (pulg.)	Pérdidas Totales por Tramo	Pérdidas acumuladas	PRESIÓN DINÁMICA		COTAS PIEZOMÉTRICAS		Resistencia de trabajo de Tubo en PSI
Est.	P.O.	Est.	P.O.	PSI	M.C.A.																P.S.I.	M.C.A.	EST.	P.O.	
RAMAL A, sale de caja distribuidora de caudales																									
E-70	E-71	938.55	933.42	7.30	5.13	5.13	78.80	78.97	2724.85	5898	10972	140	17.779	32.002	150	6	1.69	6.115	1.282	1.282	5.47	3.85	970.99	937.27	160
E-71	E-72	933.42	930.23	11.83	8.32	3.19	61.00	61.08	2785.93	5898	10972	140	17.779	32.002	150	6	1.69	6.115	0.992	2.274	8.60	6.05	937.27	936.28	160
E-72	E-72 A	930.23	928.38	14.47	10.17	1.85	56.30	56.33	2842.26	5898	10972	140	17.779	32.002	150	6	1.69	6.115	0.915	3.189	9.93	6.98	936.28	935.36	160
E-72 A	E-73	928.38	927.45	15.79	11.10	0.93	35.70	35.71	2877.97	5898	10972	140	17.779	32.002	150	6	1.69	6.115	0.580	3.769	10.43	7.33	935.36	934.78	160
E-73	E-74	927.45	924.75	19.63	13.80	2.70	37.50	37.60	2915.57	5898	10972	140	17.779	32.002	150	6	1.69	6.115	0.611	4.380	13.40	9.42	934.78	934.17	160
E-74	E-74 A	924.75	923.80	20.98	14.75	0.95	22.40	22.42	2937.99	5898	10972	140	17.779	32.002	150	6	1.69	6.115	0.364	4.744	14.23	10.01	934.17	933.81	160
E-74 A	E-75	923.80	920.48	25.70	18.07	3.32	80.10	80.17	3018.16	5898	10972	140	17.779	32.002	150	6	1.69	6.115	1.302	6.046	17.10	12.02	933.81	932.50	160
E-75	E-76	920.48	916.90	30.79	21.65	3.58	78.00	78.08	3096.24	5898	10972	140	17.779	32.002	150	6	1.69	6.115	1.268	7.314	20.39	14.34	932.50	931.24	160
E-76	E-77	916.90	912.44	37.14	26.11	4.46	51.00	51.19	3147.44	5898	10972	140	17.779	32.002	150	6	1.69	6.115	0.831	8.146	25.55	17.96	931.24	930.40	160
E-77	E-78	912.44	910.20	40.32	28.35	2.24	59.25	59.29	3206.73	5898	10972	140	17.779	32.002	150	6	1.69	6.115	0.963	9.108	27.37	19.24	930.40	929.44	160
E-78	E-78 A	910.20	908.78	42.34	29.77	1.42	43.75	43.77	3250.50	5898	10972	140	17.779	32.002	150	6	1.69	6.115	0.711	9.819	28.38	19.95	929.44	928.73	160
E-78 A	E-79	908.78	906.82	45.13	31.73	1.96	33.00	33.06	3283.56	5898	10972	140	17.779	32.002	150	6	1.69	6.115	0.537	10.356	30.40	21.37	928.73	928.19	160
E-79	E-80	906.82	904.12	48.97	34.43	2.70	66.50	66.55	3350.11	5898	10972	140	17.779	32.002	150	6	1.69	6.115	1.081	11.437	32.70	22.99	928.19	927.11	160
E-80	E-81	904.12	903.88	49.31	34.67	0.24	49.50	49.50	3399.61	5898	10972	140	17.779	32.002	150	6	1.69	6.115	0.804	12.241	31.90	22.43	927.11	926.31	160
E-81	E-82	903.88	901.40	52.84	37.15	2.48	46.00	46.07	3445.68	5898	10972	140	17.779	32.002	150	6	1.69	6.115	0.748	12.989	34.36	24.16	926.31	925.56	160
E-82	E-83	901.40	898.16	57.45	40.39	3.24	46.40	46.51	3492.19	5898	10972	140	17.779	32.002	150	6	1.69	6.115	0.755	13.745	37.90	26.65	925.56	924.81	160

Continuación, Ramal A



Continuación, Ramal B

TRAMOS		COTAS TOPOGRÁFICAS		PRESIÓN ESTÁTICA		Diferencias de alturas	Distancia horizontal	Longitud según S del terreno	Longitud acumulada	Población Actual	Población Futura	Dilatación (lt/hab/día)	Caudal Medio	Caudal de Conducción (lt/hab/día)	Coeficiente de tubería	Ø Comercial en pulg.	Velocidad (m/seg)	Ø Interno (pulg.)	Pérdidas Totales por Tramo	Pérdidas acumuladas	PRESIÓN DINÁMICA		COTAS PIEZOMÉTRICAS		Resistencia Tubo en PSI
Est.	P.O.	Est.	P.O.	PSI	M.C.A.																P.S.I.	M.C.A.	EST.	P.O.	
RAMAL B, sale de caja distribuidora de caudales																									
E-70	E-71	938.55	933.42	7.30	5.13	5.13	78.80	78.97	3571.16	11823	21994	140	35.639	64.150	150	10	1.28	9.924	0.440	0.440	6.67	4.69	938.55	938.11	160
E-71	E-72	933.42	930.23	11.83	8.32	3.19	61.00	61.08	3632.24	11823	21994	140	35.639	64.150	150	10	1.28	9.924	0.340	0.780	10.72	7.54	938.11	937.77	160
E-72	E-72 A	930.23	928.38	14.47	10.17	1.85	56.30	56.33	3688.58	11823	21994	140	35.639	64.150	150	10	1.28	9.924	0.314	1.094	12.91	9.08	937.77	937.46	160
E-72 A	E-73	928.38	927.45	15.79	11.10	0.93	35.70	35.71	3724.29	11823	21994	140	35.639	64.150	150	10	1.28	9.924	0.199	1.293	13.95	9.81	937.46	937.26	160
E-73	E-74	927.45	924.75	19.63	13.80	2.70	37.50	37.60	3761.88	11823	21994	140	35.639	64.150	150	10	1.28	9.924	0.209	1.502	17.49	12.30	937.26	937.05	160
E-74	E-74 A	924.75	923.80	20.98	14.75	0.95	22.40	22.42	3784.30	11823	21994	140	35.639	64.150	150	10	1.28	9.924	0.125	1.627	18.67	13.12	937.05	936.92	160
E-74 A	E-84	923.80	924.55	19.91	14.00	-0.75	50.15	50.16	3834.46	11823	21994	140	35.639	64.150	150	10	1.28	9.924	0.279	1.906	17.20	12.09	936.92	936.64	160
E-84	E-84 A	924.55	921.06	24.88	17.49	3.49	38.40	38.56	3873.02	11823	21994	140	35.639	64.150	150	10	1.28	9.924	0.215	2.121	21.86	15.37	936.64	936.43	160
E-84 A	E-85	921.06	924.72	19.67	13.83	-3.66	67.12	67.22	3940.24	11823	21994	140	35.639	64.150	150	10	1.28	9.924	0.374	2.495	16.12	11.33	936.43	936.05	160
E-85	E-86	924.72	922.89	22.27	15.66	1.83	70.26	70.28	4010.52	11823	21994	140	35.639	64.150	150	10	1.28	9.924	0.391	2.887	18.17	12.77	936.05	935.66	160
E-86	E-86 A	922.89	924.66	19.76	13.89	-1.77	42.30	42.34	4052.86	11823	21994	140	35.639	64.150	150	10	1.28	9.924	0.236	3.123	15.31	10.77	935.66	935.43	160
E-86 A	E-87	924.66	926.85	16.64	11.70	-2.19	52.04	52.09	4104.95	11823	21994	140	35.639	64.150	150	10	1.28	9.924	0.290	3.413	11.79	8.29	935.43	935.14	160
E-87	E-88	926.85	922.89	22.27	15.66	3.96	62.29	62.42	4167.36	11823	21994	140	35.639	64.150	150	10	1.28	9.924	0.348	3.760	16.93	11.90	935.14	934.79	160
E-88	E-88 A	922.89	921.36	24.45	17.19	1.53	12.20	12.30	4179.66	11823	21994	140	35.639	64.150	150	10	1.28	9.924	0.068	3.829	19.00	13.36	934.79	934.72	160
E-88 A	E-89	921.36	925.63	18.38	12.92	-4.27	29.06	29.37	4209.03	11823	21994	140	35.639	64.150	150	10	1.28	9.924	0.164	3.993	12.70	8.93	934.72	934.56	160
E-89	E-90	925.63	925.33	18.80	13.22	0.30	15.81	15.81	4224.84	11823	21994	140	35.639	64.150	150	10	1.28	9.924	0.088	4.081	13.00	9.14	934.56	934.47	160
E-90	E-90 A	925.33	924.55	19.91	14.00	0.78	30.10	30.11	4254.95	11823	21994	140	35.639	64.150	150	10	1.28	9.924	0.168	4.248	13.87	9.75	934.47	934.30	160
E-90 A	E-91	924.55	923.82	20.95	14.73	0.73	44.93	44.94	4299.89	11823	21994	140	35.639	64.150	150	10	1.28	9.924	0.250	4.499	14.55	10.23	934.30	934.05	160

### **2.2.8. Elaboración de planos**

Los planos de este proyecto se realizaron utilizando el programa Autcad versión 2004, los cuales se presentan en el apéndice B.

## 2.2.9. Elaboración de presupuesto

Tabla XXXVI. Presupuesto de captación-embalse

INTEGRACIÓN PRECIOS UNITARIOS										
CAPTACIÓN-EMBALSE										
DIMENSIONES INT.= 6.00X4.00X2.00 M.										
MANO DE OBRA										
	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	FACTOR AYUDANTE	COSTO PARCIAL	FACTOR PREST.	COSTO TOTAL			
SACOS DE ARENA (llenado y colocación)	200	unidad	Q 5.00	1.00	Q 1,000.00	1.00	Q	1,000.00	Q	1,000.00
EXCAVACIÓN (desvío de flujo)	200	m³	Q 25.00	1.00	Q 5,000.00	1.00	Q	5,000.00	Q	5,000.00
EXCAVACIÓN PARA MUROS	47	m³	Q 25.00	1.00	Q 1,175.00	1.00	Q	1,175.00	Q	1,175.00
ENCOFRADO PARA MUROS	41	m³	Q 25.00	1.35	Q 1,383.75	1.64	Q	2,269.35	Q	2,269.35
FUNDICIÓN DE MUROS	41	m³	Q 100.00	1.35	Q 5,535.00	1.64	Q	9,077.40	Q	9,077.40
HECHURA DE CANAL (para bocatoma)	1	global	Q 300.00	1.00	Q 300.00	1.00	Q	300.00	Q	300.00
<b>COSTO TOTAL DE MANO DE OBRA</b>										
									Q	18,821.75
DIMENSIONES INT.= 6.00X4.00X2.00 M.										
MATERIALES										
	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL						
SACOS (costales)	200	unidad	Q 3.00	Q 600.00						
PIEDRA	25	m³	Q 100.00	Q 2,500.00						
PIEDRÍN DE 1/2"	11	m³	Q 180.00	Q 1,980.00						
CEMENTO PORTLAND	161	saco	Q 45.00	Q 7,245.00						
ARENA DE RÍO	11	m³	Q 70.00	Q 770.00						
MADERA	820	p.t	Q 3.70	Q 3,034.00						
ALAMBRE DE AMARRE	20	Lb.	Q 5.00	Q 100.00						
CLAVO (diferentes medidas)	15	Lb.	Q 5.00	Q 75.00						
ACERO No. 3	0.5	qq	Q 280.00	Q 140.00						
REGILLA (de metal de 1.00x0.30 m)	1	Unidad	Q 300.00	Q 300.00						
<b>COSTO TOTAL DE MATERIALES</b>										
									Q	16,744.00
<b>TOTAL MATERIALES</b>										
									Q	16,744.00
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>										
									Q	18,821.75
<b>COSTO IND, IMP. Y UTILIDADES</b>										
									Q	19,916.82
<b>COSTO TOTAL</b>										
									Q	55,482.57

Tabla XXXVII. Presupuesto de tubería PVC de Ø 12", 160 PSI

INTEGRACIÓN PRECIOS UNITARIOS								
LÍNEA DE CONDUCCIÓN Ø 12"								
LONGITUD = 2,645.88 M.L.								
MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	FACTOR AYUDANTE	COSTO PARCIAL	FACTOR PREST.	COSTO TOTAL	
TRAZO	2,645.88	m.l.	Q 2.00	1.00	Q 5,291.76	1.00	Q	5,291.76
EXCAVACIÓN	1720	m³	Q 25.00	1.00	Q 43,000.00	1.00	Q	43,000.00
COLOCACIÓN DE TUBERÍA DE 12"	457	unidad	Q 24.00	1.37	Q 15,026.16	1.64	Q	24,642.90
RELLENO	2150	m³	Q 5.00	1.00	Q 10,750.00	1.00	Q	10,750.00
<b>COSTO TOTAL DE MANO DE OBRA</b>								<b>Q 83,684.66</b>
LONGITUD = 2,645.88 M.L.								
MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO		COSTO TOTAL			
TUBERÍA DE JUNTA RAPIDA Ø 12"	457	unidad	Q	2,329.53	Q	1,064,595.21		
LUBRICANTE	5	galones	Q	50.00	Q	250.00		
CODOS A 45° DE Ø 12"	9	unidad	Q	3,550.00	Q	31,950.00		
CODOS A 90° DE Ø 12"	2	unidad	Q	3,550.00	Q	7,100.00		
<b>COSTO TOTAL DE MATERIALES</b>					Q	<b>1,103,895.21</b>		
<b>TOTAL MATERIALES</b>	Q	1,103,895.21						
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>	Q	83,684.66						
<b>COSTO IND. IMP. Y UTILIDADES</b>	Q	665,044.73						
<b>COSTO TOTAL</b>	Q	1,852,624.60						
<b>PRECIO UNITARIO/METRO LINEAL</b>	Q	700.19						

Tabla XXXVIII. Presupuesto de tubería PVC de Ø 10", 160 PSI

INTEGRACIÓN PRECIOS UNITARIOS								
LÍNEA DE CONDUCCIÓN Ø 10"								
LONGITUD = 807.70 M.								
MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	FACTOR AYUDANTE	COSTO PARCIAL	FACTOR PREST.	COSTO TOTAL	
TRAZO	807.70	m.l.	Q 1.00	1.00	Q 807.70	1.00	Q	807.70
EXCAVACIÓN	507.78	m³	Q 25.00	1.00	Q 12,694.50	1.00	Q	12,694.50
COLOCACIÓN DE TUBERÍA DE 10"	144.00	m.l.	Q 15.00	1.35	Q 2,916.00	1.64	Q	4,782.24
RELLENO	507.78	m³	Q 5.00	1.00	Q 2,538.90	1.00	Q	2,538.90
<b>COSTO TOTAL DE MANO DE OBRA</b>								<b>Q 20,823.34</b>
LONGITUD = 807.70 M.								
MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO		COSTO TOTAL			
TUBERÍA DE JUNTA RAPIDA Ø 10"	144	unidad	Q	1,379.32	Q	198,622.08		
LUBRICANTE	5	galones	Q	50.00	Q	250.00		
CODOS A 45° DE Ø 10"	4	unidad	Q	2,624.48	Q	10,497.92		
CODOS A 90° DE Ø 10"	4	unidad	Q	2,625.48	Q	10,501.92		
<b>COSTO TOTAL DE MATERIALES</b>					Q	<b>219,871.92</b>		
<b>TOTAL MATERIALES</b>	Q	219,871.92						
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>	Q	20,823.34						
<b>COSTO IND. IMP. Y UTILIDADES</b>	Q	134,789.35						
<b>COSTO TOTAL</b>	Q	375,484.61						
<b>PRECIO UNITARIO/METRO LINEAL</b>	Q	464.88						

Tabla XXXIX. Presupuesto de tubería PVC de Ø 6", 160 PSI

INTEGRACIÓN PRECIOS UNITARIOS										
LÍNEA DE CONDUCCIÓN Ø 6"										
LONGITUD = 846.31 M.										
MANO DE OBRA										
	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	FACTOR AYUDANTE	COSTO PARCIAL	FACTOR PREST.	COSTO TOTAL			
TRAZO	846.31	m.l.	Q 1.00	1.00	Q 846.31	1.00	Q	846.31		
EXCAVACIÓN	508	m³	Q 25.00	1.00	Q 12,700.00	1.00	Q	12,700.00		
COLOCACIÓN DE TUBERÍA DE 6"	146	unidad	Q 24.00	1.35	Q 4,730.40	1.64	Q	7,757.86		
RELLENO	508	m³	Q 5.00	1.00	Q 2,540.00	1.00	Q	2,540.00		
<b>COSTO TOTAL DE MANO DE OBRA</b>							Q	<b>23,844.17</b>		
LONGITUD = 846.31 M.										
MATERIALES										
	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO		COSTO TOTAL					
TUBERÍA DE JUNTA RAPIDA Ø 6"	146	unidad	Q	628.30	Q 91,731.80					
LUBRICANTE	5	galones	Q	50.00	Q 250.00					
CODOS A 45° DE Ø 6"	5	unidad	Q	737.06	Q 3,685.30					
CODOS A 90° DE Ø 6"	2	unidad	Q	928.36	Q 1,856.72					
<b>COSTO TOTAL DE MATERIALES</b>					Q	<b>97,523.82</b>				
<b>TOTAL MATERIALES</b>	Q	97,523.82								
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>	Q	23,844.17								
<b>COSTO IND. IMP. Y UTILIDADES</b>	Q	67,966.07								
<b>COSTO TOTAL</b>	Q	189,334.06								
<b>PRECIO UNITARIO/METRO LINEAL</b>	Q	223.72								

Tabla XL. Presupuesto de válvulas de limpieza de Ø 12", 160 PSI

INTEGRACIÓN PRECIOS UNITARIOS									
VÁLVULA DE LIMPIEZA PARA TUBERÍA DE Ø 12"									
DIMENSIONES: 1.50 X 1.30 X 1.00 M.									
MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	FACTOR AYUDANTE	COSTO PARCIAL	FACTOR PREST.	COSTO TOTAL		
EXCAVACIÓN (limpieza y nivelación)	1.5	m³	Q 25.00	1.00	Q 37.50	1.00	Q	37.50	
ENCOFRADO DE MUROS	2.5	m³	Q 25.00	1.35	Q 84.38	1.64	Q	138.38	
COLADO DE MUROS (concreto ciclopeo)	2.5	m³	Q 100.00	1.35	Q 337.50	1.64	Q	553.50	
ENCOFRADO DE SOLERA	8	m³	Q 3.00	1.35	Q 32.40	1.64	Q	53.14	
ARMADO Y COLADO DE SOLERAS	8	m.l.	Q 7.00	1.35	Q 75.60	1.64	Q	123.98	
HECHURA DE TAPADERA	1	unidad	Q 75.00	1.35	Q 101.25	1.64	Q	166.05	
HECHURA DE ANCLAJE PAR VÁLVULA	1	unidad	Q 10.00	1.35	Q 13.50	1.64	Q	22.14	
COLOCACIÓN DE VÁLVULA Y ACCESORIOS	1	global	Q 300.00	1.35	Q 405.00	1.64	Q	664.20	
<b>COSTO TOTAL DE MANO DE OBRA</b>							Q	1,758.89	

DIMENSIONES: 1.50 X 1.30 X 1.00 M.				
MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
PIEDRA	1.6	m³	Q 100.00	Q 160.00
PIEDRÍN DE 1/2"	1	m³	Q 180.00	Q 180.00
CEMENTO PORTLAND	15	saco	Q 45.00	Q 675.00
ARENA DE RÍO	1	m³	Q 70.00	Q 70.00
MADERA	50	p.t.	Q 3.75	Q 187.50
ALAMBRE DE AMARRE	3	Lb.	Q 5.00	Q 15.00
CLAVO (diferentes medidas)	2	Lb.	Q 5.00	Q 10.00
ACERO No. 3	0.45	qq	Q 280.00	Q 126.00
ACERO No. 2	0.1	qq	Q 280.00	Q 28.00
VÁLVULA DE COMPUERTA DE 12"	1	unidad	Q 9,800.00	Q 9,800.00
ADAPTADORES MACHO	2	unidad	Q 2,200.00	Q 4,400.00
TEE DE Ø 12"	1	unidad	Q 4,500.00	Q 4,500.00
CANDADO	1	unidad	Q 90.00	Q 90.00
<b>COSTO TOTAL DE MATERIALES</b>				Q 20,241.50

<b>TOTAL MATERIALES</b>	Q	20,241.50
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>	Q	1,758.89
<b>COSTO IND. IMP. Y UTILIDADES</b>	Q	12,320.22
<b>COSTO TOTAL</b>	Q	34,320.60

Tabla XLI. Presupuesto de válvulas de limpieza de Ø 10", 160 PSI

INTEGRACIÓN PRECIOS UNITARIOS									
VÁLVULA DE LIMPIEZA PARA TUBERÍA DE Ø 10"									
DIMENSIONES: 1.50 X 1.30 X 1.00 M.									
MANO DE OBRA									
	CANTIDAD	UNIDAD		PRECIO UNITARIO	FACTOR AYUDANTE		COSTO PARCIAL	FACTOR PREST.	COSTO TOTAL
EXCAVACIÓN (limpieza y nivelación)	1.5	m³	Q	25.00	1.00	Q	37.50	1.00	Q 37.50
ENCOFRADO DE MUROS	2.5	m³	Q	25.00	1.35	Q	84.38	1.64	Q 138.38
COLADO DE MUROS (concreto ciclopeo)	2.5	m³	Q	100.00	1.35	Q	337.50	1.64	Q 553.50
ENCOFRADO DE SOLERA	8	m.l.	Q	3.00	1.35	Q	32.40	1.64	Q 53.14
ARMADO Y COLADO DE SOLERAS	8	m.l.	Q	8.00	1.35	Q	86.40	1.64	Q 141.70
HECHURA DE TAPADERA	1	unidad	Q	75.00	1.35	Q	101.25	1.64	Q 166.05
HECHURA DE ANCLAJE PAR VÁLVULA	1	unidad	Q	10.00	1.35	Q	13.50	1.64	Q 22.14
COLOCACIÓN DE VÁLVULA Y ACCESORIOS	1	global	Q	300.00	1.35	Q	405.00	1.64	Q 664.20
<b>COSTO TOTAL DE MANO DE OBRA</b>									Q 1,776.60

DIMENSIONES: 1.50 X 1.30 X 1.00 M.				
MATERIALES				
	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
PIEDRA	1.6	m³	Q 100.00	Q 160.00
PIEDRÍN DE 1/2"	1	m³	Q 180.00	Q 180.00
CEMENTO PORTLAND	15	qq	Q 45.00	Q 675.00
ARENA DE RÍO	1	m³	Q 70.00	Q 70.00
MADERA	50	p.t.	Q 3.75	Q 187.50
ALAMBRE DE AMARRE	3	Lb.	Q 5.00	Q 15.00
CLAVO (diferentes medidas)	2	Lb.	Q 5.00	Q 10.00
ACERO No. 3	0.45	qq	Q 280.00	Q 126.00
ACERO No. 2	0.1	qq	Q 280.00	Q 28.00
VÁLVULA DE COMPUERTA DE 10"	1	unidad	Q 7,300.00	Q 7,300.00
ADAPTADORES MACHO	2	unidad	Q 3,500.00	Q 7,000.00
TEE DE Ø 10"	1	unidad	Q 3,500.00	Q 3,500.00
CANDADO	1	unidad	Q 90.00	Q 90.00
<b>COSTO TOTAL DE MATERIALES</b>				Q 19,341.50

<b>TOTAL MATERIALES</b>	Q	19,341.50
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>	Q	1,776.60
<b>COSTO IND. IMP. Y UTILIDADES</b>	Q	11,826.13
<b>COSTO TOTAL</b>	Q	32,944.23
<b>PRECIO UNITARIO/M³ DE CAPACIDAD</b>		

Tabla XLII. Presupuesto de válvulas de limpieza de Ø 6", 160 PSI

INTEGRACIÓN PRECIOS UNITARIOS									
VÁLVULA DE LIMPIEZA PARA TUBERÍA DE Ø 6"									
DIMENSIONES: 1.50 X 1.30 X 1.00 M.									
MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	FACTOR AYUDANTE	COSTO PARCIAL	FACTOR PREST.	COSTO TOTAL		
EXCAVACIÓN (limpieza y nivelación)	1.5	m³	Q 25.00	1.00	Q 37.50	1.00	Q	37.50	Q 37.50
ENCOFRADO DE MUROS	2.5	m³	Q 25.00	1.35	Q 84.38	1.64	Q	138.38	Q 138.38
COLADO DE MUROS (concreto ciclopeo)	2.5	m³	Q 100.00	1.35	Q 337.50	1.64	Q	553.50	Q 553.50
ENCOFRADO DE SOLERA	8	m.l.	Q 3.00	1.35	Q 32.40	1.64	Q	53.14	Q 53.14
ARMADO Y COLADO DE SOLERAS	8	m.l.	Q 8.00	1.35	Q 86.40	1.64	Q	141.70	Q 141.70
HECHURA DE TAPADERA	1	unidad	Q 75.00	1.35	Q 101.25	1.64	Q	166.05	Q 166.05
HECHURA DE ANCLAJE PAR VÁLVULA	1	unidad	Q 10.00	1.35	Q 13.50	1.64	Q	22.14	Q 22.14
COLOCACIÓN DE VÁLVULA Y ACCESORIOS	1	unidad	Q 300.00	1.35	Q 405.00	1.64	Q	664.20	Q 664.20
<b>COSTO TOTAL DE MANO DE OBRA</b>							Q	<b>1,776.60</b>	

DIMENSIONES: 1.50 X 1.30 X 1.00 M.				
MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
PIEDRA	1.6	m³	Q 100.00	Q 160.00
PIEDRÍN DE 1/2"	1	m³	Q 180.00	Q 180.00
CEMENTO PORTLAND	15	saco	Q 45.00	Q 675.00
ARENA DE RÍO	1	m³	Q 70.00	Q 70.00
MADERA	50	p.t	Q 3.75	Q 187.50
ALAMBRE DE AMARRE	3	Lb.	Q 5.00	Q 15.00
CLAVO (diferentes medidas)	2	Lb.	Q 5.00	Q 10.00
ACERO No. 3	0.45	qq	Q 280.00	Q 126.00
ACERO No. 2	0.1	qq	Q 280.00	Q 28.00
VÁLVULA DE COMPUERTA DE 6"	1	unidad	Q 4,350.00	Q 4,350.00
ADAPTADORES MACHO	2	unidad	Q 784.24	Q 1,568.48
TEE DE Ø 6"	1	unidad	Q 1,259.28	Q 1,259.28
CANDADO	1	unidad	Q 90.00	Q 90.00
<b>COSTO TOTAL DE MATERIALES</b>				<b>Q 8,719.26</b>

<b>TOTAL MATERIALES</b>	Q	8,719.26
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>	Q	1,776.60
<b>COSTO IND. IMP. Y UTILIDADES</b>	Q	5,877.68
<b>COSTO TOTAL</b>	Q	16,373.54



Tabla XLIII. Presupuesto de válvulas de aire

INTEGRACIÓN PRECIOS UNITARIOS									
CAJA Y VÁLVULA DE AIRE									
DIMENSIONES: 1.00 X 1.00 X 1.00 M.									
MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	FACTOR AYUDANTE	COSTO PARCIAL	FACTOR PREST.	COSTO TOTAL		
EXCAVACIÓN (limpieza y nivelación)	1	m³	Q 25.00	1.00	Q 25.00	1.00	Q	25.00	25.00
ENCOFRADO DE MUROS	1.8	m³	Q 25.00	1.00	Q 45.00	1.00	Q	45.00	45.00
COLADO DE MUROS (concreto ciclopeo)	1.8	m³	Q 100.00	1.35	Q 243.00	1.64	Q	398.52	398.52
ENCOFRADO DE SOLERA	4	m.l.	Q 2.00	1.35	Q 10.80	1.64	Q	17.71	17.71
ARMADO DE SOLERA	4	m.l.	Q 3.00	1.35	Q 16.20	1.64	Q	26.57	26.57
COLADO DE SOLERA	4	m.l.	Q 5.00	1.35	Q 27.00	1.64	Q	44.28	44.28
HECHURA DE TAPADERA	1	unidad	Q 60.00	1.35	Q 81.00	1.64	Q	132.84	132.84
COLOCACIÓN DE VÁLVULA Y ACCESORIOS	1	global	Q 250.00	1.35	Q 337.50	1.64	Q	553.50	553.50
<b>COSTO TOTAL DE MANO DE OBRA</b>							Q	1,243.42	

DIMENSIONES: 1.00 X 1.00 X 1.00 METROS				
MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
PIEDRA	0.5	m³	Q 100.00	Q 50.00
PIEDRÍN DE 1/2"	1.5	m³	Q 180.00	Q 270.00
CEMENTO PORTLAND	15	saco	Q 45.00	Q 675.00
ARENA DE RÍO	1	m³	Q 70.00	Q 70.00
MADERA	35	p.t.	Q 3.75	Q 131.25
ALAMBRE DE AMARRE	3	Lb.	Q 5.00	Q 15.00
CLAVO (diferentes medidas)	2	Lb.	Q 5.00	Q 10.00
ACERO No. 3	0.4	qq	Q 280.00	Q 112.00
ACERO No. 2	0.1	qq	Q 280.00	Q 28.00
VÁLVULA DE AIRE AUTOMÁTICA DE Ø 3/4"	1	unidad	Q 600.00	Q 600.00
TEE REDUCTORA DE Ø 12" X 10"	1	unidad	Q 4,500.00	Q 4,500.00
TAPON DE Ø 10"	1	unidad	Q 4,500.00	Q 4,500.00
NIPLE DE 3/4"	1	unidad	Q 18.00	Q 18.00
CANDADO	1	unidad	Q 90.00	Q 90.00
<b>COSTO TOTAL DE MATERIALES</b>				Q 11,069.25

<b>TOTAL MATERIALES</b>	Q	11,069.25
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>	Q	1,243.42
<b>COSTO IND. IMP. Y UTILIDADES</b>	Q	6,895.10
<b>COSTO TOTAL</b>	Q	19,207.77

Tabla XLIV. Presupuesto de válvula de compuerta Ø 12"

INTEGRACIÓN PRECIOS UNITARIOS									
CAJA Y VÁLVULA DE COMPUERTA Ø 12"									
DIMENSIONES: 1.00 X 1.30 X 1.00									
MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	FACTOR AYUDANTE	COSTO PARCIAL	FACTOR PREST.	COSTO TOTAL		
EXCAVACIÓN (limpieza y nivelación)	1	m³	Q 25.00	1.00	Q 25.00	1.00	Q	25.00	25.00
ENCOFRADO DE MUROS	1.8	m³	Q 25.00	1.00	Q 45.00	1.00	Q	45.00	45.00
COLADO DE MUROS (concreto ciclopeo)	1.8	m³	Q 100.00	1.35	Q 243.00	1.64	Q	398.52	398.52
ENCOFRADO DE SOLERA	4	m.l.	Q 2.00	1.35	Q 10.80	1.64	Q	17.71	17.71
ARMADO DE SOLERA	4	m.l.	Q 3.00	1.35	Q 16.20	1.64	Q	26.57	26.57
COLADO DE SOLERA	4	m.l.	Q 5.00	1.35	Q 27.00	1.64	Q	44.28	44.28
HECHURA DE TAPADERA	1	unidad	Q 60.00	1.35	Q 81.00	1.64	Q	132.84	132.84
COLOCACIÓN DE VÁLVULA Y ACCESORIOS	1	global	Q 250.00	1.35	Q 337.50	1.64	Q	553.50	553.50
<b>COSTO TOTAL DE MANO DE OBRA</b>							Q	<b>1,243.42</b>	

DIMENSIONES: 1.00 X 1.30 X 1.00				
MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
PIEDRA	0.5	m³	Q 100.00	Q 50.00
PIEDRÍN DE 1/2"	1.5	m³	Q 180.00	Q 270.00
CEMENTO PORTLAND	15	saco	Q 45.00	Q 675.00
ARENA DE RÍO	1	m³	Q 70.00	Q 70.00
MADERA	35	p.t.	Q 3.75	Q 131.25
ALAMBRE DE AMARRE	3	Lb.	Q 5.00	Q 15.00
CLAVO (diferentes medidas)	2	Lb.	Q 5.00	Q 10.00
ACERO No. 2	0.1	qq	Q 280.00	Q 28.00
ACERO No. 3	0.4	qq	Q 280.00	Q 112.00
VÁLVULA DE COMPUERTA DE 12"	1	unidad	Q 9,800.00	Q 9,800.00
ADAPTADOR MACHO DE 12"	2	unidad	Q 4,500.00	Q 9,000.00
CANDADO	1	unidad	Q 90.00	Q 90.00
<b>COSTO TOTAL DE MATERIALES</b>				<b>Q 20,251.25</b>

<b>TOTAL MATERIALES</b>	Q	20,251.25
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>	Q	1,243.42
<b>COSTO IND. IMP. Y UTILIDADES</b>	Q	12,037.02
<b>COSTO TOTAL</b>	Q	33,531.69

Tabla XLV. Presupuesto de válvulas de compuerta Ø 10"

INTEGRACIÓN PRECIOS UNITARIOS									
CAJA Y VÁLVULA DE COMPUERTA Ø 10"									
DIMENSIONES: 1.00 X 1.30 X 1.00									
MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	FACTOR AYUDANTE	COSTO PARCIAL	FACTOR PREST.	COSTO TOTAL		
EXCAVACIÓN (limpieza y nivelación)	1	m³	Q 25.00	1.00	Q 25.00	1.00	Q	25.00	25.00
ENCOFRADO DE MUROS	1.8	m³	Q 25.00	1.00	Q 45.00	1.00	Q	45.00	45.00
COLADO DE MUROS (concreto ciclopeo)	1.8	m³	Q 100.00	1.35	Q 243.00	1.64	Q	398.52	398.52
ENCOFRADO DE SOLERA	4	m.l.	Q 2.00	1.35	Q 10.80	1.64	Q	17.71	17.71
ARMADO DE SOLERA	4	m.l.	Q 3.00	1.35	Q 16.20	1.64	Q	26.57	26.57
COLADO DE SOLERA	4	m.l.	Q 5.00	1.35	Q 27.00	1.64	Q	44.28	44.28
HECHURA DE TAPADERA	1	unidad	Q 60.00	1.35	Q 81.00	1.64	Q	132.84	132.84
COLOCACIÓN DE VÁLVULA Y ACCESORIOS	1	global	Q 250.00	1.35	Q 337.50	1.64	Q	553.50	553.50
<b>COSTO TOTAL DE MANO DE OBRA</b>							Q	1,243.42	

DIMENSIONES: 1.00 X 1.30 X 1.00				
MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
PIEDRA	0.5	m³	Q 100.00	Q 50.00
PIEDRÍN DE 1/2"	1.5	m³	Q 180.00	Q 270.00
CEMENTO PORTLAND	15	saco	Q 45.00	Q 675.00
ARENA DE RÍO	1	m³	Q 70.00	Q 70.00
MADERA	35	p.t.	Q 3.75	Q 131.25
ALAMBRE DE AMARRE	3	Lb.	Q 5.00	Q 15.00
CLAVO (diferentes medidas)	2	Lb.	Q 5.00	Q 10.00
ACERO No. 2	0.1	qq	Q 280.00	Q 28.00
ACERO No. 3	0.4	qq	Q 280.00	Q 112.00
VÁLVULA DE COMPUERTA DE 10"	1	unidad	Q 7,300.00	Q 7,300.00
ADAPTADORES MACHO	2	unidad	Q 3,500.00	Q 7,000.00
CANDADO	1	unidad	Q 90.00	Q 90.00
<b>COSTO TOTAL DE MATERIALES</b>				Q 15,751.25

<b>TOTAL MATERIALES</b>	Q	15,751.25
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>	Q	1,243.42
<b>COSTO IND. IMP. Y UTILIDADES</b>	Q	9,517.02
<b>COSTO TOTAL</b>	Q	26,511.69

Tabla XLVI. Presupuesto de válvulas de compuerta Ø 6"

INTEGRACIÓN PRECIOS UNITARIOS									
CAJA Y VÁLVULA DE COMPUERTA Ø 6"									
DIMENSIONES: 1.00 X 1.30 X 1.00									
MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	FACTOR AYUDANTE	COSTO PARCIAL	FACTOR PREST.	COSTO TOTAL		
EXCAVACIÓN (limpieza y nivelación)	1	m³	Q 25.00	1.00	Q 25.00	1.00	Q	25.00	25.00
ENCOFRADO DE MUROS	1.8	m³	Q 25.00	1.00	Q 45.00	1.00	Q	45.00	45.00
COLADO DE MUROS (concreto ciclopeo)	1.8	m³	Q 100.00	1.35	Q 243.00	1.64	Q	398.52	398.52
ENCOFRADO DE SOLERA	4	m.l.	Q 2.00	1.35	Q 10.80	1.64	Q	17.71	17.71
ARMADO DE SOLERA	4	m.l.	Q 3.00	1.35	Q 16.20	1.64	Q	26.57	26.57
COLADO DE SOLERA	4	m.l.	Q 5.00	1.35	Q 27.00	1.64	Q	44.28	44.28
HECHURA DE TAPADERA	1	unidad	Q 60.00	1.35	Q 81.00	1.64	Q	132.84	132.84
COLOCACIÓN DE VÁLVULA Y ACCESORIOS	1	global	Q 250.00	1.35	Q 337.50	1.64	Q	553.50	553.50
<b>COSTO TOTAL DE MANO DE OBRA</b>							Q	<b>1,243.42</b>	

DIMENSIONES: 1.00 X 1.30 X 1.00				
MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
PIEDRA	0.5	m³	Q 100.00	Q 50.00
PIEDRÍN DE 1/2"	1.5	m³	Q 180.00	Q 270.00
CEMENTO PORTLAND	15	saco	Q 45.00	Q 675.00
ARENA DE RÍO	1	m³	Q 70.00	Q 70.00
MADERA	35	p.t	Q 3.75	Q 131.25
ALAMBRE DE AMARRE	3	Lb.	Q 5.00	Q 15.00
CLAVO (diferentes medidas)	2	Lb.	Q 5.00	Q 10.00
ACERO No. 2	0.1	qq	Q 280.00	Q 28.00
ACERO No. 3	0.4	qq	Q 280.00	Q 112.00
VÁLVULA DE COMPUERTA DE 6"	1	unidad	Q 4,350.00	Q 4,350.00
ADAPTADORES MACHO DE 6"	2	unidad	Q 784.24	Q 1,568.48
CANDADO	1	unidad	Q 90.00	Q 90.00
<b>COSTO TOTAL DE MATERIALES</b>				Q <b>7,369.73</b>

<b>TOTAL MATERIALES</b>	Q	7,369.73
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>	Q	1,243.42
<b>COSTO IND. IMP. Y UTILIDADES</b>	Q	4,823.36
<b>COSTO TOTAL</b>	Q	13,436.51

Tabla XLVII. Presupuesto de caja distribidora de caudales

INTEGRACIÓN PRECIOS UNITARIOS								
CAJA DISTRIBIDORA DE CAUDALES								
DIMENSIONES: 3.25 X 4.45 M.	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	FACTOR AYUDANTE	COSTO PARCIAL	FACTOR PREST.	COSTO TOTAL	
MANO DE OBRA								
EXCAVACIÓN (limpieza y nivelación)	15	m³	Q 25.00	1.00	Q 375.00	1.00	Q	375.00
ENCOFRADO DE MUROS	20	m³	Q 25.00	1.35	Q 675.00	1.64	Q	1,107.00
COLADO DE MUROS (concreto ciclopeo)	20	m³	Q 100.00	1.35	Q 2,700.00	1.64	Q	4,428.00
ENCOFRADO DE SOLERA DE 0.20*0.15	12.7	m.l.	Q 2.00	1.35	Q 34.29	1.64	Q	56.24
ARMADO DE SOLERA DE 0.20*0.15	12.7	m.l.	Q 4.00	1.35	Q 68.58	1.64	Q	112.47
ENCOFRADO DE LOSA	6.7	m²	Q 15.00	1.35	Q 135.68	1.64	Q	222.51
ARMADO DE LOSA	6.7	m²	Q 15.00	1.35	Q 135.68	1.64	Q	222.51
FUNDICIÓN DE LOSA	6.7	m²	Q 20.00	1.35	Q 180.90	1.64	Q	296.68
HECHURA DE TAPADERA PRINCIPAL	1	unidad	Q 125.00	1.35	Q 168.75	1.64	Q	276.75
HECHURA DE TAPADERA SECUNDARIA	2	unidad	Q 75.00	1.35	Q 202.50	1.64	Q	332.10
ENCOFRADO SOLERA EN PARA CAJAS	4.8	m.l.	Q 3.00	1.35	Q 19.44	1.64	Q	31.88
ARMADO DE SOLERA PARA CAJUELAS	4.8	m.l.	Q 3.00	1.35	Q 19.44	1.64	Q	31.88
FUNDICIÓN DE SOLERA PARA CAJUELAS	4.8	m.l.	Q 5.00	1.35	Q 32.40	1.64	Q	53.14
INSTALACIÓN DE ACCESORIOS	1	global	Q 500.00	1.35	Q 675.00	1.64	Q	1,107.00
<b>COSTO TOTAL DE MANO DE OBRA</b>								Q 8,653.15

DIMENSIONES: 3.25 X 4.45 M.	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL	
MATERIALES					
PIEDRA	14	m³	Q 100.00	Q	1,400.00
PIEDRÍN DE 1/2"	7	m³	Q 180.00	Q	1,260.00
CEMENTO PORTLAND	100	saco	Q 45.00	Q	4,500.00
ARENA DE RÍO	7	m³	Q 70.00	Q	490.00
MADERA	215	p.t.	Q 3.75	Q	806.25
ALAMBRE DE AMARRE	25	Lb.	Q 5.00	Q	125.00
CLAVO (diferentes medidas)	5	Lb.	Q 5.00	Q	25.00
ACERO No. 2	0.6	qq	Q 280.00	Q	168.00
ACERO No. 3	3	qq	Q 280.00	Q	840.00
VÁLVULA DE COMPUERTA DE 10"	1	unidad	Q 5,500.00	Q	5,500.00
ADAPTADORES MACHO DE 10"	2	unidad	Q 3,500.00	Q	7,000.00
VÁLVULA DE COMPUERTA DE 6"	1	unidad	Q 2,000.00	Q	2,000.00
ADAPTADORES MACHO DE 6"	2	unidad	Q 784.24	Q	1,568.48
CANDADO		unidad	Q 90.00	Q	-
<b>COSTO TOTAL DE MATERIALES</b>					Q 25,682.73

<b>TOTAL MATERIALES</b>	Q	25,682.73
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>	Q	8,653.15
<b>COSTO IND. IMP. Y UTILIDADES</b>	Q	19,228.09
<b>COSTO TOTAL</b>	Q	53,563.97

Tabla XLVIII. Presupuesto de pasos de zanjón para tubería Ø 12"

INTEGRACIÓN PRECIOS UNITARIOS									
PASO DE ZANJÓN PARA TUBERÍA DE 12" DE Ø									
LONGITUD = 5.80 M.									
MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	FACTOR AYUDANTE	COSTO PARCIAL	FACTOR PREST.	COSTO TOTAL		
EXCAVACIÓN	1.5		Q 25.00	1.00	Q 37.50	1.00	Q		37.50
ARMADURA DE ZAPATA	1.8		Q 12.00	1.35	Q 21.60	1.64	Q		35.42
ARMADURA DE COLUMNA	4.1		Q 7.00	1.35	Q 28.70	1.64	Q		47.07
CENTRADO DE ZAPATA Y COLUMNA	2		Q 10.00	1.35	Q 20.00	1.64	Q		32.80
ENCOFRADO	4.1		Q 3.00	1.35	Q 12.30	1.64	Q		20.17
FUNDICIÓN DE ZAPATA Y COLUMNA	0.9		Q 100.00	1.35	Q 90.00	1.64	Q		147.60
COLOCACIÓN DE TUBO HG DE 12"	1		Q 200.00	1.35	Q 200.00	1.64	Q		328.00
TRASLADO DE TUBO HG	1		Q 400.00	1.00	Q 400.00	1.00	Q		400.00
<b>COSTO TOTAL DE MANO DE OBRA</b>							Q		<b>1,048.56</b>

LONGITUD = 5.80 M.				
MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
CEMENTO	9		Q 45.00	Q 405.00
ARENA	0.6		Q 70.00	Q 42.00
PIEDRÍN	0.6		Q 180.00	Q 108.00
ACERO No. 4	1.1		Q 280.00	Q 308.00
ACERO No. 3	0.6		Q 280.00	Q 168.00
ALAMBRE DE AMARRE	5		Q 5.00	Q 25.00
MADERA	30		Q 3.75	Q 112.50
CLAVO	2		Q 5.00	Q 10.00
TUBO HG DE 12"	1		Q 9,835.00	Q 9,835.00
				Q -
<b>COSTO TOTAL DE MATERIALES</b>				<b>Q 11,013.50</b>

<b>TOTAL MATERIALES</b>	Q	11,013.50
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>	Q	1,048.56
<b>COSTO IND, IMP. Y UTILIDADES</b>	Q	6,754.76
<b>COSTO TOTAL</b>	Q	<b>18,816.82</b>

Tabla XLIX. Presupuestos de pasos de zanjón para tubería Ø 10"

INTEGRACIÓN PRECIOS UNITARIOS									
PASO DE ZANJÓN PARA TUBERÍA DE 10" DE Ø									
LONGITUD = 5.80 M.									
MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	FACTOR AYUDANTE	COSTO PARCIAL	FACTOR PREST.	COSTO TOTAL		
EXCAVACIÓN	1.5		Q 25.00	1.00	Q 37.50	1.00	Q		37.50
ARMADURA DE ZAPATA	1.8		Q 12.00	1.35	Q 21.60	1.64	Q		35.42
ARMADURA DE COLUMNA	4.1		Q 7.00	1.35	Q 28.70	1.64	Q		47.07
CENTRADO DE ZAPATA Y COLUMNA	2		Q 10.00	1.35	Q 20.00	1.64	Q		32.80
ENCOFRADO	4.1		Q 3.00	1.35	Q 12.30	1.64	Q		20.17
FUNDICIÓN DE ZAPATA Y COLUMNA	0.9		Q 100.00	1.35	Q 90.00	1.64	Q		147.60
COLOCACIÓN DE TUBO HG DE 12"	1		Q 200.00	1.35	Q 200.00	1.64	Q		328.00
TRASLADO DE TUBO HG	1		Q 400.00	1.00	Q 400.00	1.00	Q		400.00
<b>COSTO TOTAL DE MANO DE OBRA</b>									Q 1,048.56

LONGITUD = 5.80 M.				
MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
CEMENTO	9		Q 45.00	Q 405.00
ARENA	0.6		Q 70.00	Q 42.00
PIEDRÍN	0.6		Q 180.00	Q 108.00
ACERO No. 4	1.1		Q 280.00	Q 308.00
ACERO No. 3	0.6		Q 280.00	Q 168.00
ALAMBRE DE AMARRE	5		Q 5.00	Q 25.00
MADERA	30		Q 3.75	Q 112.50
CLAVO	2		Q 5.00	Q 10.00
TUBO HG DE 10"	1		Q 7,235.00	Q 7,235.00
				Q -
<b>COSTO TOTAL DE MATERIALES</b>				Q 8,413.50

<b>TOTAL MATERIALES</b>	Q	8,413.50
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>	Q	1,048.56
<b>COSTO IND. IMP. Y UTILIDADES</b>	Q	5,298.76
<b>COSTO TOTAL</b>	Q	14,760.82

Tabla L. Presupuesto de pasos de zanjón para tubería Ø 6"

INTEGRACIÓN PRECIOS UNITARIOS									
PASO DE ZANJÓN PARA TUBERÍA DE 6" DE Ø									
LONGITUD = 5.80 M.									
MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	FACTOR AYUDANTE	COSTO PARCIAL	FACTOR PREST.	COSTO TOTAL		
EXCAVACIÓN	1.5		Q 25.00	1.00	Q 37.50	1.00	Q		37.50
ARMADURA DE ZAPATA	1.8		Q 12.00	1.35	Q 21.60	1.64	Q		35.42
ARMADURA DE COLUMNA	4.1		Q 7.00	1.35	Q 28.70	1.64	Q		47.07
CENTRADO DE ZAPATA Y COLUMNA	2		Q 10.00	1.35	Q 20.00	1.64	Q		32.80
ENCOFRADO	4.1		Q 3.00	1.35	Q 12.30	1.64	Q		20.17
FUNDICIÓN DE ZAPATA Y COLUMNA	0.9		Q 100.00	1.35	Q 90.00	1.64	Q		147.60
COLOCACIÓN DE TUBO HG DE 12"	1		Q 200.00	1.35	Q 200.00	1.64	Q		328.00
TRASLADO DE TUBO HG	1		Q 200.00	1.00	Q 200.00	1.00	Q		200.00
<b>COSTO TOTAL DE MANO DE OBRA</b>							Q		<b>848.56</b>

LONGITUD = 5.80 M.				
MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
CEMENTO	9		Q 45.00	Q 405.00
ARENA	0.6		Q 70.00	Q 42.00
PIEDRÍN	0.6		Q 180.00	Q 108.00
ACERO No. 4	1.1		Q 280.00	Q 308.00
ACERO No. 3	0.6		Q 280.00	Q 168.00
ALAMBRE DE AMARRE	5		Q 5.00	Q 25.00
MADERA	30		Q 3.75	Q 112.50
CLAVO	2		Q 5.00	Q 10.00
TUBO HG DE 10"	1		Q 4,209.03	Q 4,209.03
<b>COSTO TOTAL DE MATERIALES</b>				<b>Q 5,387.53</b>

<b>TOTAL MATERIALES</b>	Q	5,387.53
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>	Q	848.56
<b>COSTO IND. IMP. Y UTILIDADES</b>	Q	3,492.21
<b>COSTO TOTAL</b>	Q	9,728.31



Tabla LI. Costo total del proyecto de agua potable

PREUSPUESTO						
PROYECTO: INTRODUCCIÓN DE UNA NUEVA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE						
UBICACIÓN: SAMAYAC, SUCHITEPÉQUEZ						
	REGLÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	SUB TOTAL	
1	Embalse-captación	1	unidad	Q 55,482.57	Q	55,482.57
2	Válvula de aire	4	unidad	Q 19,207.77	Q	76,831.06
3	Caja distribuidor de caudales	1	unidad	Q 53,563.97	Q	53,563.97
4	Válvula de limpieza para Ø 12"	6	unidad	Q 34,320.60	Q	205,923.60
5	Válvula de limpieza para Ø 10"	1	unidad	Q 32,944.23	Q	32,944.23
6	Válvula de limpieza para Ø 6"	1	unidad	Q 16,373.54	Q	16,373.54
7	Válvula de compuerta para 12"	4	unidad	Q 33,531.69	Q	134,126.74
8	Válvula de compuerta para 10"	1	unidad	Q 26,511.69	Q	26,511.69
9	Válvula de compuerta para 6"	1	unidad	Q 13,436.51	Q	13,436.51
10	Paso de Zanjón para Ø 12"	4	unidad	Q 18,816.82	Q	75,267.28
11	Paso de Zanjón para Ø 10"	1	unidad	Q 14,760.82	Q	14,760.82
13	Tubería PVC de Ø 12"x20',160 PSI	2,645.88	m	Q 700.19	Q	1,852,624.60
14	Tubería PVC de Ø 10"x20',160 PSI	807.70	m	Q 464.88	Q	375,484.61
15	Tubería PVC de Ø 6"x20',160 PSI	846.31	m	Q 223.72	Q	189,334.06
COSTO TOTAL					Q	3,122,665.27

EL PRESENTE PRESUPUESTO ASCIENDE A LA CANTIDAD DE:TRES MILLONES CIENTO VEINTIDOS MIL SEISCIENTOS SESENTA Y CINCO QUETZALES CON VEINTISIETE CENTAVOS.

### 2.2.10. Desinfección

El resultado del examen bacteriológico arrojó el siguiente resultado: clasificación II, calidad bacteriológica que precisa la ampliación de los métodos habituales de tratamiento (coagulación, sedimentación, desinfección) según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua.

- **Coagulación**

Consiste en adicionar al agua una sustancia química que tiene propiedades coagulantes, la cual transfiere sus iones a la sustancia que se desea remover neutralizando la carga eléctrica de los coloides para favorecer la formación de flocúlos de mayor tamaño y peso.

Los coagulantes más efectivos son las sales trivalentes de aluminio y hierro. Las condiciones de pH y alcalinidad del agua influyen determinantemente en la eficiencia de la coagulación. Este proceso se utiliza principalmente para remover turbiedad y color.

- **Sedimentación**

Consiste en promover condiciones de reposo en el agua, para remover mediante la fuerza de gravitación, las partículas en suspensión más densas que el agua.

Este proceso se realiza en los desarenadores, presedimentadores, sedimentadores y decantadores. En éstos últimos con el auxilio de la coagulación.

- **Desinfección**

Existen diferentes productos y tecnologías para realizar el proceso de desinfección del agua. Los más comunes incluyen el uso de halógenos (cloro, bromo y yodo), la luz ultravioleta, el ozono, el dióxido de cloro y otros. Sin embargo, desde su utilización por primera vez, el cloro sigue siendo el desinfectante más popular por su bajo costo, facilidad para medir su concentración en el agua, alta eficiencia para remover microorganismos patógenos y la disponibilidad de tecnologías simples para su aplicación y control.

### **A. Cloro líquido, envasado a presión**

Esta forma de cloro es la más económica, pero también la que requiere de mayores cuidados. Los cilindros o botellones utilizados para envase del cloro líquido son generalmente de dos capacidades: 67 kg (150 lb) y 1 ton (1000 kg). El tipo de almacén dependerá del tamaño de la planta de tratamiento y del número de cilindros requerido.

Cuando se usa cloro líquido, debe tomarse en cuenta que este producto se gasifica al contacto con el aire y que tiende a almacenarse cerca del suelo por ser más pesado que el aire, debido a su alta toxicidad, los almacenes y estaciones de cloración deben ser ampliamente ventilados, e incluir sistemas y equipos de protección para casos de emergencia.

### **B. Hipoclorito de calcio**

Este producto se expende en forma granular en tambores con capacidad entre los 45 y 50 Kg. Su almacenamiento es más simple que el del cloro líquido, pero los tambores deben mantenerse cerrados para evitar el deterioro del producto (reducción de la cantidad de cloro disponible por evaporación). Debido a que el hipoclorito de calcio es aproximadamente diez veces más caro que el cloro líquido envasado a presión, su uso se reduce a planta de pequeño porte (usualmente a caudales menores de 10 L/s).

### **C. Hipoclorito de sodio**

Este producto se expende en forma líquida en concentraciones cercanas al 13%. Se caracteriza por ser inestable y su almacenamiento debe calcularse para períodos no mayores a un mes.

Al igual que el hipoclorito de calcio, es un producto más caro que el cloro líquido; por tanto, se emplea sólo en sistemas muy pequeños y en situaciones de emergencia.

- **Criterios de diseño**

Para el cálculo del almacenamiento de los desinfectantes debe conocerse el consumo del producto de acuerdo con la capacidad de la planta. La información necesaria es la siguiente:

- a. Caudal de diseño en (L/s)
- b. Dosificación esperada (mínima y máxima en mg/L)
- c. Tiempo almacenado seleccionado
- d. Las dosis mínimas y máximas se basan en un porcentaje de cloro disponible del 70 % para hipoclorito de calcio y 13 % para el hipoclorito de sodio.
- e. Las dosis indicadas corresponden a la práctica usual; para la determinación precisa de la dosificación se requiere efectuar el ensayo de demanda de cloro o curva del punto de quiebre.

- **Equipos de medición y control manual**

Con el fin de garantizar una desinfección correcta del agua tratada, es necesario controlar la dosis aplicada de cloro. Dependiendo del tipo y tamaño de la planta, este control puede efectuarse manual o automáticamente. Para plantas medianas y pequeñas, el control manual es el más adecuado si se busca simplificar la operación y el mantenimiento.

### **A. Dosificación de cloro líquido**

El clorador que se emplea par dosificar este producto puede ser de dos tipos: de alimentación directa o de aplicación por medio de eyector (también denominado inyector).

En ambos casos, el clorador tiene incorporado un rotámetro calibrado en Kg/d, g/h, o lb/d, se recomienda el uso del Sistema Internacional de Unidades, obligatorio en la mayoría de los países.

Para comprobar la dosis, en el tanque de aguas claras se toma una muestra y se mide el cloro residual, utilizando un equipo de comparación colorímetro. La dosis medida en esta forma es ligeramente menor a la aplicada, pero no debe variar más del 10%.

### **B. Hipocloritos**

Estas sustancias siempre se dosifican por solución. El hipoclorito de calcio se disuelve para formar una solución a la concentración deseada, y el hipoclorito de sodio se diluye para alcanzar esa concentración.

Para la medición de rotámetros en el caso de aplicación directa, o las escalas del equipo dosificador que se utilice, siendo los más comunes: las bombas dosificadoras y los equipos de orificio a carga constante. Los equipos de dosificación deben calibrarse previamente para conocer su curva de descarga. En el caso de dosificadores de fabricación local, el caudal de solución se ajusta por medio de aforos volumétricos, utilizando una probeta graduada. El control de la dosis se efectúa, tal como con el cloro líquido, por medición residual, por medio de un comparador colorímetro.

- **Control automático**

El control automático de cloración se basa en medir por medio de sensores, la dosis de cloro residual en el efluente de la planta de tratamiento. El equipo envía una señal que puede ser interpretada por un receptor que acciona una alarma para que el operador corrija manualmente la dosis, o accionar el equipo de ajuste automático del rotámetro de acuerdo a la dosis prefijada en el sistema totalmente automatizado, los equipos automáticos generalmente sistemas análogos, digitales o carta gráfica, para mostrar o almacenar información.

El diseño de la planta de tratamiento de agua potable para este proyecto queda a cargo de un Ingeniero Sanitarista.

#### **2.2.11. Programa de operación y mantenimiento**

Conocemos como mantenimiento al conjunto de actividades requeridas para prevenir y corregir fallas en las instalaciones y equipo, son acciones externas e internas que se realizan en éstos, con el fin de prevenir daños o para su reparación, a fin de mantener el buen funcionamiento del sistema. Existen dos tipos de mantenimiento: mantenimiento correctivo y preventivo.

El mantenimiento de instalaciones y equipos comprende una serie de actividades realizadas sobre elementos físicos del sistema de abastecimiento y distribución de agua potable, para lo cual se necesitan recursos, conocimiento y desarrollo de técnicas.

Las actividades esenciales para un buen funcionamiento de instalaciones y equipo son:

- Acciones realizadas sobre las instalaciones y equipos que forman los sistemas físicos, necesarios para su funcionamiento adecuado dentro de criterios de eficiencia y economía.

- Control de acciones de mantenimiento ejecutadas sobre las instalaciones y equipo en términos de calidad y oportunidad.
- Controlar y monitorear las diversas intervenciones hechas para conocer el desempeño de los equipos e instalaciones, estimar su vida útil y preverse su sustitución cuando sea indicada por estudios de costo/beneficio y otras razones técnicas.
- Colectar, registrar y procesar datos para obtener información suficiente y confiable en forma oportuna y en las cantidades necesarias para planear y ejecutar correctamente las acciones de mantenimiento preventivo y correctivo.

La totalidad de instalaciones y equipos atendidos deben ser incluidos dentro del inventario técnico del departamento, dándoles mantenimiento con base a objetivos, normas y técnicas de mantenimiento, el cual debe incluir: actividades, procedimientos, rendimientos deseados, los calendarios para intervenciones, las comunicaciones necesarias para hacerlo y los recursos a utilizar.

Por medio de las actividades de mantenimiento se conseguirá que los equipos e instalaciones permanezcan en condiciones de correcto funcionamiento y en consecuencia que puedan cumplir su función.

El mantenimiento correctivo se basa en la reparación inmediata y oportuna de cualquier daño que se presente en instalaciones o equipos. Este puede requerir de mano de obra calificada o no calificada y por el hecho que este tipo de mantenimiento no puede programarse, se debe estar preparado para facilitar herramientas y transporte adecuado para realizarse.

El mantenimiento preventivo se basa en la ejecución de una serie de acciones de mantenimiento en instalaciones o equipos, antes que se produzcan daños, con el fin de evitar que éstos se presenten. Este mantenimiento se debe

programar en función del tiempo, es decir, con la ayuda de un calendario, lo cual facilita su puesta en marcha, ya que con anticipación se conocerán los recursos, que se puedan necesitar, previéndose todas las acciones a ejecutar.

Tabla LII. Plan de actividades de mantenimiento preventivo

<b>CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>			
<b>EMBALSE-CAPTACIÓN</b>			
<b>No.</b>	<b>ACTIVIDADES</b>	<b>RECURSO</b>	<b>FRECUENCIA</b>
1	Determinar niveles de embalse en captación	Cinta métrica	Diario
2	Limpieza del área adyacente a la captación, (removiendo plantas, piedras, tierra o cualquier otra obstrucción)	Palas, piochas, carretas, recurso humano, etc.	Trimestral
3	Revisar cerca de seguridad y repararla si es necesario para impedir el acceso de personas o animales si es necesario	Madera, martillos, clavos, alambre, recurso humano,	Semestral
4	Inspección de candados y cierre de caja, aceitar candados y pintar piezas metálicas	Llaves, pintura, recurso humano, etc.	Semestral
5	Inspección del área de influencia del embalse para detectar posibles fuentes de contaminación tales como aguas negras, presencia de animales domésticos,	Mano de obra calificada	Mensual
6	Observar si hay deforestación en el área de influencia de la fuente de agua, por tala, por enfermedades o por incendios, la falta de vegetación agota las fuentes de agua.	Recurso humano.	Mensual
7	Revisar las estructuras de captación observando si hay fisuras, filtraciones, tapaderas quebradas, bordes quebrados o daños de mayor consideración	Mano de obra calificada	Anual
8	Operar válvulas para verificar si giran con facilidad, si tienen partes rotas o fugas; revisar las tuberías, corregir fugas si hubieran y pintar con pintura anticorrosiva	Recurso humano.	Anual
9	Revisar bocatoma, chequear si existen obstrucciones y corregirlas, revisar partes metálicas y pintar	Recurso humano	Semanal
10	Revisar la calidad de agua, tomar muestras de agua para exámenes de laboratorio, prueba bacteriológica y análisis físico-químico	frascos contenedores especiales, Laboratorio químico, mano de obra calificada.	Anual
<b>LÍNEA DE CONDUCCIÓN</b>			
<b>No.</b>	<b>ACTIVIDADES</b>	<b>RECURSO</b>	<b>FRECUENCIA</b>
1	Chapeo y limpieza para mantener una brecha sobre la línea de conducción, con el fin de facilitar la inspección y detectar fugas	Machetes, piochas, palas, recurso humano, etc.	Mensual
2	Observar si hay fugas, deslizamiento o hundimientos de la tierra que pueda afectar la línea de conducción; cualquier área húmeda anormal sobre la línea de enterrada debe ser investigada.	Palas, piochas, recurso humano, etc.	Mensual
3	Operar las válvulas de purga o limpieza para evacuar los sedimentos que se hayan acumulado.	Recurso humano	Mensual
4	Inspecciona elementos de mampostería y concreto en la línea	Recurso humano	Trimestral



## Continuación

TANQUE DE ALMACENAMIENTO			
No.	ACTIVIDADES	RECURSO	FRECUENCIA
1	Revisar el estado extremo de las válvulas, verificar que no haya fugas, roturas o falta de piezas, en cuyo caso se deberá reparar la válvula o bien cambiarla por otra si fuese necesario, verificar el buen funcionamiento de las válvulas cerrandolas muy lentamente, para comprobar que cierran y abren, facilmente, observar si se producen fugas al maniobrarlas; en caso necesario se repara o sustituye: revisar ventilación y rebalse.	Repuestos hidráulicos Empaques Recurso humano, etc.	Semestral
RED DE DISTRIBUCIÓN			
No.	ACTIVIDADES	RECURSO	FRECUENCIA
1	La red de distribución la constituye todo el sistema de tuberías desde el tanque de distribución hasta aquellas líneas de las cuales parten las tomas o conexiones domiciliarias. Inspeccion de la red de distribución con el fin de detectar fugas u otras anomalías; si es posible, corregirlas; en caso contrario, las anota en hojas de registro, verificar y revisar las cajas de válvulas. Revisar el funcionamiento de las válvulas; deben abrirse y cerrarse lentamente, pintar y retocar con pintura anticorrosiva las válvulas y accesorios que estén a la vista de la red de distribución.	Pinturas Empaques Recursos humano, etc.	Semestral
VÁLVULAS			
No.	ACTIVIDADES	RECURSO	FRECUENCIA
1	Revisar válvulas, abrir y cerrar lentamente la válvula para evitar el golpe de ariete, compruebe que el número de vueltas y el sentido de rotación al cerrar o abrir; coincidan con el indicado en la hoja de registro. Abrir y cerrar varias veces las válvulas con el fin de eliminar los depósitos que se hayan acumulado en el asiento de la compuerta; compruebe el estado de la empaadura, y reemplacelo si hay dificultad en el manejo de la válvula o si hay fugas que no se eliminen. Revise los empaques si están en mal estado, cambielos, verifique que los pernos y tuercas estén suficientemente apretados para evitar fugas. Revise el estado del eje del tornillo, observando si se encuentra torcido o inmovilizado debido a óxido, cambie la pieza si es necesario, pintar o retocar la pintura de las válvulas y accesorios, para ello use pintura anticorrosiva. Revise y limpie la caja de la válvula.	Repuestos hidráulicos Hule, neopreno, caucho. escobas, cepillos. Caja de herramientas. Mano de obra calificada.	Semestral

### 2.2.12. Costos de operación y mantenimiento

Los pagos por agua potable por metro cúbico, a nivel de país, fluctúan entre Q 0.10/m<sup>3</sup> y Q 25.00/m<sup>3</sup>. Normalmente estos pagos sirven únicamente para cubrir parcialmente los costos de operación de los sistemas que generalmente son subsidiados por las corporaciones municipales.

Al estar en funcionamiento el sistema de agua potable, el comité de agua potable existente y los habitantes del municipio han tomado la decisión de que sean las autoridades municipales quienes tengan el control total del funcionamiento, para aquel que consuma más de treinta metros cúbicos mensuales pague el exceso consumido, es decir, que se aplicará el sistema

diferencial directo para el cálculo de la tarifa, el cálculo de la cuota mensual y excesos queda a cargo de los diseñadores de la planta de tratamiento, el cual le corresponde a un Ingeniero Sanitarista.

### **2.2.13. Propuesta de tarifa**

Según sondeos, únicamente el noventa por ciento de la población está en posibilidades económicas de pagar la cuota de canon de agua. Según registros municipales se cuentan con 3,426 conexiones domiciliarias de agua potable.

Se sugiere la realización de un estudio socioeconómico para determinar si las 343 viviendas correspondientes al 10% imposibilitado de medios económicos pueden ser exoneradas de forma completa o parcial de la cuota de canon de agua.

### CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

PROYECTO: Introducción de una nueva línea de conducción de agua potable.

UBICACIÓN: Samayac, Suchitepéquez.

No.	Actividades	AVANCE FÍSICO				%	AVANCE FINANCIERO	
		1ER. MES	2DO. MES	3ER. MES	4TO. MES			
1	EMBALSE-CAPTACIÓN					1.78	Q	55,482.57
2	TUBERÍA DE 12"					59.33	Q	1,852,624.60
3	TUBERÍA DE 10"					12.02	Q	375,484.61
4	TUBERÍA DE 6"					6.06	Q	189,334.06
5	OBRAS DE ARTE					20.81	Q	649,739.44
<b>COSTO TOTAL</b>						100.00	Q	3,122,665.27



### **2.3 Evaluación socio-económica de los proyectos.**

El análisis por razones financieras o indicadores permite observar puntos fuertes o débiles de una empresa o proyecto, indicando también las probabilidades y tendencias, pudiendo así determinar qué cuentas de los estados financieros requiere de mayor atención en el análisis. El adecuado análisis de estos indicadores permite encontrar información que no se encuentra en las cifras de los estados financieros.

Las razones financieras por si mismas no tienen mucho significado, por lo que deben ser comparadas con algo para poder determinar si indican situaciones favorables o desfavorables.

El valor presente neto y la tasa interna de retorno se mencionan juntos ya que en realidad es el mismo método, sólo que sus resultados se expresan de manera distinta. Recuérdese que la tasa interna de retorno es el interés que hace el valor presente igual a cero.

Estas técnicas son de uso muy extendido, y se utilizan cuando la inversión produce ingresos por si misma. El VPN y TIR se aplican cuando hay ingresos, independientemente que la entidad pague o no pague impuestos.

En el caso de los proyectos en estudio, tanto de agua potable como drenaje sanitario, no generarán ingresos para recuperar la inversión, si no únicamente para mantenimiento, por lo que el VAN y TIR darán resultados de rechazo desde el punto de vista empresarial, más no social, ya que será de beneficio colectivo y tendrá un gran impacto positivo en salud y saneamiento ambiental.

### 2.2.2. Valor presente neto

El método del valor presente neto es muy utilizado por dos razones, la primera es de muy fácil aplicación y la segunda por que todos los ingresos y egresos futuros se transforman a quetzales de hoy y así puede verse, fácilmente, si los ingresos son mayores que los egresos. Cuando el VPN es menor que cero implica que hay una pérdida a una cierta tasa de interés o por el contrario si el VPN es mayor que cero se presenta una ganancia. Cuando el VPN es igual a cero se dice que el proyecto es indiferente, se debe tomar como base el mínimo común múltiplo de los años de cada alternativa.

La aceptación o rechazo de un proyecto depende directamente de la tasa de interés que se utilice. Por lo general, el VPN disminuye a medida que aumenta la tasa de interés, en consecuencia para el mismo proyecto puede presentarse que a una cierta tasa de interés, el VPN puede variar significativamente, hasta el punto de llegar a rechazarlo o aceptarlo según sea el caso.

$$VPN = -P + \sum_1^n \frac{FNE}{(1+TMAR)^n} + \frac{VS}{(1+TMAR)^n}$$

donde:

$VPN$  = valor presente neto

$P$  = inversión inicial

$FNE$  = flujo neto de efectivo del periodo  $n$ , o beneficio después de impuesto más depreciación

$VS$  = valor de salvamento al final del periodo  $n$

$TMAR$  = tasa mínima de aceptable de rendimiento o tasa de descuento que se aplica para llevar a valor presente neto

$i$  = cuando se calcula la TIR, el VPN se hace cero y se desconoce la tasa

de descuento que es el parámetro que se debe calcular. Por eso la TMAR, ya no se utiliza en el cálculo de la TIR.

<b>Criterios de aceptación</b>			
Técnica	Aceptación	Rechazo	Indiferente
VPN	>0	<0	=0

- **Análisis del VPN**

El valor presente neto para los dos proyectos en estudio arrojará un valor negativo, lo cual es producto del objetivo de dichos proyectos, ya que son de tipo social, el único cobro que se hará será para el mantenimiento y un aporte del 10% por parte de la comunidad para la inversión, el noventa por ciento del total de la inversión la hará el Gobierno por medio del Consejo de Desarrollo Departamental de Suchitepéquez.

### 2.3.2 Tasa interna de retorno

Es aquella que está ganando un interés sobre el saldo no recuperado de la inversión en cualquier momento de la duración del proyecto. En la medida de las condiciones y alcances del proyecto, éstos deben evaluarse de acuerdo a sus características.

La TIR se aplica cuando hay ingresos, y la calculamos por medio de la siguiente ecuación:

$$TIR = \sum_1^n \frac{FNE_n}{(1+i)^n} + \frac{VS}{(1+i)}$$

donde:

*TIR* = tasa interna de retorno

$P$  = inversión inicial

$FNE$  = flujo neto de efectivo del período  $n$ , o beneficio después de impuestos más depreciación

$VS$  = valor de salvamento al final del período  $n$

$TMAR$  = tasa mínima aceptable de rendimiento o tasa de descuento que se aplica para llevar a valor presente neto

$i$  = cuando se calcula la TIR, el VPN se hace cero y se desconoce la tasa de descuento que es el parámetro que se debe calcular. Por eso la  $TMAR$  ya no se utiliza en el cálculo de la TIR

#### **Criterios de aceptación**

Técnica	Aceptación	Rechazo	Indiferente
VPN	$>TMAR$	$<TMAR$	$\geq TMAR$

- **Análisis de la TIR**

Por simple inspección podemos notar que la tasa interna de retorno para los dos proyectos es menor que la tasa mínima aceptable de rendimiento ( $TMAR$ ) por lo cual, los proyectos son de rechazo desde el punto de vista empresarial, por ello no tiene caso el cálculo algebraico. Desde el punto de vista social los proyectos son aceptables, ya que tendrá como resultado un impacto positivo en materia de salud y saneamiento ambiental.



### **3.3 Evaluación de impacto ambiental de los proyectos.**

- **Impacto ambiental**

Es cualquier alteración de las condiciones ambientales o creación de un nuevo conjunto de condiciones ambientales adverso o benéfico, provocada por la acción humana o fuerzas naturales.

- **Evaluación de impacto ambiental (EIA)**

Instrumento de política, gestión ambiental y toma de decisiones formado por un conjunto de procedimientos capaces de garantizar, desde el inicio de la planificación, que se efectúe un examen sistemático de los impactos ambientales de un proyecto o actividad y sus opciones, así como las medidas de mitigación o protección ambiental que sean necesarias para la opción a ser desarrollada.

Una evaluación de Impacto Ambiental es hacer un diagnóstico del área en donde se realizará o realizó la construcción de un proyecto, determinando en detalle la situación ambiental actual del medio biótico y abiótico que será impactada directamente por la obra.

Durante la etapa de construcción u operación de la obra es importante conocer que el proyecto ocasionará varios impactos negativos de carácter transitorio sobre los componentes aire, suelo, agua, biota (hábitat, flora y fauna), paisaje, etc.

- **Metodología para la identificación de impactos**

El propósito de la identificación de impactos ambientales es garantizar la calidad de vida de la población; por lo que se hace énfasis en aquellos que

puedan generar impactos negativos al ambiente, para luego proponer medidas de mitigación.

Se tiene como objetivo identificar y evaluar cualitativamente los impactos ambientales, generados por los proyectos sujetos a estudio, de manera que se elaboró una matriz basada en la metodología diseñada por “Leopold”; el Banco Centroamericano de Integración Económica BCIE, con lo cual se logró el siguiente análisis.

Se asumió una simbología de tipo matemático para determinar el tipo de impacto, así:

- En caso de ser impacto negativo, el símbolo es ( - )
- Para las actividades que puedan provocar riesgo ( o )
- Al ser un impacto positivo, se identifica con el símbolo ( + )

Aquellas relaciones que no tienen un símbolo dentro de su cuadro, se interpretan como interacciones que no provocan impactos relevantes.

Dentro de los proyectos fueron analizadas las etapas de construcción y operación.

- **Consideraciones ambientales a partir del proyecto**

La evaluación de los proyectos de introducción de drenaje sanitario en el Cantón San Francisco Pumá y la ampliación del sistema de agua potable, mediante una nueva línea de conducción en el municipio de Samayac, se basa en el uso del suelo en el área donde se construirá y el área de influencia.

Por el tipo de trabajo que se realizará durante la construcción de los dos proyectos, se considera que el impacto que provoca es de baja magnitud y el beneficio que causará a la población y su entorno será mayor. El impacto ambiental generado en términos generales es positivo.

### **2.2.3. En construcción**

Con la construcción del proyecto de alcantarillado y ampliación del sistema de agua potable, el escenario ambiental será modificado en forma positiva, de un camino y terrenos con aguas negras a flor de tierra, se tendrán sitios limpios y una disposición final de las aguas negras a un lugar alejado de las casas y con un tratamiento primario complementado con pozos de absorción.

Durante la etapa de construcción de los proyectos propuestos, los impactos ambientales más relevantes serán los siguientes:

- **Suelos**

El zanqueo para la instalación de la tubería de drenaje, así como para la línea de conducción de agua potable, trae como consecuencia el apilamiento de tierra suelta que provoca polvo, limitación de paso vehicular y peligro de caídas de peatones en las zanjas.

Dentro de los contaminantes que se producirán en la fase de construcción del proyecto se tienen los residuos del material de excavación. Además, se tendrán desechos; producto de la maquinaria como filtros, repuestos usados, neumáticos, depósitos de aceite, basura producto de los trabajadores, cemento, arena, piedra, pedrín y otros materiales sobrantes del trabajo diario.

Para el caso de los proyectos propuestos, en general, se considera un impacto positivo, mediante la planificación, programación y ejecución del manejo adecuado y controlado de las fases constructivas, tomando en cuenta las obras de protección necesarias para evitar problemas de erosión o deslaves en la conformación de taludes y en la estabilidad del suelo.

Teniendo en cuenta el tipo de terreno y topografía actual y con el diseño de tratamiento de las aguas servidas, se tiene previsto efectuar movimiento de tierras. Para evitar el movimiento excesivo de este material de corte y con el fin de aprovechar la topografía de la zona, se tiene planificado reaprovechar el material en su totalidad para el relleno de zanjas en donde se instalará la tubería, dicho movimiento será un aporte de la comunidad.

Durante esta actividad se utilizarán: palas, piochas, barretas y carretillas de mano.

- **Agua**

Durante la etapa de ejecución física del proyecto, no se generarán impactos negativos significativos en cuanto al uso del agua, ya que el proceso deberá contemplar la construcción de las instalaciones provisionales, para que no se afecte la dotación en cuanto al caudal o la calidad del agua del sector, tales como letrinas para los trabajadores, depósitos de agua, tanto para consumo de los trabajadores, como el proceso constructivo.

- **Aire**

Durante el proceso de construcción del proyecto, se generarán los principales impactos adversos para este factor ambiental, consistentes en partículas en suspensión, ruido generados por el transporte de materiales y la excavación, especialmente para las actividades de movimiento de tierras. Sin embargo, constituyen impactos de tipo temporal, limitados al tiempo que dure el proceso constructivo del proyecto.

- **Flora y fauna**

Durante la fase de construcción del proyecto no se alterará o modificará ningún ecosistema que se considere de importancia económica o de fragilidad significativa, ya que no cuenta con ninguna especie de interés biológico de consideración especial en su recorrido.

- **Sector urbano**

Con el proceso de la ejecución física de los proyectos planteados el paisaje será modificado, sufriendo un impacto negativo de tipo temporal, que terminará con la finalización de la etapa de construcción.

La red vial del sector será impactada de manera negativa, por medio del tránsito de vehículos de materiales para la construcción y la limitación del transporte vehicular, situación que será de carácter temporal y estará limitada al tiempo que dure la ejecución de los proyectos.

#### **2.2.4. En operación**

Finalizada la fase de ejecución física del proyecto, la fase de funcionamiento del proyecto se circunscribe a las actividades propias de la operación del mismo. Siendo por consiguiente los impactos ambientales más relevantes los siguientes:

- **Suelo**

Al rellenarse y compactarse las zanjas del colector, conexiones domiciliarias y línea de conducción de agua potable, así como la nivelación de la rasante del camino con la nivelación de las tapaderas de los pozos de visita, no se notará el

impacto del zanjeo. En cuanto al lugar donde se ubicará el sistema de tratamiento no se notará debido a que se encuentra alejado de las casas y que esta área será jardinizada para lograr un impacto visual positivo.

Los lodos que se extraigan de la fosa séptica serán usados como abono para el jardín del lugar.

- **Agua**

Los proyectos no causarán impactos negativos sobre cuerpos receptores de agua, ya que la recolección de las aguas servidas se llevará a una planta de tratamiento primario, mediante fosa séptica y pozos de absorción.

En términos generales, el funcionamiento de los proyectos propuestos contribuirá de manera positiva a mejorar el nivel de calidad de vida, tanto del Cantón San Francisco Pumá como del municipio de Samayac.

- **Efectos socioeconómicos**

Los proyectos planteados también constituyen un aporte al bienestar y salud de los habitantes del sector. Los terrenos que sean beneficiados con este proyecto aumentarán el valor de los mismos (plusvalía), ya que es un servicio adicional.

Tabla LIII. Matriz de identificación de impactos del proyecto de drenaje

**SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO  
CANTON SAN FRANCISCO PUMÁ, SAMAYAC, SUCHITEPÉQUEZ.**

**SIMBOLOGÍA**

- + = POSITIVO
- = NEGATIVO
- 0 = RIESGO

			<b>ACTIVIDADES BÁSICAS DEL PROYECTO</b>											<b>ACT. FUTURAS</b>					
			<i>CONSTRUCCIÓN</i>					<i>FUNCIONAMIENTO</i>											
			Análisis y selección del sitio	Vías de acceso	Construcción	Entorno urbano	Instalaciones provisionales	Tubería de recolección	Pozos de visita	Fosa séptica	Pozos de absorción	Jardinización	Imagen urbana				Ampliación	Clausura o abandono	Cambio de actividades
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14						
<b>FACTORES AMBIENTALES</b>	<b>AGUA</b>	1 Superficiales	+		0				+	+	+	+	+			0	-	-	
		2 Subterráneas	+		+											0	-	-	
	<b>SUELOS</b>	3 Topografía	+		+					+	+	+	+	+		0	-	-	
		4 Mov. Tierras	0		0					+	+		+	+	+	0	-	-	
		5 Compatibilidad	+	+	+	+				+	+	+	+	+	+	0	-	-	
		6 Uso potencial	+	+	+	+				+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
	<b>ATMOSFERA</b>	7 Geología	+		+					+	+	+	+	+	+				
		8 Ventilación	+		+							+	+	+	+				
		9 Clima	+		+														
		10 Iluminación																	
		11 Fauna																-	-
	<b>SOCIOECON.</b>	12 Flora																-	-
		13 Transporte	+	-	+	+	+												
		14 Colindancias	+	-	+	+	+			+	+	+	+	+	+	0	-	-	-
		15 Personal	+	+	+	+	+				+	+	+	+	+			-	-
		16 Infraestructura	+	+	+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
	17 Imagen urbana	+		+	+					+	+			+	+		-	-	

Tabla LIV. Matriz de identificación de impactos del proyecto de agua potable

LINEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE  
SAMAYAC, SUCHITEPÉQUEZ.

SIMBOLOGÍA

- + = POSITIVO
- = NEGATIVO
- 0 = RIESGO

			ACTIVIDADES BÁSICAS DEL PROYECTO														
			CONSTRUCCIÓN					FUNCIONAMIENTO						ACT. FUTURAS			
			Análisis y selección del sitio	Vías de acceso	Construcción	Entorno urbano	Instalaciones provisionales	Tubería de conducción	Pasos de zanjón	Captación-toma	Obras de arte y accesorios hidráulicos	Planta de tratamiento de agua potable	Imagen urbana	Ampliación	Clausura o abandono	Cambio de actividades	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
AGUA	1	Superficiales	+		0			+	+	+	+	+					-
	2	Subterráneas			+										0		-
SUELOS	3	Topografía	+		+			+	+	+	+	+		0			
	4	Mov. Tierras	0		0			+	+	+	+	+	+	0			
	5	Compatibilidad	+	+	+	+		+	-	+	-	+	+	0	-		-
	6	Uso potencial	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	-		-
ATMOSFERA	7	Geología	+		+			+	+	+	+	+	+				
	8	Ventilación	+		+						+		+				
	9	Clima	+		+												
	10	Iluminación															
	11	Fauna														0	0
SOCIOECON.	12	Flora													0		0
	13	Transporte	+	-	+	+	+	+	+	+		+		+			
	14	Colindancias	+	-	+	+	+	+		+	+	+	+	0	-		0
	15	Personal	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	-		
	16	Infraestructura	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-		-
	17	Imagen urbana	+		+	+			+	+			+	+	+	-	0



- **Plan de seguridad ambiental**

Entre las medidas preventivas y correctivas para la construcción y conservación de la calidad del ambiente, deberá tomarse en cuenta las siguientes recomendaciones:

- En el proceso de movimiento de tierras, excavaciones y el acarreo de materiales, debe observarse lo siguiente: no obstruir la vía pública, no obstruir el paso de aguas pluviales, evitar generar emanaciones de polvo, malos olores o pestilencias que deterioren la calidad del aire, agua y al ambiente en sí.
- Los lodos extraídos de la fosa séptica podrán usarse como abonos, el material sobrante podrá depositarse en un pozo de poca profundidad agregándole cal en proporción de 10 libras por cada extracción que será una vez al año.
- El programa de jardinería del área donde se construirá la fosa séptica y los pozos de absorción debe iniciarse paralelo a la construcción del sistema de alcantarillado.
- Revisar constantemente la cantidad de sólidos sedimentados en el embalse.
- **Plan de contingencia**

Para esta clase de proyectos los mayores riesgos son los derrumbes en las zanjas y en el pozo de absorción en el período de ejecución, por lo que se

deberá apuntalar adecuadamente en aquellos tramos en que se noten erosiones o la profundidad de la zanja sea mayor de dos metros.

El riesgo de una inundación que pueda afectar el sistema de alcantarillado es bajo, sin embargo, se recomienda asegurar que no se conectará a la misma agua proveniente de la precipitación pluvial. En la etapa de ejecución si hay vientos la tierra extraída podrá levantarse y causar molestias a los vecinos, por lo que se recomienda mojar con agua la superficie.

- **Plan de seguridad humana**

Corresponde a la empresa ejecutora proteger a los trabajadores en las labores de la construcción tales como:

- Protección a los trabajadores (albañiles, ayudantes y encargados, en la construcción), proveyéndoles guantes y cascos.
- Prohibir a todo trabajador en las áreas de protección a permanecer en las áreas de trabajo sin el debido equipo de protección.
- Proporcionar a todos los trabajadores letrinas temporales, las cuales deberán eliminarse una vez terminada la construcción.
- Utilizar sistemas de protección de equipos contra el ruido, cuando se trabaje con equipo muy ruidoso (taladros, compresores y otros).
- Disponer de un parqueo apropiado para carga y descarga de los materiales de construcción.
- Brindar un equipo de cobertura de carácter preventivo y curativo.
- Colocar letreros recordando los peligros potenciales a los que están sometidos los trabajadores.
- Adecuada señalización y cercado del área en donde se encuentre el tratamiento de las aguas servidas, a fin de evitar que personas ajenas a la misma ingresen y exista riesgo de accidentes.

- Mantener las normas de calidad para el abastecimiento de agua potable tanto en su instalación como en la fase de operación.
- Cumplir la operación y mantenimiento de la fosa séptica, pozo de absorción, así como llevar un monitoreo de su eficiencia.
- Asegurarse que el servicio de agua para los trabajadores sea potable.



## **CONCLUSIONES**

1. Con el estudio de un proyecto de drenaje sanitario y una línea de conducción de agua potable, en el municipio de Samayac, Suchitepéquez, así es como la Facultad de Ingeniería contribuye al fortalecimiento del desarrollo comunitario en nuestro país.
2. La realización del proyecto de agua potable diseñado en este trabajo, evitará el conflicto y escasez en el servicio de tan vital líquido que existe actualmente en el municipio de Samayac. Además la población estará abastecida por un período de veinte años.
3. La dotación del proyecto fue determinada en función del caudal del río Quilá y la cantidad de usuarios, así como la proyección futura, clima, costumbres y necesidades.
4. Según resultados de los exámenes practicados a las muestras de agua, en el laboratorio del Centro de Investigaciones de Ingeniería, es necesario asegurar la potabilidad del agua, mediante los tratamientos de coagulación, sedimentación y desinfección.
5. Con la construcción del proyecto de drenaje sanitario, en el cantón San Francisco Pumá, se mejorará la calidad de vida de los habitantes de dicho lugar, evitando el brote de enfermedades gastrointestinales.
6. Por motivos de economía y espacio, se considera la fosa séptica y pozos de absorción como el tratamiento más adecuado para las aguas residuales.



## **RECOMENDACIONES**

### **1. Al Gobierno de Guatemala:**

- Se debe invertir más en Educación y Salud.
- Hay que realizar una reingeniería en las instituciones públicas, esto es con el objetivo que estas funcionen y efectúen estudios reales y eficientes en las comunidades y municipios del país.

### **2. A la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos:**

- Que todos los estudiantes de las carreras de la Facultad de Ingeniería, previo a graduarse, deben realizar obligatoriamente E.P.S. en comunidades del área rural, con el fin de llevar una solución a los problemas que aquejan estas comunidades.

### **3. A la municipalidad de Samayac, Suchitepéquez:**

- Debe gestionar la realización de los dos proyectos diseñados en este trabajo.
- Debe adjudicarse a un Ingeniero Sanitarista el diseño de la planta de tratamiento de agua, para la potabilidad del proyecto de agua potable, se sugiere solicitar la colaboración de la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria (ERIS).
- Es conveniente implementar junto con la municipalidad de Santa Catarina Ixtaguacán, Sololá, un programa de concientización a las personas, para evitar la deforestación de la cuenca del río Quilá.

- Es necesario realizar un estudio socio-económico a aquellas familias de escasos recursos económicos para determinar la exoneración parcial o total de la cuota de canon de agua potable.
- Actualizar los presupuestos de los proyectos, previo a la contratación, para que así los costos sean acordes a la realidad.

**4. Al comité comunal de desarrollo del cantón San Francisco Pumá:**

- Es necesario concientizar a la comunidad en general y motivar la participación en proyectos de beneficio común, como los de este trabajo, con su aporte en la medida de sus posibilidades.
- Dar mantenimiento a los drenajes en los meses de marzo y abril, ya que con esto se dejan listos para que trabajen durante el invierno.
- Realizar la extracción de lodos anualmente de la fosa séptica, así como la inspección de los pozos de absorción
- Verificar que no se conecten tuberías para la evacuación de aguas pluviales en el tiempo de invierno.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Grajeda Figueroa, Celia María. Diseño de la red de drenaje sanitario y drenaje pluvial de la colonia Los Pinos de la ciudad de Esquipulas. Tesis de graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala 2001. 52pp.
2. Martín González, Eduardo Antonio de la Trinidad. Diseño de la red de drenaje sanitario para la Aldea de San José, municipio de Villa Nueva. Tesis Ingeniería Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1998.
3. Ochoa García, Roberto Rudy. Estudio y diseño de la red de abastecimiento de agua potable para la aldea Las Lagunas, San Marcos, San Marcos. Tesis de Graduación de Ingeniero Civil: Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 1998, 84 pp.
4. Orozco González. Juan Adolfo. Diseño de drenaje sanitario de aldea San Petz, municipio San Pedro Sacatepéquez, departamento de San Marcos. Tesis de graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala 1999. 62 pp.
5. Plaza N., Galo, Yépez A., Hugo. Manual para la mitigación de desastres naturales en sistemas rurales de agua potable. Costa Rica: Impresión Comercial. La Nación S.A. 2000, 89 pp.
6. Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (UNEPAR). Guía para el diseño de abastecimientos de agua potable a zonas rurales. Guatemala, junio de 1997



## **APÉNDICE A**

- ✓ Resultados de prueba bacteriológica y fisico-química del proyecto de agua potable.





LABORATORIO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA  
 ESCUELA REGIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y RECURSOS HIDRÁULICOS (ERIS) -CENTRO  
 DE INVESTIGACIONES ( CII )  
 DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA  
 CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO			
O.T. No. 18769		INF. No. 21958	
INTERESADO:	<u>FACULTAD DE INGENIERÍA -EPS</u>	PROYECTO:	<u>CONTROL DE CALIDAD</u>
RECOLECTADA POR:	<u>John Gómez</u>	DEPENDENCIA:	<u>USAC</u>
LUGAR DE RECOLECCIÓN:	<u>Aldea Tzampoj</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	<u>2005-05-18; 17 h 00 min.</u>
FUENTE:	<u>Río Quila</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO	<u>2005-05-19; 14 h 20 min.</u>
MUNICIPIO:	<u>Samayac</u>	CONDICIÓN DEL TRANSPORTE:	<u>Sin refrigeración</u>
DEPARTAMENTO:	<u>Suchitepéquez</u>		
RESULTADOS			
1. ASPECTO:	<u>Claro</u>	4. OLOR:	<u>Inodora</u>
2. COLOR:	<u>02,00 Unidades</u>	5. SABOR:	<u>-----</u>
3. TURBIEDAD:	<u>01,61 UNT</u>	6. pH:	<u>07,50 unidades</u>
		7. TEMPERATURA:	<u>18 °C</u>
		(En el momento de recolección)	
		8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	<u>90,00 µmhos/cm</u>
SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONIACO (NH <sub>3</sub> )	00,13	6. CLORUROS (Cl <sup>-</sup> )	06,00
2. NITRITOS (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	00,00	7. FLUORUROS ( F <sup>-</sup> )	00,05
3. NITRATOS (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	03,08	8. SULFATOS (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	01,00
4. CLORO RESIDUAL	----	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,07
5. MANGANESO (Mn)	----	10. DUREZA TOTAL	36,00
		11. SOLIDOS TOTALES	67,00
		12. SOLIDOS VOLÁTILES	15,00
		13. SOLIDOS FIJOS	52,00
		14. SOLIDOS EN SUSPENSIÓN	03,00
		15. SOLIDOS DISUELTOS	48,00
ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)			
HIDROXIDOS	CARBONATOS	BICARBONATOS	ALCALINIDAD TOTAL
mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
00,00	00,00	44,00	44,00

OTRAS DETERMINACIONES \_\_\_\_\_

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista de la calidad física y química los resultados obtenidos de la muestra de agua analizada cumplen con las normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua.

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A.- W.E.F. 19 TH EDITION 1995, NORMA COGUANOR NGO 4 010 ( SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 ( AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2005-06-03

Vo Bo

*[Signature]*  
 Ing. Francisco Javier Quiñonez de la Cruz  
 DIRECTOR CII/USAC







LABORATORIO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA  
 ESCUELA REGIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y RECURSOS  
 HIDRÁULICOS (ERIS) - CENTRO DE INVESTIGACIONES (CI)  
 DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA  
 CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12

O.T. No. 18769		EXAMEN BACTERIOLOGICO		INF. No. A-192634	
INTERESADO	<u>Facultad de Ingeniería EPS</u>	PROYECTO:	<u>CONTROL DE CALIDAD DE AGUA</u>		
MUESTRA RECOLECTADA POR	<u>Jonh Gómez</u>	DEPENDENCIA:	<u>USAC</u>		
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:	<u>Aldea Tzampoj</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	<u>2005-05-18: 17 h 00 min.</u>		
FUENTE:	<u>Río Quila</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	<u>2005-05-19: 14 h 20 min.</u>		
MUNICIPIO:	<u>Samayac</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE:	<u>Con refrigeración</u>		
DEPARTAMENTO:	<u>Suchitepéquez</u>	SABOR:	<u>----</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN	<u>Lig. cantidad</u>
ASPECTO:	<u>claro</u>	CLORO RESIDUAL	<u>----</u>		
OLOR:	<u>Inodoro</u>				

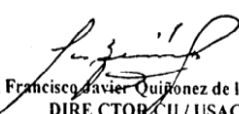
**INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)**

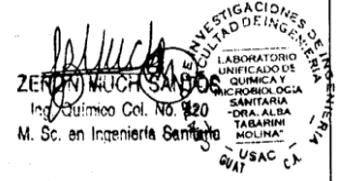
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACIÓN DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACIÓN DE GAS 35°C	TOTAL	FECAL 44.5°C
10,00 cm <sup>3</sup>	+++++	+++++	+++++
01,00 cm <sup>3</sup>	+++++	+++++	+++++
00,10 cm <sup>3</sup>	+++++	+++++	+++++
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm <sup>3</sup>		> 1 600	> 1 600

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 19<sup>TH</sup>  
 NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

CONCLUSION Clasificación II. Calidad bacteriológica que precisa la aplicación de los métodos habituales de tratamiento (coagulación, sedimentación, filtración, desinfección). Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua.

Guatemala, 2005-06-03

Vo.Bo.   
 Ing. Francisco Javier Quiñonez de la Cruz  
 DIRE CTOR CI / USAC





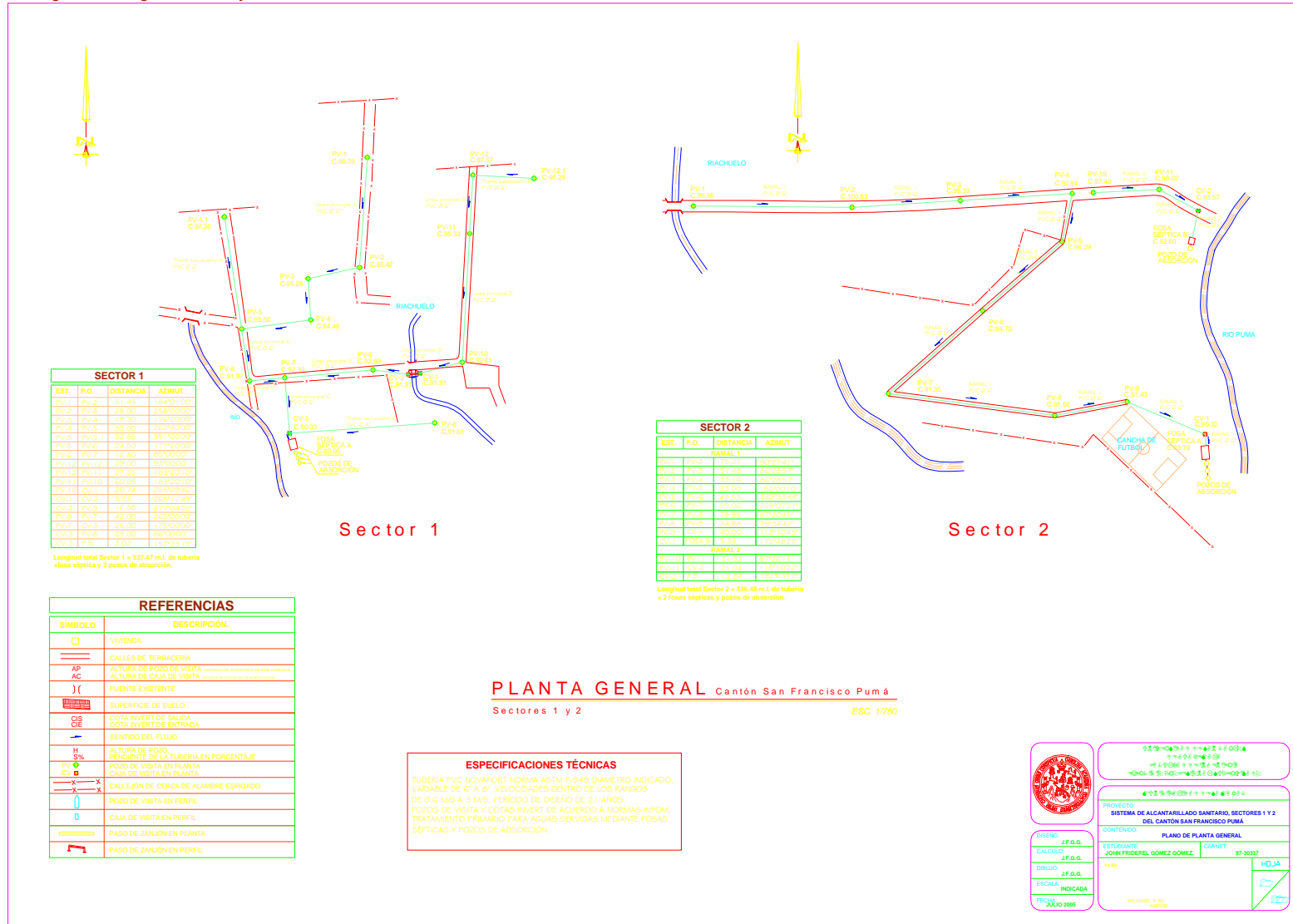


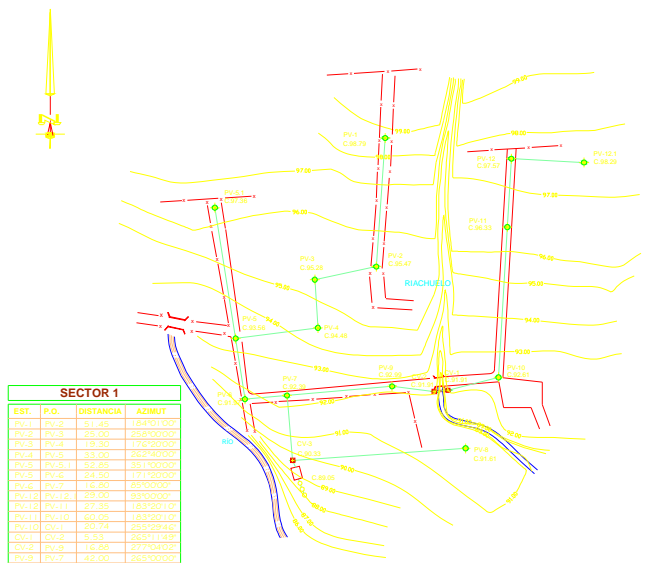
## **APÉNDICE B**

- ✓ Planos del sistema de alcantarillado sanitario y línea de conducción de agua potable.



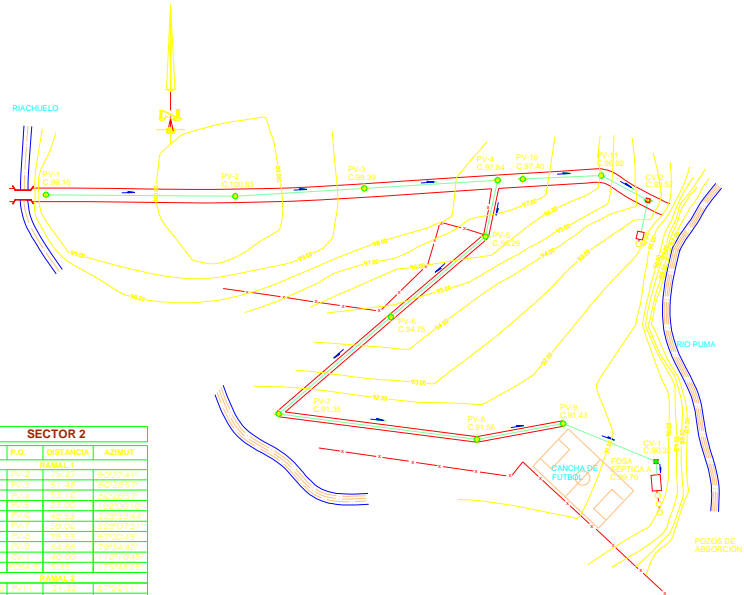
Figura 2. Plano general de drenaje sanitario





SECTOR 1			
EST.	P.O.	DISTANCIA	AZIMUT
PV-1	PV-2	15.1465	184.011000
PV-2	PV-3	25.0000	293.000000
PV-3	PV-4	13.3500	173.250000
PV-4	PV-5	33.0000	222.400000
PV-5	PV-6	32.8500	351.100000
PV-6	PV-7	24.5500	171.000000
PV-7	PV-8	16.8000	85.000000
PV-8	PV-9	29.0000	350.000000
PV-9	PV-10	27.3500	183.200000
PV-10	PV-11	60.0000	183.200000
PV-11	PV-12	20.7400	225.259400
CV-1	CV-2	3.3500	262.911400
CV-2	PV-8	16.8000	277.040000
PV-8	PV-7	42.0000	255.000000
PV-7	CV-3	26.0000	173.000000
CV-3	PV-2	59.0000	82.000000
CV-3	PV-5	3.0000	13.74231400

Sector 1



SECTOR 2			
EST.	P.O.	DISTANCIA	AZIMUT
RAMAL 1			
PV-1	PV-2	11.4000	232.224100
PV-2	PV-3	11.4000	80.202570
PV-3	PV-4	33.1000	25.262570
PV-4	PV-5	23.0000	173.000000
PV-5	PV-6	33.5300	223.933400
PV-6	PV-7	33.0000	223.933400
PV-7	PV-8	33.8000	223.933400
PV-8	PV-9	36.8000	223.933400
PV-9	CV-1	33.0000	173.000000
PV-9	PV-10	33.3500	173.250000
RAMAL 2			
PV-10	PV-11	11.4000	173.250000
PV-11	CV-2	11.4000	173.250000
CV-2	PV-5	12.8000	182.933100

Sector 2

REFERENCIAS	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	VIVIENDA
	CALLES DE TERRACERÍA
	ALTURA DE POZO DE VISITA
	ALTURA DE CAJA DE VISITA
	PUENTE EXISTENTE
	SUPERFICIE DE SUELO
	COTA INVERT DE SALIDA
	COTA INVERT DE ENTRADA
	SENTIDO DEL FLUIDO
	ALTURA DE POZO
	PENDIENTE DE LA TUBERÍA EN PORCENTAJE
	POZO DE VISITA EN PLANTA
	CAJA DE VISITA EN PLANTA
	CALLEJÓN DE CERCA DE ALAMBRE ESPIGADO
	POZO DE VISITA EN PERFIL
	CAJA DE VISITA EN PERFIL
	PASO DE ZANJÓN EN PLANTA
	PASO DE ZANJÓN EN PERFIL

PLANTA DE TOPOGRAFÍA Cantón San Francisco Pumá  
Sector 1 y 2 ESC. 1/750

	PROYECTO: <b>SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, SECTORES 1 Y 2 DEL CANTÓN SAN FRANCISCO PUMÁ</b>	
	CONTENIDO: <b>PLANO DE PLANTA GENERAL TOPOGRÁFICA</b>	
	EJECUTIVO: <b>JOHN FRIEDEL OMBEZ GÓMEZ</b>	CARRNET: 97.00337
	HOJA: 1/1	
DISEÑO: J.F.G.O. CÁLCULO: J.F.G.O. TIRADO: J.F.G.O. ESCALA: INDECADADA FECHA: JULIO 2005	HOJA: 1/1	

Figura 4. Planta de densidad de vivienda

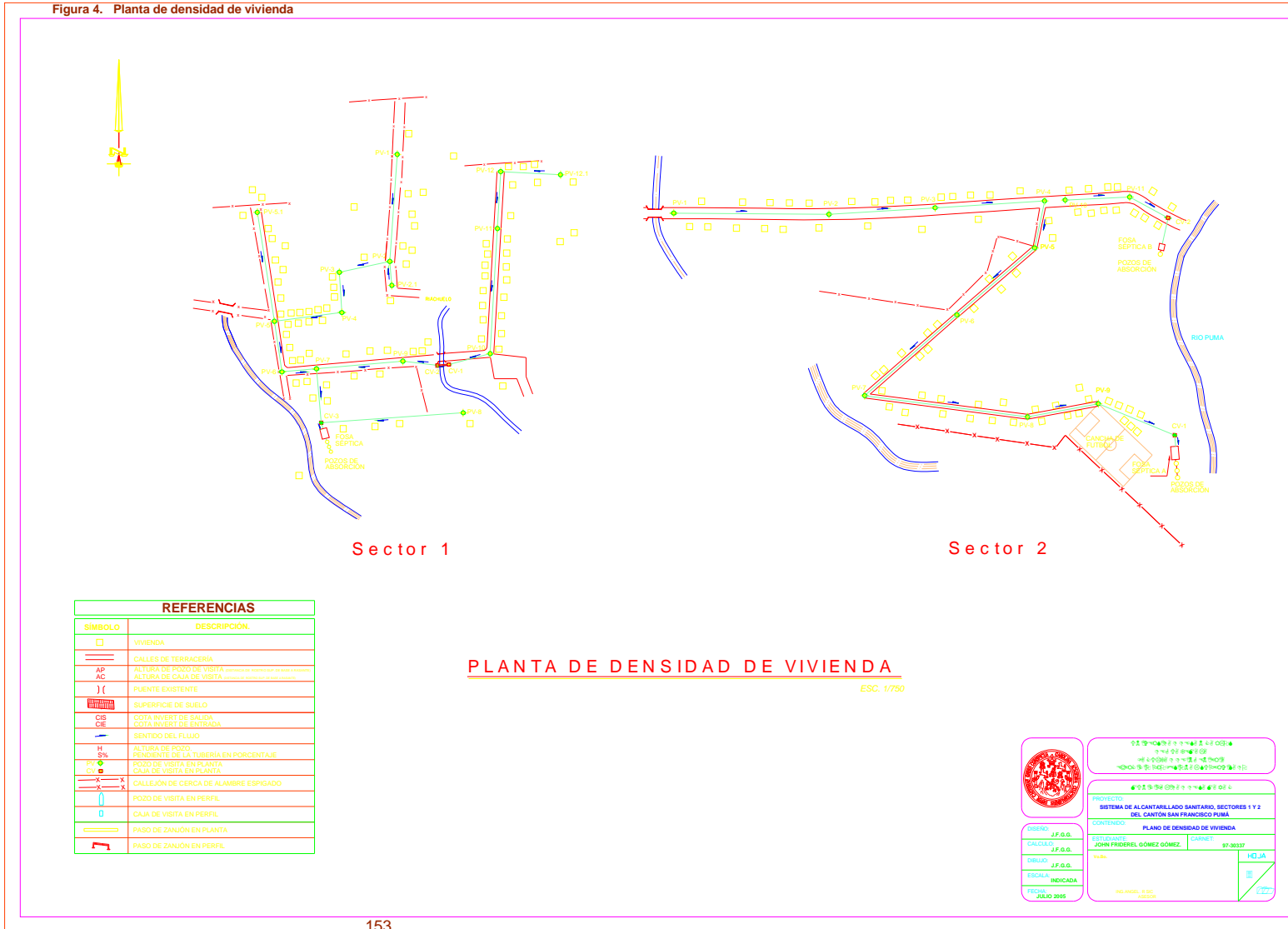
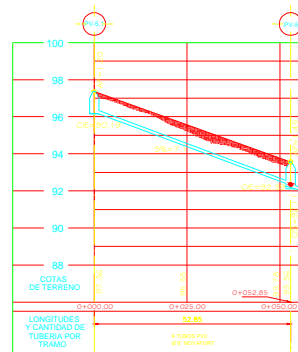
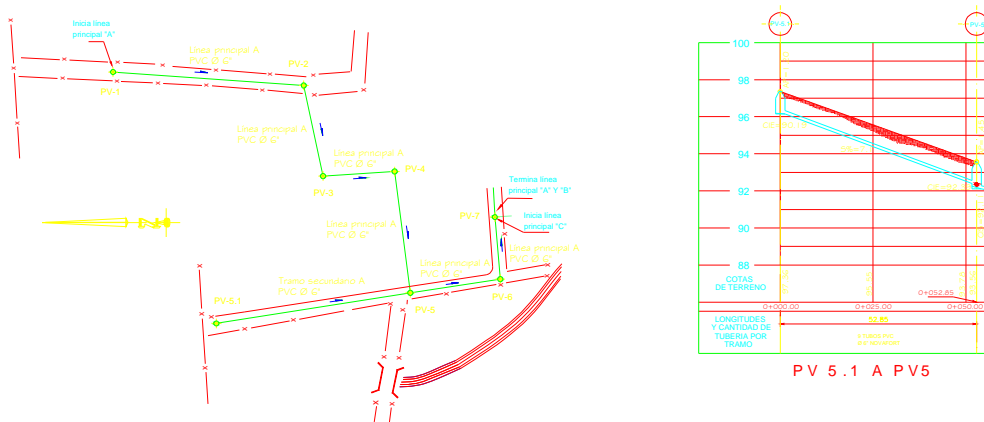
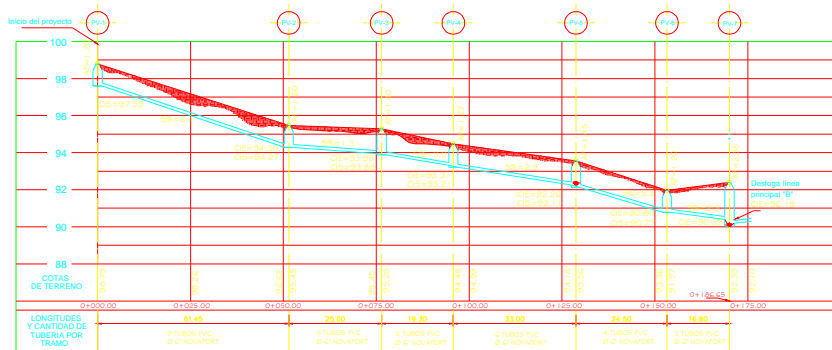


Figura 5. Planta perfil



PV 5.1 A PV 5

REFERENCIAS	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	VIVIENDA
	CALLES DE TERRACERÍA
AP	ALTURA DE POZO DE VISITA
AC	ALTURA DE CAJA DE VISITA
( )	PUENTE EXISTENTE
	SUPERFICIE DE SUELO
CS	COTA INVERT DE SALIDA
CE	COTA INVERT DE ENTRADA
	SENTIDO DEL FLUJO
H	ALTURA DE POZO
%	PENDIENTE DE LA TUBERÍA EN PORCENTAJE
PV	POZO DE VISITA EN PLANTA
	CAJA DE VISITA EN PLANTA
	CALLEJÓN DE CERCA DE ALAMBRE ESPIGADO
	POZO DE VISITA EN PERFIL
	CAJA DE VISITA EN PERFIL
	PASO DE ZANJÓN EN PLANTA
	PASO DE ZANJÓN EN PERFIL



DE PV1 A PV7

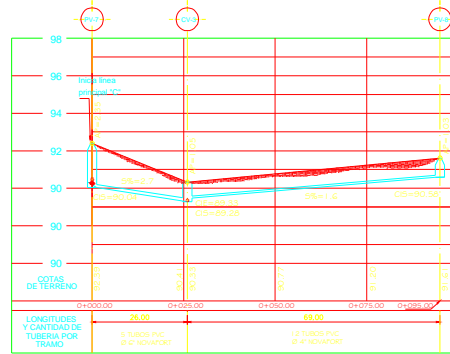
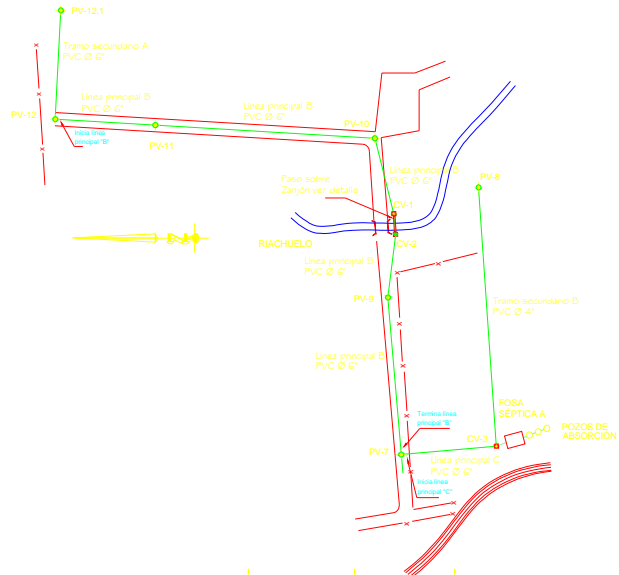
**PLANTA + PERFIL sector 1**

Línea Principal 'A'

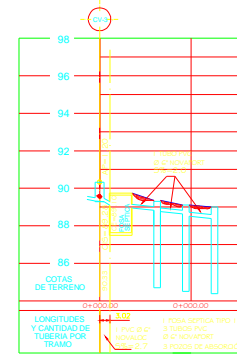
ESC. HOR. 1/500  
VER. 1/100

	PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, SECTORES 1 Y 2 DEL CANTÓN SAN FRANCISCO PUNA	
	CONTENIDO: PLANTA + PERFIL SECTOR 1 (TRAMOS INDICADOS)	
DISEÑO: J.F.B.G.	ESTUDIANTE: JOHN PRIDEREL GÓMEZ GÓMEZ	CARNET: 97-30337
CÁLCULO: J.F.B.G.	FECHA: JULIO 2005	
ESCALA: INDICADA	H.C.I.A. H.C.I.A.	

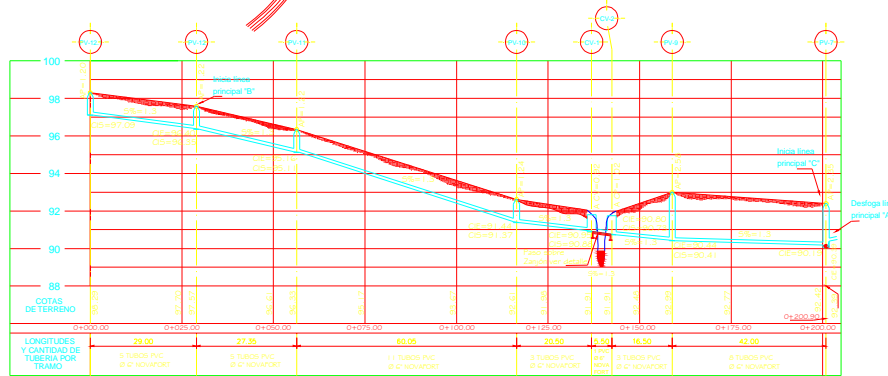
Figura 6. Planta perfil



PV7 A CV-3 Y PV8 A CV3  
Línea Principal "C"



CV3 A F.S.  
Línea Principal "C"



PV14.1 A PV7  
**PLANTA + PERFIL sector 1**  
Línea Principal "B" ESC. HOR: 1/500  
VER: 1/100

REFERENCIAS	
SIMBOLO	DESCRIPCION
[Symbol]	VIVIENDA
[Symbol]	CALLES DE TERRACERA
AP	ALTIMETRIA DE POZO DE VISITA
AC	ALTIMETRIA DE CAJA DE VISITA
[Symbol]	PUENTE EXISTENTE
[Symbol]	SUPERFICIE DE SUELO
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
[Symbol]	SENTIDO DEL FLUIDO
H	ALTIMETRIA DE POZO
S%	PERCENTUAL DE LA TUBERIA EN PORCENTAJE
PV	POZO DE VISITA EN PLANTA
CV	CAJA DE VISITA EN PLANTA
X	CALLEJON DE CERCIA DE ALAMBRE ESPIGADO
[Symbol]	POZO DE VISITA EN PERFIL
[Symbol]	CAJA DE VISITA EN PERFIL
[Symbol]	PASO DE ZANJON EN PLANTA
[Symbol]	PASO DE ZANJON EN PERFIL

PROYECTO:  
**SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, SECTORES 1 Y 2 DEL CANTON SAN FRANCISCO PUMA**

CONTENIDO:  
**PLANTA + PERFIL SECTOR 1 (TRAMOS INDICADOS)**

ELABORADO POR:  
ING. J.F. GÓMEZ

REVISADO POR:  
ING. J.F. GÓMEZ

FECHA:  
AÑO 2005

PROYECTO:  
**SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, SECTORES 1 Y 2 DEL CANTON SAN FRANCISCO PUMA**

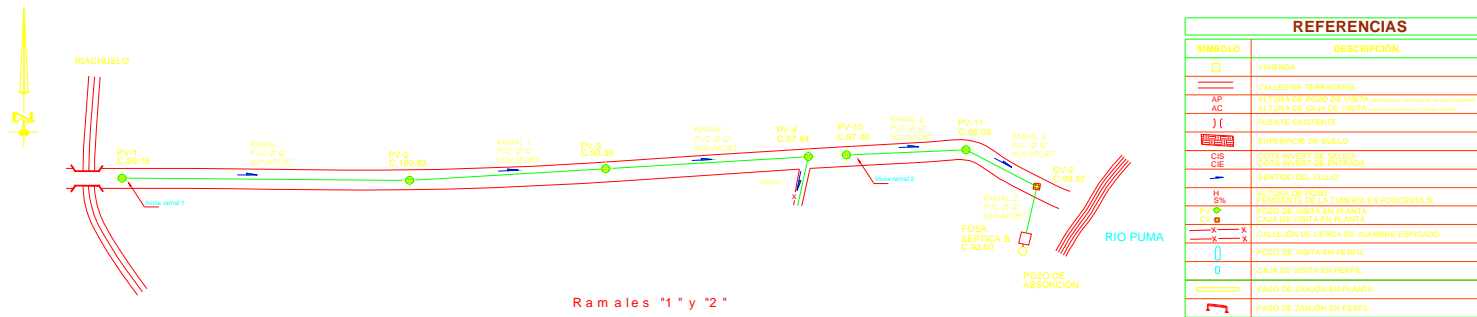
CONTENIDO:  
**PLANTA + PERFIL SECTOR 1 (TRAMOS INDICADOS)**

ELABORADO POR:  
ING. J.F. GÓMEZ

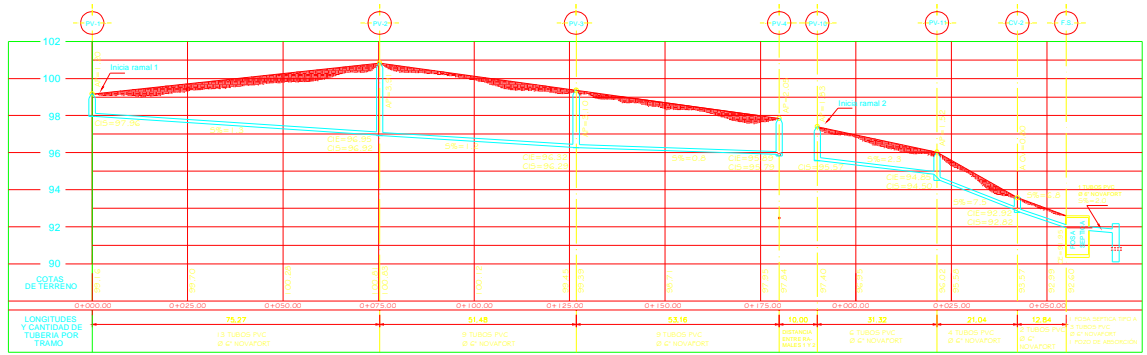
REVISADO POR:  
ING. J.F. GÓMEZ

FECHA:  
AÑO 2005

Figura 7. Planta perfil



REFERENCIAS	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	VIVIENDA
	GALLES DE TERRACERÍA
AP	ALTURA DE POZO DE VISITA
AC	ACTURA DE CAJA DE VISITA
	PUENTE EXISTENTE
	SUPERFICIE DE SUELO
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
	SENTIDO DEL FLUJO
	ALTIMETRIA DE POZO
	PENDIENTE DE LA TUBERÍA EN PORCENTAJE
PV	POZO DE VISITA EN PLANTA
CV	CAJA DE VISITA EN PLANTA
	CALLEJÓN DE CERCA DE ALAMBRE ESPIGADO
	POZO DE VISITA EN PERFIL
	CAJA DE VISITA EN PERFIL
	PASO DE ZANJÓN EN PLANTA
	PASO DE ZANJÓN EN PERFIL



DE PV1 A PV4  
Ramal 1

DE PV10 A F.S.  
Ramal 2

**PLANTA + PERFIL sector 2**  
Ramales "1" y "2"

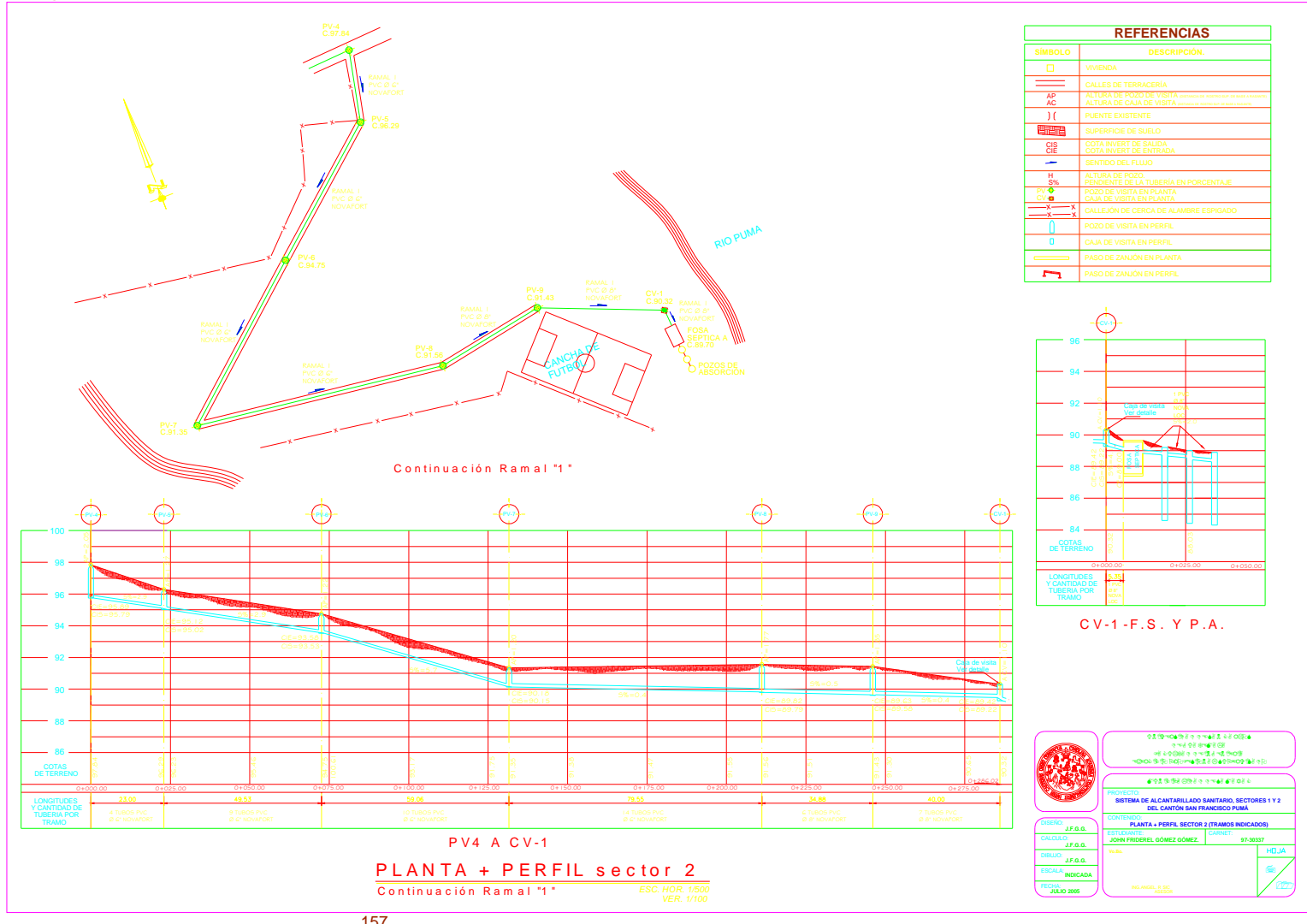
ESC. HOR. 1/300  
VER. 1/100



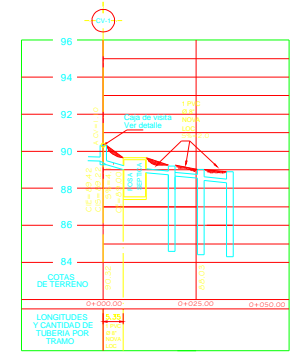
PROYECTO: <b>SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, SECTORES 1 Y 2 DEL CANTÓN SAN FRANCISCO PUMA</b>	
CONTENIDO: <b>PLANTA + PERFIL SECTOR 2 (TRAMOS INDICADOS)</b>	
DISEÑO: J.F.G.G.	ESTUDIANTE: JOHN FREDEREL GÓMEZ GÓMEZ
CALIFICADO: J.F.G.G.	CARNET: 97-38037
DIBUJO: J.F.G.G.	ESCALA: INDICADA
FECHA: JULIO 2005	HOJA: 5 DE 5



Figura 8. Planta perfil

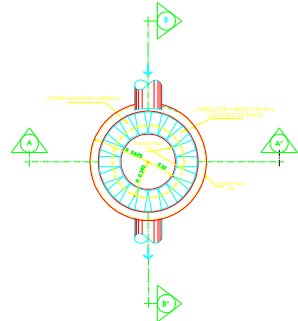


REFERENCIAS	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
[Symbol]	VIVIENDA
[Symbol]	CALLES DE TERRACERA
AP	ALTURA DE POZO DE VISITA
AC	ALTURA DE CAJA DE VISITA
[Symbol]	PUENTE EXISTENTE
[Symbol]	SUPERFICIE DE SUELO
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
[Symbol]	SENTIDO DEL FLUJO
H	ALTURA DE POZO
S%	PENDIENTE DE LA TUBERÍA EN PORCENTAJE
[Symbol]	POZO DE VISITA EN PLANTA
[Symbol]	CAJA DE VISITA EN PLANTA
[Symbol]	CALLEJÓN DE CERCA DE ALAMBRE ESPIGADO
[Symbol]	POZO DE VISITA EN PERFIL
[Symbol]	CAJA DE VISITA EN PERFIL
[Symbol]	PASO DE ZANÓN EN PLANTA
[Symbol]	PASO DE ZANÓN EN PERFIL

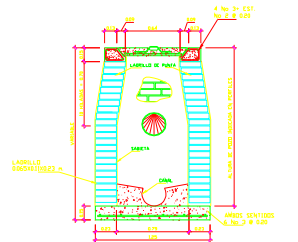


	PROYECTO: <b>SISTEMA DE ALICANTARILLADO SANITARIO, SECTORES 1 Y 2 DEL CANTÓN SAN FRANCISCO PUMA</b>	
	CONTENIDO: <b>PLANTA + PERFIL SECTOR 2 (TRAMOS INDICADOS)</b>	
DISEÑO: J.F.G.G. CÁLCULO: J.F.G.G. DIBUJO: J.F.G.G. ESCALA: INDICADA FECHA: JULIO 2005	ELABORADO POR: JOHN FRIEDEL GÓMEZ GÓMEZ	CARRERA: 97-30357 HEJJA

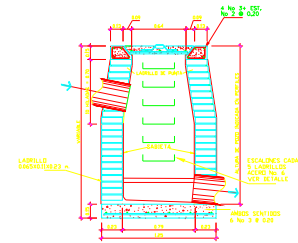
Figura 9. Plano de detalle de pozos de visita



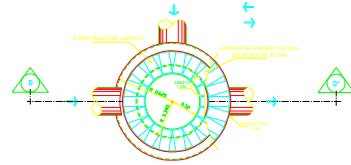
PLANTA pv tipo 1  
POZO DE VISITA ESC. 1/20



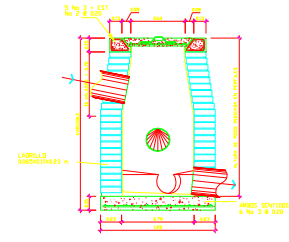
SECCIÓN A-A\* pv tipo 1  
POZO DE VISITA ESC. 1/20



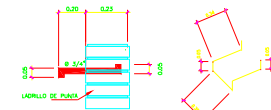
SECCIÓN B-B\* pv tipo 1  
POZO DE VISITA ESC. 1/20



PLANTA pv tipo 2  
POZO DE VISITA ESC. 1/20

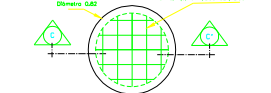


SECCIÓN D-D\* pv tipo 1  
POZO DE VISITA ESC. 1/20

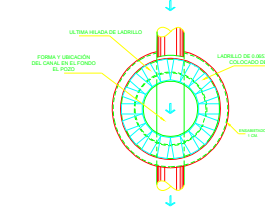


Colocación

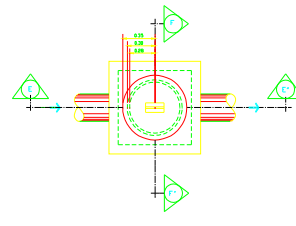
DETALLE DE ESCALÓN  
ESC. 1/20



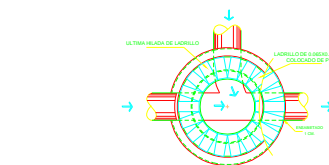
PLANTA tapadera pv  
DETALLE DE TAPADERA DE POZO DE VISITA ESC. 1/20



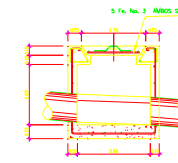
PLANTA pv tipo 1  
DETALLE DE CANAL EN EL FONDO ESC. 1/20



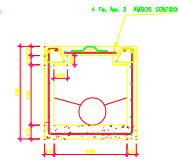
PLANTA Caja de visita  
CAJA DE VISITA ESC. 1/20



PLANTA pv tipo 2  
DETALLE DE CANAL EN EL FONDO ESC. 1/20



SECCIÓN E-E\*  
CAJA DE VISITA ESC. 1/20



SECCIÓN F-F\*  
CAJA DE VISITA ESC. 1/20

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

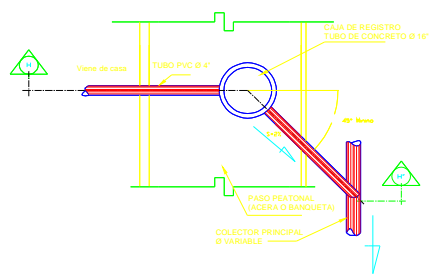
1. EL CONCRETO DEBERÁ TENER UN  $F_c' = 217 \text{ Kg/cm}^2$  PROPORCIÓN 1:2:2.
2. PARA PEGAR LOS LADRILLOS SE USARÁ SABIETA EN PROPORCIÓN 1:3.
3. SE USARÁ ACERO GRADO 40 CON  $F_y = 2810 \text{ Kg/cm}^2$  PARA TODO EL PROYECTO.
4. EL INTERIOR Y EXTERIOR DE CADA POZO DE VISITA DEBERÁ SER ENSABIETADO PROPORCIÓN 1:3.
5. EL INTERIOR DE CADA POZO DE VISITA DEBERÁ SER ALISADO (SABIETA PROP. 1:2).

NOTAS

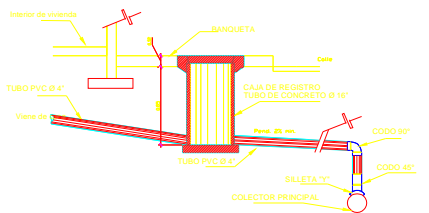
1. LAS TAPADERAS DE LOS POZOS Y CAJAS DE VISITA DEBERÁN IDENTIFICARSE CON LA NUMERACIÓN INDICADA EN LAS PLANTAS Y PERFILES DE LA RED GENERAL.

		<p>PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANTARNO, SECTORES 1 Y 2 DEL CANTÓN SAN FRANCISCO PUMA</p>	
<p>CONTENIDO: DETALLES DE POZOS Y CAJAS DE VISITA</p>		<p>FECHA: 07/05/07</p>	
<p>HECHA: JULIO 2005</p>	<p>INDICADA</p>	<p>HECHA: JULIO 2005</p>	<p>INDICADA</p>

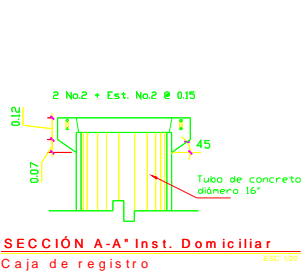
Figura 10. Plano de conexiones domiciliarias



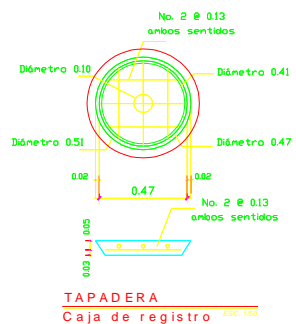
PLANTA Inst. Domiciliar  
ESC. 1:20



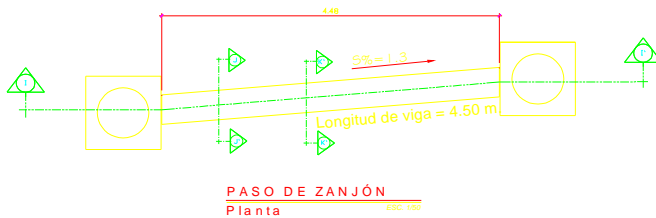
SECCIÓN A-A\* Inst. Domiciliar  
ESC. 1:20



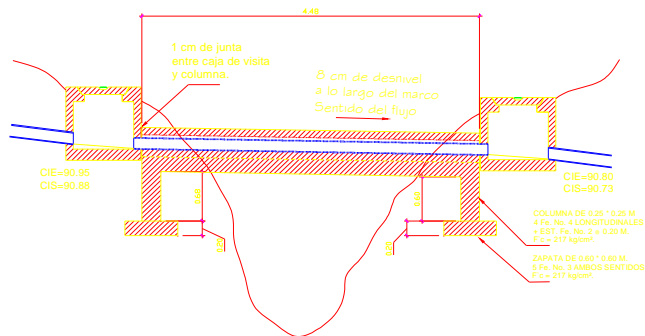
SECCIÓN A-A\* Inst. Domiciliar  
Caja de registro  
ESC. 1:20



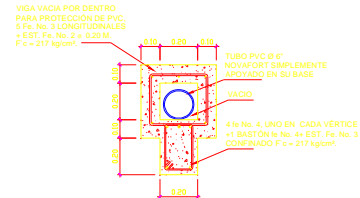
TAPADERA  
Caja de registro  
ESC. 1:50



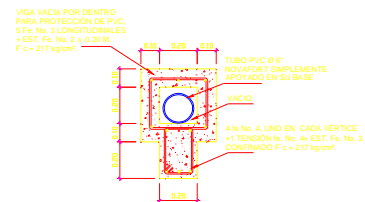
PASO DE ZANJÓN  
Planta  
ESC. 1:50



SECCIÓN I-I'  
Paso de zanjón  
ESC. 1:25



SECCIÓN J-J'  
Paso de zanjón  
ESC. 1:70



SECCIÓN K-K'  
Paso de zanjón  
ESC. 1:70

NOTAS:

- EL TUBO DENTRO DE LA CAJUELA DEL MARCO DE PASO DE PASO DE ZANJÓN SOLAMENTE DEBE IR SIMPLEMENTE APOYADO SOBRE SU BASE. EL TUBO NO DEBE SERVIR DE BASE NI DE FORMALETA A LA HORA DE FUNDIR LA CAJUELA DE CONCRETO, DICHA CAJUELA SERVIRÁ PARA PROTEGER EL TUBO DE LA INTemperIE.
- EL PVC EXPUESTO A LA INTemperIE REDUCE SUS PROPIEDADES VOLVIÉNDOSE QUERRAZADO.

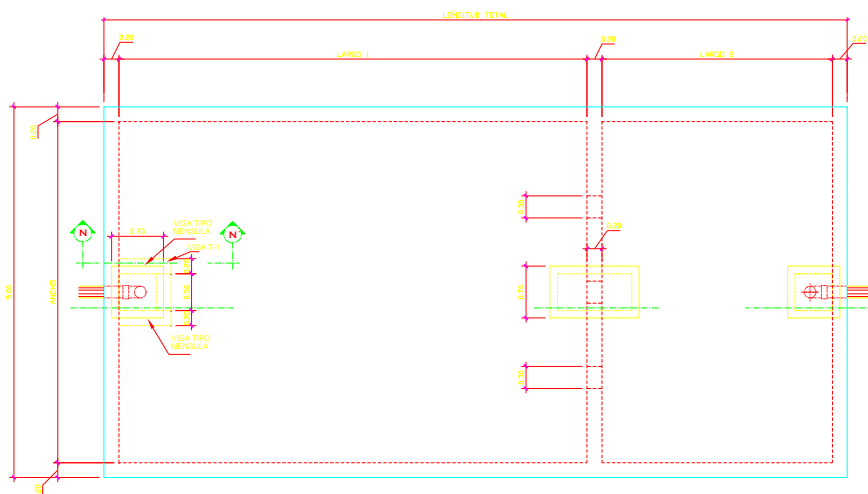
ESPECIFICACIONES:

- LA TUBERÍA PARA LA CONEXIÓN DOMICILIAR SERÁ DE 4" DE PVC PARA ALCANTARILLADO SANITARIO TIPO NOVAFORT.
- EL CONCRETO PARA LA TAPADERA Y BASE DEBERÁ TENER UN F'c = 217 Kg/cm<sup>2</sup> CON UNA PROPORCIÓN 1:2:2.
- LA CAJA DE REGISTRO SERÁ UN TUBO DE CONCRETO DE 16" DE Ø CON SU RESPECTIVA BASE, BANQUETA Y TAPADERA, LA CUAL DEBE TENER UNA PROFUNDIDAD MÍNIMA DE 0.30 M.
- EL ACERO A TIRAZA PARA TODO EL PROYECTO ES GRADO 40 CON UN Fy = 2810 Kg/cm<sup>2</sup>.
- SE COLOCARÁ DUROPORT DE 1 CM DE ESPESOR EN LA JUNTA ENTRE MARCO PARA PASO SOBRE ZANJÓN Y CAJAS DE VISITA.

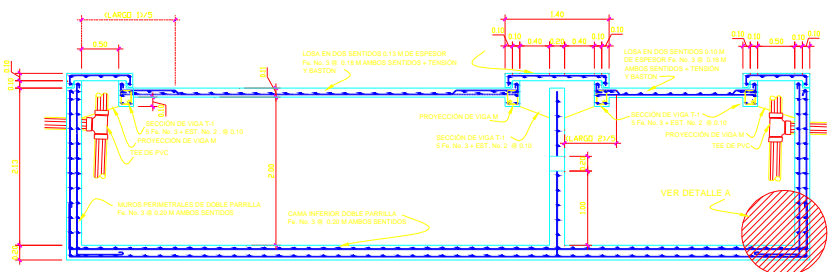
		PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, SECTORES 1 Y 2 DEL CANTÓN SAN FRANCISCO PANAMÁ.	
DISEÑO: J.F.G.G. CÁLCULO: J.F.G.G. DIBUJO: J.F.G.G. ESCALA: INDICADA FECHA: JULIO 2005		CONTENIDO: DETALLES DE CONEXIÓN DOMICILIAR Y PASO DE ZANJÓN	
ESTUDIANTE: JOHN FRIDEREL GÓMEZ GÓMEZ		NÚMERO: 97-30337	
HOJA 1 de 1		HOJA 1 de 1	



Figura 12. Planta y secciones de fosas sépticas

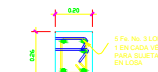


PLANTA Fosa Séptica ESC. 1/25

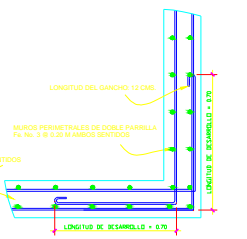


SECCIÓN M-M' Fosa Séptica ESC. 1/25

**NOTA:**  
 VER ESPECIFICACIONES TECNICAS EN HOJA ANTERIOR.  
 LA FOSA SÉPTICA DEBERÁ ESTAR TOTALMENTE ENTERRADA.  
 EL RELLENO EXTERIOR DEL MURO DEBERÁ COMPACTARSE HASTA EL 80% DEL PROCTOR STANDARD PARA CUMPLIR LAS LAS CONDICIONES PARA LAS QUE FUE DISEÑADO.



SECCIÓN Viga T-1 ESC. 1/10

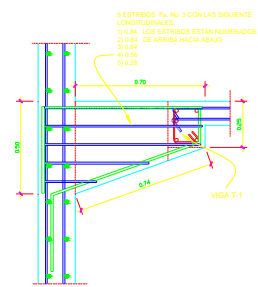


DETALLE A Junta de losa y muro ESC. 1/10

INFORMACIÓN DE DISEÑO DE FOSAS.					
TIPO DE FOSA S.	POBLACION ACTUAL	POBLACION FUTURA	TIEMPO DE RETENCION	PERIODO DE LIMPIEZA	No. DE POZOS DE ABSORCION
A	372 (Tab.)	632 (Tab.)	1.2 Hrs.	1 Año	3
B	702 (Tab.)	1145 (Tab.)	1.2 Hrs.	1 Año	2
1	504 (Tab.)	837 (Tab.)	1.2 Hrs.	1 Año	4

PLANILLA DE FOSAS SÉPTICAS				
TIPO DE FOSA S.	ANCHO DE FOSA (m.)	LONGITUD TOTAL DE FOSA (m.)	LARGO 1 (m.) LARGO 2 (m.)	No. DE POZOS DE ABSORCION
A	4.50	9.00	4.50	3
B	2.10	4.15	2.10	2
1	5.30	10.45	5.30	4

PLANILLA DE FOSAS SÉPTICAS			
TIPO DE FOSA S.	TIPO DE PARRILLA	SEPARACION DE Fc. EMPARRILLADO (m.)	Ø DE ACCESORIOS DE ENTRADA Y SALIDA
A	DOBLE	0.20 dos sentidos	C"
B	DOBLE	0.20 dos sentidos	C"
1	DOBLE	0.20 dos sentidos	Ø"



SECCIÓN N-N' Viga tipo ménsula ESC. 1/10

PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, SECTORES 1 Y 2 DEL CANTÓN SAN FRANCISCO PUNA

CONTENIDO: PLANTA Y SECCIÓN DE FOSAS SÉPTICAS + PLANILLAS Y DET. ESTRUCTURALES

ESTUDIANTE: JOHN FRIDEREL GÓMEZ GÓMEZ

FECHA: JULIO 2005

PROFESOR: J.F.G.O.

DEBIDO: J.F.G.O.

FECHA: JULIO 2005

INSTRUMENTOS: [ ]

NO. ANÁLISIS: 130

Figura 13. Plano general de línea de conducción

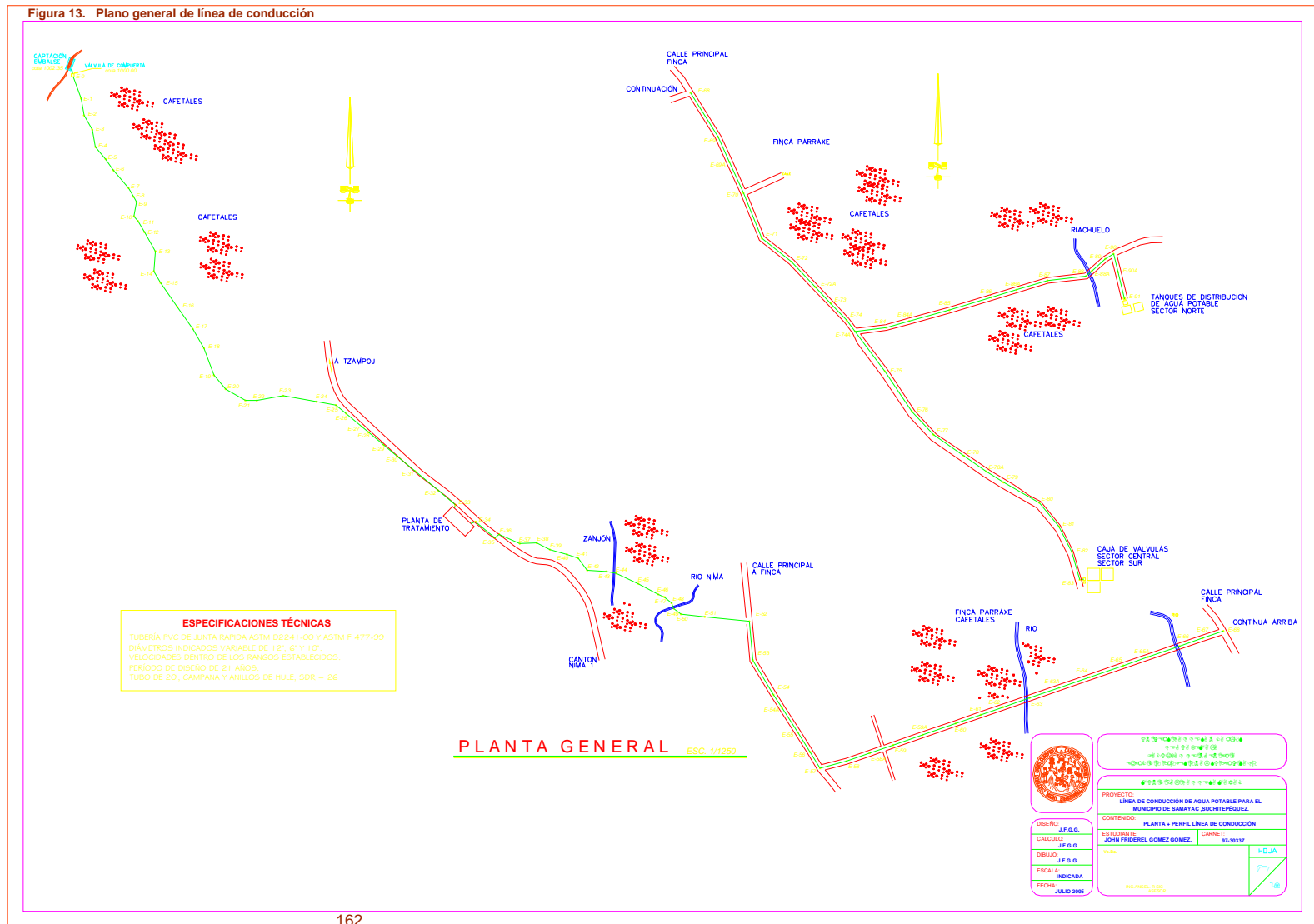
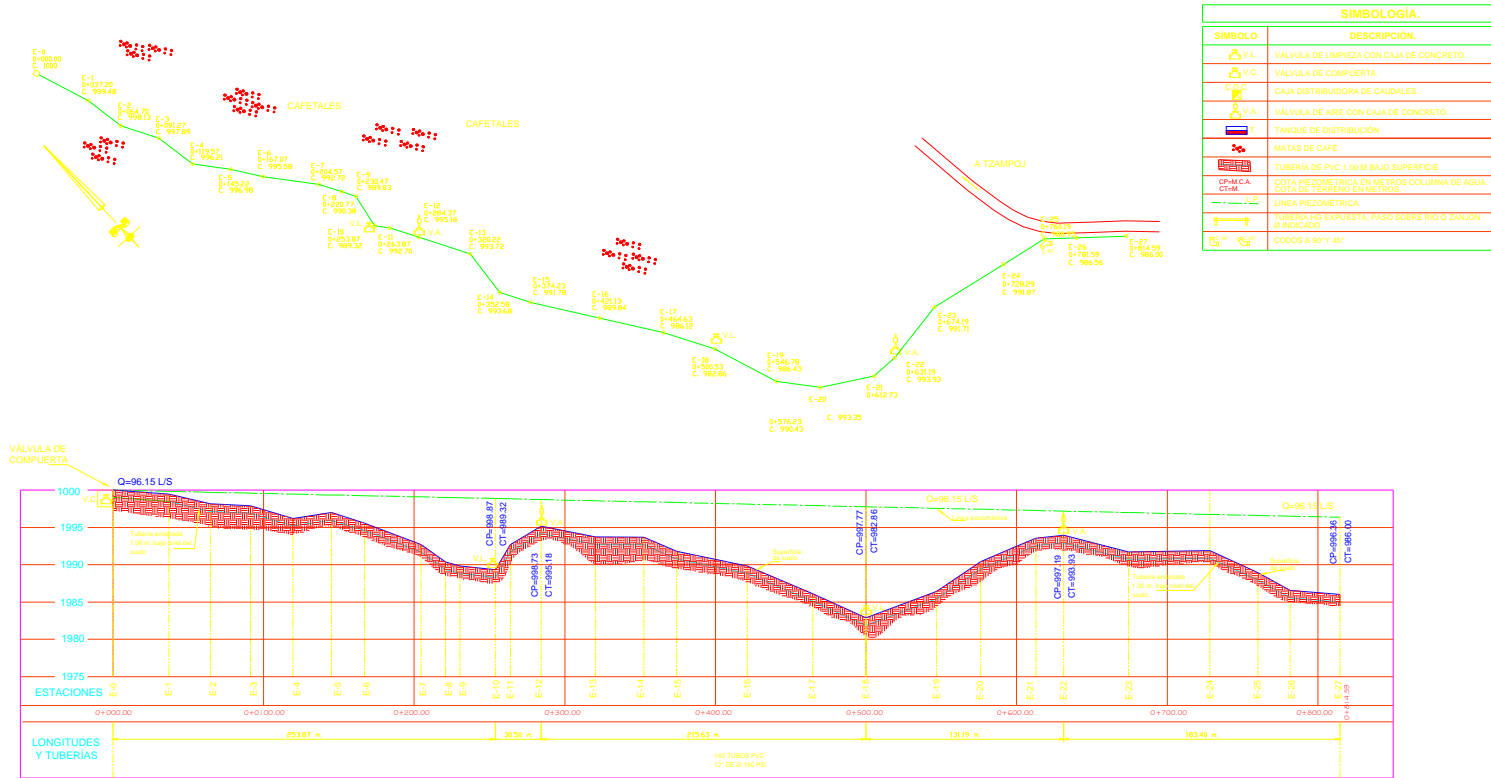


Figura 14. Planta perfil



SIMBOLÓGIA.	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	VÁLVULA DE LIMPIEZA CON CAJA DE CONCRETO.
	VÁLVULA DE COMPUERTA.
	CAJA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES.
	VÁLVULA DE AIRE CON CAJA DE CONCRETO.
	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN
	MATAS DE CAFÉ.
	TUBERÍA DE PVC 1.00 M BAJO SUPERFICIE
	COTA PIEZOMÉTRICA EN METROS COLUMNA DE AGUA. COTA DE TERRENO EN METROS.
	LÍNEA PIEZOMÉTRICA.
	TUBERÍA FOSFORESCENTE, PASO SOBRE RÍO O ZANÓN Ø INDICADO
	CODOS A 90° 45°

**PLANTA + PERFIL**

Línea de conducción.

ESC. H<sub>v</sub> = 1/1250  
V = 1250

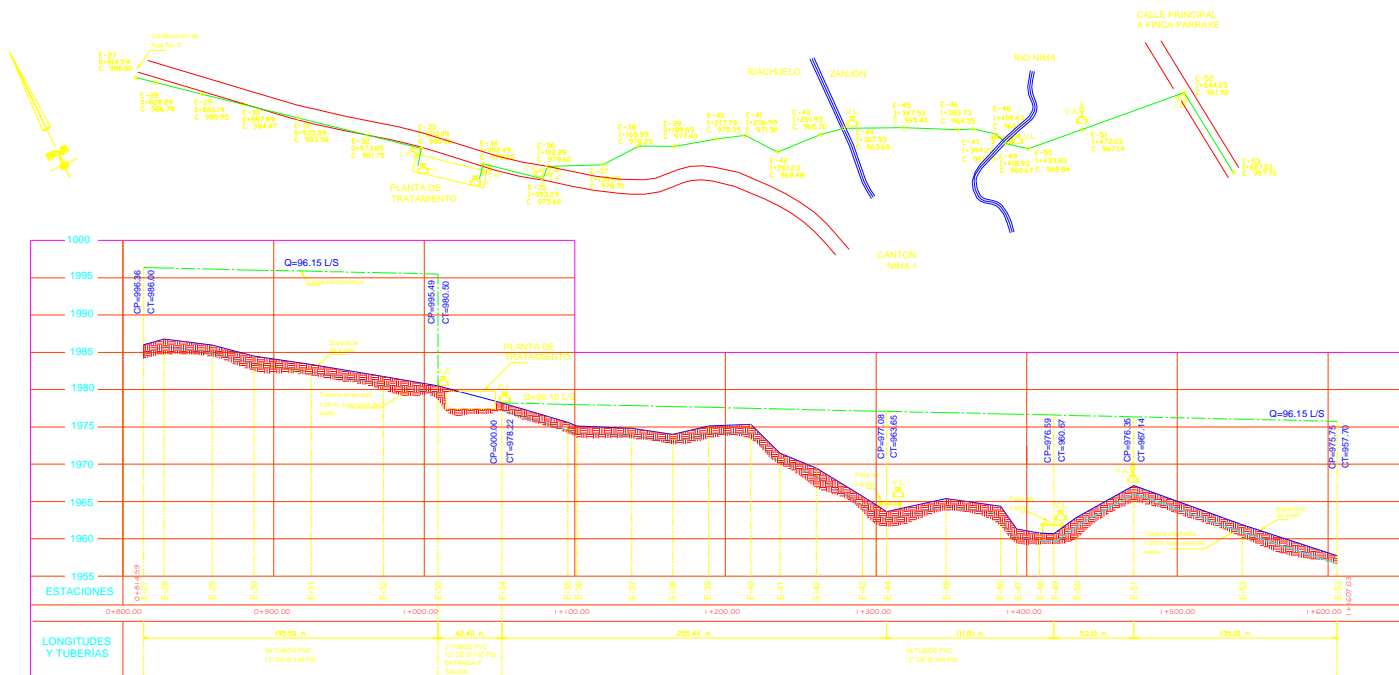


PROYECTO:  
LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL MUNICIPIO DE SAMAYAC, GUATEMALA.

DISEÑO: J.F.G.G.  
CALCULO: J.F.G.G.  
DIBUJO: J.F.G.G.  
ESCALA: INDICADA  
FECHA: JULIO 2005

CONTENIDO: PLANTA + PERFIL LÍNEA DE CONDUCCIÓN  
ESTUDIANTE: JOHN FRIDEREL GÓMEZ GÓMEZ  
CARNET: 97-30337

H.C.I.A.  
1/61



**PLANTA + PERFIL**  
Línea de conducción.

ESC. H= 1/1250  
V= 1/250

SIMBOLOGÍA.	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN.
	VÁLVULA DE LIMPIEZA CON CAJA DE CONCRETO.
	VÁLVULA DE COMPUERTA.
	CAJA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES.
	VÁLVULA DE AIRE CON CAJA DE CONCRETO.
	TÁNQUE DE DISTRIBUCIÓN
	MATAS DE CAPE.
	TUBERÍA DE PVC 100 M BAJO SUPERFICIE
	COTA PIEZOMÉTRICA EN METROS COLUMNA DE AGUA.
	COTA DE TERRENO EN METROS.
	LÍNEA PIEZOMÉTRICA.
	TUBERÍA DE EXPUESTA, PASO SOBRE RÍO O ZANJÓN INDICADO
	CODOS A 90° Y 45°



PROYECTO: LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL MUNICIPIO DE SAN JACINTO, GUATEMALA.

ESTUDIANTE: JOHN FRIDEREL GÓMEZ GÓMEZ. CARNET: 97-30327

CONTENIDO: PLANTA + PERFIL LÍNEA DE CONDUCCIÓN

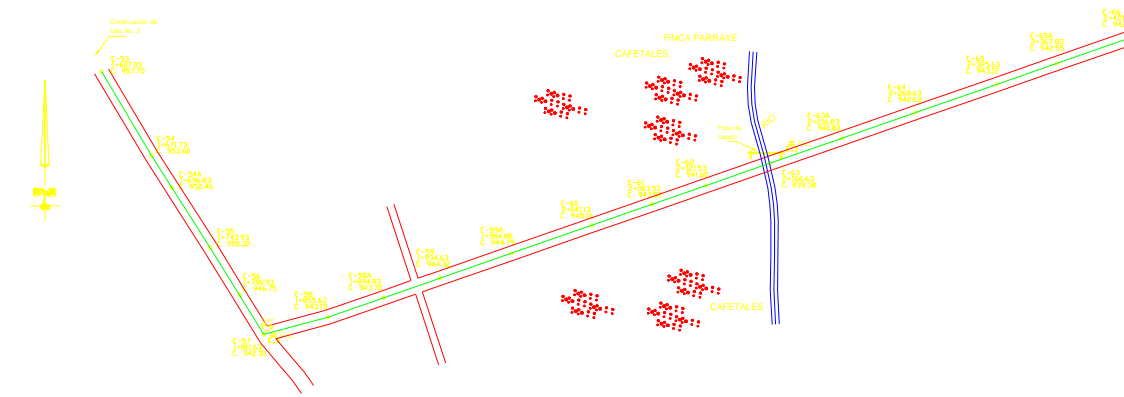
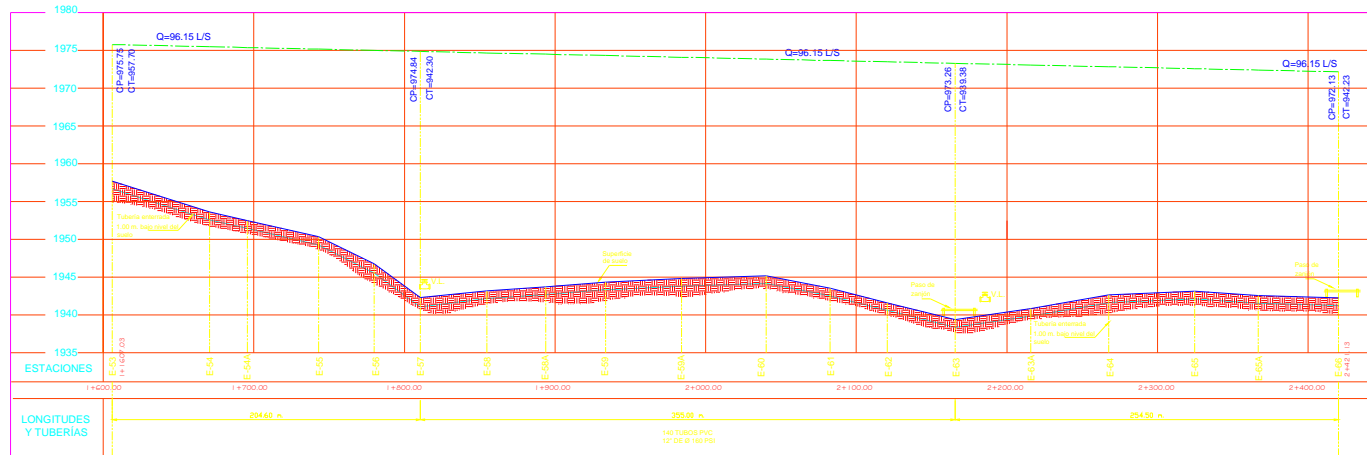
FECHA: JULIO 2005

ESCALA: INDICADA

HOJA: 1 de 1



Figura 16. Planta perfil



SIMBOLOGÍA.	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN.
	VÁLVULA DE LIMPIEZA CON CAJA DE CONCRETO.
	VÁLVULA DE COMPUERTA.
	CAJA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES.
	VÁLVULA DE AIRE CON CAJA DE CONCRETO.
	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN.
	MATAS DE CAFE.
	TUBERIA DE PVC 1.00 M BAJO SUPERFICIE.
	COTA PIEZOMÉTRICA EN METROS COLLANA DE AGUA.
	COTA DE TERRENO EN METROS.
	LÍNEA PIEZOMÉTRICA.
	TUBERÍA TIPO EXPUESTA, PASO SOBRE RÍO O ZANAJÓN Ø INDICADO.
	CODOS A 90° Y 45°.

**PLANTA + PERFIL**  
 Línea de conducción. ESC. H= 1/1250  
 V= 1/250

PROYECTO: LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL MUNICIPIO DE SAMATAC, SUCHITEPEQUEZ.

CONTENIDO: PLANTA + PERFIL LÍNEA DE CONDUCCIÓN

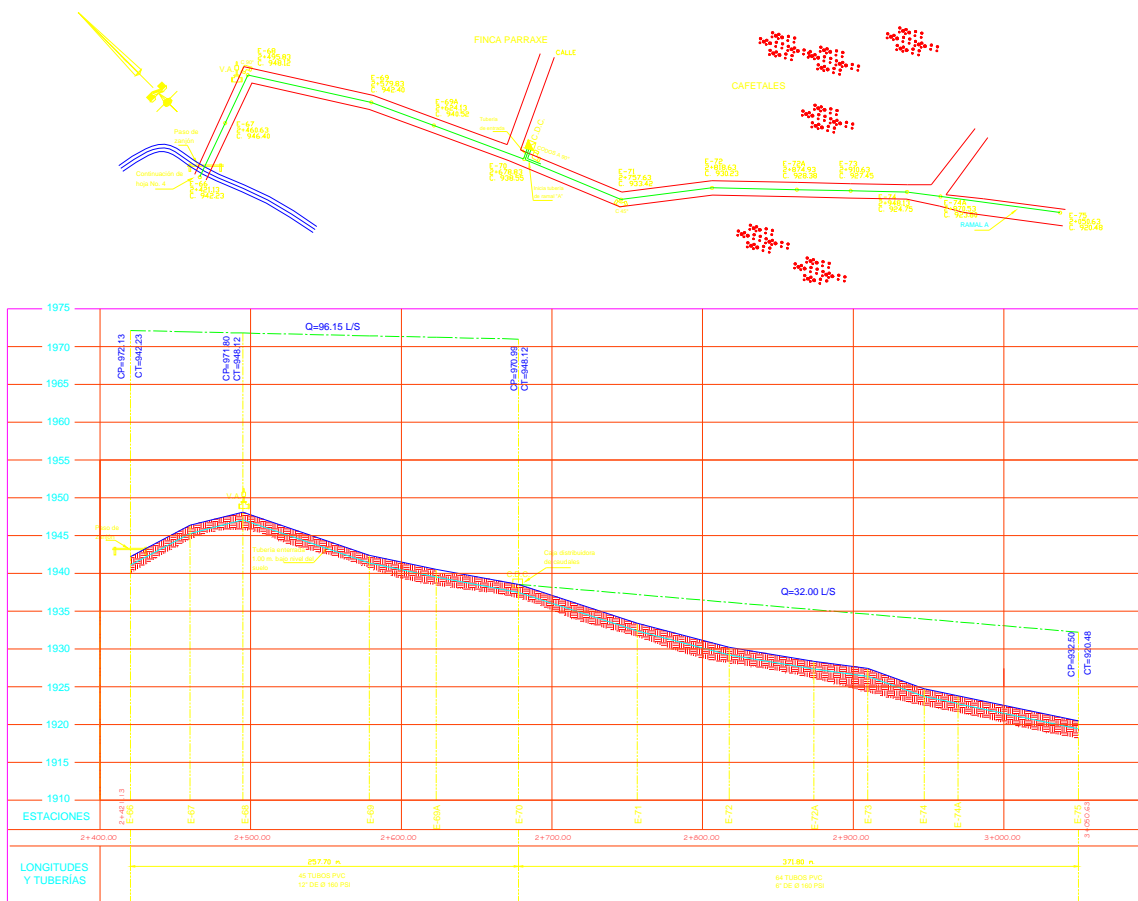
ESTUDIANTE: JOHN FRIDEREL GÓMEZ GÓMEZ. CARNET: 97-30337

FECHA: JULIO 2005

H.O.L.A

1/0

Figura 17. Planta perfil



**PLANTA + PERFIL**

Línea de conducción.

ESC. H<sub>v</sub> = 1/1250  
V = 1/250

SIMBOLOGÍA.	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN.
	V.L. VALVULA DE LIMPIEZA CON CAJA DE CONCRETO.
	V.C. VALVULA DE COMPUERTA.
	C.D. CAJA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES.
	V.A. VALVULA DE AIRE CON CAJA DE CONCRETO.
	T.D. TANQUE DE DISTRIBUCION.
	MATAS DE CAFÉ.
	TUBERIA DE PVC 1.00 M BAJO SUPERFICIE.
	C.P.M.C.A. COTA PIEZOMETRICA EN METROS COLUMNA DE AGUA. C.T.M. COTA DE TERRENO EN METROS.
	LINEA PIEZOMETRICA.
	TUBERIA HO. EXPUESTA. PASO SOBRE RIO O ZANJON O PUENDE.
	PC 90° 1/250 CT 45°

**NOTA:**  
LOS RAMALES "A" Y "B" SE COLOCARÁN DENTRO DE LA MISMA ZANJA EN EL TRAMO COMPENDIDO ENTRE LAS ESTACIONES 70 Y 74A.  
EN ESTA HOJA ÚNICAMENTE SE PRESENTA EL RAMAL "A", LA PLANTA-PERFIL DEL RAMAL "B" SE PRESENTA EN LAS HOJAS 7 Y 8

PROYECTO:  
LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL MUNICIPIO DE SAN MARCOS, BOYACÁ.

CONTENIDO: PLANTA + PERFIL LÍNEA DE CONDUCCIÓN

ESTUDIANTE: JOHN FRIDEL GÓMEZ GÓMEZ | CARRER: 97-300387

DISEÑO: J.F.G.G. | CÁLCULO: J.F.G.G. | DIBUJO: J.F.G.G. | ESCALA: INDICADA | FECHA: JULIO 2005

NOVA

1/8

Figura 18. Planta perfil

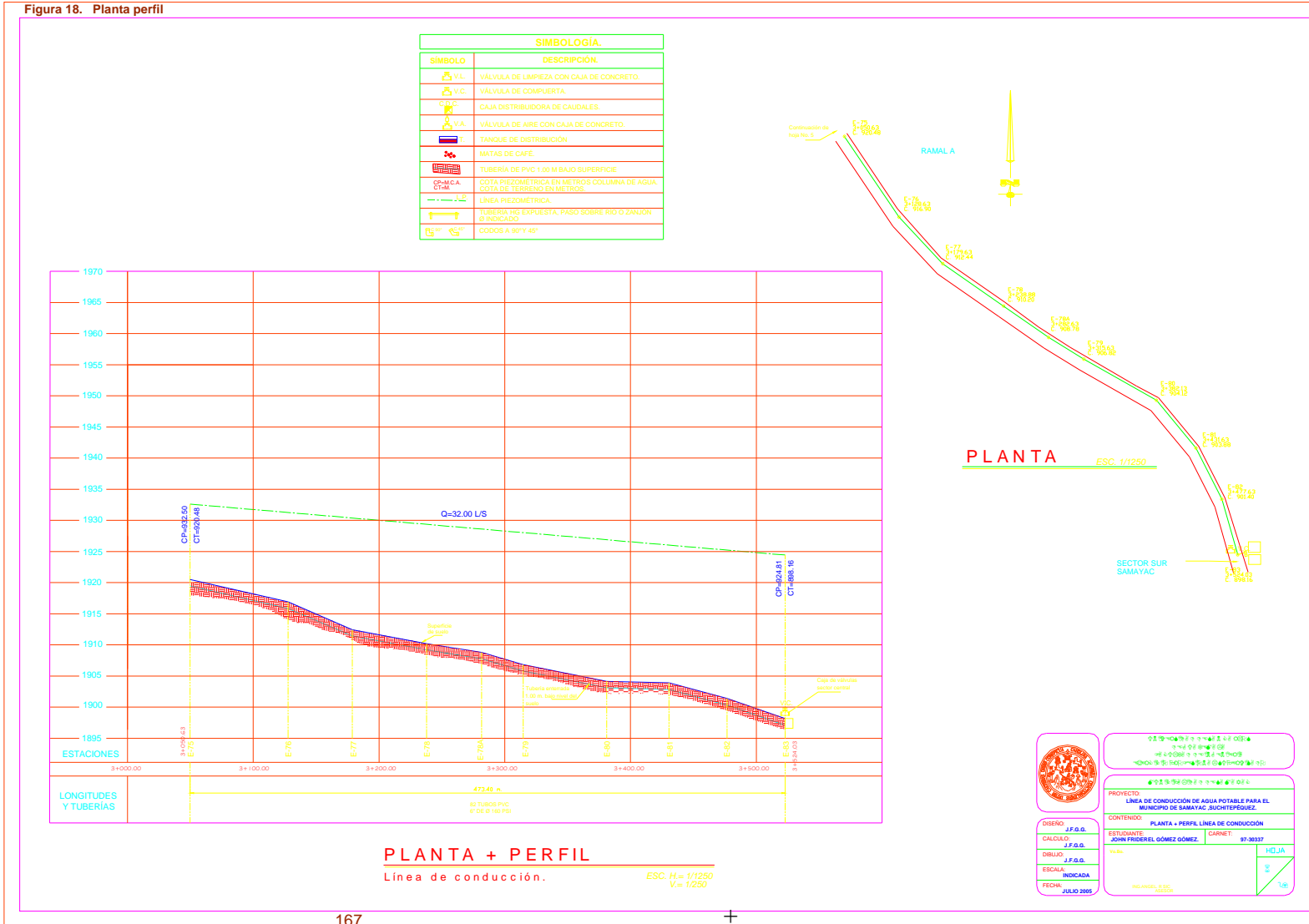
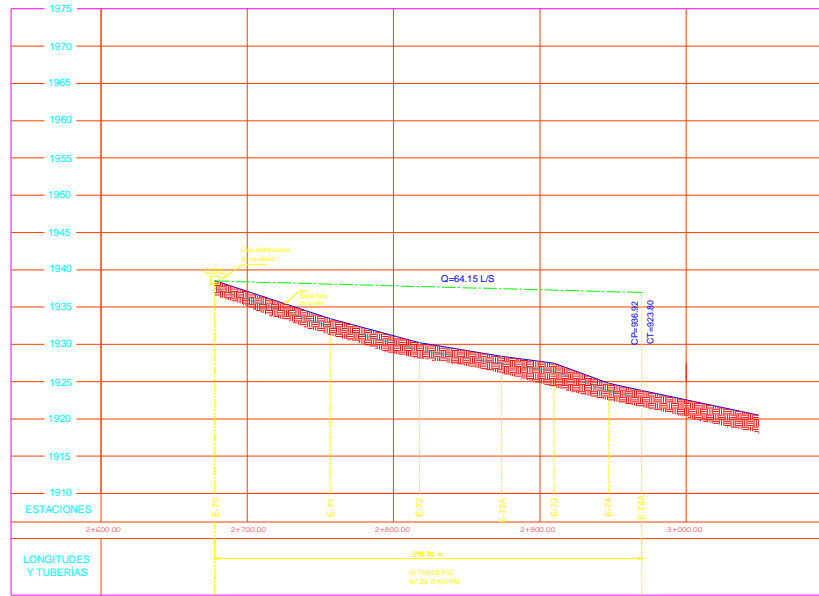
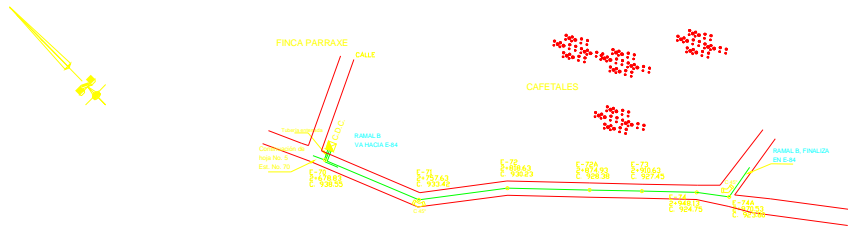


Figura 19. Planta perfil



SIMBOLOGÍA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	VÁLVULA DE LIMPIEZA CON CAJA DE CONCRETO
	VÁLVULA DE COMPUERTA
	CAJA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES
	VÁLVULA DE AIRE CON CAJA DE CONCRETO
	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN
	MATAS DE CAFE
	TUBERÍA DE PVC 1.00 M BAJO SUPERFICIE
	COTA PIEZOMÉTRICA EN METROS COLUMNA DE AGUA COTA DE TERRENO EN METROS
	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
	TUBERÍA DE EXPUESTA, PASO SOBRE RÍO O ZANÓN O RENDÓN
	CODOS A 90° Y 45°

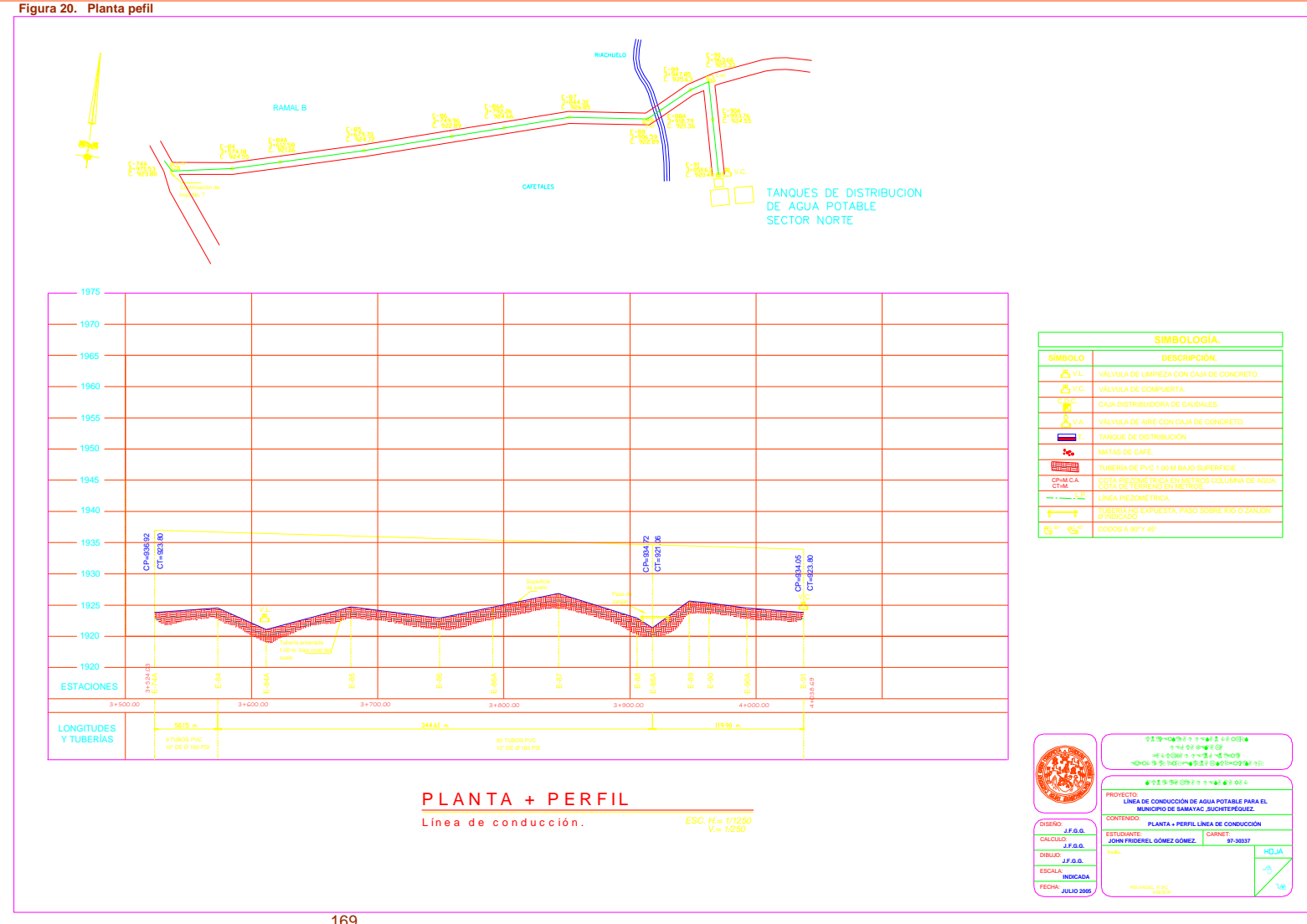
**PLANTA + PERFIL**

Línea de conducción.

ESC. H= 1/1250  
V= 1/250

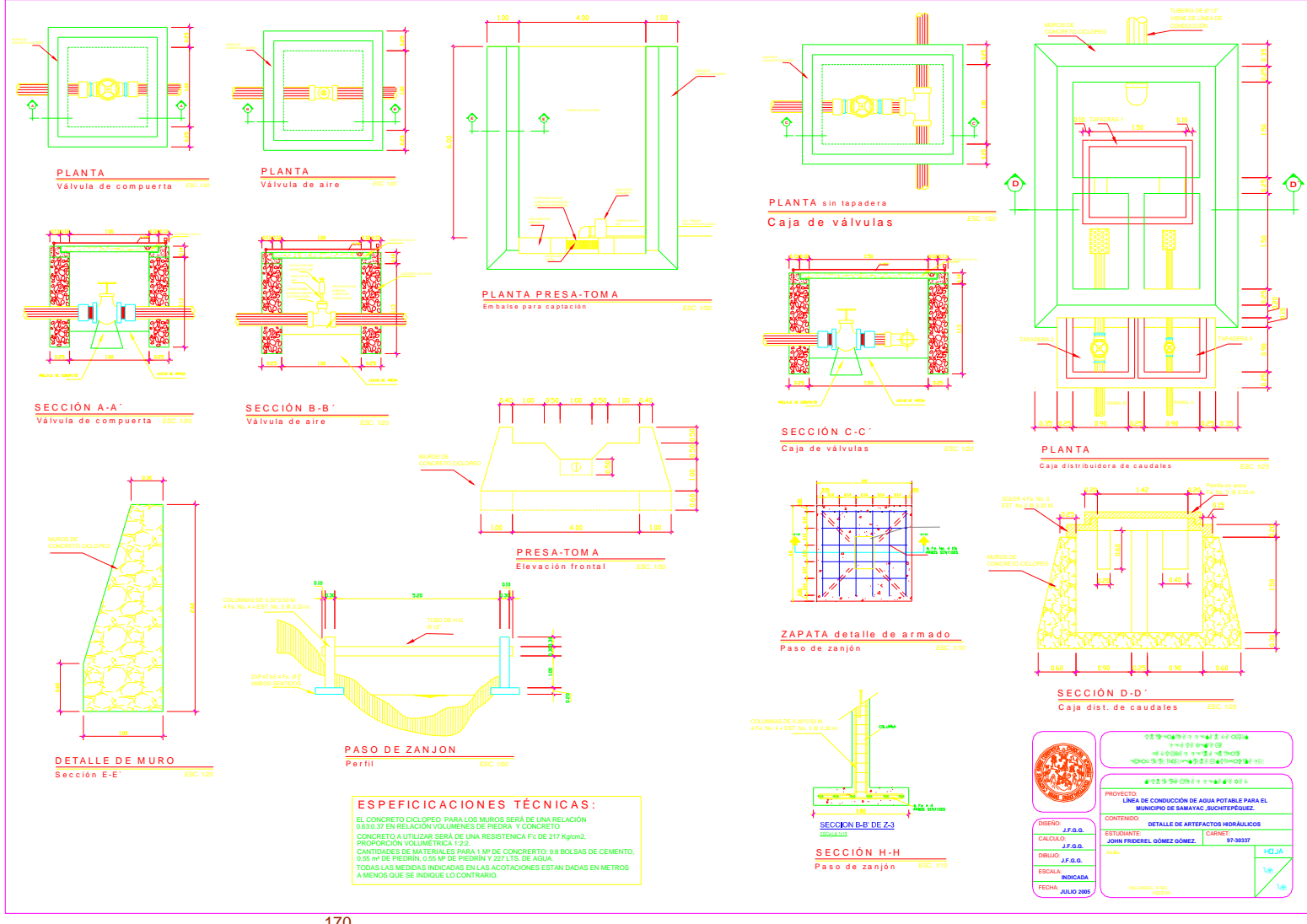
	PROYECTO: LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL MUNICIPIO DE SAN JACINTO, SUZUYE, COCAMA	
	CONTENIDO: PLANTA + PERFIL LÍNEA DE CONDUCCIÓN	
DISEÑO: J.F.G.G.	ESTUDIANTE: JOHN FRIDEL GÓMEZ GÓMEZ	CÁRTEL: 97-90327
CALCULO: J.F.G.G.	FECHA: JULIO 2005	HOJA: 1 de 1

Figura 20. Planta perfil



169

Figura 21. Plano de detalles



	PROYECTO <b>LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL MUNICIPIO DE SAN JACINTO, BOLÍVAR, VENEZUELA</b>	
	CONTENIDO <b>DETALLE DE ARTEFACTOS HIDRÁULICOS</b>	
DISEÑO J.F.G.G.	ESTUDIANTE JOHN FRIDEREL GÓMEZ GÓMEZ	CÁBINET 97-30337
DIBUJO J.F.G.G.	ESCALA INDICADA	1/40 J.A. 1/50 1/50
FECHA JULIO 2005	ING. ANGEL E. S.C. C.C.P.O.	1/50 1/50