



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

**ESTUDIO Y DISEÑO DE LA RED DE AGUA POTABLE Y
DRENAJE SANITARIO DE LA COLONIA LA PROMESA,
MUNICIPIO DE LA DEMOCRACIA, ESCUINTLA.**

WILLIAMS SAUL IRUNGARAY

Asesorado por Ing. Ángel Roberto Sic García

Guatemala, octubre de 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**ESTUDIO Y DISEÑO DE LA RED DE AGUA POTABLE Y
DRENAJE SANITARIO DE LA COLONIA LA PROMESA,
MUNICIPIO DE LA DEMOCRACIA, ESCUINTLA**

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

WILLIAMS SAUL IRUNGARAY

ASESORADO POR: ING. ANGEL ROBERTO SIC GARCIA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

| | |
|-------------------|----------------------------------|
| DECANO | Ing. Murphy Olympo Paíz Recinos |
| VOCAL I | |
| VOCAL II | Ing. Amahán Sánchez Álvarez |
| VOCAL III | Ing. Julio David Galicia Celada |
| VOCAL IV | Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz |
| VOCAL V | Br. Elisa Yazminda Vides Leiva |
| SECRETARIA | Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas |

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

| | |
|-------------------|---|
| DECANO | Ing. Sydney Alexander Samuels Milson |
| EXAMINADOR | Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta |
| EXAMINADOR | Ing. Oscar Argueta Hernandez |
| EXAMINADOR | Ing. Carlos Salvador Gordillo García |
| SECRETARIO | Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez |

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:

ESTUDIO Y DISEÑO DE LA RED DE AGUA POTABLE Y DRENAJE SANITARIO DE LA COLONIA LA PROMESA, MUNICIPIO DE LA DEMOCRACIA, ESCUINTLA.

tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Ingeniería Civil con fecha 4 de agosto de 2004.

Williams Saul Irungaray

Carta del Asesor

AGRADECIMIENTOS A:

DIOS

Por darme la vida y acompañarme en los momentos difíciles y darme la fuerza para perseverar y alcanzar mis metas.

Mi asesor

Ing. Ángel Roberto Sic García
Por su valiosa asesoría a este trabajo de graduación.

La Municipalidad de la Democracia, Escuintla

Por darme la oportunidad de realizar mi Ejercicio Profesional Supervisado (EPS)

La Facultad de Ingeniería

Por formarme como profesional.

La Universidad de San Carlos de Guatemala

Por ser el templo del conocimiento.

ACTO QUE DEDICO A:

| | |
|---|-------------------------------------|
| Mi Esposa | Wanda Lucrecia Mazariegos López |
| Mi Madre | Mariana de Jesús Irungaray Mendoza. |
| Mis Hermanos | Francisco, Zaida y Mariana. |
| Mi familia en general | Con mucho cariño y afecto. |
| Mis amigos | Con Aprecio |
| La Facultad de Ingeniería a USAC | |

ÍNDICE GENERAL

| | |
|------------------------------------|-------------|
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES | VI |
| LISTA DE SÍMBOLOS | IX |
| GLOSARIO | XI |
| RESUMEN | XV |
| OBJETIVOS | XVII |
| INTRODUCCIÓN | XIV |
| | |
| 1. MONOGRAFÍA DEL LUGAR | |
| 1.1. Aspectos físicos | 1 |
| 1.1.1. Ubicación geográfica | 1 |
| 1.1.2. Aspectos climáticos | 2 |
| 1.1.3. Topografía | 2 |
| 1.1.4. Flora y fauna | 2 |
| 1.1.5. Suelo | 3 |
| 1.2. Demografía y situación social | 3 |
| 1.2.1. Población | 3 |
| 1.2.2. Vías de acceso | 3 |
| 1.3. Actividad económica | 4 |
| 1.4. Comercio | 4 |
| 1.5. Productividad | 5 |

2. RED DE AGUA POTABLE

| | | |
|--------|--|----|
| 2.1. | Datos preliminares | 7 |
| 2.1.1. | Fuentes de agua | 7 |
| 2.1.2. | Cálculo topográfico | 8 |
| 2.2. | Población a servir | 8 |
| 2.2.1. | Población actual | 8 |
| 2.2.2. | Periodo de diseño | 8 |
| 2.2.3. | Población futura | 9 |
| 2.2.4. | Dotaciones | 11 |
| 2.3. | Diseño hidráulico | 11 |
| 2.3.1. | Caudal medio diario | 11 |
| 2.3.2. | Caudal de bombeo | 12 |
| 2.3.3. | Caudal máximo horario | 12 |
| 2.3.4. | Volumen de tanque de distribución | 13 |
| 2.3.5. | Análisis tanque elevado | 14 |
| 2.3.6. | Análisis de calculo de tanque por medio de tablas | 19 |
| 2.3.7. | Diseño del caudal de bombeo y lí nea de Impulsión | 21 |
| 2.3.8. | Sobrepresión por golpe de ariete | 23 |

| | | |
|---------|--|----|
| 2.4. | Red de distribución | 24 |
| 2.4.1. | Red de distribución cerrada | 24 |
| 2.4.2. | Caudal de vivienda | 27 |
| 2.4.3. | Presión estática | 27 |
| 2.4.4. | Presión dinámica | 28 |
| 2.4.5. | Línea piezométrica | 28 |
| 2.4.6. | Bases de diseño | 29 |
| 2.4.7. | Cálculo de la red de distribución | 30 |
| 2.5. | Obras de arte | 35 |
| 2.6. | Profundidad de zanja | 35 |
| 2.7. | Conexiones domiciliarias | 35 |
| 2.8. | Diámetros, tipo y clase de tubería | 37 |
| 2.9. | Sistema de desinfección del agua | 38 |
| 2.10. | Análisis de costos | 39 |
| 2.10.1. | Cuantificación de materiales | 39 |
| 2.10.2. | Cuantificación de mano de obra | 42 |
| 2.10.3. | Presupuesto final | 43 |
| 2.10.4. | Cronograma de ejecución | 44 |
| 2.11. | Cálculo de la tarifa | 46 |
| 2.12. | Programa de operación y mantenimiento | 49 |
| 2.13. | Evaluación de impacto ambiental red de agua Potable | 50 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 2.13.1. | Análisis de impacto ambiental | 50 |
| 2.13.2. | Medidas de mitigación del impacto Ambiental | 52 |
| 3. | DISEÑO DRENAJE SANITARIO | 53 |
| 3.1. | Determinación del caudal sanitario | 54 |
| 3.1.1. | Factor de flujo | 54 |
| 3.1.2. | Caudal doméstico | 55 |
| 3.1.3. | Caudal por infiltraciones | 55 |
| 3.1.4. | Caudal por conexiones ilí citas | 56 |
| 3.1.5. | Factor de caudal medio | 56 |
| 3.1.6. | Caudal de diseño | 56 |
| 3.2. | Cálculo hidráulico | 57 |
| 3.2.1. | Cálculo de velocidades, diámetros | 57 |
| 3.2.2. | Diámetros mínimos | 58 |
| 3.2.3. | Velocidades máximas y mínimos | 58 |
| 3.2.4. | Velocidad a sección parcial | 58 |
| 3.2.5. | Especificaciones de tirantes | 59 |
| 3.2.6. | Diseño del alcantarillado | 60 |
| 3.3. | Obras de arte | 72 |
| 3.3.1. | Pozos de visita | 72 |

| | | |
|--------|--|-----------|
| 3.3.2. | Conexiones domiciliarias | 73 |
| 3.4. | Análisis de costos | 75 |
| 3.4.1. | Cuantificación de materiales | 75 |
| 3.4.2. | Cuantificación de mano de obra | 76 |
| 3.4.3. | Presupuesto final | 77 |
| 3.4.4. | Cronograma de ejecución | 78 |
| 3.5. | Propuesta de planta de tratamiento | 80 |
| 3.5.1. | Descripción general del sistema | 80 |
| 3.6. | Evaluación impacto ambiental drenaje sanitario | 82 |
| 3.6.1. | Medidas de mitigación | 82 |
| 3.6.2. | Medidas reparación y/o restauración | 83 |
| 3.6.3. | Medidas de mitigación de impactos ambientales | 83 |
| | CONCLUSIONES | 86 |
| | RECOMENDACIONES | 89 |
| | BIBLIOGRAFÍA | 91 |
| | APÉNDICES | 93 |
| | § Tablas cálculo de tanques | 95 |
| | § Planos | 101 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURA

| | | |
|-----|---|-----|
| 1. | Mapa de vía de acceso escala | 4 |
| 2. | Conexión domiciliar agua potable | 36 |
| 3. | Relación de tirante | 59 |
| 4. | Conexión domiciliar drenaje sanitario | 74 |
| 5. | Plano de curvas de nivel | 101 |
| 6. | Plano de red de distribución red de agua potable | 102 |
| 7. | Plano de diagrama de flujo | 103 |
| 8. | Plano de curvas isóbaras | 104 |
| 9. | Plano de conexiones domiciliarias | 105 |
| 10. | Plano de caja de válvulas | 106 |
| 11. | Plano de caseta de bombeo | 107 |
| 12. | Plano de tanque elevado | 108 |
| 13. | Plano general drenaje sanitario | 109 |
| 14. | Planos planta perfil | 110 |
| 15. | Plano de detalles pozo de visita + acometida domiciliar | 111 |

TABLAS

| | | |
|--------|--|----|
| I. | Diseño hidráulico de presiones | 31 |
| II. | Diseño hidráulico diámetros | 33 |
| III. | Anchos de zanja red de agua potable | 35 |
| IV. | Cuantificación de materiales red de agua potable | 39 |
| V. | Materiales varios red de agua potable | 41 |
| VI. | Materiales de caseta de coloración | 41 |
| VII. | Herramienta y equipo red de agua potable | 42 |
| VIII. | Cuantificación de mano de obra red de agua potable | 42 |
| IX. | Presupuesto final red de agua potable | 43 |
| X. | Programa de ejecución red de agua potable | 44 |
| XI. | Flujo de caja agua potable | 45 |
| XII. | Programa de operación y mantenimiento | 49 |
| XIII. | Caudal de diseño drenaje sanitario | 61 |
| XIV. | Diámetros de tubería | 65 |
| XV. | Cotas invert | 68 |
| XVI. | Altura de pozos | 70 |
| XVII. | Cuantificación de materiales drenaje sanitario | 75 |
| XVIII. | Herramienta y equipo drenaje sanitario | 76 |
| XIX. | Mano de obra drenaje sanitario | 76 |
| XX. | Presupuesto final drenaje sanitario | 77 |
| XXI. | Programa de ejecución drenaje sanitario | 78 |
| XXII. | Flujo de caja drenaje sanitario | 79 |
| XXIII. | Medidas de mitigación | 83 |
| XXIV. | Capacidad del tanque | 95 |
| XXV. | Cálculo de tapadera del tanque | 95 |
| XXVI. | Cálculo del cuerpo del tanque | 96 |

| | |
|--|-----|
| XXVII. Cálculo del fondo del tanque | 96 |
| XXVIII. Cálculo de detalles del tanque | 97 |
| XXIX. Separación en planta de la base de la columna | 97 |
| XXX. Longitud de la columna | 98 |
| XXXI. Centro de masa de la torre y tanque | 98 |
| XXXII. Altura total de la torre y tanque | 99 |
| XXXIII. Numero de columnas y niveles de arriostramientos | 99 |
| XXXIV. Altura del largo por tramo de la columna | 100 |

LISTA DE SÍMBOLOS

| | |
|-----------------------|--|
| % | Por ciento |
| a/A | Relación de áreas |
| ASTM | Sociedad Americana para pruebas y materiales |
| d | Altura del tirante de agua dentro de la alcantarilla |
| D | Diámetro de la tubería |
| d/D | Relación de tirantes |
| E | Estación |
| E.P.S. | Ejercicio Profesional Supervisado |
| FHM | Factor de hora máxima (adimensional) |
| GI | Global |
| gpm | Galones por minuto |
| H | Altura |
| Hf | Pérdida de carga expresado en metros |
| Hg | Hierro galvanizado |
| INFOM | Instituto de Fomento Municipal |
| IVA | Impuesto al valor agregado |
| Km² | Kilómetro cuadrado |
| L/s | Litros por segundo |
| Lts./hab./día | Litros por habitante por día |
| m | Metro |
| m² | Metro cuadrado |
| m³ | Metro cúbico |
| m/s | Metro por segundo |
| Mca | Metros columna de agua |
| mm | Milímetros |

| | |
|---------------|--|
| P | Presión |
| P.S.I. | Libras por pulgada cuadrada (lb/pul ²) |
| P.V. | Pozo de visita |
| Pu | Precio unitario en quetzales |
| Q | Caudal a sección llena |
| q | Caudal a sección parcialmente llena |
| q/Q | Relación de caudales |
| S | Pendiente |
| u | Unidad |
| v | Velocidad de flujo dentro de la alcantarilla |
| V | Velocidad del flujo a sección llena |
| v/V | Relación de velocidades |

GLOSARIO

| | |
|------------------------|---|
| Agua cruda | Es aquella que no ha sido sometida a proceso de tratamiento. |
| Agua potable | Agua que es sanitariamente segura y agradable a los sentidos |
| Agua residual | Son las aguas que son retiradas de una vivienda, comercio o industria, después de haber sido utilizadas. |
| Alcantarillado | Sistema formado por obras, accesorios, tuberías o conductos generalmente cerrados, que no trabajan a presión y que conducen aguas residuales. |
| Bases de diseño | Bases técnicas adoptadas para el diseño del proyecto. |
| Caudal | Volumen de agua que pasa por unidad de tiempo. |
| Colector | Es una tubería generalmente de servicio público, que recibe y conduce las aguas indeseables de la población. |

| | |
|-------------------------------|---|
| Consumo | Cantidad de agua real que utiliza una persona es igual a dotación. |
| Contaminación del agua | Es la polución de ésta, que produce o puede producir enfermedad y aun la muerte del consumidor. |
| Cota de terreno | Altura de un punto de terreno, referido a un nivel determinado. |
| Cota invert | Es la Cota de la parte inferior del diámetro interno de la tubería instalada. |
| Cota Piezométrica | Máxima presión dinámica en cualquier punto de la línea de conducción o distribución, es decir, la altura que alcanzaría a una columna de agua, en dicho punto se colocara un manómetro. |
| Descarga | Salida de agua de desecho en un punto determinado. |
| Dotación | Estimación de la cantidad promedio de agua que consume cada habitante en un día. |
| Factor de Rugosidad | Factor que expresa el tipo de superficie de la tubería. |

| | |
|--------------------------|---|
| Monografía | Breve descripción sobre las características físicas, económicas, sociales y culturales de una región. |
| Pendiente | Inclinación respecto a una línea horizontal. |
| Periodo de diseño | Tiempo durante el cual la obra diseñada presenta un servicio satisfactorio. |
| Presión | Es la fuerza ejercida sobre un área determinada. |
| Tratamiento | Es el conjunto de operaciones y procesos unitarios que se realizan sobre el agua cruda, con el fin de modificar sus características físicas, químicas o bacteriológicas, para obtener agua potable que cumpla con las normas y criterios de calidad establecidos. |

RESUMEN

En el presente estudio, se desarrolla el diseño de la red de agua potable y drenaje sanitario de la colonia La Promesa, Municipio de La Democracia, departamento de Escuintla. Este estudio consta de cuatro capítulos compuestos de la siguiente manera:

En el capítulo No 1 se describe la monografía del lugar a estudiar, sus aspectos físicos, como: ubicación geográfica, aspectos climáticos, topografía, flora, fauna y tipo de suelo. Asimismo, se describe su actividad económica, tipo de comercio y su productividad.

En el capítulo No 2 se describe el sistema de la red de agua potable, describiendo tipos de fuentes de agua, cálculos topográficos, población a servir, diseño hidráulico; además se describe el tipo de red de distribución utilizada así como el método hidráulico utilizado para analizar la red. Se realizó un análisis de costo de inversión para el proyecto.

En el capítulo No 3 se describe cómo se consideraron los parámetros de diseño para el sistema de drenaje sanitario, normas utilizadas y todos aquellos aspectos que se involucraron para el desarrollo del estudio.

En el capítulo No 4 se describen las fases que conlleva un tratamiento de aguas negras. Describiendo los tipos de tratamiento preliminares existentes, tratamiento primario, tratamiento terciario y una propuesta de tratamiento para el proyecto.

OBJETIVOS

- **General**

Mejorar el nivel de vida de los habitantes de la Colonia La Promesa a través de la elaboración del estudio y diseño de una red de agua potable y drenaje sanitario.

- **Específicos**

- 1 Que el estudio y diseño de una red de agua potable permita conocer la cantidad de agua necesaria para abastecer a más de 943 familias y alcanzar la mayor eficiencia en su distribución.
- 2 Que el estudio y diseño de la red de drenaje sanitario evite que el agua contaminada se mezcle con las fuentes de agua potable y así disminuir las enfermedades gastrointestinales de la población.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo de graduación tiene como objetivo primordial desarrollar la planificación de los proyectos **“ESTUDIO Y DISEÑO DE LA RED DE AGUA POTABLE Y DRENAJE SANITARIO DE LA COLONIA MUNICIPAL LA PROMESA, MUNICIPIO DE LA DEMOCRACIA, ESCUINTLA”**.

La colonia municipal LA PROMESA, cuenta con 943 familias, con una población actual de 5,658 personas y se espera un población futura de 8,213 personas en un tiempo de 20 años.

Para mejorar el nivel de vida de los habitantes de esta colonia, se ha planificado la introducción de los servicios básicos, considerando como los más importantes el servicio de agua potable y drenaje sanitario.

A partir de esta necesidad, la municipalidad ha tomado la decisión de solicitar la colaboración de la Unidad de E.P.S. - Ejercicio Profesional Supervisado - de la Facultad de Ingeniería para elaborar un estudio y diseño de la red de agua potable y drenaje sanitario, se espera, con esto, evitar posibles problemas de salubridad en la comunidad.

1. MONOGRAFÍA DEL LUGAR

1.1. Aspectos físicos

1.1.1. Ubicación geográfica

La colonia LA PROMESA está ubicada dentro del casco urbano del municipio de La Democracia, departamento de Escuintla, a una distancia de 1 Km del parque central.

El municipio de La Democracia se encuentra ubicado a una distancia de 10 Km del municipio de Siquinalá, a una distancia de 30 Km de la ciudad de Escuintla y a una distancia de 104 Km de la ciudad capital.

Las colindancias del municipio de La Democracia son:

NORTE: Siquinalá

ESTE: Escuintla, Masagua y San José

SUR : San José y La Gomera

OESTE: La Gomera y Santa Lucía Cotzumalguapa (todos del departamento de Escuintla)

Aspectos climáticos

Se encuentra a una altitud de 165 metros sobre el nivel del mar. En esta región tiene un clima de naturaleza cálido, con características homogéneas a lo largo del año.

Las temperaturas oscilan entre 31.9° c y 19.1° c, sin estación fría bien definida. Con carácter predominantemente húmedo (humedad 75%) con invierno seco, que varía a semi – seco y tiene una intensidad de lluvia de 28 mm/hora.

Topografía

Las condiciones topográficas de la Colonia La Promesa son sumamente planas. En la jurisdicción del municipio se encuentran localizados cinco montañas, ocho ríos, cinco riachuelos, dieciséis zanjones y siete quebradas.

Flora y fauna

El municipio La Democracia tiene entre su producción agrícola el maíz, algodón, frutas de zona cálida, té de limón y citronela.

Referente a la fauna en la comunidad existe una gran variedad de animales silvestres: conejos, tacuacines e iguanas y así como también la crianza de ganado. Asimismo disfruta de una gran diversidad de animales domésticos tales como: gallinas, patos y pavos.

1.1.2.Suelo

El suelo de esta región es inmensamente fértil, es el recurso más importante del municipio de La Democracia, que es básicamente un municipio agrí cola y ganadero. El tipo de suelo es arcilloso.

1.2. Demografía y situación social

1.2.1.Población

Este municipio tiene una extensión territorial de 320 km², una población de 14,850 habitantes y una densidad poblacional de 12,516 habitantes / km². La colonia La Promesa viene a beneficiar a 942 familias, reduciendo así el déficit habitacional existente en esta región.

1.2.2.Ví a de acceso

La vía de acceso está constituida por la ruta que comunica al municipio de Siquinalá con el de La Democracia.

Tiene acceso por la ruta CA-9, que va desde la ciudad Capital hacia la ciudad de Escuintla; la ruta CA-2 que va desde Escuintla hacia Siquinalá; y la ruta que va desde Siquinalá hacia La Democracia, Escuintla (ver figura No 1)

Figura No. 1. Mapa de vías de acceso.



1.3. Actividad económica

Su principal actividad económica es la agricultura y la cría de ganado.

1.4. Comercio

Se comercializa con el ganado, frutas, aceites esenciales y azúcar.

1.5. Producción

En la comunidad la mayor parte de la población se dedica a la cosecha de la caña. Entre las industrias pueden mencionarse fábricas de aceites esenciales, de té de limón y citronela, elaboración de panela e ingenios.

2. RED DE AGUA POTABLE

2.1. Datos preliminares

2.1.1. Fuentes de agua

Fuente de agua es donde mana dicho líquido en cualquier época del año. Se considera que el agua es adecuada para el consumo humano cuando esta exenta de contaminación, principalmente de origen fecal y de origen mineral.

Las fuentes de aguas pueden ser de origen superficial o subterráneas. Entre las fuentes de origen subterráneo se encuentran: nacimientos, brotes o manantiales y pozos. Entre las fuentes de origen superficial se encuentran: los ríos, lagos, agua de lluvia y el agua de condensación.

Por estar ubicada la colonia La Promesa en un área urbana, lo más apropiado es la perforación de pozos.

La forma de abastecimiento será a través de un pozo mecánico, las características del pozo se obtuvieron de un análisis de pozos cercanos ya que en la actualidad el pozo no ha sido perforado. La profundidad promedio fue de 300 pies, los cuales se obtuvieron a un nivel estático dentro de los 260 pies debajo del nivel del terreno. El nivel estático es el nivel original del acuífero.

2.1.2. Cálculo topográfico

El levantamiento fue realizado por el equipo topográfico de la municipalidad.

El levantamiento planimétrico se ejecutó como una poligonal abierta, utilizando para ello el método de conservación de azimut con vuelta de campana. El levantamiento altimétrico se realizó con nivel de precisión y se utilizó el método de nivelación abierta.

Posteriormente al trabajo de campo, se calculó la libreta, se hizo el ploteo de las coordenadas, cuyo resultado es el conjunto de planos (planta perfil, ver apéndice) que muestran las condiciones topográficas del terreno.

2.2. Población a servir

2.2.1. Población actual

La población de diseño adoptada para el proyecto fue de 943 familias (5,658 personas) considerando que por cada lote habitan 6 personas.

2.2.2. Periodo de diseño

Se entiende como periodo de diseño al tiempo comprendido entre la puesta en servicio y el momento en el que se sobrepasen las condiciones establecidas en el diseño.

La durabilidad de las instalaciones dependerá de los materiales y equipos empleados, la calidad de construcción, las condiciones externas como desgaste, corrección, Etc., a que están expuestas y el mantenimiento que se les proporcione. El conjunto de estos factores determina un periodo de diseño máximo posible.

Los aspectos principales que intervienen en el periodo de diseño son:

- a) Cobertura
- b) Vida útil
- c) Posibilidad de ampliación
- d) Crecimiento de la población
- e) Costos
- f) Capacidad de las fuentes.

Por la durabilidad de las instalaciones y la capacidad para prestar un buen servicio, según las condiciones previstas, se consideró factible un periodo de 20 años, además de ser este el periodo que recomienda algunas instituciones como UNEPAR, INFOM.

2.2.3. Población futura

La proyección de la población en el diseño es un factor determinante, ya que al sobre estimar la población dentro de un periodo de diseño se puede provocar costos elevados en la ejecución.

Así mismo una estimación de la población por debajo, daría como resultado que la vida útil del proyecto fuese menor, en comparación del diseño y colapsaría en determinado momento.

Se determinó el crecimiento poblacional de la región utilizando la tasa de crecimiento rural, que el Instituto Nacional de Estadística proporciona y aplicando el método de incremento geométrico; se utilizó este método ya que es un modelo matemático más apegado a la realidad de los países en vías de desarrollo y toma en cuenta poblaciones grandes y pequeñas, por lo tanto es el que se adopta para el cálculo de diseño dando como resultado una población futura de 8,213 personas en un periodo de 20 años.

$$r = \left(\frac{P_u}{P_o}\right)^{1/n} - 1$$

r = tasa de crecimiento

P_u = Población último censo

P_o = Población penúltimo censo

$$r = \left(\frac{7,630}{5,700}\right)^{1/18} - 1 \quad r = 0.0163$$

$$P_f = P_a(1+r)^n$$

P_f = Población futura

P_a = Población actual

n = periodo de diseño

$$P_f = 5,658 * (1 + 0.0163)^{20} \quad P_f = 8,213$$

2.2.4. Dotaciones

Se le llama así a la cantidad de agua que puede necesitar el hombre para poder satisfacer de una o de otra manera sus necesidades tales como alimentación, aseo personal y otras necesidades y se expresa en litros por habitante por día.

El consumo de agua está en función de una serie de patrones propios de la comunidad en estudio. Entre los factores se pueden mencionar los siguientes:

- a) Clima y recursos hidrológicos (capacidad de la fuente)
- b) Nivel de vida
- c) Características de la población (actividad productiva)
- d) Costo del servicio

Por estos factores y encontrarse la colonia en la costa sur se consideró una dotación para clima cálido de 150 lts / hat. /día.

2.3. Diseño hidráulico

2.3.1.1. Caudal medio diario (Qm)

Caudal medio (Qm) = Consumo medio diario (cmd)

Es la cantidad de agua que va a consumir la población en un día. Otra definición es el consumo durante 24 horas, la cual se obtiene como los promedios de los consumos diarios durante un año de registro.

$$Q_m = \frac{\text{Población} * \text{Dotación}}{86,400} = (\text{l/s})$$

$$Q_m = \frac{8,213 * 150}{86,400} = 14.258 \text{ l/s}$$

2.3.2. Caudal de bombeo

Caudal de bombeo = Q_b

$$Q_b = \frac{24}{n} \times Q_c \quad Q_b = \frac{24}{15} \times 13.20 \quad \mathbf{Q_b = 19.01 \text{ l/s}}$$

n = número de horas de bombeo

Q_c = caudal de conducción

2.3.3. Caudal máximo horario

Caudal de distribución (Q_d) = Caudal máximo horario (CMH)

El caudal máximo horario es el que se utiliza para diseñar la red de distribución. Se define como el máximo consumo de agua observado durante una hora del día en el periodo de un año, cuando no se tiene registro, se aplica la siguiente fórmula:

$$Q_d = CMH = Q_m * \text{Factor de hora máximo.}$$

$$Q_d = CMH = 14.258 \text{ l/s} * 2.00$$

$$Q_d = CMH = 28.517 \text{ l/s}$$

FHM utilizado es de 2.00 por encontrarse en una zona urbana y clima cálido.

Los factores de día a máximo y de hora máximo están relacionados en proporción inversa al número de habitantes de la población.

2.3.4. Volumen de tanque de distribución

En todo sistema, debe diseñarse un tanque como mínimo, con las siguientes características:

- a) Compensar las demandas máximas horarias esperadas en la red de distribución.
- b) Almacenar agua en horas de poco consumo como reserva.
- c) Regular presiones en la red de distribución.

El tanque de distribución se calculó para un volumen del 20 % del caudal medio.

$$V = 0.20 * Q_m$$

$$V = 0.20 * 14.258 * (86,400/1000) = 246. \text{ m}^3$$

Las dimensiones del tanque serán:

$$V = \pi * R^2 * H$$

$$H = 4 * R$$

$$R = 3.00$$

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

$$H = 8.70 \text{ m}$$

Además el tanque elevado deberá tener los siguientes dispositivos:

- a) Diámetro mínimo de la tubería de rebalse, será igual al diámetro de entrada. El diámetro es de 6"
- b) Válvula de flote, cierre automático cuando el dispositivo se encuentre lleno.
- c) Cubierta hermética que impida la penetración del agua, polvo u otros materiales del exterior, con sus respectivas escotillas de visita para la inspección de limpieza.
- d) Escaleras interiores y exteriores tipo marinera.
- e) Tubo de desagüe con un mínimo de 4" con su respectiva llave de paso y su cedazo.

2.3.5. Análisis del tanque elevado

$$h \text{ torre} = 16 \text{ mts} = 52.5 \text{ pies}$$

$$\text{volumen} = 246 \text{ m}^3 = 64,994, \quad \text{galones} = 8,690 \text{ pies}^3$$

Dimensiones del cilindro

$$d = 21.38 \text{ pies}, \quad h = 24.031 \text{ pies}, \quad \text{perímetro} = 67.00 \text{ pies}$$

Diseño de la tapadera

$$S = (b * t^2) / 6 = 1/8"$$

Diseño del cuerpo

$$S = 2.6 h * d / t, \quad t = \frac{2.6 \times 21.38 \times 24.031}{0.85 \times 15000} = 0.10$$

$$t \text{ final} = 0.10 + 1/8 = 2/9 = 1/4"$$

Diseño del fondo

$$S = 2.6 (h * d * \emptyset / t) = \frac{2.6 \times 21.38 \times 24.031 \times 1.118}{0.85 \times 15000} = 0.12$$

$$t \text{ final} = 0.12 + 1/8 = 1/4 = 1/4''$$

DISEÑO DEL PESO DE LA TORRE

$$\text{Área tapa} * 7.66 = 359.1 \times 7.66 = 2,751 \text{ lbs.}$$

peso del cilindro

$$2 \times 3.1416 \times 14.38 \times 10.69 \times 3/16 \times 1/12 \times 490 = 7,394.90$$

$$2 \times 3.1416 \times 8 \times 10.69 \times 1/4 \times 1/12 \times 490 = 5,485.32$$

$$7,394.90 + 5,485.32 = 12,880 \text{ lbs.}$$

peso del fondo

$$3.1416 \times 10.69 \times 11.95 \times 1/8 \times 1/12 \times 490 = 2,049 \text{ lbs.}$$

$$\text{peso de columnas } 10'' = 4 \times 52.8 \times 18.97 = 4,003 \text{ lbs}$$

$$\text{peso de arriostres horizontales } 3'' = 25 \times 19.68 \times 7.68 = 3,779 \text{ lbs}$$

$$\text{peso de arriostres diagonales } 2.5'' = 32 \times 22 \times 5.79 = 4,076 \text{ lbs}$$

$$\text{peso de agua} = 246 \times 35.28 \times 62.4 = 541,678 \text{ lbs}$$

$$\text{peso accesorios} = \underline{1000 \text{ lbs}}$$

$$\text{PESO TOTAL TANQUE LLENO + TORRE} = 572,216 \text{ lbs}$$

ANÁLISIS POR FÓRMULA SEAOC

$$Z = 0.5 \quad I = 1 \quad K = 2.5 \quad C = 0.068 \quad S = 1.25$$

$$V = 0.107271159W$$

$$\text{peso total columnas} = 572,216 / 4 = 143,054 = 143 \text{ kips}$$

Análisis de corte

$$\text{corte en el depósito} = v = 0.1072 \times 554,536 / 1,000 = 59.5 \text{ kips}$$

$$\text{corte en la torre} \quad v = 0.1072 \times 17,680 / 1,000 = \underline{1.9 \text{ kips}}$$

$$\text{corte total en la estructura} \quad 61.4 \text{ kips}$$

Momentos de la estructura

$$59.0 \times 64.01 = 3,807.7$$

$$1.9 \times 11.52 = \underline{21.8}$$

$$\text{momento total} = 3,829.5 \quad \text{kip-pie}$$

Analizando en los sentidos XX-YY

$$V_m = 61.4 / 2 = 30.6 \text{ kips}$$

$$M_m = 3,829.5 / 2 = 1914.7 \text{ kip-pie}$$

$$R_o = 1914.7 / 11.52 = 166.2 \text{ kips}$$

$$P_{\max} = 3,829.5 \times 0.707 / 16.52 = 163.9 \text{ kips}$$

Diseño de columna

$$c = 163.9 + 143 = 307 \text{ kips}$$

$$10'' = \text{área} = 11.9 \text{ pul}^2 \quad \text{radio de giro} = 3.67 \text{ pulg.} \quad k = 1$$

$$kl/r = 1 \times 118.11 / 3.67 = 32.18$$

$$F_a = 20.01 \quad F_a = 1.33 \times 20.01 = 26.61$$

$$f_a = 307 / 11.9 = 25.79$$

$$f_a < F_a$$

$$25.8 < 26.6 \quad \text{correcto}$$

Diseño de arriostras horizontales

$$3'' = \text{área} = 2.23 \text{ pul}^2 \quad \text{radio de giro} = 1.16 \text{ pulg.} \quad k = 1$$

$$kl/r = 1 \times 12.2 / 1.16 = 96.73$$

$$F_a = 13.35 \quad F_a = 1.33 \times 13.35 = 17.75$$

$$f_a = 31 / 2.23 = 13.76$$

$$f_a < F_a$$

$$13.76 < 17.75 \quad \text{correcto}$$

Diseño de cimentación

pernos de anclaje

$$\text{peso / columna} = 143.1 \text{ kips}$$

$$\text{carga lateral} = 163.9 \text{ kips}$$

$$\text{cuando el tanque está vacío} = 20.8 \text{ kips}$$

$$\text{Tensión / perno} = 20.8 / 8 = 2.6$$

$$\text{Corte en perno} = 30.7 / 8 = 3.8$$

$$f_t = 2.6 / 0.3343 = 7.8$$

$$f_t < F_t$$

$$7.8 < 20.0 \text{ correcto}$$

$$f_v = 3.8 / 0.4418 = 8.7$$

$$f_v < F_v$$

$$8.7 < 10.0 \text{ correcto}$$

Esfuerzos combinados

$$F_{tv} = 28 - (1.6 \times 8.7) = 14.1$$

$$F_{tv} < F_t$$

$$14.1 < 20.0 \text{ correcto}$$

Placa base para columna $A = P / F_p$

$$A = 307 / (0.25 \times 3000) = 409.2$$

placa base de 21" x 21" 1/2"

$$P_{tc} = 2.5 \times 1000 \times 211 = 0.5275 \text{ kg / cm}^2$$

$$Q_a = 1.8 \text{ kg / cm}^2 = 18 \text{ ton / m}^2$$

$$q_e = 1.8 - 0.5275 = 1.2725 \text{ kg / cm}^2$$

Esfuerzo producido en las columnas

$$\begin{aligned} A_{nec} &= 307 \times 1000 / (1.2725 \times 3) = 80,405 \text{ cm}^2 \\ L &= 2.6 \text{ mts} = 9 \text{ pies} = 295.2 \text{ cm} \\ Q_u &= (1.7 \times 307 \times 1000) / (3 \times 295.2^2) = 1.995 \text{ kg / cm}^2 \\ X &= (l - c - h) / 2 \\ X &= (2.952 - 0.254 - 0.127) / 2 = 1.285 \text{ mts} \\ M_u &= (1.99 \times 295.2 \times 128.55^2) / 2 = 4,868,397 \text{ kg-cm} \end{aligned}$$

$$h = 55.00 \text{ cms}$$

$$\begin{aligned} A_s &= 4,868,397 / (0.90 \times 2810 \times 44.50) = 43.2 \text{ cm}^2 \\ b_o &= 4 \times (15 + 47) = 248 \text{ cm} \\ v_{u1} &= 1.99 \times (87143.04 - 3844) = 166,262 \text{ kg} = 166.26 \text{ ton} \\ v_{u1} &= 166,262 / (0.85 \times 248 \times 47) = 16.78 \\ V_u &= 1.27 \times 14.49 = 18.44 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{u1} &< V_u \\ 16.78 &< 18.44 && \text{correcto} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} v_{u2} &= 1.99 \times 77.5 \times 295.2 = 45663.95 \text{ ton} \\ v_{u2} &= 45663.95 / (0.85 \times 295.1 \times 47) = 3.87 \\ V_c &= 0.52 \times 14.49 = 7.53 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{u1} &< V_u \\ 3.87 &< 7.53 && \text{correcto} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{No de varillas } 5/8" &= 21.7 = 22 \text{ varillas} \\ \text{espaciamiento} &= 13 \text{ cms} \end{aligned}$$

2.3.6. Análisis de cálculo de tanque por medio de tablas

Del mismo modo el tanque se puede calcular por medio de tablas, las cuales dan los diferentes elementos del tanque (ver tablas en apéndice).

- En la tabla XXIV “Capacidad del tanque” en la columna de “Gal” en la fila de 65,000 galones:

| | | |
|----------------|---|---------------------------------------|
| Altura (H) | = | 24.03 pies |
| Perí metro (P) | = | 67.00 pies |
| Diámetro Final | = | 21.38 pies |
| Capacidad real | = | 64,444.20 gal = 243.95 m ³ |

- En la tabla XXV “Cálculo de tapadera del tanque” en la columna de “Gal” en la fila de 65,000 galones:

| | | |
|----------------------------------|---|---------------------------------|
| Altura de Tapa (H ₄) | = | 1.83 pies |
| Lamina de tapa (t ₄) | = | 3/16 pulgadas |
| Refuerzo de tapa | = | 8 ref de 1/4 y 5pulg de espesor |
| Peso de la tapa | = | 4.431 kips |

- En la tabla XXVI “Cálculo del cuerpo del tanque” en la columna de “Gal” en la fila de 65,000 galones:

| | | |
|-------------------------------------|---|---------------|
| Peso del agua W _{agua} | = | 548.56 kips |
| Espesor del cilindro T ₁ | = | 4/16 pulgadas |
| Peso del cilindro W _{cil.} | = | 14.63 kips |

- En la tabla XXVII “Cálculo de fondo de taque” en la columna de “Gal” en la fila de 65,000 galones:

| | | |
|-----------------------------------|---|---------------|
| Espesor del fondo t_3 | = | 4/16 pulgadas |
| Peso del fondo W_{fondo} | = | 5.27 kips |

- En la tabla XXVIII “Cálculo de detalles del tanque” en la columna de “Gal” en la fila de 65,000 galones:

| | | |
|--|---|--------------|
| Peso de los accesorios (W_{acce}) | = | 1.19 kips |
| Peso total (W_{total}) | = | 573.569 kips |

- En las tablas, XXIX “Separación en planta”, XXX “Longitud de columnas” y XXXI “centro de masa”, en la columna de “tanque Gal” vrs fila de “altura de torre (torre mts)” se obtienen los siguientes valores

| | | |
|---------------------------|---|-------|
| Separación en planta base | = | 15.61 |
| Longitud de columnas (L1) | = | 52.76 |
| Centro de masa (C.M.) | = | 64.01 |

- En las tablas, XXXII “Altura total de la torre”, XXXIII “Número de Columnas y arriostamiento” y XXXIV “Altura del largo por tramo”, en la columna de “tanque Gal” vrs fila de “altura de torre (torre mts)” obtienen los siguientes valores

| | | |
|-----------------------------------|---|------------|
| Altura de la torre (H.T.) | = | 79.20 pies |
| Número de columnas (C-) | = | 4 |
| Número de arriostros horizontales | = | 5 tramos |
| Altura del largo x tramo columna | = | 9.94 pies |

2.3.7. Diseño del caudal de bombeo y línea de impulsión.

| | | |
|-------------------------|---|------------------|
| Población actual | = | 5,658 habitantes |
| Periodo de diseño | = | 5 años |
| Población futura 5 años | = | 6,337 habitantes |
| Dotación | = | 150 lts/hab/dia |
| Tiempo de bombeo | = | 15 horas |
| Profundidad del pozo | = | 107.44 m |
| Qm | = | 11.00 l/s |
| Qb | = | 19.01 l/s |

Diámetro de impulsión teórico:

$$\varnothing = 1.8675\sqrt{Qb} = \varnothing = 1.8675\sqrt{19.01} = 8.14''$$

diámetros comerciales 8'' y 10''

Cálculo de velocidad:

$$v = \frac{1.974xQb}{\varnothing^2} = V_8 = \frac{1.974x19.01}{8^2} = 0.59 \text{ m/s} \quad V_{10} = \frac{1.974x19.01}{10^2} = 0.38 \text{ m/s}$$

Cálculo carga dinámica total:

| | | |
|--|--------|--------|
| Diámetros comerciales | 8'' | 10'' |
| Altura | 107.44 | 107.44 |
| Perdidas en tubería | | |
| $H_{ft} = \frac{1743.411xLxQ^{1.85}}{\varnothing^{4.87}xC^{1.85}} =$ | 0.347 | 0.1172 |

Perdidas en velocidad

$$H_{fv} = \frac{V^2}{2 \times g} = \begin{matrix} 1.69 & 0.69 \end{matrix}$$

Perdidas menores

$$H_{fmenores} = \frac{8.2 \times V^2}{2 \times g} = \begin{matrix} \underline{0.14} & \underline{0.06} \end{matrix}$$

$$\text{Carga dinámica total} = \text{CDT} \quad \begin{matrix} 109.62 & 108.30 \end{matrix}$$

Potencia de la bomba teórica

$$\text{pot} = \frac{\text{CDT} \times Q_b}{76 \times e} \quad \begin{matrix} 34.62 & 30.47 \end{matrix}$$

Potencia de bomba = 35 hp eléctrica trifásica

Diámetro de la línea de impulsión = 8" HG

Q_b = caudal de bombeo l/s

\emptyset = diámetro en pulgadas

V = velocidad m/s

L = longitud en metros

C = coeficiente de fricción; para tubería a HG ($C = 100$)

g = gravedad

CDT = carga dinámica total

e = eficiencia de la bomba

2.3.8. Sobrepresión por Golpe de Ariete

Para la protección del equipo de bombeo y la de la tubería de la línea de bombeo, se deben considerar los efectos producidos por el fenómeno denominado Golpe de Ariete.

Se denomina Golpe de Ariete a la variación de presión en una tubería por encima o por debajo de la presión normal de operación, ocasionada por rápidas fluctuaciones en el caudal, producidas por la apertura o cierre repentino de una válvula por el paso o arranque de las bombas. Este fenómeno puede provocar ruptura de la presión (presión positiva) o aplastamiento (presión negativa). Para el cálculo de sobrepresión máxima por Golpe de Ariete se adopta la:

$$\text{Fórmula de Joukovsky: } h_j = 145 \times V \times \left(\frac{1 + E_a \times D}{E_t \times e} \right)^{1/2}$$

$$\text{Para un tiempo de cierre } T = \left(\frac{2 \times L}{a} \right)$$

De donde:

h_j = sobrepresión de inercia por Golpe de Ariete en m.

v = velocidad del agua en la tubería en m/s.

E_a = módulo de elasticidad del agua en kg/cm^2 .

D = diámetro interior de la tubería en cm.

E_t = módulo de elasticidad del material de la tubería en kg/cm^2 .

e = espesor de la tubería en cm.

L = longitud de la tubería en m.

a = celeridad de la onda de presión en m/s.

T = tiempo de cierre de válvula, en segundos

Se tiene los siguientes datos para sustituirlos en la fórmula de Joukovsky

$$V = 0.59 \text{ m/s}$$

Ea = 21,000 kg/cm²
 Et = 2,100,000 kg/cm²
 D = 19.37 cms
 e = 1.270 cms

$$h_j = \frac{145 \times 0.59}{\left(1 + \left(\frac{21000 \times 19.37}{2100000 \times 1.27}\right)\right)^{1/2}}$$

hi = 8.2837 m = 11.90 psi

De acuerdo con los valores anteriores, la presión total en la tubería es de 121.52 psi, que será la presión soportada por la tubería, siendo suficiente para la línea de impulsión, y la tubería es de 8" Hg y soporta una presión de 1,700 psi.

2.4. Red de distribución

2.4.1. Red de distribución circuito cerrado

La red de distribución comprende: tuberías que van desde el tanque a las líneas que conforman las conexiones domiciliarias. Para el diseño se consideran los siguientes factores:

- a) El diseño se hará para el caudal de hora máxima, con el fin de asegurar su correcto funcionamiento para el periodo de diseño.

- b) La distribución de gastos, debe hacerse mediante cálculo acorde al consumo real de la localidad.

- c) Se debe de dotar a las redes de distribución, de los accesorios y obras de arte necesarias, con el fin de asegurar su correcto funcionamiento, dentro de las normas establecidas.

Para el dimensionamiento de las tuberías, en función de las pérdidas de carga, se utilizó la fórmula de HAZEN – WILLIAMS, cuya expresión es:

$$D = \sqrt{\frac{1743.8114 * L * Q^{1.85}}{H_f * C^{1.85}}}$$

El coeficiente de rugosidad de HAZEN – WILLIAMS es de 150

Los tipos de sistemas de distribución más comunes son: abiertos o extremos muertos y cerrados o mallas.

Los circuitos de distribución son utilizados cuando el circuito no se puede cerrar, debido a condiciones topográficas o por la economía del proyecto.

Las redes de circuito cerrado están compuestas por tuberías interconectadas formando mallas. Este tipo de distribución es el más conveniente ya que permite un servicio más eficiente y permanente. En el dimensionado de una red de circuitos cerrados se trata de encontrar los gastos de circulación de cada tramo.

Método de analizar los circuitos cerrados:

- a) Definir los puntos de consumo con sus respectivos gastos.
- b) Suponer los caudales iniciales para cada tramo, tomado en cuenta el principio de continuidad en cada nudo.
- c) Establecer las distancias de cada tramo.
- d) Asumir los diámetros, considerando la velocidad máxima de las tuberías, las presiones disponibles y la pérdida de carga permitida en la red.
- e) Para cada tramo se calculan las pérdidas de carga
- f) Se suman las pérdidas de carga en cada circuito en el sentido de las agujas del reloj, teniendo en cuenta la colocación correcta de los signos (si la suma de las pérdidas de carga fuera nula, o casi nula, los caudales que provocan esta situación son los correctos)
- g) La red fue analizada por el programa EPANET.

“ El modelo de simulación hidráulica de EPANET calcula las alturas piezométricas en los nudos y los caudales en las líneas, dados los niveles iniciales en el tanque de almacenamiento, y la sucesión en el tiempo de las demandas aplicadas en los nudos.

De un instante al siguiente se actualizan los niveles en los depósitos conforme a los caudales calculados que entran o salen de los mismos, y las demandas en los nudos y niveles en los embalses conforme a sus curvas de modulación. Para obtener las alturas y caudales en un determinado instante se resuelven simultáneamente las ecuaciones de conservación del caudal en los nudos y las ecuaciones de pérdidas en todos los tramos de la red. Este proceso, conocido como “equilibrado hidráulico”, requiere el uso de métodos iterativos para resolver las ecuaciones de tipo no lineal involucradas. EPANET emplea a tal fin el Algoritmo del Gradiente”. (tomado del manual del usuario del software EPANET)

2.4.2. Caudal de vivienda

Es la cantidad de agua que recibe cada vivienda. El caudal de vivienda sirve para diseñar una red de distribución. Se determina por medio de la división del caudal de distribución entre el número total de viviendas de una población.

$$Q_v = \frac{Q_d}{N_o V}$$

$$Q_v = \frac{28.517}{943} = 0.03 \text{ lts/ seg}$$

$N_o v$ = número de viviendas

Q_d = caudal de distribución

2.4.3. Presión estática

Es la presión que ejerce un fluido cuando no existe consumo en la red generalmente en hora de la noche. Es igual al peso específico del agua multiplicado por la altura a que se encuentra la superficie libre del agua en el recipiente.

Por no tener presiones la máxima presión estática que soporta la tubería de 160 PSI = 90 mca. En la línea de distribución la máxima presión estática permitida es de 40 mca ya que a mayores presiones fallan los empaques de válvulas y grifería.

2.4.4. Presión dinámica

Es la presión que ejerce un flujo cuando existe consumo en la red. Cuando hay movimiento, la presión estática modifica su valor y disminuye por la resistencia o fricción de las paredes de la tubería. Lo que era altura de carga estática, ahora se convierte en altura de presión más pequeña, debido al consumo de presión que se le llama pérdida de carga. La energía consumida o pérdida de carga varía con respecto a la velocidad del agua y en proporción inversa al diámetro de la tubería.

La presión en un punto A es la diferencia entre la cota piezométrica del punto A y la cota de terreno de ese punto.

La menor presión dinámica que puede haber en la red de distribución es de 10 mca que es la necesaria, para que el agua pueda subir con cierta presión a las llaves de los chorros.

2.4.5. Línea piezométrica

Es la forma gráfica de representar los cambios en la tubería. Y puede ser interpretado de la siguiente forma:

- a) Es la distancia que existe entre la línea piezométrica y la presión estática en cada nudo, y representa la pérdida de carga o la pérdida de altura de presión que ha sufrido el líquido a partir del tanque de distribución hasta el punto de estudio.
- b) La distancia entre la línea piezométrica y la tubería representa el resto de presión estática, es decir, la presión que se medirá si se pone en el momento del flujo un manómetro en ese punto. Esta presión está disponible para ser gastada en el recorrido del agua dentro de la tubería.
- c) La pendiente de la línea piezométrica representa la cantidad de altura de presión que está consumiendo por cada unidad de longitud en metros, que recorre el agua. Mientras mayor sea la velocidad, mayor consumo de presión por metro de tubería existirá.

2.4.6. Bases de diseño

- | | |
|---------------------|------------------|
| a) Fuente | Pozo perforado |
| b) Sistema | Por bombeo. |
| c) Tipo de servicio | Domiciliar |
| d) Población actual | 5,658 habitantes |

| | |
|--------------------------------------|--------------------|
| e) Tasa de crecimiento | 1.63 % |
| f) Periodo de diseño | 20 años |
| g) Población futura | 8,213 habitantes |
| h) Dotación | 150 lts/hab/día |
| i) Caudal medio (Qm) | 14.258 lts/seg |
| j) Factor de hora máximo | 2.00 |
| k) Caudal de máximo horario | 28.517 lts/seg |
| l) Caudal de bombeo | 19.01 lts/seg |
| m) Caudal de vivienda | 0.03 lts/seg |
| n) Volumen de tanque de distribución | 246 m ³ |

2.4.7. Cálculo de la red de distribución

Se fijaron los flujos en los distintos ramales, sobre la base de las demandas de cada tramo para balancear los distintos puntos críticos en la red. Estableciéndose presiones mínimas de 10 mca en los lotes más distantes y calculando las pérdidas de carga en los diferentes tramos de tubería y sumando éstas se determinó la presión de los distintos puntos, para luego balancear la tubería central. Logrando con esto determinar los diámetros comerciales necesarios. Así como la altura necesaria del tanque elevado que resulto ser de 15 m sobre la cota de terreno.

Tabla No. I. Diseño hidráulico presiones

PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE AGUA POTABLE

COMUNIDAD: Colonia Municipal, LA PROMESA, La Democracia, Escuintla

| ID Nudo | Cota Terreno | Demanda L/s | Cota Piezométrica M | Presión Dinámica mca | Presión Estática mca |
|---------|--------------|-------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| 1 | 98.00 | 0.00 | 113.87 | 15.87 | 16.00 |
| 2 | 95.49 | 0.58 | 112.96 | 17.47 | 18.51 |
| 3 | 95.21 | 0.31 | 112.40 | 17.19 | 18.79 |
| 7 | 95.04 | 0.36 | 112.22 | 17.18 | 18.96 |
| 4 | 96.77 | 0.33 | 112.72 | 15.95 | 17.23 |
| 5 | 98.74 | 0.18 | 113.47 | 14.73 | 15.26 |
| 6 | 99.43 | 0.21 | 113.09 | 13.66 | 14.57 |
| 8 | 94.99 | 0.12 | 111.87 | 16.88 | 19.01 |
| 9 | 94.99 | 0.21 | 111.72 | 16.73 | 19.01 |
| 10 | 94.25 | 0.12 | 111.53 | 17.28 | 19.75 |
| 11 | 95.12 | 0.31 | 111.01 | 15.89 | 18.88 |
| 12 | 94.11 | 0.12 | 111.21 | 17.10 | 19.89 |
| 13 | 95.40 | 0.39 | 110.05 | 14.65 | 18.60 |
| 14 | 93.88 | 0.12 | 110.89 | 17.01 | 20.12 |
| 15 | 95.31 | 0.45 | 109.61 | 14.30 | 18.69 |
| 16 | 93.17 | 0.12 | 110.59 | 17.42 | 20.83 |
| 17 | 94.33 | 0.54 | 108.58 | 14.25 | 19.67 |
| 18 | 92.36 | 0.12 | 110.30 | 17.94 | 21.64 |
| 19 | 94.33 | 0.63 | 107.29 | 12.96 | 19.67 |
| 20 | 91.54 | 0.12 | 109.73 | 18.19 | 22.46 |
| 21 | 92.42 | 0.70 | 105.76 | 13.34 | 21.58 |
| 22 | 90.82 | 0.12 | 109.20 | 18.38 | 23.18 |
| 23 | 90.34 | 0.51 | 109.01 | 18.67 | 23.66 |
| 24 | 91.53 | 0.63 | 106.15 | 14.62 | 22.47 |
| 25 | 90.18 | 0.12 | 108.87 | 18.69 | 23.82 |
| 26 | 90.18 | 0.57 | 108.52 | 18.34 | 23.82 |
| 27 | 90.62 | 0.67 | 105.13 | 14.51 | 23.38 |
| 28 | 89.54 | 0.12 | 108.58 | 19.04 | 24.46 |
| 29 | 90.02 | 0.61 | 108.13 | 18.11 | 23.98 |
| 30 | 89.03 | 0.12 | 108.32 | 19.29 | 24.97 |
| 31 | 89.85 | 0.67 | 107.71 | 17.86 | 24.15 |
| 32 | 90.50 | 0.79 | 102.50 | 12.00 | 23.50 |
| 33 | 88.71 | 0.12 | 108.10 | 19.39 | 25.29 |
| 34 | 89.59 | 0.70 | 107.36 | 17.77 | 24.41 |
| 35 | 90.00 | 0.82 | 101.44 | 11.44 | 24.00 |

Continuación

| ID Nudo | Cota Terreno | Demanda L/s | Cota Piezométrica M | Presión Dinámica mca | Presión Estática mca |
|--------------------------|---------------------|------------------------------|--|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 41 | 88.50 | 0.91 | 103.20 | 14.70 | 25.50 |
| 42 | 86.12 | 0.12 | 105.91 | 19.79 | 27.88 |
| 43 | 88.58 | 0.85 | 104.91 | 16.33 | 25.42 |
| 44 | 89.00 | 0.97 | 102.13 | 13.13 | 25.00 |
| 45 | 85.46 | 0.12 | 105.12 | 19.66 | 28.54 |
| 46 | 87.34 | 0.91 | 103.79 | 16.45 | 26.66 |
| 47 | 87.50 | 1.00 | 100.72 | 13.22 | 26.50 |
| 36 | 87.91 | 0.12 | 107.45 | 19.54 | 26.09 |
| 48 | 84.85 | 0.12 | 104.58 | 19.73 | 29.15 |
| 49 | 85.90 | 0.94 | 103.07 | 17.17 | 28.10 |
| 50 | 86.07 | 1.06 | 99.35 | 13.28 | 27.93 |
| 51 | 84.24 | 0.12 | 104.22 | 19.98 | 29.76 |
| 52 | 84.55 | 1.00 | 102.70 | 18.15 | 29.45 |
| 53 | 85.90 | 1.12 | 98.58 | 12.68 | 28.10 |
| 54 | 83.87 | 0.12 | 103.87 | 20.00 | 30.13 |
| 55 | 83.77 | 1.03 | 102.53 | 18.76 | 30.23 |
| 56 | 84.69 | 0.76 | 102.22 | 17.53 | 29.31 |
| 57 | 85.27 | 0.21 | 102.02 | 16.75 | 28.73 |
| 58 | 83.83 | 0.09 | 103.76 | 19.93 | 30.17 |
| 59 | 83.31 | 0.57 | 102.46 | 19.15 | 30.69 |
| 60 | 84.15 | 0.97 | 101.79 | 17.64 | 29.85 |
| 61 | 84.71 | 0.03 | 101.88 | 17.17 | 29.29 |
| 0 | 98.00 | -28.22 | 114.00 | 16.00 | 16.00 |

Tabla No. II. Diseño hidráulico diámetro

PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE AGUA POTABLE

COMUNIDAD: Colonia Municipal, LA PROMESA, La Democracia, Escuintla

| ID Línea | Nudo Inicial | Nudo Final | Longitud M | Diámetro mm | Diámetro " | Tubería PSI | Caudal LPS | Velocidad M/s | Pérdida m/km |
|----------|--------------|------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|---------------|--------------|
| 2 | 1 | 2 | 155.42 | 157.92 | 6 | 125 | 20.34 | 1.04 | 5.88 |
| 3 | 2 | 3 | 100.00 | 157.92 | 6 | 125 | 19.77 | 1.01 | 5.58 |
| 4 | 3 | 7 | 32.29 | 157.92 | 6 | 125 | 19.66 | 1.00 | 5.52 |
| 7 | 5 | 6 | 99.46 | 30.36 | 1 | 160 | 0.21 | 0.29 | 3.86 |
| 6 | 5 | 4 | 122.73 | 107.28 | 4 | 125 | 7.49 | 0.83 | 6.08 |
| 9 | 4 | 7 | 95.09 | 107.28 | 4 | 125 | 6.96 | 0.77 | 5.30 |
| 5 | 1 | 5 | 59.87 | 107.28 | 4 | 125 | 7.88 | 0.87 | 6.68 |
| 10 | 7 | 8 | 36.75 | 157.92 | 6 | 125 | 26.25 | 1.34 | 9.43 |
| 8 | 4 | 3 | 94.26 | 30.32 | 1 | 160 | 0.20 | 0.28 | 3.46 |
| 1 | 0 | 1 | 12.00 | 157.92 | 6 | 125 | 28.22 | 1.44 | 10.79 |
| 11 | 8 | 9 | 41.08 | 30.36 | 1 | 160 | 0.21 | 0.29 | 3.86 |
| 12 | 8 | 10 | 37.24 | 157.92 | 6 | 125 | 25.92 | 1.32 | 9.21 |
| 13 | 10 | 11 | 68.25 | 30.36 | 1 | 160 | 0.31 | 0.42 | 7.62 |
| 14 | 10 | 12 | 36.39 | 157.92 | 6 | 125 | 25.49 | 1.30 | 8.93 |
| 15 | 12 | 13 | 95.40 | 30.36 | 1 | 160 | 0.39 | 0.54 | 12.12 |
| 16 | 12 | 14 | 36.63 | 157.92 | 6 | 125 | 24.98 | 1.28 | 8.60 |
| 17 | 14 | 15 | 80.89 | 30.36 | 1 | 160 | 0.45 | 0.63 | 15.83 |
| 18 | 14 | 16 | 36.27 | 157.92 | 6 | 125 | 24.40 | 1.25 | 8.24 |
| 19 | 16 | 17 | 90.83 | 30.36 | 1 | 160 | 0.54 | 0.75 | 22.13 |
| 20 | 16 | 18 | 37.16 | 157.92 | 6 | 125 | 23.74 | 1.21 | 7.83 |
| 21 | 18 | 19 | 102.04 | 30.36 | 1 | 160 | 0.63 | 0.88 | 29.47 |
| 22 | 18 | 20 | 36.94 | 135.86 | 5 | 125 | 22.98 | 1.59 | 15.34 |
| 23 | 20 | 21 | 113.76 | 30.36 | 1 | 160 | 0.70 | 0.96 | 34.92 |
| 24 | 20 | 22 | 36.88 | 135.86 | 5 | 125 | 22.17 | 1.53 | 14.35 |
| 25 | 22 | 23 | 36.72 | 135.86 | 5 | 125 | 12.79 | 0.88 | 5.18 |
| 52 | 22 | 25 | 36.72 | 107.28 | 4 | 125 | 9.25 | 1.02 | 8.99 |
| 54 | 25 | 28 | 36.48 | 107.28 | 4 | 125 | 8.72 | 0.97 | 8.06 |
| 56 | 28 | 30 | 36.18 | 107.28 | 4 | 125 | 8.16 | 0.90 | 7.12 |
| 58 | 30 | 33 | 36.56 | 107.28 | 4 | 125 | 7.53 | 0.83 | 6.14 |
| 53 | 25 | 26 | 93.35 | 39.02 | 1 1/4 | 125 | 0.41 | 0.34 | 3.82 |
| 55 | 28 | 29 | 99.68 | 39.02 | 1 1/4 | 125 | 0.45 | 0.37 | 4.50 |
| 57 | 30 | 31 | 106.68 | 39.02 | 1 1/4 | 125 | 0.51 | 0.42 | 5.72 |
| 59 | 33 | 34 | 113.33 | 39.02 | 1 1/4 | 125 | 0.54 | 0.45 | 6.52 |
| 27 | 23 | 26 | 36.10 | 107.28 | 4 | 125 | 11.64 | 1.29 | 13.76 |
| 29 | 26 | 29 | 32.12 | 107.28 | 4 | 125 | 10.81 | 1.20 | 12.00 |

Continuación

| ID Línea | Nudo Inicial | Nudo Final | Longitud m | Diámetro mm | Diámetro " | Tubería PSI | Caudal LPS | Velocidad m/s | Pérdida m/km |
|-------------|-----------------|---------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|------------------|-----------------|
| 31 | 31 | 32 | 119.27 | 30.36 | 1 | 160 | 0.79 | 1.09 | 43.75 |
| 33 | 34 | 35 | 126.16 | 30.36 | 1 | 160 | 0.82 | 1.13 | 46.89 |
| 64 | 39 | 42 | 36.61 | 68.56 | 2 1/2 | 125 | 5.26 | 1.42 | 27.96 |
| 66 | 42 | 45 | 36.71 | 68.56 | 2 1/2 | 125 | 4.55 | 1.23 | 21.40 |
| 35 | 37 | 38 | 126.16 | 30.36 | 1 | 160 | 0.79 | 1.09 | 43.75 |
| 63 | 39 | 40 | 126.94 | 39.02 | 1 1/4 | 125 | 0.72 | 0.60 | 10.85 |
| 37 | 40 | 41 | 139.83 | 39.02 | 1 1/4 | 125 | 0.91 | 0.76 | 16.80 |
| 65 | 42 | 43 | 133.66 | 39.02 | 1 1/4 | 125 | 0.59 | 0.49 | 7.47 |
| 39 | 43 | 44 | 146.75 | 39.02 | 1 1/4 | 125 | 0.97 | 0.81 | 18.95 |
| 67 | 45 | 46 | 140.39 | 39.02 | 1 1/4 | 125 | 0.67 | 0.56 | 9.52 |
| 60 | 33 | 36 | 36.75 | 83.42 | 3 | 125 | 6.86 | 1.26 | 17.61 |
| 62 | 36 | 39 | 36.84 | 83.42 | 3 | 125 | 6.10 | 1.12 | 14.14 |
| 61 | 36 | 37 | 120.11 | 39.02 | 1 1/4 | 125 | 0.65 | 0.54 | 8.99 |
| 34 | 34 | 37 | 35.88 | 83.42 | 3 | 125 | 8.74 | 1.60 | 27.54 |
| 38 | 40 | 43 | 36.85 | 83.42 | 3 | 125 | 6.84 | 1.25 | 17.49 |
| 36 | 37 | 40 | 36.30 | 83.42 | 3 | 125 | 7.84 | 1.44 | 22.55 |
| 40 | 43 | 46 | 35.66 | 68.56 | 2 1/2 | 125 | 5.61 | 1.52 | 31.50 |
| 41 | 46 | 47 | 152.77 | 39.02 | 1 1/4 | 125 | 1.00 | 0.83 | 20.05 |
| 68 | 45 | 48 | 36.12 | 68.56 | 2 1/2 | 125 | 3.76 | 1.02 | 15.05 |
| 70 | 48 | 51 | 37.28 | 68.56 | 2 1/2 | 125 | 2.95 | 0.80 | 9.57 |
| 72 | 51 | 54 | 35.75 | 56.61 | 2 | 125 | 1.82 | 0.72 | 9.92 |
| 74 | 54 | 58 | 19.36 | 45.30 | 1 1/2 | 125 | 0.73 | 0.45 | 5.46 |
| 75 | 58 | 59 | 146.75 | 39.02 | 1 1/4 | 125 | 0.64 | 0.54 | 8.84 |
| 76 | 59 | 60 | 118.86 | 39.02 | 2 1/2 | 125 | 0.50 | 0.42 | 5.64 |
| 42 | 46 | 49 | 36.07 | 68.56 | 2 1/2 | 125 | 4.37 | 1.18 | 19.85 |
| 44 | 49 | 52 | 36.04 | 68.56 | 2 1/2 | 125 | 3.07 | 0.83 | 10.33 |
| 46 | 52 | 55 | 36.07 | 68.56 | 2 1/2 | 125 | 1.96 | 0.53 | 4.51 |
| 49 | 55 | 59 | 33.36 | 45.30 | 1 1/2 | 125 | 0.44 | 0.27 | 2.10 |
| 43 | 49 | 50 | 166.27 | 39.02 | 1 1/4 | 125 | 1.06 | 0.88 | 22.34 |
| 45 | 52 | 53 | 166.27 | 39.02 | 1 1/4 | 125 | 1.12 | 0.94 | 24.78 |
| 47 | 55 | 56 | 119.01 | 68.56 | 2 1/2 | 125 | 1.46 | 0.40 | 2.61 |
| 50 | 56 | 60 | 51.19 | 30.36 | 1 | 125 | 0.32 | 0.44 | 8.38 |
| 48 | 56 | 57 | 59.84 | 39.02 | 1 1/4 | 125 | 0.39 | 0.32 | 3.44 |
| 51 | 57 | 61 | 51.19 | 30.36 | 1 | 125 | 0.17 | 0.24 | 2.65 |
| 69 | 48 | 49 | 147.16 | 39.02 | 1 1/4 | 125 | 0.69 | 0.58 | 10.25 |
| 71 | 51 | 52 | 153.80 | 45.30 | 1 1/2 | 125 | 1.01 | 0.63 | 9.91 |
| 73 | 54 | 55 | 146.75 | 45.30 | 1 1/2 | 160 | 0.96 | 0.60 | 9.08 |
| 77 | 61 | 60 | 46.86 | 30.36 | 1 | 125 | 0.14 | 0.20 | 1.86 |

2.5. Obras de arte

Con este nombre se incluyen aquellas obras indispensables para el buen funcionamiento, protección y durabilidad del sistema de agua potable, entre ellas están: válvulas de compuerta, válvulas de aire, válvulas de limpieza.

2.6. Profundidad de zanja para colocación de tubería

La profundidad de las zanjas será en base a las siguientes características:

- a) En caminos o áreas de tránsito liviano, 0.80 m
- b) En caminos de tránsito pesado, 1.00 m

El ancho de la zanja será el que permita trabajar satisfactoriamente, estando en función del diámetro de la tubería, de modo que permita su manipulación, la hechura de las juntas, así como la compactación del relleno.

Tabla No. III. Anchos de zanja

| DIÁMETRO NOMINAL Pulgadas | ANCHO DE LA ZANJA centímetros |
|------------------------------|----------------------------------|
| 2" | 45 |
| 4" | 45 |
| 6" | 55 |

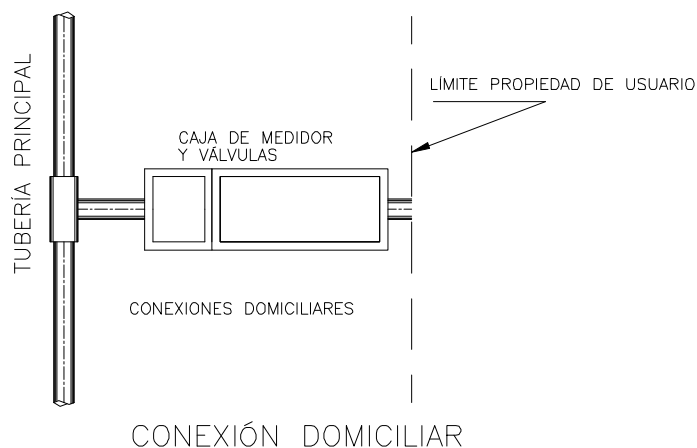
Fuente: Normas de EMPAGUA

2.7. Conexiones domiciliarias

Es la obra que se prevé instalar en el inicio del predio donde se encuentre la vivienda y se componen de lo siguiente:

- a) Tubería de acometida: la que conecta la línea de distribución con los accesorios de la conexión predial, incluyendo una tee reductora del diámetro de la línea de distribución a 1/2".
- b) Accesorios de las conexiones domiciliarias:
- Válvula de paso
 - Válvula de chorro o válvula de bola según se especifique en planos.
 - Codo de hierro galvanizado de 1/2" a 90°
 - Copla de hierro galvanizado de 1/2"
 - Niple de hierro galvanizado de 1/2" x 0.30 m.
 - Niple de hierro galvanizado de 1/2" x 1.50 m.
 - 4 adaptadores macho
 - Soporte de concreto, fundido en el sitio, de 0.05x0.30x0.30 metros

Figura No. 2. Conexión domiciliar agua potable



2.8. Diámetros, tipo y clase de tubería

Las tuberías son los conductos normalmente de sección circular, usadas para transportar fluidos. Para agua potable los tubos mantienen el líquido a presión.

En conducciones de agua potable, se mantiene el líquido a presión, no solo por la ventaja práctica, sino también porque la presión dentro de la tubería genera protección, evitando que se contamine el agua. Las fallas regularmente suceden por:

- a) Falla en la calidad de la tubería.
- b) Sobre presión interna (golpe de ariete)
- c) Acciones externas de golpes.

La tubería de PVC (cloruro de polivinilo) será rígida, y debe satisfacer la norma ASTM-D2467-67 y CS-256-63. Será para una presión de trabajo mínima de:

- a) Para tubo de 1/2" 315 psi, para tubo de 3/4" 250 psi, para tubo de diámetro igual o mayor de 1" la presión que se indique en los planos. Las uniones deben ser conectadas por medio de campana y espiga.
- b) Los accesorios serán de la misma clase, para una presión mínima de 250 libras / pulg.², para tubos de diámetro mayor a 1", y 315 libras /pulg² para diámetros menores.

La tubería y los accesorios deberán tener la aprobación de NSF (National Sanitation Foundation) o de otra institución similar.

2.9. Sistema de desinfección del agua

Para la desinfección del agua se propone un sistema de cloración por medio de gas cloro al tanque de distribución para garantizar una desinfección del agua convirtiéndola sanitariamente segura para su utilización.

Debido a que el caudal es de 28.517 lts/seg otros cloradores no serían eficientes, por lo que se ha elegido implementar este sistema siendo más eficiente y cumpliendo las siguientes características: es aplicado en zonas urbanas, funciona en sistemas por bombeo, tiene un funcionamiento automático, es funcional para grandes caudales.

El clorinador está compuesto por las siguientes partes: clorador, difusor, cilindros de almacenamiento de gas-cloro y una balanza.

Este tipo de clorinador va a permitir realizar un sistema de desinfección del agua por medio de gas-cloro, esto se realiza de la siguiente manera: desde los cilindros de almacenamiento sale el gas-cloro y pasa por el clorador, posteriormente el gas-cloro es conducido por una manguera hacia el difusor, donde el gas es inyectado al agua antes de entrar al tanque de distribución. Ver ejemplo del sistema de cloración en los planos.

2.10. Análisis de costos

2.10.1. Cuantificación de materiales

Tabla No. IV. Cuantificación de materiales red de agua potable

| TUBERÍA + ACCESORIOS | | | | | |
|-------------------------|----------|---------|----------|---------------|-----------|
| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | u | COSTO U | COSTO PARCIAL | |
| Adaptadores macho 1/2" | 5,652.00 | u | Q 1.28 | Q | 7,234.56 |
| Caja para llave de paso | 942.00 | u | Q 50.00 | Q | 47,100.00 |
| Caja para medidor | 942.00 | u | Q 75.00 | Q | 70,650.00 |
| Codo 1/0" 90 | 1,884.00 | u | Q 1.65 | Q | 3,108.60 |
| Codo 45 | 3 | u | Q 113.85 | Q | 341.55 |
| Codo 90 | 1 | u | Q 512.75 | Q | 512.75 |
| Codo 90 | 1 | U | Q 75.68 | Q | 75.68 |
| Codo 90 | 1 | u | Q 70.05 | Q | 70.05 |
| Codo 90 | 2 | u | Q 6.54 | Q | 13.08 |
| Cruz | 1 | u | Q 235.61 | Q | 235.61 |
| Cruz | 4 | u | Q 178.62 | Q | 714.48 |
| Pegamento | 9 | galones | Q 400.00 | Q | 3,600.00 |
| Reductor 1 1/2"-1 1/4" | 2 | u | Q 6.31 | Q | 12.62 |
| Reductor 1 1/2"-1" | 1 | u | Q 6.31 | Q | 6.31 |
| Reductor 2 1/2"-1 1/2" | 9 | u | Q 31.87 | Q | 286.83 |
| Reductor 2 1/2"-1" | 2 | u | Q 31.87 | Q | 63.74 |
| Reductor 2 1/2"-2" | 2 | u | Q 31.87 | Q | 63.74 |
| Reductor 3"-2 1/2" | 1 | u | Q 50.24 | Q | 50.24 |
| Reductor 4"-1 " | 1 | u | Q 83.14 | Q | 83.14 |
| Reductor 4"-1 1/2" | 6 | u | Q 83.14 | Q | 498.84 |
| Reductor 4"-1 1/4" | 9 | u | Q 83.14 | Q | 748.26 |
| Reductor 4"-2 1/2" | 1 | u | Q 79.94 | Q | 79.94 |
| Reductor 4"-3" | 1 | u | Q 79.84 | Q | 79.84 |
| Reductor 5"-1 1/4" | 1 | u | Q 190.74 | Q | 190.74 |
| Reductor 5"-1" | 1 | u | Q 190.74 | Q | 190.74 |
| Reductor 5"-4" | 1 | u | Q 166.26 | Q | 166.26 |
| Reductor 6"-1" | 7 | u | Q 257.34 | Q | 1,801.38 |
| Reductor 6"-4" | 1 | u | Q 245.64 | Q | 245.64 |
| Reductor 6"-5" | 1 | u | Q 245.64 | Q | 245.64 |
| Tapón macho | 4 | u | Q 17.65 | Q | 70.60 |
| Tapón macho | 4 | u | Q 19.46 | Q | 77.84 |

CONTINUA

| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | u | COSTO U | COSTO PARCIAL |
|--------------------------------|----------|-------|----------|---------------------|
| Tapón macho | 8 | u | Q 12.66 | Q 101.28 |
| Tapón macho | 1 | u | Q 27.71 | Q 27.71 |
| Tee | 8 | u | Q 798.99 | Q 6,391.92 |
| Tee | 3 | U | Q 82.68 | Q 248.04 |
| Tee | 4 | U | Q 64.98 | Q 259.92 |
| Tee | 1 | U | Q 16.37 | Q 16.37 |
| Tee | 1 | U | Q 12.18 | Q 12.18 |
| Tee | 3 | U | Q 466.49 | Q 1,399.47 |
| Tubo de 1 " PVC 160 PSI | 285 | tubos | Q 26.21 | Q 7,470.56 |
| Tubo de 1 1/2" PVC 125 PSI | 62 | tubos | Q 51.15 | Q 3,171.30 |
| Tubo de 1 1/4" PVC 125 PSI | 382 | tubos | Q 44.51 | Q 17,000.91 |
| Tubo de 2 " PVC 125 PSI | 7 | tubos | Q 77.89 | Q 545.21 |
| Tubo de 2. 1/2" PVC 125 PSI | 72 | tubos | Q 113.84 | Q 8,196.66 |
| Tubo de 3" PVC 125 PSI | 32 | tubos | Q 170.04 | Q 5,441.28 |
| Tubo de 4" PVC 125 PSI | 99 | tubos | Q 279.41 | Q 27,661.84 |
| Tubo de 5" PVC 125 PSI | 13 | tubos | Q 426.84 | Q 5,548.92 |
| Tubo de 6" PVC 125 PSI | 98 | tubos | Q 606.36 | Q 59,423.28 |
| Tubo PVC 1/2" | 1,413.00 | tubos | Q 22.39 | Q 31,633.54 |
| Válvula de compuerta 1/2" | 942.00 | U | Q 24.55 | Q 23,126.10 |
| Válvula de Paso 1/2" | 942.00 | U | Q 26.25 | Q 24,727.50 |
| Válvula de compuerta de 8" | 1.00 | U | Q 875.00 | Q 875.00 |
| Válvula de compuerta de 6" | 2.00 | U | Q 628.00 | Q 1,256.00 |
| Válvula de compuerta de 5" | 1.00 | U | Q 557.50 | Q 557.50 |
| Válvula de compuerta de 4" | 3.00 | U | Q 437.50 | Q 1,312.50 |
| Válvula de compuerta de 3" | 1.00 | U | Q 249.05 | Q 249.05 |
| Válvula de compuerta de 2 1/2" | 1.00 | U | Q 190.50 | Q 190.50 |
| Válvula de compuerta de 1" | 1.00 | U | Q 120.00 | Q 120.00 |
| TOTAL | | | | Q 367,241.23 |

Tabla No. V. Equipo para red de agua potable

| MATERIALES VARIOS | | | | |
|---------------------------------------|----------|---|--------------|---------------------|
| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | u | COSTO U | COSTO PARCIAL |
| Sistema coloración | | | | |
| Dosificador de cloro gaseoso + | 1.00 | u | Q 16,550.00 | Q 16,550.00 |
| Bomba de ¼Hp tipo Booste | | | | |
| Cilindro de cloro de 150 lb. Lleno | 2.00 | u | Q 15,200.00 | Q 30,400.00 |
| Bascula de plataforma para 1 cilindro | 1.00 | u | Q 7,500.00 | Q 7,500.00 |
| Mascara de protección | 1.00 | u | Q 2,100.00 | Q 2,100.00 |
| Medidor de cloro residual | 1.00 | u | Q 45.00 | Q 45.00 |
| Transporte | 1.00 | u | Q 1,671.50 | Q 1,671.50 |
| Tanque elevado | | | | |
| Construcción, transporte y montaje | 1.00 | u | Q 809,760.00 | Q 809,760.00 |
| Bases de concreto | 1.00 | u | Q 65,520.00 | Q 65,520.00 |
| TOTAL | | | | Q 933,546.50 |

Tabla No. VI. Materiales equipo de cloración

| CASETA | | | | |
|---------------|----------|----------------|------------|--------------------|
| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | u | COSTO U | COSTO PARCIAL |
| Hierro 3 | 10.03 | qq | Q 225.00 | Q 2,257.63 |
| Hierro 2 | 2.80 | qq | Q 225.00 | Q 630.42 |
| Cemento | 146.30 | qq | Q 38.00 | Q 5,559.48 |
| Arena | 10.53 | m ³ | Q 80.00 | Q 842.32 |
| Piedrín | 12.25 | m ³ | Q 140.00 | Q 1,715.54 |
| Alambre | 120.86 | Lb. | Q 2.50 | Q 302.16 |
| Transporte | 1.00 | u | Q 2,360.74 | Q 2,360.74 |
| Madera | 1.00 | u | Q 652.34 | Q 652.34 |
| Block | 611.00 | u | Q 2.50 | Q 1,527.50 |
| Puertas | 2 | u | Q 450.00 | Q 900.00 |
| Ventanas | 2 | u | Q 150.00 | Q 300.00 |
| Ráulo | 1 | u | Q 1,720.00 | Q 1,720.00 |
| | | | | |
| TOTAL | | | | Q 18,768.12 |

Tabla No. VII. Herramienta de la red de agua potable

| HERRAMIENTAS + EQUIPO | | | | | |
|------------------------------|----------|------|---------|--------|--------------------|
| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | u | COSTO U | | COSTO PARCIAL |
| Piochas | 15 | U | Q | 35.00 | Q 525.00 |
| Palas | 15 | U | Q | 45.00 | Q 675.00 |
| Carretas | 15 | U | Q | 60.88 | Q 913.20 |
| Bailarina | 60 | DÍAS | Q | 350.00 | Q 21,000.00 |
| Tubería | 1.00 | GL | Q | 700.00 | Q 700.00 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| TOTAL | | | | | Q 23,813.20 |

2.10.2. Cuantificación de mano de obra

Tabla No. VIII. Cuantificación de mano de obra

| MANO DE OBRA | | | | | |
|-----------------------------|----------|----------------|---------|------------|---------------------|
| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | u | COSTO U | | COSTO PARCIAL |
| Corte | 2,600.00 | m ³ | Q | 13.50 | Q 35,100.00 |
| Relleno | 2,580.00 | m ³ | Q | 8.00 | Q 20,640.00 |
| Instalación tubería | 1.00 | GL | Q | 6,719.00 | Q 6,719.00 |
| Conexiones dom. | 942.00 | U | Q | 75.00 | Q 70,650.00 |
| Sistema cloración | 1.00 | GL | Q | 2,500.00 | Q 2,500.00 |
| Cajas y válvulas de control | 11.00 | U | Q | 110.00 | Q 1,210.00 |
| Caseta | 1.00 | GL | Q | 9,318.45 | Q 9,318.45 |
| Ayudantes | 1.00 | GL | Q | 39,073.50 | Q 39,073.50 |
| Prestaciones | 0.65 | % | Q | 185,210.95 | Q 120,387.11 |
| | | | | | |
| TOTAL | | | | | Q 305,598.07 |

2.10.3. Presupuesto final

Tabla No. IX. Presupuesto final red de agua potable

| PRESUPUESTO | | |
|---------------------------------|----------|-----------------------|
| DESCRIPCIÓN | | COSTO |
| MATERIALES TUBERÍA + ACCESORIOS | Q | 367,241.23 |
| MATERIALES VARIOS | Q | 933,546.50 |
| CASETA | Q | 18,768.12 |
| HERRAMIENTAS + EQUIPO | Q | 23,813.20 |
| MANO DE OBRA | Q | 305,598.07 |
| | | |
| COSTO INDIRECTO | Q | 1,648,967.12 |
| | | |
| IMPREVISTOS | 10% | Q 164,896.71 |
| ADMINISTRACIÓN | 10% | Q 164,896.71 |
| UTILIDAD | 20% | Q 329,793.42 |
| TOTAL | | Q 659,586.84 |
| | | |
| IVA | 12% | Q 277,026.47 |
| COSTO TOTAL | | Q 2,585,580.43 |

Tabla No XI. Flujo de caja agua potable

| | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | Total |
|--|-----------|-------------|-----------|-----------|-------------|
| venta de agua | 65,532 0 | | | | 65,532 0 |
| transferencia | 69,185 0 | 881,588 0 | | | 1,542,763 0 |
| operación de instalaciones | | 149,844 0 | 268,848 0 | 188,824 0 | 597,517 0 |
| retribución de los usuarios del servicio | 2,793 0 | | | | 2,793 0 |
| otras ventas | 24,886 0 | 63,773 0 | | | 88,659 0 |
| transferencia de instalaciones | 64,572 0 | 186,444 0 | 38,368 0 | | 289,384 0 |
| venta de equipamiento | | 1,824 0 | 22,453 0 | 24,438 0 | 48,715 0 |
| venta de bienes de capital | 345 0 | 3,884 0 | 3,284 0 | | 7,513 0 |
| Total | 147,182 0 | 1,248,268 0 | 376,663 0 | 454,462 0 | 2,585,585 0 |

Cálculo de la tarifa

El funcionamiento del sistema de agua potable tiene que ser autofinanciable. Por lo cual se tiene que hacer un estudio de pago tarifa por consumo de agua y la tarifa deberá fijarse de manera que atiendan a las necesidades inmediatas del presente, así como las que puedan presentarse en los próximos 5 ó 10 años.

Los costos totales están constituidos por: administración, operación y mantenimiento.

Costos de operación: Consiste en el operador, el fontanero y el suplente del operador de la bomba.

| | | | | |
|------------------------|-----|---------|-------------|-------------|
| Operador | 1 | | | |
| Días de trabajo | 365 | | | |
| | | diario | anual | |
| Salario diario | | Q 45.00 | Q 16,425.00 | |
| Factor de prestaciones | | 1.32 | Q 5,256.00 | |
| Bonificación | | Q 5.00 | Q 1,825.00 | Q 23,506.00 |
| Fontanero | 1 | | | |
| Días de trabajo | 365 | | | |
| | | diario | anual | |
| Salario diario | | Q 55.00 | Q 20,075.00 | |
| Factor de prestaciones | | 1.32 | Q 6,424.00 | |
| Bonificación | | Q 5.00 | Q 1,825.00 | Q 28,324.00 |
| Suplente | 1 | | | |
| Días de trabajo | 147 | | | |
| | | diario | anual | |
| Salario diario | | Q 65.00 | Q 9,555.00 | |
| Factor de prestaciones | | 1.32 | Q 3,057.60 | |
| Bonificación | | Q 5.00 | Q 735.00 | Q 13,347.60 |

Costo de Energía eléctrica

| | | |
|----------------------|---|------------------------|
| potencia de la bomba | = | 35 Hp |
| consumo de energía | = | 15,626.84 Kw/hora -mes |
| costo kw/hora | = | 1.309392 Kw/hora |
| costo de energía | = | Q 20,461.65 Mensual |
| costo de energía | = | Q 245,539.83 Anual |

Sistema de cloración

| | |
|---|-------------|
| capacidad de tanque | 150 Lbs |
| duración de un tanque | 8 días |
| cantidad de tanque por mes | 4 unidades |
| Costo de llenado de tanques con gas cloro | Q 800.00 |
| Costo mensual | Q 3,200.00 |
| Costo anual | Q 38,400.00 |

Reposición de equipo de bombeo

Se estima que a los diez años debe de sustituirse, al menos, el motor y la bomba. Por lo que la tarifa deberá incluir en los primeros diez años el valor anual necesario para tal fin.

| | |
|--------------------------------|-------------|
| costo de bomba + instalación = | |
| valor presente | Q 48,000.00 |
| tasa de interés | 4% |
| Número de años | 10 |
| valor futuro | Q 71,559.00 |
| costo mensual | Q 600.00 |
| costo anual | Q 7,200.00 |

Reparaciones y gastos indirectos

Se estiman los gastos de administración por parte del comité, que son: el costo promedio mensual por compra de papelería y útiles, el viático para el rendimiento de cuentas del tesorero en la gobernación departamental, como el 10% en compra de insumos y las reparaciones para el mantenimiento del sistema, dando un costo anual de Q 35,000.00/año.

Tarifa adoptada

Al integrar el costo anual de cada una de las actividades a realizar para el abastecimiento de agua potable, se calcula:

| | |
|------------------------------------|--------------------|
| • De operación | Q 23,506.00 / año |
| • Fontanero | Q 28,324.00 / año |
| • Suplente del operador | Q 13,347.00 / año |
| • Energía eléctrica | Q 245,000.00 / año |
| • Gas cloro | Q 28,400.00 / año |
| • Reposición de equipo de bombeo | Q 7,200.00 / año |
| • Reparaciones y gastos indirectos | Q 35,000.00 / año |
| Total | Q 367,430.00/ año |

| | |
|---------------------------|--------------|
| costo anual | Q 367,430.00 |
| costo mensual | Q 30,619.17 |
| número de usuarios | 954 |
| costo mensual por usuario | Q 32.10 |

Finalmente da un costo de Q32.10/mensuales.

2.11. Programa de operación y mantenimiento

Tabla No. XII. Programa de operación y mantenimiento

| Parte del sistema | Acción | O | M M | MC | Frecuencia |
|--------------------------------------|---|---|--------|----|------------|
| Tanque de distribución | Limpieza del área | | | | Mensual |
| | Cierre de válvulas en caso de emergencia | | | | Eventual |
| | Revisión de estructuras | | | | Trimestral |
| | Reparación de estructuras | | | | Eventual |
| | Revisión de válvulas | | | | Mensual |
| | Reparación –cambio de válvulas | | | | Eventual |
| | Revisión de fugas en tanque como en línea de distribución | | | | Semanal |
| Cajas de válvulas | Revisión de cajas | | | | Trimestral |
| | Reparación de cajas | | | | Eventual |
| | Revisión de válvulas | | | | Trimestral |
| | Reparación de válvulas | | | | Eventual |
| | Engrase de candado | | | | Trimestral |
| | Limpieza de cajas | | | | Mensual |
| Equipo de bombeo y coloración | Cambio de cilindro | | | | Semanal |
| | Desconectar flipones en caso de fluctuación de la energía eléctrica | | | | Eventual |
| | Reparación de fugas | | | | Eventual |
| Conexiones domiciliarias | Revisión de válvulas de paso | | | | Trimestral |
| | Reparación de válvulas de paso | | | | Eventual |
| | Revisión de válvula de grifo | | | | Trimestral |
| | Reparación-cambio válvula de grifo | | | | Eventual |

O : Operación

MM: Medida de mitigación o mantenimiento preventivo.

MC: Mantenimiento correctivo.

2.12. Evaluación de impacto ambiental red agua potable

Definición : Identificación y evaluación sistemática de los impactos potenciales de proyectos, planes o acciones propuestas, relativo a los componentes físico-químico, biológicos, culturales y socio económicos, del ambiente.

Tiene como fin último motivar y/o promover la consideraciones del ambiente en la planificación y toma de decisiones, y finalmente llegar a acciones que son más ambientalmente compatibles.

Mitigación: Es la implementación de decisiones o actividades diseñadas para reducir en el ambiente los impactos indeseables de una acción propuesta.

2.12.1. Análisis del impacto ambiental.

Fuente de agua

Se perforará un pozo para la obtención del líquido y suplirá de agua a 954 familias.

Construcción:

Durante la construcción los daños serán mínimos, debido a que las excavaciones no son mayores a 100 m³ de tierra y los materiales utilizados no producen ninguna fuente de contaminación.

Operación:

En lo que respecta a la operación, se removerán únicamente raí ces secundarias, por lo que no se provocarán daños considerables.

Red de distribución:

La red de distribución llevará agua a una población de 954 familias. Con una dotación de 150l/ hab. dí a.

Construcción:

En la red de distribución se contempla la excavación de zanjas, instalación de válvulas para que se pueda sectorizar y la construcción de conexiones domiciliarias.

Operación:

La operación de la lí nea de distribución, incluye la limpieza interior, que consiste en remover sólidos atrapados, abriendo la válvula para que salga cualquier sólido; y la limpieza exterior, que consiste en remover todo sólido que ingrese a las cajas de válvulas.

2.12.2. Medidas de mitigación del impacto ambiental.

Fuente de agua:

Construcción:

Debido a que no se hace un movimiento de tierras considerable y que se afecta en un mínimo porcentaje el ambiente, no hay medidas de mitigación factibles a implementar.

Operación:

En la operación no se utilizará ningún líquido contaminante. No se necesitan medidas de mitigación.

Se recomienda como única medida de mitigación, la creación de un programa de reforestación de la cuenca y áreas cercanas.

Red de distribución:

Construcción:

No se afecta seriamente el ambiente. No hay medida de mitigación aplicable.

Operación:

Se recomienda mantener una vigilancia periódica para evitar el desperdicio.

3. DISEÑO DRENAJE SANITARIO

De acuerdo a su propósito existen tres tipos de alcantarillados, la selección de cada uno de ellos depende de las necesidades existentes de las comunidades, las normativas de la región o posiblemente el más significativo, el costo del proyecto. Dentro de los tipos de alcantarillados se puede mencionar el alcantarillado sanitario, el alcantarillado separativo y el alcantarillado combinado.

De la investigación de normas de diseño de instituciones públicas, se estableció que lo más recomendable era la construcción de un sistema de alcantarillado sanitario, esta elección fue en función a las condiciones socio-económicas de la municipalidad y los habitantes de la región.

El alcantarillado sanitario es el que traslada las aguas que llevan los residuos procedentes de las edificaciones.

Al efectuar la selección de la ruta que seguirá el agua, se consideraron los siguientes aspectos:

- a) Iniciar el recorrido en los puntos que tengan las cotas más altas y dirigir el flujo hacia las cotas más bajas.
- b) Se deberá, en la medida de lo posible, seguir con la pendiente natural del terreno, para evitar excavaciones muy profundas y no aumentar los costos del proyecto.
- c) Evitar en la medida de lo posible la conducción del agua en contra de la pendiente del terreno.

3.1. Determinación del caudal sanitario

El caudal que puede transportar el drenaje está determinado por el diámetro, pendiente y velocidad dentro de la tubería. Por norma se dice que el drenaje sanitario trabaja como un canal abierto.

La composición de los caudales de aguas residuales de una comunidad depende del tipo de sistema de recogida que se emplee, y puede incluir los siguientes componentes:

- a) Caudal doméstico o sanitario.
- b) Caudal industrial
- c) Caudal por Infiltración y aportaciones incontroladas

3.1.1. Factor de flujo

Es el valor estadístico, que suele variar entre 1.5 a 4.5 y determina la probabilidad del número de usuarios máximos, que están haciendo uso del sistema. El factor de flujo instantáneo se obtiene por medio de la fórmula de Harmond:

$$Fh = 18 + \sqrt{P}/4 + \sqrt{P}$$

FH = factor de Harmond

P = Población futura en miles.

$$Fh = 18 + \sqrt{8.213}/4 + \sqrt{8.213} \qquad Fh = 4.147$$

3.1.2. Caudal doméstico

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

El factor de reducción es la cantidad de agua que no llegará a la red de alcantarillado debido a jardines, lavado de vehículos, etc. el valor del caudal domiciliar está afectado por un factor que varía entre 0.70 y 0.80.

$$Q_{\text{dom}} = \frac{\text{No. Hab.} * \text{Dotación} * Fr}{86,400}$$

Fr = factor de retorno

3.1.3. Caudal por infiltraciones

Es el caudal que se infiltra en el alcantarillado, el cual depende de la profundidad de la tubería, de la permeabilidad del terreno, la altura de la capa freática, la posibilidad de inundaciones, la determinación de futuras roturas en juntas y otras estructuras, debido a temblores de tierra o asentamientos.

La fórmula para calcular el caudal de infiltración para tuberías que quedarán sobre el nivel freático es:

$$q_i = 0.01 * \emptyset$$

\emptyset = diámetro en pulgadas

3.1.4. Caudal por conexiones ilí citas

Caudal ilegal por aguas de lluvia que se conecten en patios o bajadas de techo por error, por este concepto se agregará un 20% del caudal doméstico, por no contar con drenaje pluvial.

3.1.5. Factor de caudal medio

Este factor se determina por medio de la sumatoria de los caudales que contribuyen al sistema, dividido por el tiempo total en un día y se expresa en lts/hab/seg

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

$$F_{qm} = Q_s / \text{No. habitantes.}$$

Para este análisis se aplicó un $F_{qm} = 0.003$

3.1.6. Caudal de diseño

Para realizar la estimación de la cantidad de agua negra que transportará el alcantarillado en los diferentes puntos donde ésta fluya y cuya expresión está dada por:

$$Q_{diseño} = (\text{No. de habitantes}) * F_{qm} * F_h$$

Hay que tomar en consideración lo siguiente:

$$q_{diseño} < Q_{sección \text{ llena}}$$

3.2. Cálculo de hidráulico

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

3.2.1. Cálculo de velocidades y de diámetros

En general se usaran secciones circulares funcionando como canales a sección parcial llena. La capacidad será de un 75% del diámetro del tubo.

El cálculo de la capacidad, velocidad, diámetro y pendiente se realizó aplicando la formula de Mannig, en sistema métrico, para secciones circulares así :

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

En el cual:

V = Velocidad de flujo a sección llena (m/seg.)

D = Diámetro de la sección circular (pulgadas)

S = Pendiente de la gradiente hidráulica (m/m)

n = Coeficiente de rugosidad de Mannig = 0.0 9 para tubos de PVC

3.2.2. Diámetros mínimos

El diámetro mínimo a utilizar en los alcantarillados sanitarios será de 6" para tubos de PVC, en tramos iniciales, siempre y cuando la tubería sea hidráulicamente capaz de conducir el caudal deseado a las condiciones de velocidades permitidas. Esto se debe a requerimientos de flujo, limpieza y evitar obstrucciones en la tubería

3.2.3. Velocidades máximas y mínimas

Las velocidades mínimas fijadas son con el efecto de que no ocurra asolvamiento en la tubería y que el agua no pueda circular libremente, pero también las velocidades altas producen efectos dañinos, debido a que los sólidos en suspensión (arena, piedras, etc.) hacen efecto abrasivo a la tubería por lo que se recomiendan las siguientes velocidades:

Las velocidades máximas utilizadas en los alcantarillados será de 4.00 m/s para tubos de PVC.

Las velocidades mínimas utilizadas en los alcantarillados será de 0.40 m/s para tubos de PVC.

3.2.4. Velocidad a sección parcial

Al realizar el cálculo de las tuberías que trabajan a sección parcial y poder agilizar de alguna manera los resultados de velocidad, área y caudal, perímetro mojado y radio hidráulico, se relacionaron los términos de la sección totalmente llena, con los de la sección parcial; de los resultados obtenidos, se construyó el gráfico y tabla, con la aplicación de la fórmula de Mannig.

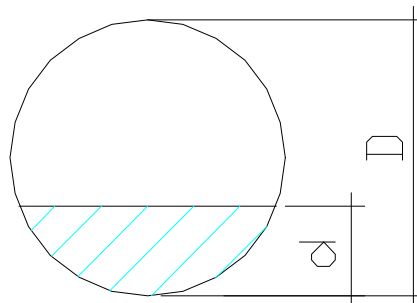
Se deberán determinar los valores de la velocidad y caudal a sección llena, por medio de las ecuaciones ya establecidas; se procederá a obtener la relación (q/Q) , caudal de diseño entre caudal a sección llena; el resultado obtenido se busca en las tablas de relaciones hidráulicas.

La velocidad de flujo está determinada por la pendiente del terreno, el diámetro de la tubería y el tipo de tubería a utilizar. La velocidad de flujo se puede determinar por la fórmula de Mannig y las relaciones hidráulicas de v/V donde v es la velocidad de flujo y V es la velocidad a sección llena.

3.2.5. Especificaciones de tirantes

Por norma el drenaje sanitario funciona como un canal abierto, es decir, no trabaja a presión; el tirante máximo de flujo por transportar lo da la relación d/D , donde d es la profundidad o altura del flujo y D es el diámetro interior de la tubería; esta relación debe ser mayor de 0.10 para que no exista sedimentación en la tubería y menor de 0.75 para que funcione como un canal abierto

Figura 3. Relación de tirante



3.2.6. Diseño del alcantarillado

Para el diseño del sistema de drenaje sanitario se tomaron en cuenta las normas establecidas por el Instituto de Fomento Municipal (INFOM), y las especificaciones técnicas para tubería de PVC; a continuación se muestran los resultados obtenidos en el análisis:

Parámetros de diseño:

| | |
|--------------------------------------|--|
| a) Tipo de sistema | Drenaje sanitario |
| b) Población actual | 5,658 habitantes |
| c) Tasa de crecimiento | 1.63 % |
| d) Periodo de diseño | 20 años |
| e) Población futura | 8,213 habitantes |
| f) Dotación | 150 lts/hab/día |
| g) Diámetro de la tubería | Tramos inicial PVC 6" |
| h) Conexión domiciliar | Pendiente mínima 2% Pendiente máxima 6% |
| i) Factor de retorno de aguas negras | 0.75 |
| j) Cota invert mínima | 1.20 mts |
| k) Material a utilizar | Tubería de PVC norma 3034 |
| l) Coeficiente de rugosidad | 0.009 |
| m) Longitud del alcantarillado | 6,133 m |
| n) Longitud de tubería domiciliar | 6 m por vivienda |
| o) Densidad de vivienda | 6 habitantes /vivienda |

Tabla No. XIII. Caudal de diseño

| Tramo | | COTA TERRENO | | longitud mts. | S % terreno | No de viviendas | | No de habitantes | | población de diseño | | Factor de Flujo | | Q diseño | |
|-------|----|--------------|-------|------------------|----------------|-----------------|-----------|------------------|-----------|---------------------|-----------|-----------------|--------|----------|--------|
| De | a | inicial | final | | | parcial | acumulado | Parcial | acumulado | parcial | acumulado | actual | futuro | actual | futuro |
| 1 | 2 | 99.43 | 98.74 | 43.46 | 1.59 | 7 | 7 | 42 | 42 | 61 | 61 | 4.296 | 4.296 | 0.541 | 0.786 |
| 2 | 3 | 98.74 | 97.13 | 119.73 | 1.34 | 2 | 9 | 12 | 54 | 18 | 79 | 4.386 | 4.270 | 0.711 | 1.012 |
| 3 | 4 | 97.13 | 95.49 | 95.55 | 1.72 | 22 | 31 | 132 | 186 | 192 | 270 | 4.154 | 4.098 | 2.318 | 3.319 |
| 4 | 5 | 95.49 | 95.21 | 37.23 | 0.75 | 0 | 31 | 0 | 186 | 0 | 270 | 4.500 | 4.098 | 2.511 | 3.319 |
| 6 | 5 | 96.77 | 95.21 | 94.26 | 1.65 | 10 | 10 | 60 | 60 | 88 | 88 | 4.258 | 4.258 | 0.767 | 1.124 |
| 5 | 7 | 95.21 | 95.04 | 32.29 | 0.53 | 2 | 43 | 12 | 258 | 18 | 375 | 4.386 | 4.035 | 3.395 | 4.540 |
| 2 | 6 | 98.74 | 96.77 | 122.73 | 1.61 | 11 | 11 | 66 | 66 | 96 | 96 | 4.248 | 4.248 | 0.841 | 1.224 |
| 6 | 7 | 96.77 | 95.04 | 95.09 | 1.82 | 10 | 21 | 60 | 126 | 88 | 183 | 4.258 | 4.162 | 1.610 | 2.285 |
| 7 | 8 | 95.04 | 94.49 | 36.75 | 1.50 | 4 | 68 | 24 | 408 | 35 | 593 | 4.344 | 3.935 | 5.317 | 7.000 |
| 9 | 8 | 94.85 | 94.49 | 41.08 | 0.88 | 7 | 7 | 42 | 42 | 61 | 61 | 4.296 | 4.296 | 0.541 | 0.786 |
| 8 | 10 | 94.49 | 94.25 | 37.24 | 0.64 | 4 | 79 | 24 | 474 | 35 | 689 | 4.344 | 3.899 | 6.177 | 8.058 |
| 11 | 10 | 95.12 | 94.25 | 55.60 | 1.56 | 10 | 10 | 60 | 60 | 88 | 88 | 4.258 | 4.258 | 0.767 | 1.124 |
| 10 | 12 | 94.25 | 94.11 | 36.39 | 0.38 | 4 | 93 | 24 | 558 | 35 | 810 | 4.344 | 3.857 | 7.271 | 9.373 |
| 13 | 12 | 95.40 | 94.11 | 68.25 | 1.89 | 13 | 13 | 78 | 78 | 114 | 114 | 4.228 | 4.228 | 0.989 | 1.446 |
| 12 | 14 | 94.11 | 93.88 | 36.63 | 0.63 | 4 | 110 | 24 | 660 | 35 | 959 | 4.344 | 3.812 | 8.600 | 10.966 |
| 15 | 14 | 95.31 | 93.88 | 80.89 | 1.77 | 15 | 15 | 90 | 90 | 131 | 131 | 4.210 | 4.210 | 1.137 | 1.654 |
| 14 | 16 | 93.88 | 93.17 | 36.27 | 1.96 | 4 | 129 | 24 | 774 | 35 | 1.124 | 4.344 | 3.767 | 10.086 | 12.701 |
| 17 | 16 | 95.00 | 93.17 | 90.83 | 2.01 | 18 | 18 | 108 | 108 | 157 | 157 | 4.185 | 4.185 | 1.356 | 1.971 |
| 16 | 10 | 93.17 | 92.36 | 37.16 | 2.18 | 4 | 151 | 24 | 906 | 35 | 1.316 | 4.344 | 3.720 | 11.806 | 14.686 |
| 19 | 18 | 94.33 | 92.36 | 102.04 | 1.93 | 21 | 21 | 126 | 126 | 183 | 183 | 4.162 | 4.162 | 1.573 | 2.285 |
| 19 | 20 | 92.36 | 91.54 | 36.94 | 2.22 | 4 | 176 | 24 | 1.056 | 35 | 1.533 | 4.344 | 3.673 | 13.761 | 16.891 |
| 21 | 20 | 92.42 | 91.54 | 113.76 | 0.77 | 23 | 23 | 138 | 138 | 201 | 201 | 4.147 | 4.147 | 1.717 | 2.501 |

CONTINUA

| Tramo | | COTA TERRENO | | longitud | S % | No de viviendas | | No de habitantes | | población de diseño | | Factor de Flujo | | Q diseño | |
|-------|----|--------------|-------|----------|---------|-----------------|-----------|------------------|-----------|---------------------|-----------|-----------------|--------|----------|--------|
| De | a | inicial | final | mts. | terreno | parcial | acumulado | parcial | acumulado | parcial | acumulado | actual | futuro | actual | futuro |
| 22 | 23 | 90.82 | 90.37 | 86.51 | 0.52 | 17 | 220 | 102 | 1.320 | 149 | 1.917 | 4.192 | 3.600 | 16.600 | 20.704 |
| 24 | 23 | 91.53 | 90.37 | 97.17 | 1.19 | 21 | 21 | 126 | 126 | 183 | 183 | 4.162 | 4.162 | 1.573 | 2.285 |
| 23 | 25 | 90.37 | 90.18 | 36.10 | 0.53 | 0 | 241 | 0 | 1.446 | 0 | 2.099 | 4.500 | 3.569 | 19.521 | 22.476 |
| 26 | 25 | 90.62 | 90.18 | 105.57 | 0.42 | 22 | 22 | 132 | 132 | 192 | 192 | 4.154 | 4.154 | 1.645 | 2.393 |
| 25 | 27 | 90.18 | 90.02 | 36.12 | 0.44 | 0 | 263 | 0 | 1.578 | 0 | 2.291 | 4.500 | 3.539 | 21.303 | 24.325 |
| 27 | 29 | 90.02 | 89.85 | 35.91 | 0.47 | 0 | 263 | 0 | 1.578 | 0 | 2.291 | 4.500 | 3.539 | 21.303 | 24.325 |
| 30 | 29 | 90.50 | 89.85 | 119.27 | 0.54 | 26 | 26 | 156 | 156 | 227 | 227 | 4.127 | 4.127 | 1.932 | 2.811 |
| 29 | 31 | 89.85 | 89.59 | 35.98 | 0.72 | 0 | 289 | 0 | 1.734 | 0 | 2.517 | 4.500 | 3.506 | 23.409 | 26.474 |
| 32 | 31 | 90.00 | 89.59 | 126.16 | 0.32 | 27 | 27 | 162 | 162 | 236 | 236 | 4.121 | 4.121 | 2.003 | 2.918 |
| 31 | 33 | 89.59 | 89.30 | 35.88 | 0.81 | 0 | 316 | 0 | 1.896 | 0 | 2.753 | 4.500 | 3.474 | 25.596 | 28.690 |
| 34 | 33 | 89.50 | 89.30 | 132.93 | 0.15 | 26 | 26 | 156 | 156 | 227 | 227 | 4.127 | 4.127 | 1.932 | 2.811 |
| 33 | 35 | 89.30 | 89.01 | 36.30 | 0.80 | 0 | 342 | 0 | 2.052 | 0 | 2.979 | 4.500 | 3.445 | 27.702 | 30.788 |
| 36 | 35 | 88.50 | 89.01 | 139.83 | -0.36 | 30 | 30 | 180 | 180 | 262 | 262 | 4.103 | 4.103 | 2.216 | 3.225 |
| 35 | 37 | 89.01 | 88.58 | 36.85 | 1.17 | 0 | 372 | 0 | 2.232 | 0 | 3.240 | 4.500 | 3.414 | 30.132 | 33.182 |
| 38 | 37 | 89.00 | 88.58 | 146.75 | 0.29 | 32 | 32 | 192 | 192 | 279 | 279 | 4.092 | 4.092 | 2.357 | 3.425 |
| 37 | 39 | 88.58 | 87.34 | 35.66 | 3.48 | 0 | 404 | 0 | 2.424 | 0 | 3.519 | 4.500 | 3.383 | 32.724 | 35.710 |
| 40 | 39 | 87.50 | 87.34 | 152.77 | 0.10 | 33 | 33 | 198 | 198 | 288 | 288 | 4.086 | 4.086 | 2.427 | 3.530 |
| 39 | 41 | 87.34 | 85.90 | 36.07 | 3.99 | 0 | 437 | 0 | 2.622 | 0 | 3.806 | 4.500 | 3.353 | 35.397 | 38.280 |
| 42 | 41 | 86.57 | 85.90 | 159.55 | 0.42 | 35 | 35 | 210 | 210 | 305 | 305 | 4.075 | 4.075 | 2.567 | 3.729 |
| 41 | 43 | 85.90 | 84.55 | 36.04 | 3.75 | 0 | 472 | 0 | 2.832 | 0 | 4.111 | 4.500 | 3.323 | 38.232 | 40.978 |
| 44 | 43 | 86.07 | 84.55 | 166.27 | 0.91 | 37 | 37 | 222 | 222 | 323 | 323 | 4.065 | 4.065 | 2.707 | 3.939 |
| 43 | 45 | 84.55 | 83.77 | 36.07 | 2.16 | 0 | 509 | 0 | 3.054 | 0 | 4.434 | 4.500 | 3.293 | 41.229 | 43.803 |
| 60 | 61 | 85.27 | 84.69 | 59.84 | 0.97 | 7 | 7 | 42 | 42 | 61 | 61 | 4.296 | 4.296 | 0.541 | 0.786 |

CONTINUA

| Tramo | | COTA TERRENO | | longitud | S % | No de viviendas | | No de habitantes | | población de diseño | | Factor de Flujo | | Q diseño | |
|-------|----|--------------|-------|----------|---------|-----------------|-----------|------------------|-----------|---------------------|-----------|-----------------|--------|----------|--------|
| De | a | inicial | final | mts. | terreno | parcial | acumulado | parcial | acumulado | parcial | acumulado | actual | futuro | actual | futuro |
| 61 | 45 | 84.69 | 83.77 | 173.16 | 0.53 | 25 | 32 | 150 | 192 | 218 | 279 | 4.134 | 4.092 | 2.381 | 3.425 |
| 45 | 58 | 83.77 | 83.31 | 33.36 | 1.38 | 0 | 541 | 0 | 3.246 | 0 | 4.712 | 4.500 | 3.269 | 43.821 | 46.207 |
| 62 | 63 | 84.71 | 84.17 | 164.79 | 0.33 | 1 | 20 | 6 | 120 | 9 | 175 | 4.419 | 4.169 | 1.591 | 2.189 |
| 58 | 63 | 83.31 | 84.17 | 118.86 | -0.72 | 23 | 942 | 138 | 5.652 | 201 | 8.205 | 4.147 | 3.039 | 70.321 | 74.817 |
| 22 | 46 | 90.82 | 90.18 | 36.72 | 1.74 | 4 | 4 | 24 | 24 | 35 | 35 | 4.344 | 4.344 | 0.313 | 0.456 |
| 25 | 46 | 90.18 | 90.18 | 93.35 | 0.00 | 19 | 19 | 114 | 114 | 166 | 166 | 4.176 | 4.176 | 1.428 | 2.080 |
| 46 | 47 | 90.18 | 89.54 | 36.48 | 1.75 | 4 | 27 | 24 | 162 | 35 | 236 | 4.344 | 4.121 | 2.111 | 2.918 |
| 27 | 47 | 90.02 | 89.54 | 99.68 | 0.48 | 20 | 20 | 120 | 120 | 175 | 175 | 4.169 | 4.169 | 1.501 | 2.189 |
| 47 | 48 | 89.54 | 89.03 | 36.18 | 1.41 | 4 | 51 | 24 | 306 | 35 | 445 | 4.344 | 4.000 | 3.987 | 5.340 |
| 29 | 48 | 89.85 | 89.03 | 106.68 | 0.77 | 22 | 22 | 132 | 132 | 192 | 192 | 4.154 | 4.154 | 1.645 | 2.393 |
| 48 | 49 | 89.03 | 88.71 | 36.56 | 0.88 | 4 | 77 | 24 | 462 | 35 | 671 | 4.344 | 3.905 | 6.020 | 7.861 |
| 31 | 49 | 89.59 | 88.71 | 113.33 | 0.78 | 23 | 23 | 138 | 138 | 201 | 201 | 4.147 | 4.147 | 1.717 | 2.501 |
| 49 | 50 | 88.71 | 87.91 | 36.75 | 2.18 | 4 | 104 | 24 | 624 | 35 | 906 | 4.344 | 3.827 | 8.131 | 10.402 |
| 33 | 50 | 89.30 | 87.91 | 120.11 | 1.16 | 25 | 25 | 150 | 150 | 218 | 218 | 4.134 | 4.134 | 1.860 | 2.704 |
| 50 | 51 | 87.91 | 87.00 | 36.84 | 2.47 | 4 | 133 | 24 | 798 | 35 | 1.159 | 4.344 | 3.758 | 10.399 | 13.066 |
| 35 | 51 | 89.01 | 87.00 | 126.94 | 1.58 | 27 | 27 | 162 | 162 | 236 | 236 | 4.121 | 4.121 | 2.003 | 2.918 |
| 51 | 52 | 87.00 | 86.12 | 36.61 | 2.40 | 4 | 164 | 24 | 984 | 35 | 1.429 | 4.344 | 3.695 | 12.822 | 15.839 |
| 37 | 52 | 88.58 | 86.12 | 133.66 | 1.84 | 28 | 28 | 168 | 168 | 244 | 244 | 4.115 | 4.115 | 2.074 | 3.012 |
| 52 | 53 | 86.12 | 85.46 | 36.71 | 1.80 | 4 | 196 | 24 | 1.176 | 35 | 1.708 | 4.344 | 3.638 | 15.324 | 18.641 |
| 39 | 53 | 87.34 | 85.46 | 140.39 | 1.34 | 30 | 30 | 180 | 180 | 262 | 262 | 4.103 | 4.103 | 2.216 | 3.225 |
| 53 | 54 | 85.46 | 84.85 | 36.12 | 1.69 | 4 | 230 | 24 | 1.380 | 35 | 2.004 | 4.344 | 3.585 | 17.983 | 21.554 |
| 41 | 54 | 85.90 | 84.85 | 147.16 | 0.71 | 31 | 31 | 186 | 186 | 270 | 270 | 4.098 | 4.098 | 2.286 | 3.319 |
| 54 | 55 | 84.85 | 84.24 | 37.26 | 1.64 | 4 | 265 | 24 | 1.590 | 35 | 2.308 | 4.344 | 3.537 | 20.719 | 24.487 |

CONTINUA

| Tramo | | COTA TERRENO | | longitud | S % | No de viviendas | | No de habitantes | | población de diseño | | Factor de Flujo | | Q diseño | |
|-------|----|--------------|-------|----------|---------|-----------------|-----------|------------------|-----------|---------------------|-----------|-----------------|--------|----------|--------|
| De | a | inicial | final | mts. | terreno | parcial | acumulado | parcial | acumulado | parcial | acumulado | actual | futuro | actual | Futuro |
| 43 | 55 | 84.55 | 84.24 | 153.80 | 0.20 | 33 | 33 | 198 | 198 | 288 | 288 | 4.086 | 4.086 | 2.427 | 3.530 |
| 55 | 56 | 84.24 | 83.87 | 35.75 | 1.03 | 4 | 302 | 24 | 1.812 | 35 | 2.631 | 4.344 | 3.490 | 23.612 | 27.548 |
| 45 | 56 | 83.77 | 83.87 | 160.67 | -0.06 | 34 | 34 | 204 | 204 | 297 | 297 | 4.080 | 4.080 | 2.497 | 3.636 |
| 56 | 57 | 83.87 | 83.83 | 19.36 | 0.21 | 3 | 339 | 18 | 2.034 | 27 | 2.953 | 4.362 | 3.448 | 26.616 | 30.548 |
| 57 | 58 | 83.83 | 83.31 | 164.79 | 0.32 | 19 | 358 | 114 | 2.148 | 166 | 3.118 | 4.176 | 3.428 | 26.913 | 32.067 |

Tabla No. XIV. Diámetro de tubería

| Tramo | | Cota Terreno | | longitud m | S % terreno | Q diseño | | V | | Ø | S % tubería | Sección Llena | | diseño Actual | | | diseño futuro | | |
|-------|----|--------------|--------|---------------|----------------|----------|--------|--------|--------|---|----------------|------------------|-------|---------------|-------|-------|---------------|------|-------|
| de | a | inicial | final | | | actual | Futuro | actual | Futuro | | | V | Q | q/Q | v/V | d/D | q/Q | v/V | d/D |
| 1 | 2 | 99.430 | 98.740 | 43.460 | 1.59 | 0.54 | 0.79 | 1.01 | 0.73 | 6 | 1.90% | 1.73 | 31.63 | 0.0171 | 0.58 | 0.091 | 0.0249 | 0.42 | 0.109 |
| 2 | 3 | 98.740 | 97.130 | 119.730 | 1.34 | 0.71 | 1.01 | 0.74 | 0.63 | 6 | 1.00% | 1.26 | 22.95 | 0.0310 | 0.59 | 0.121 | 0.0441 | 0.50 | 0.095 |
| 3 | 4 | 97.130 | 95.490 | 95.550 | 1.72 | 2.32 | 3.32 | 0.97 | 1.08 | 6 | 1.70% | 1.64 | 29.92 | 0.0775 | 0.593 | 0.188 | 0.1109 | 0.66 | 0.225 |
| 4 | 5 | 95.490 | 95.210 | 37.230 | 0.75 | 2.51 | 3.32 | 0.69 | 0.75 | 6 | 0.60% | 0.97 | 17.78 | 0.1413 | 0.707 | 0.254 | 0.1867 | 0.77 | 0.239 |
| 6 | 5 | 96.770 | 95.210 | 94.260 | 1.65 | 0.77 | 1.12 | 0.67 | 0.75 | 6 | 1.50% | 1.54 | 28.11 | 0.0273 | 0.436 | 0.114 | 0.0400 | 0.49 | 0.136 |
| 5 | 7 | 95.210 | 95.040 | 32.290 | 0.53 | 3.40 | 4.54 | 0.90 | 0.98 | 6 | 1.00% | 1.26 | 22.95 | 0.1479 | 0.717 | 0.260 | 0.1978 | 0.78 | 0.300 |
| 2 | 6 | 98.740 | 96.770 | 122.730 | 1.61 | 0.84 | 1.22 | 0.65 | 0.72 | 6 | 1.40% | 1.49 | 27.15 | 0.0310 | 0.436 | 0.114 | 0.0451 | 0.49 | 0.136 |
| 6 | 7 | 96.770 | 95.040 | 95.090 | 1.82 | 1.61 | 2.28 | 0.84 | 0.93 | 6 | 1.50% | 1.54 | 28.11 | 0.0573 | 0.544 | 0.163 | 0.0813 | 0.60 | 0.193 |
| 7 | 8 | 95.040 | 94.490 | 36.750 | 1.50 | 5.32 | 7.00 | 1.02 | 1.10 | 6 | 1.00% | 1.26 | 22.95 | 0.2317 | 0.815 | 0.328 | 0.3050 | 0.88 | 0.379 |
| 9 | 8 | 94.850 | 94.490 | 41.080 | 0.88 | 0.54 | 0.79 | 0.52 | 0.59 | 6 | 1.00% | 1.26 | 22.95 | 0.0236 | 0.416 | 0.106 | 0.0343 | 0.47 | 0.127 |
| 8 | 10 | 94.490 | 94.250 | 37.240 | 0.64 | 6.18 | 8.06 | 0.83 | 0.89 | 6 | 0.50% | 0.89 | 16.23 | 0.3806 | 0.932 | 0.428 | 0.4966 | 1.00 | 0.498 |
| 11 | 10 | 95.120 | 94.250 | 55.600 | 1.56 | 0.77 | 1.12 | 0.66 | 0.73 | 6 | 1.40% | 1.49 | 27.15 | 0.0282 | 0.441 | 0.116 | 0.0414 | 0.49 | 0.139 |
| 10 | 12 | 94.250 | 94.110 | 36.390 | 0.38 | 7.27 | 9.37 | 0.87 | 0.92 | 6 | 0.50% | 0.89 | 16.23 | 0.4481 | 0.972 | 0.469 | 0.5776 | 1.04 | 0.557 |
| 13 | 12 | 95.400 | 94.110 | 68.250 | 1.89 | 0.99 | 1.45 | 0.77 | 0.87 | 6 | 1.80% | 1.69 | 30.79 | 0.0321 | 0.457 | 0.123 | 0.0470 | 0.51 | 0.148 |
| 12 | 14 | 94.110 | 93.880 | 36.630 | 0.63 | 8.60 | 10.97 | 0.90 | 0.96 | 6 | 0.50% | 0.89 | 16.23 | 0.5300 | 1.015 | 0.523 | 0.6758 | 1.07 | 0.602 |
| 15 | 14 | 95.310 | 93.880 | 80.890 | 1.77 | 1.14 | 1.65 | 0.79 | 0.88 | 6 | 1.70% | 1.64 | 29.92 | 0.0380 | 0.482 | 0.134 | 0.0553 | 0.54 | 0.160 |
| 14 | 16 | 93.880 | 93.170 | 36.270 | 1.96 | 10.09 | 12.70 | 1.34 | 1.42 | 6 | 1.30% | 1.43 | 26.17 | 0.3855 | 0.935 | 0.431 | 0.4854 | 0.99 | 0.491 |
| 17 | 16 | 95.000 | 93.170 | 90.830 | 2.01 | 1.36 | 1.97 | 0.88 | 0.98 | 6 | 2.00% | 1.78 | 32.45 | 0.0418 | 0.495 | 0.140 | 0.0607 | 0.55 | 0.167 |
| 16 | 18 | 93.170 | 92.360 | 37.160 | 2.18 | 11.81 | 14.69 | 1.64 | 1.74 | 6 | 2.00% | 1.78 | 32.45 | 0.3638 | 0.921 | 0.417 | 0.4525 | 0.98 | 0.472 |
| 19 | 18 | 94.330 | 92.360 | 102.040 | 1.93 | 1.57 | 2.28 | 0.92 | 1.03 | 6 | 2.00% | 1.78 | 32.45 | 0.0485 | 0.517 | 0.150 | 0.0704 | 0.58 | 0.180 |
| 18 | 20 | 92.360 | 91.540 | 36.940 | 2.22 | 13.76 | 16.89 | 1.71 | 1.80 | 6 | 2.00% | 1.78 | 32.45 | 0.4240 | 0.960 | 0.455 | 0.5205 | 1.01 | 0.512 |
| 21 | 20 | 92.420 | 91.540 | 113.760 | 0.77 | 1.72 | 2.50 | 0.62 | 0.69 | 6 | 0.60% | 0.97 | 17.78 | 0.0966 | 0.633 | 0.210 | 0.1407 | 0.71 | 0.253 |
| 24 | 23 | 91.530 | 90.370 | 97.170 | 1.19 | 1.57 | 2.28 | 0.74 | 0.83 | 6 | 1.10% | 1.32 | 24.07 | 0.0654 | 0.564 | 0.173 | 0.0949 | 0.63 | 0.209 |

CONTINUA

| Tramo | | Cota Terreno | | longitud | S % | Q diseño | | V | | Ø | S % | Sección Llena | | diseño Actual | | | diseño futuro | | |
|-------|----|--------------|--------|----------|------|----------|-------|------|------|---|-------|---------------|-------|---------------|-------|-------|---------------|------|-------|
| 23 | 25 | 90.370 | 90.180 | 36.100 | 0.53 | 19.52 | 22.48 | 0.60 | 1.43 | 8 | 0.90% | 1.45 | 46.89 | 0.4163 | 0.417 | 0.450 | 0.4794 | 0.99 | 0.488 |
| 26 | 25 | 90.620 | 90.180 | 105.570 | 0.42 | 1.65 | 2.39 | 0.57 | 0.64 | 6 | 0.50% | 0.89 | 16.23 | 0.1014 | 0.642 | 0.215 | 0.1475 | 0.72 | 0.260 |
| 25 | 27 | 90.180 | 90.020 | 36.120 | 0.44 | 21.30 | 24.32 | 1.32 | 1.36 | 8 | 0.75% | 1.32 | 42.80 | 0.4977 | 0.999 | 0.499 | 0.5683 | 1.03 | 0.540 |
| 27 | 29 | 90.020 | 89.850 | 35.910 | 0.47 | 21.30 | 24.32 | 1.35 | 1.40 | 8 | 0.80% | 1.36 | 44.20 | 0.4819 | 0.994 | 0.493 | 0.5503 | 1.02 | 0.530 |
| 30 | 29 | 90.500 | 89.850 | 119.270 | 0.54 | 1.93 | 2.81 | 0.67 | 0.75 | 6 | 0.70% | 1.05 | 19.20 | 0.1006 | 0.640 | 0.214 | 0.1464 | 0.71 | 0.205 |
| 29 | 31 | 89.850 | 89.590 | 35.980 | 0.72 | 23.41 | 26.47 | 1.41 | 1.46 | 8 | 0.85% | 1.41 | 45.57 | 0.5137 | 1.007 | 0.508 | 0.5810 | 1.04 | 0.547 |
| 32 | 31 | 90.000 | 89.590 | 126.160 | 0.32 | 2.00 | 2.92 | 0.56 | 0.62 | 6 | 0.40% | 0.80 | 14.51 | 0.1380 | 0.702 | 0.251 | 0.2010 | 0.78 | 0.304 |
| 31 | 33 | 89.590 | 89.300 | 35.880 | 0.81 | 25.60 | 28.69 | 1.38 | 1.41 | 8 | 0.75% | 1.32 | 42.80 | 0.5980 | 1.044 | 0.557 | 0.6703 | 1.07 | 0.599 |
| 34 | 33 | 89.500 | 89.300 | 132.930 | 0.15 | 1.93 | 2.81 | 0.55 | 0.62 | 6 | 0.40% | 0.80 | 14.51 | 0.1331 | 0.696 | 0.247 | 0.1937 | 0.77 | 0.298 |
| 33 | 35 | 89.300 | 89.010 | 36.300 | 0.80 | 27.70 | 30.79 | 1.51 | 1.54 | 8 | 0.90% | 1.45 | 46.89 | 0.5908 | 1.041 | 0.553 | 0.6567 | 1.07 | 0.591 |
| 36 | 35 | 88.500 | 89.010 | 139.830 | 0.36 | 2.22 | 3.22 | 0.58 | 0.64 | 6 | 0.40% | 0.80 | 14.51 | 0.1527 | 0.723 | 0.264 | 0.2222 | 0.80 | 0.320 |
| 35 | 37 | 89.010 | 88.580 | 36.850 | 1.17 | 30.13 | 33.18 | 1.63 | 1.67 | 8 | 1.05% | 1.56 | 50.64 | 0.5950 | 1.043 | 0.555 | 0.6552 | 1.07 | 0.590 |
| 38 | 37 | 89.000 | 88.580 | 146.750 | 0.29 | 2.36 | 3.42 | 0.58 | 0.65 | 6 | 0.40% | 0.80 | 14.51 | 0.1624 | 0.735 | 0.272 | 0.2360 | 0.82 | 0.330 |
| 37 | 39 | 88.580 | 87.340 | 35.660 | 3.48 | 32.72 | 35.71 | 1.75 | 1.78 | 8 | 1.20% | 1.67 | 54.14 | 0.6044 | 1.047 | 0.561 | 0.6596 | 1.07 | 0.593 |
| 40 | 39 | 87.500 | 87.340 | 152.770 | 0.10 | 2.43 | 3.53 | 0.59 | 0.66 | 6 | 0.40% | 0.80 | 14.51 | 0.1672 | 0.743 | 0.277 | 0.2432 | 0.83 | 0.336 |
| 39 | 41 | 87.340 | 85.900 | 36.070 | 3.99 | 35.40 | 38.28 | 2.51 | 2.57 | 8 | 3.00% | 2.64 | 85.60 | 0.4135 | 0.952 | 0.448 | 0.4472 | 0.97 | 0.469 |
| 42 | 41 | 86.570 | 85.900 | 159.550 | 0.42 | 2.57 | 3.73 | 0.65 | 0.72 | 6 | 0.50% | 0.89 | 16.23 | 0.1582 | 0.730 | 0.269 | 0.2298 | 0.81 | 0.321 |
| 41 | 43 | 85.900 | 84.550 | 36.040 | 3.75 | 38.23 | 40.98 | 2.69 | 2.74 | 8 | 3.40% | 2.81 | 91.13 | 0.4195 | 0.956 | 0.452 | 0.4497 | 0.97 | 0.470 |
| 44 | 43 | 86.070 | 84.550 | 166.270 | 0.91 | 2.71 | 3.94 | 0.84 | 0.94 | 6 | 1.00% | 1.26 | 22.95 | 0.1180 | 0.671 | 0.232 | 0.1716 | 0.75 | 0.281 |
| 43 | 45 | 84.550 | 83.770 | 36.070 | 2.16 | 41.23 | 43.80 | 2.24 | 2.28 | 8 | 2.00% | 2.16 | 69.89 | 0.5899 | 1.041 | 0.552 | 0.6267 | 1.06 | 0.575 |
| 60 | 61 | 85.270 | 84.690 | 59.840 | 0.97 | 0.54 | 0.79 | 0.48 | 0.54 | 6 | 0.80% | 1.13 | 20.53 | 0.0264 | 0.431 | 0.112 | 0.0383 | 0.48 | 0.134 |
| 61 | 45 | 84.690 | 83.770 | 173.160 | 0.53 | 2.38 | 3.42 | 0.64 | 0.71 | 6 | 0.50% | 0.89 | 16.23 | 0.1467 | 0.715 | 0.259 | 0.2111 | 0.79 | 0.312 |
| 45 | 58 | 83.770 | 83.310 | 33.360 | 1.38 | 43.82 | 46.21 | 2.28 | 2.30 | 8 | 2.00% | 2.16 | 69.89 | 0.6270 | 1.056 | 0.574 | 0.6611 | 1.07 | 0.594 |
| 60 | 62 | 85.270 | 84.710 | 51.190 | 1.09 | 0.77 | 1.12 | 0.58 | 0.65 | 6 | 1.00% | 1.26 | 22.95 | 0.0334 | 0.462 | 0.125 | 0.0490 | 0.52 | 0.151 |
| 61 | 63 | 84.690 | 84.170 | 44.490 | 1.17 | 0.69 | 1.01 | 0.63 | 0.71 | 6 | 1.40% | 1.49 | 27.15 | 0.0255 | 0.426 | 0.110 | 0.0373 | 0.48 | 0.132 |
| 62 | 63 | 84.710 | 84.170 | 46.890 | 1.15 | 1.59 | 2.19 | 0.72 | 0.79 | 6 | 1.00% | 1.26 | 22.95 | 0.0693 | 0.576 | 0.179 | 0.0954 | 0.63 | 0.209 |

CONTINUA

| Tramo | | Cota Terreno | | longitud | S % | Q diseño | | V | | Ø | S % | Sección Llena | | diseño Actual | | | diseño futuro | | |
|-------|----|--------------|--------|----------|------|----------|-------|------|------|----|-------|---------------|--------|---------------|-------|-------|---------------|------|-------|
| 58 | 63 | 83.310 | 84.170 | 118.860 | 0.72 | 70.32 | 74.82 | 1.52 | 1.54 | 12 | 0.50% | 1.41 | 103.04 | 0.6825 | 1.076 | 0.606 | 0.7261 | 1.09 | 0.780 |
| 22 | 46 | 90.820 | 90.180 | 36.720 | 1.74 | 0.31 | 0.46 | 0.32 | 0.36 | 6 | 0.40% | 0.80 | 14.51 | 0.0215 | 0.404 | 0.101 | 0.0314 | 0.45 | 0.122 |
| 25 | 46 | 90.180 | 90.180 | 93.350 | 0.00 | 1.43 | 2.08 | 0.51 | 0.56 | 6 | 0.40% | 0.80 | 14.51 | 0.0984 | 0.637 | 0.212 | 0.1433 | 0.71 | 0.254 |
| 46 | 47 | 90.180 | 89.540 | 36.480 | 1.75 | 2.11 | 2.92 | 0.71 | 0.78 | 6 | 0.75% | 1.09 | 19.87 | 0.1062 | 0.651 | 0.220 | 0.1468 | 0.71 | 0.185 |
| 27 | 47 | 90.020 | 89.540 | 99.680 | 0.48 | 1.50 | 2.19 | 0.56 | 0.62 | 6 | 0.50% | 0.89 | 16.23 | 0.0925 | 0.626 | 0.206 | 0.1349 | 0.70 | 0.193 |
| 47 | 48 | 89.540 | 89.030 | 36.180 | 1.41 | 3.99 | 5.34 | 1.01 | 1.09 | 6 | 1.20% | 1.38 | 25.14 | 0.1586 | 0.730 | 0.269 | 0.2124 | 0.79 | 0.313 |
| 29 | 48 | 89.850 | 89.030 | 106.680 | 0.77 | 1.65 | 2.39 | 0.64 | 0.72 | 6 | 0.70% | 1.05 | 19.20 | 0.0857 | 0.611 | 0.198 | 0.1246 | 0.68 | 0.182 |
| 48 | 49 | 89.030 | 88.710 | 36.560 | 0.88 | 6.02 | 7.86 | 0.94 | 1.00 | 6 | 0.70% | 1.05 | 19.20 | 0.3136 | 0.889 | 0.388 | 0.4094 | 0.95 | 0.445 |
| 31 | 49 | 89.590 | 88.710 | 113.330 | 0.78 | 1.72 | 2.50 | 0.70 | 0.78 | 6 | 0.85% | 1.16 | 21.16 | 0.0812 | 0.602 | 0.193 | 0.1182 | 0.67 | 0.232 |
| 49 | 50 | 88.710 | 87.910 | 36.750 | 2.18 | 8.13 | 10.40 | 1.48 | 1.58 | 6 | 2.00% | 1.78 | 32.45 | 0.2505 | 0.832 | 0.341 | 0.3205 | 0.89 | 0.389 |
| 33 | 50 | 89.300 | 87.910 | 120.110 | 1.16 | 1.86 | 2.70 | 0.81 | 0.90 | 6 | 1.20% | 1.38 | 25.14 | 0.0740 | 0.585 | 0.184 | 0.1076 | 0.65 | 0.221 |
| 50 | 51 | 87.910 | 87.000 | 36.840 | 2.47 | 10.40 | 13.07 | 1.64 | 1.74 | 6 | 2.20% | 1.87 | 34.04 | 0.3055 | 0.878 | 0.379 | 0.3839 | 0.93 | 0.429 |
| 35 | 51 | 89.010 | 87.000 | 126.940 | 1.58 | 2.00 | 2.92 | 0.92 | 1.03 | 6 | 1.65% | 1.62 | 29.48 | 0.0679 | 0.568 | 0.175 | 0.0990 | 0.64 | 0.213 |
| 51 | 52 | 87.000 | 86.120 | 36.610 | 2.40 | 12.82 | 15.84 | 1.76 | 1.86 | 6 | 2.30% | 1.91 | 34.80 | 0.3684 | 0.924 | 0.420 | 0.4551 | 0.97 | 0.473 |
| 37 | 52 | 88.580 | 86.120 | 133.660 | 1.84 | 2.07 | 3.01 | 0.98 | 1.09 | 6 | 1.90% | 1.73 | 31.63 | 0.0656 | 0.564 | 0.174 | 0.0952 | 0.63 | 0.209 |
| 52 | 53 | 86.120 | 85.460 | 36.710 | 1.80 | 15.32 | 18.64 | 1.65 | 1.73 | 6 | 1.70% | 1.64 | 29.92 | 0.5122 | 1.006 | 0.508 | 0.6230 | 1.05 | 0.572 |
| 39 | 53 | 87.340 | 85.460 | 140.390 | 1.34 | 2.22 | 3.22 | 0.90 | 1.00 | 6 | 1.40% | 1.49 | 27.15 | 0.0816 | 0.602 | 0.193 | 0.1188 | 0.67 | 0.233 |
| 53 | 54 | 85.460 | 84.850 | 36.120 | 1.69 | 17.98 | 21.55 | 1.68 | 1.74 | 6 | 1.60% | 1.59 | 29.03 | 0.6195 | 1.053 | 0.570 | 0.7425 | 1.10 | 0.642 |
| 41 | 54 | 85.900 | 84.850 | 147.160 | 0.71 | 2.29 | 3.32 | 0.74 | 0.83 | 6 | 0.80% | 1.13 | 20.53 | 0.1114 | 0.659 | 0.225 | 0.1617 | 0.74 | 0.272 |
| 54 | 55 | 84.850 | 84.240 | 37.260 | 1.64 | 20.72 | 24.49 | 1.69 | 1.74 | 6 | 1.50% | 1.54 | 28.11 | 0.7372 | 1.094 | 0.639 | 0.8713 | 1.13 | 0.723 |
| 43 | 55 | 84.550 | 84.240 | 153.800 | 0.20 | 2.43 | 3.53 | 0.59 | 0.66 | 6 | 0.40% | 0.80 | 14.51 | 0.1672 | 0.743 | 0.276 | 0.2432 | 0.83 | 0.336 |
| 55 | 56 | 84.240 | 83.870 | 35.750 | 1.03 | 23.61 | 27.55 | 1.75 | 1.82 | 8 | 1.50% | 1.87 | 60.53 | 0.3901 | 0.938 | 0.434 | 0.4551 | 0.98 | 0.473 |
| 45 | 56 | 83.770 | 83.870 | 160.670 | 0.06 | 2.50 | 3.64 | 0.60 | 0.66 | 6 | 0.40% | 0.80 | 14.51 | 0.1721 | 0.749 | 0.281 | 0.2505 | 0.83 | 0.341 |
| 56 | 57 | 83.870 | 83.830 | 19.360 | 0.21 | 26.62 | 30.55 | 1.61 | 1.66 | 8 | 1.10% | 1.60 | 51.83 | 0.5135 | 1.007 | 0.508 | 0.5893 | 1.04 | 0.552 |
| 57 | 58 | 83.830 | 83.310 | 164.790 | 0.32 | 26.91 | 32.07 | 1.19 | 1.22 | 8 | 0.50% | 1.08 | 34.95 | 0.7701 | 1.103 | 0.659 | 0.9176 | 1.13 | 0.754 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Tabla No. XV. Cotas invert

| Tramo | | Cota invert | | | |
|-------|----|-------------|--------|-------|------|
| de | A | Inicial | pozo i | final | Pozo |
| 1 | 2 | 98.27 | 1.16 | 97.44 | 1.30 |
| 2 | 3 | 97.13 | 1.61 | 95.93 | 1.20 |
| 3 | 4 | 95.91 | 1.22 | 94.29 | 1.20 |
| 4 | 5 | 94.23 | 1.26 | 94.01 | 1.20 |
| 6 | 5 | 95.42 | 1.35 | 94.01 | 1.20 |
| 5 | 7 | 93.96 | 1.25 | 93.64 | 1.40 |
| 2 | 6 | 96.99 | 1.75 | 95.27 | 1.50 |
| 6 | 7 | 95.17 | 1.60 | 93.74 | 1.30 |
| 7 | 8 | 93.56 | 1.48 | 93.19 | 1.30 |
| 9 | 8 | 93.60 | 1.25 | 93.19 | 1.30 |
| 8 | 10 | 93.09 | 1.40 | 92.90 | 1.35 |
| 11 | 10 | 93.83 | 1.29 | 93.05 | 1.20 |
| 10 | 12 | 92.84 | 1.41 | 92.66 | 1.45 |
| 13 | 12 | 94.14 | 1.26 | 92.91 | 1.20 |
| 12 | 14 | 92.56 | 1.55 | 92.38 | 1.50 |
| 15 | 14 | 94.06 | 1.25 | 92.68 | 1.20 |
| 14 | 16 | 92.34 | 1.54 | 91.87 | 1.30 |
| 17 | 16 | 93.69 | 1.31 | 91.87 | 1.30 |
| 16 | 18 | 91.80 | 1.37 | 91.06 | 1.30 |
| 19 | 18 | 93.10 | 1.23 | 91.06 | 1.30 |
| 18 | 20 | 90.98 | 1.38 | 90.24 | 1.30 |
| 21 | 20 | 90.92 | 1.50 | 90.24 | 1.30 |
| 20 | 22 | 89.62 | 1.92 | 88.92 | 1.90 |
| 22 | 23 | 88.88 | 1.94 | 88.27 | 2.10 |
| 24 | 23 | 90.14 | 1.39 | 89.07 | 1.30 |
| 23 | 25 | 88.20 | 2.17 | 87.88 | 2.30 |
| 26 | 25 | 89.31 | 1.31 | 88.78 | 1.40 |
| 25 | 27 | 87.84 | 2.34 | 87.57 | 2.45 |
| 27 | 29 | 87.54 | 2.48 | 87.25 | 2.60 |
| 30 | 29 | 89.18 | 1.32 | 88.35 | 1.50 |
| 29 | 31 | 87.25 | 2.60 | 86.94 | 2.65 |
| 32 | 31 | 88.79 | 1.21 | 88.29 | 1.30 |
| 31 | 33 | 86.92 | 2.67 | 86.65 | 2.65 |
| 34 | 33 | 88.23 | 1.27 | 87.70 | 1.60 |
| 33 | 35 | 86.64 | 2.66 | 86.31 | 2.70 |
| 36 | 35 | 87.27 | 1.23 | 86.71 | 2.30 |
| 35 | 37 | 86.27 | 2.74 | 85.88 | 2.70 |

CONTINUA

| Tramo | | Cota invert | | | |
|-------|----|-------------|--------|-------|------|
| de | a | Inicial | pozo i | final | Pozo |
| 38 | 37 | 87.77 | 1.23 | 87.18 | 1.40 |
| 37 | 39 | 85.77 | 2.81 | 85.34 | 2.00 |
| 40 | 39 | 86.25 | 1.25 | 85.64 | 1.70 |
| 39 | 41 | 85.28 | 2.06 | 84.20 | 1.70 |
| 42 | 41 | 85.40 | 1.17 | 84.60 | 1.30 |
| 41 | 43 | 84.18 | 1.72 | 82.95 | 1.60 |
| 44 | 43 | 84.91 | 1.16 | 83.25 | 1.30 |
| 43 | 45 | 82.89 | 1.66 | 82.17 | 1.60 |
| 60 | 61 | 83.87 | 1.40 | 83.39 | 1.30 |
| 61 | 45 | 83.34 | 1.35 | 82.47 | 1.30 |
| 45 | 58 | 82.13 | 1.64 | 81.46 | 1.85 |
| 60 | 62 | 83.92 | 1.35 | 83.41 | 1.30 |
| 61 | 63 | 83.49 | 1.20 | 82.87 | 1.30 |
| 62 | 63 | 83.34 | 1.37 | 82.87 | 1.30 |
| 58 | 63 | 80.71 | 2.60 | 80.12 | 4.05 |
| 22 | 46 | 89.03 | 1.79 | 88.88 | 1.30 |
| 25 | 46 | 88.95 | 1.23 | 88.58 | 1.60 |
| 46 | 47 | 88.51 | 1.67 | 88.24 | 1.30 |
| 27 | 47 | 88.74 | 1.28 | 88.24 | 1.30 |
| 47 | 48 | 88.16 | 1.38 | 87.73 | 1.30 |
| 29 | 48 | 88.48 | 1.37 | 87.73 | 1.30 |
| 48 | 49 | 87.67 | 1.36 | 87.41 | 1.30 |
| 31 | 49 | 88.37 | 1.22 | 87.41 | 1.30 |
| 49 | 50 | 87.35 | 1.36 | 86.61 | 1.30 |
| 33 | 50 | 88.05 | 1.25 | 86.61 | 1.30 |
| 50 | 51 | 86.51 | 1.40 | 85.70 | 1.30 |
| 35 | 51 | 87.79 | 1.22 | 85.70 | 1.30 |
| 51 | 52 | 85.66 | 1.34 | 84.82 | 1.30 |
| 37 | 52 | 87.36 | 1.22 | 84.82 | 1.30 |
| 52 | 53 | 84.78 | 1.34 | 84.16 | 1.30 |
| 39 | 53 | 86.13 | 1.21 | 84.16 | 1.30 |
| 53 | 54 | 84.13 | 1.33 | 83.55 | 1.30 |
| 41 | 54 | 84.73 | 1.17 | 83.55 | 1.30 |
| 54 | 55 | 83.50 | 1.35 | 82.94 | 1.30 |
| 43 | 55 | 83.36 | 1.19 | 82.74 | 1.50 |
| 55 | 56 | 82.66 | 1.58 | 82.12 | 1.75 |
| 45 | 56 | 82.56 | 1.21 | 81.92 | 1.95 |

Tabla No. XVI. Altura de Pozos

| No | POZO | ALTURA |
|----|------|--------|
| 1 | 1 | 1.16 |
| 2 | 2 | 1.75 |
| 3 | 3 | 1.22 |
| 4 | 4 | 1.26 |
| 5 | 5 | 1.25 |
| 6 | 6 | 1.60 |
| 7 | 7 | 1.48 |
| 8 | 8 | 1.40 |
| 9 | 9 | 1.25 |
| 10 | 10 | 1.41 |
| 11 | 11 | 1.29 |
| 12 | 12 | 1.55 |
| 13 | 13 | 1.26 |
| 14 | 14 | 1.54 |
| 15 | 15 | 1.25 |
| 16 | 16 | 1.37 |
| 17 | 17 | 1.31 |
| 18 | 18 | 1.38 |
| 19 | 19 | 1.23 |
| 20 | 20 | 1.92 |
| 21 | 21 | 1.50 |
| 22 | 22 | 1.94 |
| 23 | 23 | 2.17 |
| 24 | 24 | 1.39 |
| 25 | 25 | 2.34 |
| 26 | 26 | 1.31 |
| 27 | 27 | 2.48 |
| 28 | 29 | 2.60 |
| 29 | 30 | 1.32 |
| 30 | 31 | 2.67 |
| 31 | 32 | 1.21 |
| 32 | 33 | 2.66 |
| 33 | 34 | 1.27 |
| 34 | 35 | 2.74 |
| 35 | 36 | 1.23 |
| 36 | 37 | 2.81 |
| 37 | 38 | 1.23 |
| 38 | 39 | 2.06 |
| 39 | 40 | 1.25 |
| 40 | 41 | 1.72 |

CONTINUA

| No | POZO | ALTURA |
|----|------|--------|
| 41 | 42 | 1.17 |
| 42 | 43 | 1.66 |
| 43 | 44 | 1.16 |
| 45 | 46 | 1.67 |
| 46 | 47 | 1.38 |
| 47 | 48 | 1.36 |
| 48 | 49 | 1.36 |
| 49 | 50 | 1.40 |
| 50 | 51 | 1.34 |
| 51 | 52 | 1.34 |
| 52 | 53 | 1.33 |
| 53 | 54 | 1.35 |
| 54 | 55 | 1.58 |
| 55 | 56 | 1.98 |
| 56 | 57 | 2.20 |
| 57 | 58 | 1.88 |
| 58 | 60 | 1.40 |
| 59 | 61 | 1.35 |
| 60 | 62 | 1.37 |
| 61 | 63 | 4.05 |
| 62 | 58A | 2.55 |
| 63 | 63A | 4.00 |

3.3. Obras de arte

Con este nombre se incluyen aquellas obras indispensables para el buen funcionamiento, protección y durabilidad del sistema de drenaje sanitario.

3.3.1. Pozos de visita

Forman parte del sistema de alcantarillado y son empleados como medio de inspección y limpieza, regularmente están contruidos de mampostería (ladrillo tayuyo) o concreto.

Los pozos se localizaron según los siguientes criterios.

- a) En cambios de diámetro.
- b) En cambios de pendiente.
- c) En las intersecciones de tuberías colectoras.
- d) En ramales iniciales.
- e) Los fondos de los pozos deberán tener canales para dirigir los caudales hacia el tubo de salida.

El ingreso es circular, tienen un diámetro entre 0.60 a 0.75 cms, la tapadera descansa sobre un brocal, ambos contruidos de concreto reforzado, el cono tiene una altura de 1.20 m.

Hay que hacer notar que el pozo tiene un fondo plano solo cuando es inicio de tramo pero cuando se interceptan uno o varios tubos hay que colocar un canal para encausar el agua, la diferencia de cotas invert entre el tubo de llegada y el tubo de salida debe tener como mínimo 3 cms de altura.

3.3.2. Conexiones domiciliarias

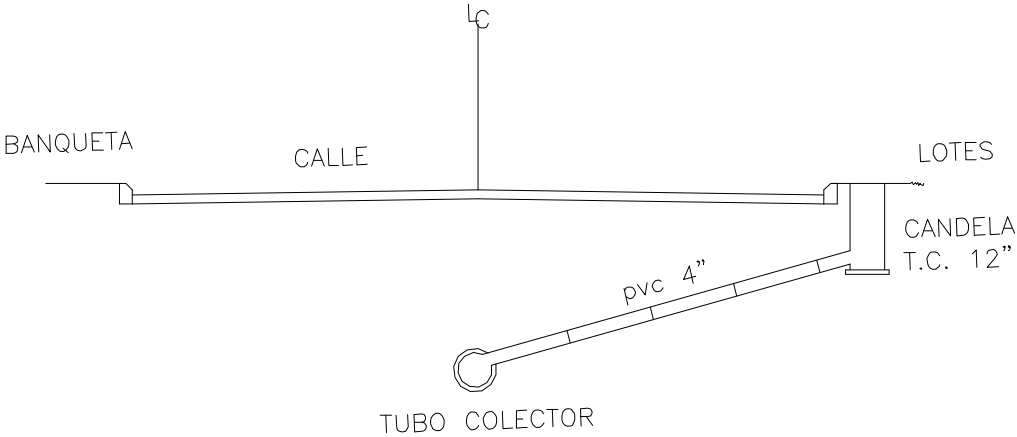
Tienen el propósito de descargar las aguas servidas de las viviendas y transportarlas al alcantarillado general. Las conexiones domiciliarias para drenajes sanitario constan de las siguientes partes:

Candela: es un tubo de concreto de diámetro de 12" colocado verticalmente, y debe tener una tapadera para realizar inspecciones y evitar malos olores.

El fondo de la candela debe ser fundido de concreto, dejando la respectiva pendiente para que las aguas fluyan por la tubería secundaria y pueda llevarla al alcantarillado central, la altura mínima de la candela será de un metro de altura.

La conexión de la candela domiciliar con la tubería central se hará por medio de la tubería secundaria, la cual tendrá un diámetro mínimo de 4" cuando sea tubería de PVC y teniendo una pendiente mínima del 2%. La conexión con la alcantarilla central se hará en el medio diámetro superior, a un ángulo de 45 grados aguas abajo.

Figura No. 4. Conexión domiciliar drenaje sanitario



CONEXIÓN DOMICILIAR

3.4. Análisis de costos

3.4.1. Cuantificación de materiales

Tabla No. XVII. Cuantificación de materiales drenaje sanitario

| MATERIALES | | | | |
|----------------------------|----------|----------------|------------|---------------------|
| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | u | COSTO U | COSTO PARCIAL |
| Tubo de 6" PVC norma 3034 | 914 | tubos | Q 496.13 | Q 453,460.99 |
| Tubo de 8" PVC norma 3034 | 136 | tubos | Q 760.40 | Q 103,414.60 |
| Tubo de 12" PVC norma 3034 | 22 | tubos | Q 1,683.23 | Q 37,031.05 |
| Tubo concreto 12" | 472 | tubos | Q 50.00 | Q 23,600.00 |
| Codo 4" | 472 | u | Q 108.21 | Q 51,075.12 |
| Tubo 4" norma 3034 | 708 | u | Q 222.44 | Q 157,485.04 |
| Silleta 6"x4" | 438 | u | Q 132.58 | Q 58,070.04 |
| Silleta 8"x4" | 22 | u | Q 190.49 | Q 4,190.78 |
| Silleta 12"x4" | 12 | u | Q 279.45 | Q 3,353.40 |
| Cemento | 272 | qq | Q 36.00 | Q 9,792.00 |
| Arena | 20 | m ³ | Q 80.00 | Q 1,600.00 |
| Pidrin | 20 | m ³ | Q 140.00 | Q 2,814.00 |
| Hierro 3 | 7 | qq | Q 225.00 | Q 1,575.00 |
| Hierro 3 | 5 | qq | Q 225.00 | Q 1,125.00 |
| Alambre | 57 | lb | Q 2.50 | Q 142.50 |
| Ladrillo tayuyo | 4,500 | u | Q 1.75 | Q 7,875.00 |
| | | | | |
| | | | | |
| TOTAL | | | | Q 916,604.53 |

Tabla No. XVIII. Herramienta + equipo drenaje sanitario

| HERRAMIENTA Y EQUIPO | | | | |
|----------------------|----------|---------|----------|--------------------|
| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | u | COSTO U | COSTO PARCIAL |
| Piochas | 10 | U | Q 35.00 | Q 350.00 |
| Palas | 10 | U | Q 45.00 | Q 450.00 |
| Carretas | 10 | U | Q 60.88 | Q 608.76 |
| Retroexcavadora | 163 | horas | Q 325.00 | Q 52,975.00 |
| Disel | 815 | galones | Q 13.50 | Q 815.00 |
| Bailarina | 90 | DIAS | Q 350.00 | Q 31,500.00 |
| | | | | |
| TOTAL | | | | Q 86,698.76 |

3.4.2. Cuantificación de mano de obra

Tabla No. XIX. Mano de obra drenaje sanitario

| MANO DE OBRA | | | | |
|------------------------------|----------|----------------|-------------|---------------------|
| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | U | COSTO U | COSTO PARCIAL |
| Cuadrilla de topografía | 29 | Días | Q 600.00 | Q 17,400.00 |
| Relleno a mano con bailarina | 5,580 | m ³ | Q 8.00 | Q 44,640.00 |
| Instalación tubería | 1 | GL | Q 8,800.00 | Q 8,800.00 |
| Conexiones domiciliarias | 472 | U | Q 75.00 | Q 11,800.00 |
| Pozos de visita | 63 | U | Q 750.00 | Q 28,035.00 |
| Ayudantes | 1 | GL | Q 60,070.00 | Q 60,070.00 |
| Prestaciones | 0.65 | % | | Q 110,984.25 |
| | | | | |
| TOTAL | | | | Q 281,729.25 |

3.4.3. Presupuesto final

Tabla No. XX. Presupuesto final drenaje sanitario

| PRESUPUESTO | | |
|----------------------|-----|-----------------------|
| DESCRIPCIÓN | | COSTO |
| MATERIALES | | Q 916,604.53 |
| MANO DE OBRA | | Q 281,729.25 |
| HERRAMIENTA Y EQUIPO | | Q 86,698.76 |
| | | |
| | | |
| | | |
| COSTOS INDIRECTOS | | Q 1,285,032.54 |
| | | |
| IMPREVISTOS | 10% | Q 128,503.25 |
| ADMINISTRACIÓN | 10% | Q 128,503.25 |
| UTILIDAD | 20% | Q 257,006.50 |
| TOTAL | | Q 514,013.00 |
| | | |
| IVA | 12% | Q 215,885.46 |
| COSTO TOTAL | | Q 2,014,931.00 |

3.4.4. Cronograma de ejecución

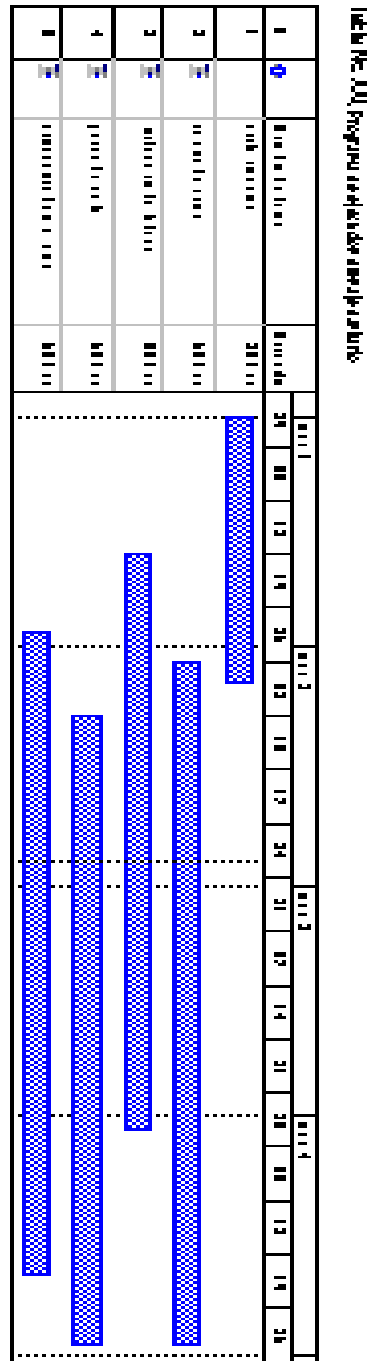


Tabla No. XXII. Flujo de caja drenaje sanitario

| | mar 1 | mar 2 | mar 3 | mar 4 | Total |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|
| costo en zona | 123,502 0 | 16,841 0 | | | 140,343 0 |
| repleno de zanja | | 55,300 0 | 57,934 0 | 57,934 0 | 171,168 0 |
| instalacion de tuberia | 191,895 0 | 402,979 0 | 422,168 0 | 38,379 0 | 1,055,421 0 |
| pozar de visita | | 24,888 0 | 34,222 0 | 34,222 0 | 93,332 0 |
| conexiones domiciliaras | 18,489 0 | 194,134 0 | 203,378 0 | 138,667 0 | 554,668 0 |
| Total | 333,886 0 | 694,143 0 | 717,702 0 | 269,201 0 | 2,014,931 0 |

3.5. Propuesta de planta de tratamiento, Colonia La Promesa

Tomando en consideración que la selección y diseño de un tipo de planta de tratamiento es propiamente trabajo de un ingeniero sanitario, se solicitó asesoría a la empresa AMANCO. Esta empresa ha llegado a diseñar plantas prototipo de tratamiento de aguas servidas, mediante estudios, las cuales son funcionales para un complejo habitacional, tomando en cuenta que en la actualidad todo tipo de obra sanitaria, antes de desfogar, debe pasar por una planta de tratamiento para poder mitigar el daño al ambiente.

3.5.1. Descripción general del sistema

El sistema propuesto es un sistema biológico aerobio de aireación extendida, "Lodos Activados", con régimen completamente mezclado, que se utiliza para tratar aguas negras, que contienen materia orgánica biodegradable, planta paquete.

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

1. Una primera acción en un tanque de aireación, donde se suministra aire por difusión en el fondo, lo que permite el crecimiento de microorganismos que requieren de oxígeno para vivir. La materia presente servirá para alimentar las bacterias aerobias que transforman los contaminantes en materia celular y energía para crecer y reproducirse, lo que originará los flóculos, que son conocidos como " lodos activados ". El elemento básico en este proceso es el Soplador.
2. El segundo compartimiento es un complemento de aireación al proceso con los fines enunciados en la etapa anterior, y que complementa el oxígeno necesario para el volumen a tratar.
3. Los flóculos pasarán al tanque de clarificación secundaria, donde sedimentan por gravedad los lodos; el sobrenadante es vertido al área de cloración y los lodos depositados se recircular para retroalimentar el sistema; el exceso de lodos se deposita en un tanque de lodos para su estabilización; una vez estabilizado, se saca al área de secado de lodos, que consiste en un pequeño patio de secado de lodos.
4. El agua clarificada es tratada para su desinfección por medio de un sistema de cloración a base de tabletas de hipoclorito de calcio, cuando se descarga directamente a un cuerpo de agua, previa reacción del cloro en un depósito, que variará de acuerdo al volumen tratado.
5. El agua tratada puede almacenarse o verse al acuífero, previo análisis de la capacidad de absorción del suelo; se deberá contar con la seguridad de que sus características son adecuadas para esta disposición. Si se almacenan, su función será a reutilizarlas adecuadamente. Donde el acuífero es muy alto, la descarga puede hacerse por medio de zanjas de absorción de 0.80 metros de profundidad o descargarse a un drenaje pluvial.

3.6. Evaluación impacto ambiental drenaje sanitario

El proyecto deberá incorporar un Plan de Manejo Ambiental que consistirá en la elaboración sistemática y estructurada de una serie de medidas tendientes a mitigar, restaurar y/o compensar los impactos ambientales negativos producidos en el entorno debido a la implementación del proyecto, así como también deberá contemplar la elaboración de una estrategia ambiental que incluya medidas de prevención de riesgos ambientales y control de accidentes.

3.6.1. Medidas de mitigación

Las medidas de mitigación tienen por finalidad evitar o disminuir los efectos adversos del proyecto en el entorno, cualquiera sea su fase de ejecución.

Estas medidas se determinan en función del análisis de cada uno de los componentes ambientales afectados por la ejecución del proyecto, en cada una de las etapas de éste, pudiendo ser de tres categorías diferentes:

- 1 Medidas que impidan o eviten completamente un efecto adverso significativo, mediante la no ejecución de una obra o acción.
- 2 Medidas que minimizan o disminuyen el efecto adverso o significativo, mediante una adecuada limitación o reducción de la magnitud o duración de la obra o acción, o de alguna de sus partes.

- 3 Medidas que reducen o eliminan el efecto adverso significativo mediante la implementación de acciones específicas.

3.6.2. Medidas reparación y/o restauración

Las medidas de reparación y/o restauración tienen por finalidad reponer uno o más de los componentes o elementos del medio ambiente a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al daño causado o, en caso de no ser ello posible, restablecer sus propiedades básicas.

3.6.3. Medidas de mitigación de impactos ambientales

Las medidas de compensación tienen por finalidad producir o generar un efecto positivo alternativo y equivalente a un efecto adverso identificado.

Tabla No. XXIII. Medidas de mitigación

| Componente | Impacto | Medida de Mitigación |
|--------------------------|--|--|
| Emisiones a la atmósfera | Emisión de gases (aerosoles), material particulado y polvo | <ul style="list-style-type: none"> - Instalar mallas sobre los estanques para control de aerosoles - Arborizar los contornos perimetrales de la planta para evitar la propagación de aerosoles y polvo. - Transportar y disponer adecuadamente el material de excavación. |
| | Emisión de olores | <ul style="list-style-type: none"> - Arborización de los contornos del recinto. - Localización planta en sentido opuesto a la dirección del viento. |
| Efluentes líquidos | Generación de aguas residuales industriales | <ul style="list-style-type: none"> - Control periódico del efluente. - Desinfección final del efluente. |
| Residuos Sólidos | Generación de residuos sólidos (domésticos y lodos) | <ul style="list-style-type: none"> - Disposición de lodos en sitios autorizados o adecuados para ello. - Recuperar y reutilizar la mayor cantidad de residuos no contaminados. - Retirar, transportar y disponer los residuos |

| Componente | Impacto | Medida de Mitigación |
|------------------------|--|--|
| | | sobrantes de excavaciones en lugares autorizados. |
| Ruidos y/o vibraciones | Incremento de los niveles de ruido | <ul style="list-style-type: none"> - Arborización del contorno de la planta para amortiguar ruidos - Realizar trabajos de excavación en horarios diurnos. |
| Recursos Hídricos | Contaminación de cursos de agua superficial o subterráneo sedimentos y/o residuos líquidos o sólidos | <ul style="list-style-type: none"> - Monitorear la calidad del efluente antes de descargar al cuerpo receptor. - No disponer material de excavación en cauces o lechos de río o en sectores que desemboquen en ellos. - No realizar en la obra el lavado de camiones sin un sistema de tratamiento adecuado. - Los pozos que se realicen para un mejoramiento in situ, se debe tener precaución de que existan napas subterráneas cercanas, puesto que podrían contaminarse por la filtración de líquidos. |
| Suelo | Cambios en la estructura del suelo (propiedades físico-químicas) | <ul style="list-style-type: none"> - No realizar directamente en el suelo las mezclas de concreto. - Realizar los trabajos de mantenimiento de equipos y maquinarias, si se requiere, sobre un polietileno que cubra el área de trabajo. - Remover inmediatamente, en caso de derrames accidentales de combustible, el suelo y restaurar el área afectada con materiales y procedimientos sencillos. - Para el mejoramiento in situ, los pozos deben tener una profundidad adecuada para no contaminar el suelo superficial. |
| Vegetación y Fauna | Desplazamiento de especies de fauna terrestre, aérea y acuática | <ul style="list-style-type: none"> - Mantener en las mejores condiciones mecánicas los vehículos, para reducir al mínimo las emisiones de ruido. - Prohibir la caza y pesca de especies en toda el área de influencia |
| | Remoción y afectación de la cobertura vegetal | <ul style="list-style-type: none"> - Utilizar la infraestructura existente para la instalación de los trabajadores. - Separar la capa de material orgánico de la del material inerte y disponer adecuadamente el material orgánico para su posible reutilización. - Evitar el paso de maquinaria sobre suelo con cobertura vegetal fuera del área de la obra. - Restaurar las zonas afectadas con especies establecidas en el lugar. |
| | Aparición de vectores | <ul style="list-style-type: none"> - Disponer el lodo periódicamente en sitios autorizados o preparados para ello. - Utilizar métodos naturales para evitar la propagación de vectores. |

| Componente | Impacto | Medida de Mitigación |
|---------------------|---|---|
| | | <ul style="list-style-type: none"> - En casos de casetas sanitarias, esta debe ser bien oscura en su interior para eliminar la presencia de moscas. |
| Población | Alteración de costumbres y cultura de comunidades | <ul style="list-style-type: none"> - Evitar instalar lagunas de estabilización cerca de lugares poblados para evitar la transmisión de enfermedades por vector y molestias por olores. |
| | Incremento en los niveles de accidentabilidad | <ul style="list-style-type: none"> - Transportar los escombros y material de excavación sin superar la capacidad del vehículo de carga. - Mantener una adecuada señalización en el área de obra, en etapa ejecución y operación. - Instalar cercos perimetrales en los frentes de trabajo. - Los vehículos deben contar con alarma reversa. |
| Paisaje | Impacto visual | <ul style="list-style-type: none"> - Recuperar y restaurar el espacio público afectado, una vez finalizada la obra, retirando todos los materiales y residuos provenientes de las actividades constructivas. |
| | Pérdida de valor paisajístico y turístico | <ul style="list-style-type: none"> - Arborización o cercos vegetales del contorno de la planta. |
| Patrimonio Cultural | Daño al patrimonio cultural | <ul style="list-style-type: none"> - Suspender la obra e informar a quién corresponda para una correcta evaluación, en la eventualidad de encontrar hallazgos arqueológicos. |

CONCLUSIONES

- 1 El sistema de agua potable y drenaje sanitario fueron diseñados para un periodo de 20 años.
- 2 Se selecciona el sistema de agua potable y drenaje sanitario en función de las condiciones socioeconómicas de la región, de las necesidades de la población, de criterios y parámetros de diseño, dando como resultado un proyecto, técnica y económicamente, funcional.
- 3 La ejecución de un sistema adecuado de agua potable y drenaje sanitario contribuirán a mejorar la salubridad de los habitantes, se evitara el mal aspecto que ocasionan las aguas negras que corren a flor de tierra en las calles de la colonia La Promesa y dará como resultado un mejor desarrollo físico y mental de los habitantes.
- 4 La realización del E.P.S. proporciona la experiencia de poder aplicar los conocimientos adquiridos durante el proceso de aprendizaje en la escuela de ingeniería civil.

RECOMENDACIONES

- 1 Implementar un plan de mantenimiento preventivo y correctivo del sistema de agua potable y del drenaje sanitario por parte de la municipalidad.
- 2 Para que los sistemas brinden y proporcionen los resultados esperados, es importante que las especificaciones contenidas en los planos se cumplan a cabalidad, además, nunca variar los materiales y la calidad de los mismos
- 3 Instruir a los usuarios para que den un uso adecuado al sistema de drenaje sanitario, haciéndoles conciencia de no tirar basura en el sistema - tuberías, pozos, candelas - y no se debe conectar el agua pluvial al mismo ya que no fue diseñado para ello.
- 4 Es trascendental garantizar la potabilidad del agua del sistema de abastecimiento, utilizando un tratamiento de desinfección bacteriológica, mediante cloro, así, se evitarán enfermedades gastrointestinales en la población.

BIBLIOGRAFÍA

- 1. Alfaro Veliz, Luis Gregorio.** Planificación y Diseño de la Red de Agua Potable, para la Aldea Los Cerritos, del municipio de Sansare, El Progreso. **Trabajo de graduación Ingeniería Civil, Guatemala, universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2000.**
- 2. Burrión Chicol, Carlos Antonio.** Mejoramiento del sistema de distribución de agua potable del municipio de Santa Apolonia, departamento de Chimaltenango. **Trabajo de graduación Ingeniería Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2004.**
- 3. Cossío, Fabián Yáñez.** Normas de diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales. **Organización Panamericana de la Salud programa de desarrollo tecnológico en el campo del tratamiento de aguas residuales en Guatemala, 1993.**
- 4. Dieguez González, Eduardo Gaspar.** Estudio y diseño del Sistema de Agua Potable para La Aldea Tapalapa del Municipio de San Carlos Alzatate, Jalapa. **Trabajo de graduación Ingeniería Civil, Guatemala, universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1994.**
- 5. Fernando Valls Robles.** Ayuda para Diseño de tanques metálicos elevados para agua. **Trabajo de graduación Ingeniería Civil.**

- Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2003.**
- 6. Gustavo Alejandro García Guillermo.** Diseño de la línea de conducción y tanque de distribución del sistema de agua potable y alcantarillado sanitario para la comunidad la Trinidad, Municipio de San Pedro Carchá, Alta Vera Paz . **Trabajo de graduación Ingeniería Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2004.**
 - 7. Herberto Castillo Martínez,** Análisis y diseño Estructural, 1ra. ed. **México, Editorial representaciones y servicios de ingeniería, 1973**
 - 8. Nij Reyes, Cesar Alfredo.** Diseño de la red de alcantarillado sanitario de la Colonia El Maestro de la Ciudad de Chiquimula. **Trabajo de graduación Ingeniería Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2002.**
 - 9. Ovando Santiago, Héctor Raúl.** Diseño de la red de alcantarillado sanitario de la población de Sansare Municipio de Sansare departamento de El Progreso. **Tesis Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1989.**
 - 10. Villalaz, Carlos Crespo,** Mecánica de suelos y cimentaciones, **4 ta. ed. México, Editorial Limusa, 1990.**

APÉNDICE

TABLAS DE CÁLCULO DE TANQUES

Tabla No. XXIV. Capacidad del tanque

| No | Galones | pies ³ | H | P1 | Vol (gal)/V1 | Vol (m ³) |
|----|---------|-------------------|--------|-------|--------------|-----------------------|
| 1 | 20,000 | 2,674.00 | 16.010 | 14.67 | 20,233.89 | 76.59 |
| 2 | 25,000 | 3,342.50 | 16.010 | 16.26 | 24,861.96 | 94.11 |
| 3 | 30,000 | 4,011.00 | 18.021 | 16.90 | 30,202.35 | 114.33 |
| 4 | 35,000 | 4,679.50 | 18.021 | 18.17 | 34,924.80 | 132.21 |
| 5 | 40,000 | 5,348.00 | 20.021 | 18.49 | 40,176.65 | 152.09 |
| 6 | 45,000 | 6,016.50 | 20.021 | 19.47 | 44,536.81 | 168.59 |
| 7 | 50,000 | 6,685.00 | 20.021 | 19.79 | 50,605.57 | 191.56 |
| 8 | 55,000 | 7,353.50 | 20.021 | 20.74 | 55,607.96 | 210.50 |
| 9 | 60,000 | 8,022.00 | 20.021 | 21.70 | 60,846.09 | 230.33 |
| 10 | 65,000 | 8,690.50 | 24.031 | 21.38 | 64,444.20 | 243.95 |
| 11 | 70,000 | 9,359.00 | 24.031 | 22.33 | 70,329.96 | 266.23 |
| 12 | 75,000 | 10,027.50 | 24.031 | 22.97 | 74,396.97 | 281.62 |

Tabla No. XXV. Cálculo de tapadera del tanque

| No | Galones | h4 | t4 | Refuerzo bajo la tapadera | W(tapa) |
|----|---------|------|------|--------------------------------------|----------|
| 1 | 20,000 | 1.83 | 3/16 | No tiene refuerzo interiores | 1,665.94 |
| 2 | 25,000 | 2.03 | 3/16 | No tiene refuerzo interiores | 2,105.25 |
| 3 | 30,000 | 2.11 | 3/16 | No tiene refuerzo interiores | 2,381.98 |
| 4 | 35,000 | 2.27 | 3/16 | No tiene refuerzo interiores | 2,819.91 |
| 5 | 40,000 | 2.31 | 3/16 | No tiene refuerzo interiores | 3,375.91 |
| 6 | 45,000 | 2.43 | 3/16 | 8 refuerzos de 1/4 de h de 5" altura | 3,717.34 |
| 7 | 50,000 | 2.47 | 3/16 | 8 refuerzos de 1/4 de h de 5" altura | 3,832.05 |
| 8 | 55,000 | 2.59 | 3/16 | 8 refuerzos de 1/4 de h de 5" altura | 4,186.60 |
| 9 | 60,000 | 2.71 | 3/16 | 8 refuerzos de 1/4 de h de 5" altura | 4,556.76 |
| 10 | 65,000 | 2.67 | 3/16 | 8 refuerzos de 1/4 de h de 5" altura | 4,431.64 |
| 11 | 70,000 | 2.79 | 3/16 | 8 refuerzos de 1/4 de h de 5" altura | 5,353.32 |
| 12 | 75,000 | 2.87 | 3/16 | 8 refuerzos de 1/4 de h de 5" altura | 5,631.14 |

Tabla No. XXVI. Cálculo del cuerpo del tanque

| No | Galones | Wagua | T1 | area | W (cil) |
|----|---------|--------|------|----------|-----------|
| 1 | 20000 | 172237 | 3/16 | 737.94 | 5,102.36 |
| 2 | 25000 | 211633 | 3/16 | 817.99 | 5,816.86 |
| 3 | 30000 | 257092 | 3/16 | 956.75 | 7,128.83 |
| 4 | 35000 | 297291 | 3/16 | 1,028.83 | 7,848.18 |
| 5 | 40000 | 341996 | 3/16 | 1,163.04 | 9,255.86 |
| 6 | 45000 | 379111 | 3/16 | 1,224.52 | 9,930.20 |
| 7 | 50000 | 430771 | 3/16 | 1,368.86 | 11,586.81 |
| 8 | 55000 | 473353 | 3/16 | 1,434.93 | 12,378.99 |
| 9 | 60000 | 517941 | 3/16 | 1,500.99 | 13,192.63 |
| 10 | 65000 | 548570 | 4/16 | 1,613.99 | 14,631.87 |
| 11 | 70000 | 598671 | 4/16 | 1,685.36 | 15,577.36 |
| 12 | 75000 | 633288 | 4/16 | 1,733.40 | 16,226.09 |

Tabla No. XXVII. Cálculo del fondo del tanque

| No | Galones | h3 | t3 | W(fondo) |
|----|---------|------|------|----------|
| 1 | 20000 | 3.67 | 3/16 | 1,703.95 |
| 2 | 25000 | 4.07 | 3/16 | 2,153.29 |
| 3 | 30000 | 4.22 | 3/16 | 2,436.33 |
| 4 | 35000 | 4.54 | 3/16 | 2,884.25 |
| 5 | 40000 | 4.62 | 3/16 | 3,115.41 |
| 6 | 45000 | 4.87 | 3/16 | 3,519.08 |
| 7 | 50000 | 4.95 | 3/16 | 3,794.25 |
| 8 | 55000 | 5.19 | 3/16 | 4,249.30 |
| 9 | 60000 | 5.42 | 3/16 | 4,737.09 |
| 10 | 65000 | 5.34 | 4/16 | 4,743.71 |
| 11 | 70000 | 5.58 | 4/16 | 5,278.12 |
| 12 | 75000 | 5.74 | 4/16 | 5,654.65 |

Tabla No. XXVIII. Cálculo de detalle del tanque

| No | Galones | W agua | W tapa | W cil | W fondo | W acces | W total |
|----|-----------|------------|----------|-----------|----------|----------|------------|
| 1 | 20,000.00 | 172,238.00 | 1,666.00 | 5,103.00 | 1,704.00 | 424.00 | 181,135.00 |
| 2 | 25,000.00 | 211,633.00 | 2,106.00 | 5,817.00 | 2,154.00 | 504.00 | 222,214.00 |
| 3 | 30,000.00 | 257,092.00 | 2,382.00 | 7,129.00 | 2,437.00 | 598.00 | 269,638.00 |
| 4 | 35,000.00 | 297,291.00 | 2,820.00 | 7,849.00 | 2,885.00 | 678.00 | 311,523.00 |
| 5 | 40,000.00 | 341,997.00 | 3,376.00 | 9,256.00 | 3,116.00 | 788.00 | 358,533.00 |
| 6 | 45,000.00 | 379,112.00 | 3,718.00 | 9,931.00 | 3,520.00 | 859.00 | 397,140.00 |
| 7 | 50,000.00 | 430,771.00 | 3,833.00 | 11,587.00 | 3,795.00 | 961.00 | 450,947.00 |
| 8 | 55,000.00 | 473,353.00 | 4,187.00 | 12,379.00 | 4,250.00 | 1,041.00 | 495,210.00 |
| 9 | 60,000.00 | 517,942.00 | 4,557.00 | 13,193.00 | 4,735.00 | 1,125.00 | 541,552.00 |
| 10 | 65,000.00 | 548,570.00 | 4,432.00 | 14,632.00 | 4,744.00 | 1,191.00 | 573,569.00 |
| 11 | 70,000.00 | 598,671.00 | 5,354.00 | 15,578.00 | 5,279.00 | 1,311.00 | 626,193.00 |
| 12 | 75,000.00 | 633,289.00 | 5,632.00 | 16,227.00 | 6,555.00 | 1,376.00 | 663,079.00 |

Tabla No. XXIX. Separación en planta de la base de columna desde el eje central del tanque en pies

| | | Torre (mts) | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|----|---------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | Torre (pies) | 32.81 | 36.09 | 39.37 | 42.65 | 45.93 | 49.22 | 52.5 | 55.78 | 59.05 | 62.34 | 65.62 |
| No | Galones | D1 | | | | | | | | | | | |
| 1 | 20,000 | 14.67 | 10.62 | 10.94 | 11.27 | 11.60 | 11.93 | 12.26 | 12.59 | 12.91 | 13.24 | 13.57 | 13.90 |
| 2 | 25,000 | 16.26 | 11.41 | 11.74 | 12.07 | 12.40 | 12.72 | 13.05 | 13.38 | 13.71 | 14.04 | 14.37 | 14.69 |
| 3 | 30,000 | 16.90 | 11.73 | 12.06 | 12.39 | 12.72 | 13.04 | 13.37 | 13.70 | 14.03 | 14.36 | 14.68 | 15.01 |
| 4 | 35,000 | 18.17 | 12.37 | 12.70 | 13.02 | 13.35 | 13.68 | 14.01 | 14.34 | 14.66 | 14.99 | 15.32 | 15.65 |
| 5 | 40,000 | 18.49 | 12.53 | 12.85 | 13.18 | 13.51 | 13.84 | 14.17 | 14.50 | 14.82 | 15.15 | 15.48 | 15.81 |
| 6 | 45,000 | 19.47 | 13.02 | 13.34 | 13.67 | 14.00 | 14.33 | 14.66 | 14.98 | 15.31 | 15.64 | 15.97 | 16.30 |
| 7 | 50,000 | 19.79 | 13.17 | 13.50 | 13.83 | 14.16 | 14.49 | 14.81 | 15.14 | 15.47 | 15.80 | 16.13 | 16.46 |
| 8 | 55,000 | 20.74 | 13.65 | 13.98 | 14.31 | 14.64 | 14.96 | 15.29 | 15.62 | 15.95 | 16.28 | 16.60 | 16.93 |
| 9 | 60,000 | 21.70 | 14.13 | 14.46 | 14.79 | 15.11 | 15.44 | 15.77 | 16.10 | 16.43 | 16.75 | 17.08 | 17.41 |
| 10 | 65,000 | 21.38 | 13.97 | 14.30 | 14.63 | 14.95 | 15.28 | 15.61 | 15.94 | 16.27 | 16.60 | 16.92 | 17.25 |
| 11 | 70,000 | 22.33 | 14.45 | 14.78 | 15.10 | 15.43 | 15.76 | 16.09 | 16.42 | 16.74 | 17.07 | 17.40 | 17.73 |
| 12 | 75,000 | 22.97 | 14.77 | 15.09 | 15.42 | 15.75 | 16.08 | 16.41 | 16.73 | 17.06 | 17.39 | 17.73 | 18.05 |

Tabla No. XXX. Longitud de la columna en pies

| | | Torre (mts) | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|----|---------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | Torre (pies) | 32.81 | 36.09 | 39.37 | 42.65 | 45.93 | 49.22 | 52.5 | 55.78 | 59.05 | 62.34 | 65.62 |
| No | Galones | % incli | | | | | | | | | | | |
| 1 | 20,000 | 10 | 32.97 | 36.27 | 39.57 | 42.87 | 46.16 | 49.46 | 52.76 | 56.06 | 59.35 | 62.65 | 65.95 |
| 2 | 25,000 | 10 | 32.97 | 36.27 | 39.57 | 42.87 | 46.16 | 49.46 | 52.76 | 56.06 | 59.35 | 62.65 | 65.95 |
| 3 | 30,000 | 10 | 32.97 | 36.27 | 39.57 | 42.87 | 46.16 | 49.46 | 52.76 | 56.06 | 59.35 | 62.65 | 65.95 |
| 4 | 35,000 | 10 | 32.97 | 36.27 | 39.57 | 42.87 | 46.16 | 49.46 | 52.76 | 56.06 | 59.35 | 62.65 | 65.95 |
| 5 | 40,000 | 10 | 32.97 | 36.27 | 39.57 | 42.87 | 46.16 | 49.46 | 52.76 | 56.06 | 59.35 | 62.65 | 65.95 |
| 6 | 45,000 | 10 | 32.97 | 36.27 | 39.57 | 42.87 | 46.16 | 49.46 | 52.76 | 56.06 | 59.35 | 62.65 | 65.95 |
| 7 | 50,000 | 10 | 32.97 | 36.27 | 39.57 | 42.87 | 46.16 | 49.46 | 52.76 | 56.06 | 59.35 | 62.65 | 65.95 |
| 8 | 55,000 | 10 | 32.97 | 36.27 | 39.57 | 42.87 | 46.16 | 49.46 | 52.76 | 56.06 | 59.35 | 62.65 | 65.95 |
| 9 | 60,000 | 10 | 32.97 | 36.27 | 39.57 | 42.87 | 46.16 | 49.46 | 52.76 | 56.06 | 59.35 | 62.65 | 65.95 |
| 10 | 65,000 | 10 | 32.97 | 36.27 | 39.57 | 42.87 | 46.16 | 49.46 | 52.76 | 56.06 | 59.35 | 62.65 | 65.95 |
| 11 | 70,000 | 10 | 32.97 | 36.27 | 39.57 | 42.87 | 46.16 | 49.46 | 52.76 | 56.06 | 59.35 | 62.65 | 65.95 |
| 12 | 75,000 | 10 | 32.97 | 36.27 | 39.57 | 42.87 | 46.16 | 49.46 | 52.76 | 56.06 | 59.35 | 62.65 | 65.95 |

Tabla No. XXXI. Centro de masa de la torre + tanque en pies

| | | Torre (mts) | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|----|---------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | Torre (pies) | 32.81 | 36.09 | 39.37 | 42.65 | 45.93 | 49.22 | 52.5 | 55.78 | 59.05 | 62.34 | 65.62 |
| No | Galones | Cm tanque | | | | | | | | | | | |
| 1 | 20,000 | 7.51 | 40.32 | 43.60 | 46.88 | 50.16 | 53.44 | 56.72 | 60.00 | 63.28 | 66.56 | 69.84 | 73.13 |
| 2 | 25,000 | 7.51 | 40.32 | 43.60 | 46.88 | 50.16 | 53.44 | 56.72 | 60.00 | 63.28 | 66.56 | 69.84 | 73.13 |
| 3 | 30,000 | 8.51 | 41.32 | 44.60 | 47.88 | 51.16 | 54.44 | 57.73 | 61.01 | 64.29 | 67.57 | 70.85 | 74.13 |
| 4 | 35,000 | 8.51 | 41.32 | 44.60 | 47.88 | 51.16 | 54.44 | 57.73 | 61.01 | 64.29 | 67.57 | 70.85 | 74.13 |
| 5 | 40,000 | 9.51 | 42.32 | 45.60 | 48.88 | 52.16 | 55.44 | 58.73 | 62.01 | 65.29 | 68.57 | 71.85 | 75.13 |
| 6 | 45,000 | 9.51 | 42.32 | 45.60 | 48.88 | 52.16 | 55.44 | 58.73 | 62.01 | 65.29 | 68.57 | 71.85 | 75.13 |
| 7 | 50,000 | 10.51 | 43.32 | 46.60 | 49.88 | 53.16 | 56.44 | 59.73 | 63.01 | 66.29 | 69.57 | 72.85 | 76.13 |
| 8 | 55,000 | 10.51 | 43.32 | 46.60 | 49.88 | 53.16 | 56.44 | 59.73 | 63.01 | 66.29 | 69.57 | 72.85 | 76.13 |
| 9 | 60,000 | 10.51 | 44.33 | 46.60 | 49.88 | 53.16 | 56.44 | 59.73 | 63.01 | 66.29 | 69.57 | 72.85 | 76.13 |
| 10 | 65,000 | 11.52 | 44.33 | 47.61 | 50.89 | 54.17 | 57.45 | 60.73 | 64.01 | 67.29 | 70.57 | 73.85 | 77.14 |
| 11 | 70,000 | 11.51 | 44.32 | 47.60 | 50.88 | 54.16 | 57.44 | 60.73 | 64.01 | 67.29 | 70.57 | 73.85 | 77.13 |
| 12 | 75,000 | 11.51 | 44.32 | 47.60 | 50.88 | 54.16 | 57.44 | 60.73 | 64.01 | 67.29 | 70.57 | 73.85 | 77.13 |

Tabla No. XXXII. Altura total de la torre y tanque en pies

| | | Torre (mts) | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|----|---------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | Torre (pies) | 32.81 | 36.09 | 39.37 | 42.65 | 45.93 | 49.22 | 52.5 | 55.78 | 59.05 | 62.34 | 65.62 |
| No | Galones | Cm tanque | | | | | | | | | | | |
| 1 | 20,000 | 17.84 | 50.65 | 53.93 | 57.21 | 60.49 | 63.77 | 67.06 | 70.34 | 73.62 | 76.89 | 80.18 | 83.46 |
| 2 | 25,000 | 18.04 | 50.85 | 54.13 | 57.41 | 60.69 | 63.97 | 67.26 | 70.54 | 73.82 | 77.09 | 80.38 | 83.66 |
| 3 | 30,000 | 20.13 | 52.94 | 56.22 | 59.50 | 62.78 | 66.06 | 69.35 | 72.63 | 75.91 | 79.18 | 82.47 | 85.75 |
| 4 | 35,000 | 22.29 | 55.10 | 58.38 | 61.66 | 64.94 | 68.22 | 71.51 | 74.79 | 78.07 | 81.34 | 84.63 | 87.91 |
| 5 | 40,000 | 22.33 | 55.14 | 58.42 | 61.70 | 64.98 | 68.26 | 71.55 | 74.83 | 78.11 | 81.38 | 84.67 | 87.95 |
| 6 | 45,000 | 22.45 | 55.26 | 58.54 | 61.82 | 65.10 | 68.38 | 71.67 | 74.95 | 78.23 | 81.50 | 84.79 | 88.07 |
| 7 | 50,000 | 24.49 | 57.30 | 60.58 | 63.86 | 67.14 | 70.42 | 73.71 | 76.99 | 80.27 | 83.54 | 86.83 | 90.11 |
| 8 | 55,000 | 24.61 | 57.42 | 60.70 | 63.98 | 67.26 | 70.54 | 73.83 | 77.11 | 80.39 | 83.66 | 86.95 | 90.23 |
| 9 | 60,000 | 24.73 | 57.54 | 60.82 | 64.10 | 67.38 | 70.66 | 73.95 | 77.23 | 80.51 | 83.78 | 87.07 | 90.35 |
| 10 | 65,000 | 26.70 | 59.51 | 62.79 | 66.07 | 69.35 | 72.63 | 75.92 | 79.20 | 82.48 | 85.75 | 89.04 | 92.32 |
| 11 | 70,000 | 26.81 | 59.62 | 62.90 | 66.18 | 69.46 | 72.74 | 76.03 | 79.31 | 82.59 | 85.86 | 89.15 | 92.43 |
| 12 | 75,000 | 26.89 | 59.70 | 62.98 | 66.26 | 69.54 | 72.82 | 76.11 | 79.39 | 82.67 | 85.94 | 89.23 | 92.51 |

Tabla No. XXXIII. Número de columnas y niveles de arriostamiento horizontal

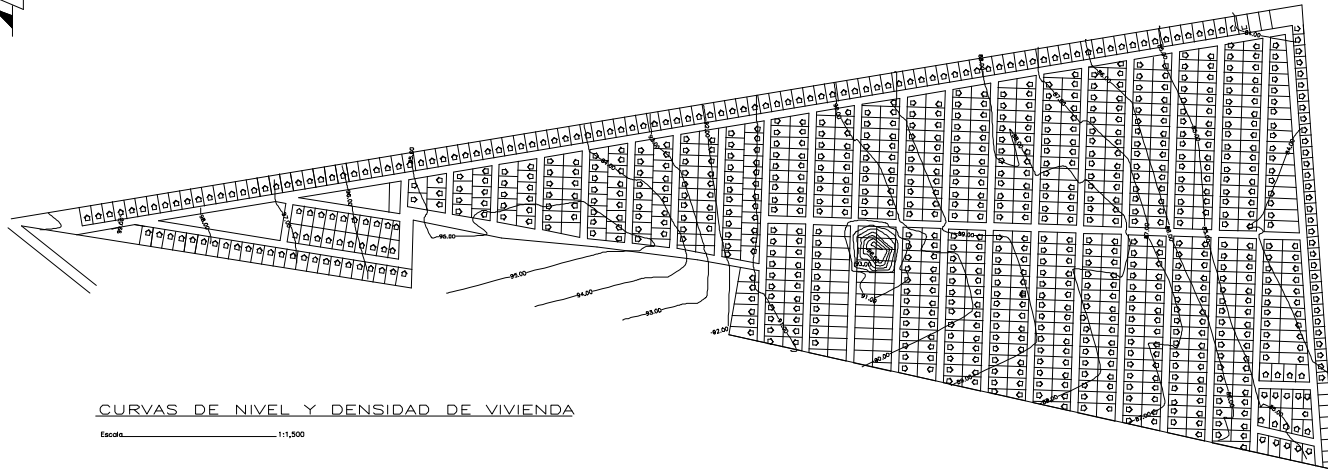
| | | Torre (mts) | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|----|---------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|
| | | Torre (pies) | 32.81 | 36.09 | 39.37 | 42.65 | 45.93 | 49.22 | 52.5 | 55.78 | 59.05 | 62.34 | 65.62 |
| No | Galones | Col (col) | | | | | | | | | | | |
| 1 | 20,000 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 6 |
| 2 | 25,000 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 6 |
| 3 | 30,000 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 6 |
| 4 | 35,000 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 6 |
| 5 | 40,000 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 6 |
| 6 | 45,000 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 6 |
| 7 | 50,000 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 6 |
| 8 | 55,000 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 6 |
| 9 | 60,000 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 6 |
| 10 | 65,000 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 6 |
| 11 | 70,000 | 6 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 6 |
| 12 | 75,000 | 6 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 6 |

Tabla No. XXXIV. Altura del largo por tramo de columna en pies para cálculo de (kl/r)

| | | Torre (mts) | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|----|---------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | Torre (pies) | 32.81 | 36.09 | 39.37 | 42.65 | 45.93 | 49.22 | 52.5 | 55.78 | 59.05 | 62.34 | 65.62 |
| No | Galones | Lo | | | | | | | | | | | |
| 1 | 20,000 | 1.57 | 10.13 | 11.23 | 9.25 | 10.07 | 10.90 | 11.72 | 10.40 | 10.70 | 11.36 | 12.02 | 10.56 |
| 2 | 25,000 | 1.69 | 10.09 | 11.19 | 9.22 | 10.04 | 10.87 | 11.69 | 10.01 | 10.67 | 11.33 | 11.99 | 10.54 |
| 3 | 30,000 | 1.74 | 10.08 | 11.18 | 9.21 | 10.03 | 10.86 | 11.66 | 10.00 | 10.66 | 11.32 | 11.98 | 10.53 |
| 4 | 35,000 | 1.83 | 10.05 | 11.15 | 9.18 | 10.01 | 10.83 | 11.65 | 9.99 | 10.64 | 11.30 | 11.96 | 10.52 |
| 5 | 40,000 | 1.85 | 10.04 | 11.14 | 9.18 | 10.00 | 10.83 | 11.65 | 9.98 | 10.64 | 11.30 | 11.96 | 10.52 |
| 6 | 45,000 | 1.93 | 10.02 | 11.12 | 9.16 | 9.99 | 10.81 | 11.63 | 9.97 | 10.63 | 11.29 | 11.94 | 10.50 |
| 7 | 50,000 | 1.95 | 10.01 | 11.11 | 9.15 | 9.98 | 10.80 | 11.63 | 9.96 | 10.62 | 11.28 | 11.94 | 10.50 |
| 8 | 55,000 | 2.02 | 9.98 | 11.08 | 9.14 | 9.96 | 10.79 | 11.61 | 9.95 | 10.61 | 11.27 | 11.93 | 10.49 |
| 9 | 60,000 | 2.09 | 9.96 | 11.06 | 9.12 | 9.94 | 10.77 | 11.59 | 9.93 | 10.59 | 11.25 | 11.91 | 10.48 |
| 10 | 65,000 | 2.07 | 9.97 | 11.07 | 9.13 | 9.95 | 10.77 | 11.60 | 9.94 | 10.60 | 11.26 | 11.92 | 10.48 |
| 11 | 70,000 | 1.25 | 10.24 | 11.34 | 9.33 | 10.15 | 10.98 | 11.80 | 10.10 | 10.76 | 11.42 | 10.07 | 10.62 |
| 12 | 75,000 | 1.27 | 10.23 | 11.33 | 9.32 | 10.15 | 10.97 | 11.80 | 10.10 | 10.76 | 11.42 | 10.06 | 10.61 |

| No | DESCRIPCION | HOJA |
|---------------------|--|-------|
| PLANOS GENERALES | | |
| 1 | INDICE | 01 |
| 2 | CURVAS DE NIVEL | 02 |
| RED DE AGUA POTABLE | | |
| 3 | DIAGRAMA DE FLUJO | 03 |
| 4 | CURVAS ISOBORAS | 04 |
| 5 | RED DE DISTRIBUCION | 05 |
| 6 | CAJA DE VALVULAS | 06 |
| 7 | CASETA DE BOMBEO | 07 |
| 8 | TANQUE ELEVADO | 08 |
| DRENAJE SANITARIO | | |
| 9 | PLANO GENERAL | 09 |
| 10 | Planta perfil | 10-17 |
| | eje No 1 | 10 |
| | eje No 1,2 | 11 |
| | eje No 3,4,5,6,7,8,9 | 12 |
| | eje No 10,11 | 13 |
| | eje No 12,13,14,15,16 | 14 |
| | 17,18 | 15 |
| | eje No 19,20,21,22 | 16 |
| | eje No 23,24,25,26,27 | 17 |
| | 28,29 | 16 |
| | eje No 30,31,32,33,34 | 17 |
| | 35,36 | 17 |
| 11 | POZO DE VISITA + ACOMETIDA DOMICILIAR | 18 |

| | | | | |
|--|------------------------|------|--------------------------|------------------------|
| UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE E.P.S. | | | | |
| PROYECTO: DISEÑO SERVICIOS COLONIA LA PROMESA, LA DEMOCRACIA, ESCUINTLA | | | | |
| ESCALA: INDICADA | PLANOS GENERALES | | | |
| FECHA: MARZO 2009 | | | | |
| DIBUJO: RAUL BENDIBARAT | INDICE | 1/18 | | |
| DISEÑO: RAUL BENDIBARAT | | | | |
| REVISOR: | | | | |
| <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none;">Vo.Bo. Alcalde Municipal</td> <td style="width: 50%; border: none;">REVISOR: ING ARGEL SBC</td> </tr> </table> | | | Vo.Bo. Alcalde Municipal | REVISOR: ING ARGEL SBC |
| Vo.Bo. Alcalde Municipal | REVISOR: ING ARGEL SBC | | | |



CURVAS DE NIVEL Y DENSIDAD DE VIVIENDA

Escala: _____ 1:1,500

| | | |
|--|------------------------|------|
| UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE E.P.S. | | |
| PROYECTO: <u>DISEÑO SERVICIOS</u> <u>COLONIA LA PROMESA, LA DEMOCRACIA, ESCUINTLA</u> | | |
| ESCALA: <u>INDICADA</u> | PLANOS GENERALES | |
| FECHA: <u>MARZO 2008</u> | CURVAS DE NIVEL | 2/18 |
| DEBUIJO: <u>RAUL HERRERA</u> | | |
| DEBENO: <u>RAUL HERRERA</u> | | |
| REVISOR: | | |
| Yo. Sr. Alcalde Municipal | REVISOR: ING ANGEL SIC | |

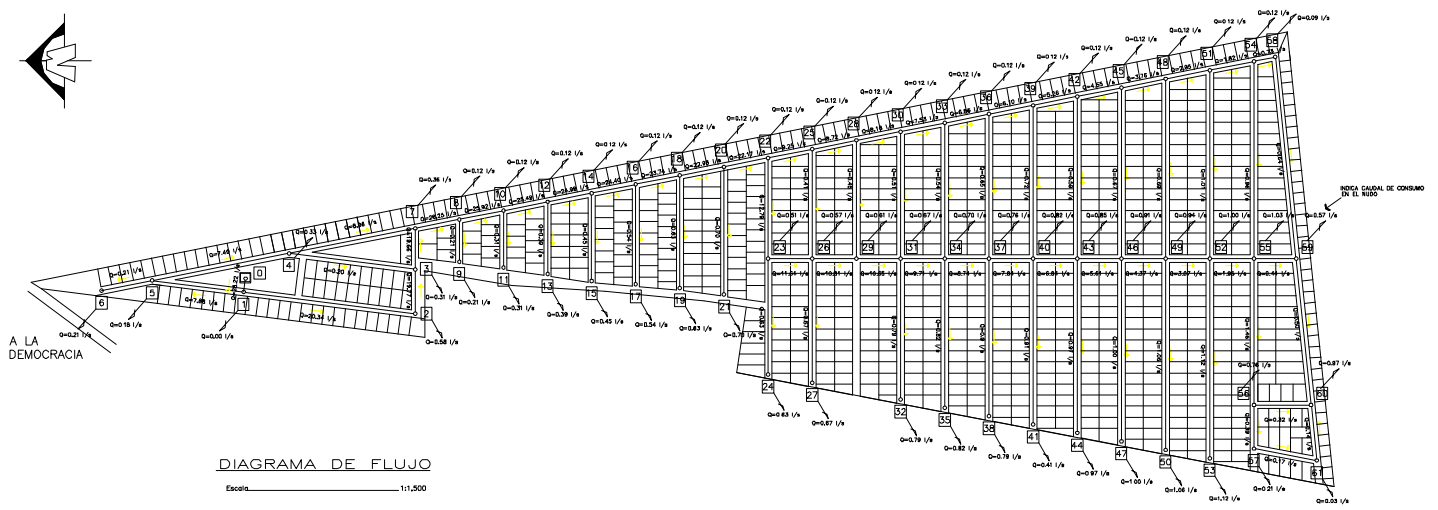


DIAGRAMA DE FLUJO
Escala: 1:1,500

| SIMB. | INDICA |
|------------------------------|--|
| [Square with diagonal lines] | TANQUE DE DISTRIBUCION DE 308 M ³ |
| [Square with 'DD'] | NODO DE DISEÑO |
| [Square with 'C'] | NUMERO DE TRAMO |
| [Circle with '90'] | Co. 90° CODO PVC A 90 GRADOS |
| [Circle with '45'] | Co. 45° CODO PVC A 45 GRADOS |
| [Circle with 'T'] | TAPON HEMBRA PVC |
| [Circle with 'T'] | TEE PVC |
| [Line with 'L.P.'] | LINEA PIEZOMETRICA |
| [Circle with 'Ø'] | DIAMETRO |
| [Line with 'CP'] | COTA PIEZOMETRICA |
| [Line with 'l/s'] | LITROS POR SEGUNDO |
| [Line with 'E'] | ESTACION |
| [Line with 'Q'] | CAUDAL |
| [Line with 'V'] | VALVULA DE COMPUERTA |
| [Line with 'B'] | BUSHING REDUCTOR |
| [Line with 'C'] | CAMINO |
| [Line with 'V'] | VIVIENDA |

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE E.P.S.

PROYECTO:
DISEÑO SERVICIOS
COLONIA LA PROMESA, LA DEMOCRACIA, ESCUNTLA

| | |
|-----------------------|------------------------|
| ESCALA: INDICADA | RED AGUA POTABLE |
| FECHA: MAR. 2008 | |
| DIBUJO: RAUL BELIZARI | DIAGRAMA DE FLUJO 3/18 |
| DISEÑO: RAUL BELIZARI | |
| REVISO: | |

Vo.Bo. Alcalde Municipal REVISO: ING ANDRÉS SIC



A LA DEMOCRACIA

FINCA MONTE ALTO

FINCA LA HEREDAD

FINCA LA HEREDAD

| ID Línea | Nudo Inicial | Nudo Final | Longitud m | Diám PSI | Tubería u | tubos u |
|----------|--------------|------------|------------|----------|-----------|---------|
| 1 | 0 | 1 | 12.00 | 6 | 125 | 2 |
| 2 | 1 | 2 | 155.42 | 6 | 125 | 26 |
| 3 | 2 | 3 | 100.00 | 6 | 125 | 17 |
| 4 | 3 | 7 | 32.29 | 6 | 125 | 6 |
| 7 | 3 | 6 | 90.46 | 1 | 160 | 17 |
| 8 | 4 | 3 | 94.26 | 1 | 160 | 17 |
| 6 | 5 | 4 | 122.73 | 4 | 125 | 21 |
| 9 | 4 | 7 | 95.09 | 4 | 125 | 16 |
| 5 | 1 | 5 | 59.87 | 4 | 125 | 10 |
| 10 | 7 | 8 | 36.75 | 6 | 125 | 7 |
| 11 | 8 | 9 | 41.08 | 1 | 160 | 7 |
| 12 | 8 | 10 | 37.24 | 6 | 125 | 7 |
| 13 | 10 | 11 | 68.25 | 1 | 160 | 12 |
| 14 | 10 | 12 | 36.39 | 6 | 125 | 7 |
| 15 | 12 | 13 | 95.40 | 1 | 160 | 16 |
| 16 | 12 | 14 | 36.63 | 6 | 125 | 7 |
| 17 | 14 | 15 | 80.89 | 1 | 160 | 14 |
| 18 | 14 | 16 | 36.27 | 6 | 125 | 7 |
| 19 | 16 | 17 | 90.83 | 1 | 160 | 16 |
| 20 | 18 | 18 | 37.16 | 6 | 125 | 7 |
| 21 | 18 | 19 | 102.04 | 1 | 160 | 18 |
| 22 | 18 | 20 | 36.94 | 5 | 125 | 7 |
| 23 | 20 | 21 | 113.76 | 1 | 160 | 19 |
| 24 | 20 | 22 | 36.88 | 5 | 125 | 7 |
| 25 | 22 | 23 | 36.72 | 5 | 125 | 7 |
| 52 | 22 | 25 | 36.72 | 4 | 125 | 7 |
| 54 | 25 | 28 | 36.48 | 4 | 125 | 7 |
| 56 | 28 | 30 | 36.18 | 4 | 125 | 7 |
| 58 | 30 | 33 | 36.96 | 4 | 125 | 7 |
| 53 | 25 | 26 | 93.35 | 1 1/4 | 125 | 16 |
| 55 | 28 | 29 | 99.68 | 1 1/4 | 125 | 17 |
| 57 | 30 | 31 | 106.68 | 1 1/4 | 125 | 18 |
| 59 | 33 | 34 | 113.33 | 1 1/4 | 125 | 19 |
| 27 | 23 | 26 | 36.10 | 4 | 125 | 7 |
| 29 | 26 | 29 | 32.12 | 4 | 125 | 6 |
| 30 | 29 | 31 | 35.91 | 4 | 125 | 6 |
| 32 | 31 | 34 | 35.99 | 4 | 125 | 6 |
| 26 | 23 | 24 | 97.17 | 1 | 160 | 17 |
| 28 | 26 | 27 | 105.57 | 1 | 160 | 18 |
| 31 | 31 | 32 | 119.27 | 1 | 160 | 20 |

| ID Línea | Nudo Inicial | Nudo Final | Longitud m | Diám PSI | Tubería u | tubos u |
|----------|--------------|------------|------------|----------|-----------|---------|
| 33 | 34 | 35 | 126.16 | 1 | 160 | 22 |
| 64 | 39 | 42 | 36.61 | 2 1/2 | 125 | 7 |
| 66 | 42 | 45 | 36.71 | 2 1/2 | 125 | 7 |
| 35 | 37 | 38 | 126.16 | 1 | 160 | 22 |
| 63 | 39 | 40 | 126.94 | 1 1/4 | 125 | 22 |
| 37 | 40 | 41 | 139.83 | 1 1/4 | 125 | 24 |
| 85 | 42 | 43 | 133.66 | 1 1/4 | 125 | 23 |
| 39 | 43 | 44 | 146.75 | 1 1/4 | 125 | 25 |
| 67 | 45 | 46 | 140.39 | 1 1/4 | 125 | 24 |
| 60 | 33 | 36 | 36.75 | 3 | 125 | 7 |
| 62 | 36 | 39 | 36.84 | 3 | 125 | 7 |
| 61 | 36 | 37 | 120.11 | 1 1/4 | 125 | 21 |
| 34 | 34 | 37 | 35.88 | 3 | 125 | 6 |
| 38 | 40 | 43 | 36.85 | 3 | 125 | 7 |
| 36 | 37 | 40 | 36.30 | 3 | 125 | 7 |
| 40 | 43 | 46 | 35.66 | 2 1/2 | 125 | 6 |
| 41 | 46 | 47 | 152.77 | 1 1/4 | 125 | 26 |
| 68 | 45 | 48 | 36.12 | 2 1/2 | 125 | 7 |
| 70 | 51 | 51 | 37.28 | 2 1/2 | 125 | 7 |
| 72 | 51 | 54 | 35.75 | 2 | 125 | 6 |
| 74 | 54 | 58 | 19.36 | 1 1/2 | 125 | 4 |
| 75 | 58 | 59 | 146.75 | 1 1/4 | 125 | 25 |
| 76 | 59 | 60 | 118.86 | 2 1/2 | 125 | 20 |
| 42 | 46 | 49 | 36.07 | 2 1/2 | 125 | 7 |
| 44 | 49 | 52 | 36.04 | 2 1/2 | 125 | 7 |
| 46 | 52 | 55 | 36.07 | 2 1/2 | 125 | 7 |
| 49 | 55 | 59 | 33.36 | 1 1/2 | 125 | 6 |
| 43 | 49 | 50 | 166.27 | 1 1/4 | 125 | 28 |
| 45 | 52 | 53 | 166.27 | 1 1/4 | 125 | 28 |
| 47 | 55 | 56 | 119.01 | 2 1/2 | 125 | 20 |
| 50 | 56 | 60 | 51.19 | 1 | 125 | 9 |
| 48 | 56 | 57 | 59.84 | 1 1/4 | 125 | 10 |
| 51 | 57 | 61 | 51.19 | 1 | 160 | 9 |
| 69 | 48 | 49 | 147.16 | 1 1/4 | 125 | 26 |
| 71 | 51 | 52 | 153.80 | 1 1/2 | 125 | 25 |
| 73 | 54 | 55 | 146.75 | 1 1/2 | 125 | 25 |
| 77 | 61 | 60 | 48.86 | 1 | 125 | 8 |

| SYMB. | INDICA |
|-------|--|
| □ | TANQUE DE DISTRIBUCION DE 308 M ³ |
| □ | NODO DE DISEÑO |
| ⊙ | NÚMERO DE TRAMO |
| ⊙ | Co. 90° CODD PVC A 90 GRADOS |
| ⊙ | Co. 45° CODD PVC A 45 GRADOS |
| → | TAPON HEMBRA PVC |
| ⊕ | TEE PVC |
| L.P. | LÍNEA PIEZOMÉTRICA |
| ∅ | DIÁMETRO |
| CP | COTA PIEZOMÉTRICA |
| L/S | LITROS POR SEGUNDO |
| E | ESTACION |
| Q | CAUDAL |
| ⊕ | VALVULA DE COMPUERTA |
| → | BUSHING REDUCTOR |
| — | CAMINO |
| □ | VIVIENDA |

RED DE DISTRIBUCION

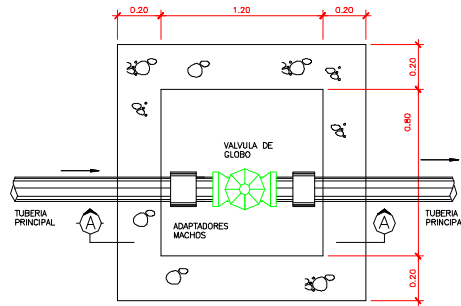
Escala 1:1,500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE E.P.S.

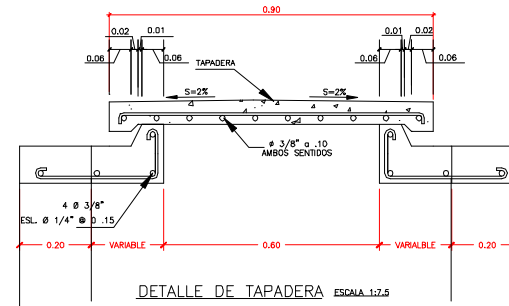
PROYECTO: DISEÑO SERVICIOS
COLONIA LA PROMESA, LA DEMOCRACIA, ESCUNTLA

| | | |
|----------------------|---------------------|------|
| ESCALA: INDICADA | RED AGUA POTABLE | |
| FECHA: MARZO 2008 | RED DE DISTRIBUCION | 5/18 |
| DISEÑO: RAUL HERRERA | | |
| DISEÑO: RAUL HERRERA | | |
| REVISOR: | | |

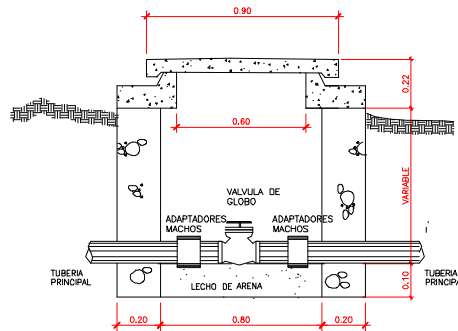
Vs. Bn. Alcalde Municipal REVISOR: ING ANGEL SUC



VALVULA DE CONTROL ESCALA 1:12.5



DETALLE DE TAPADERA ESCALA 1:2.5



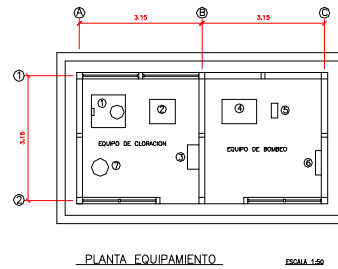
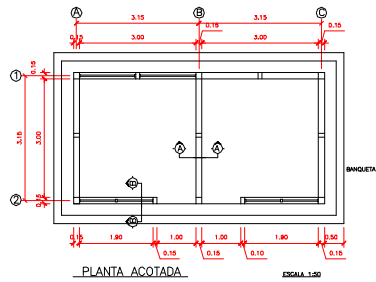
VALVULA DE CONTROL SECCION A-A ESCALA 1:12.5

- LA MAMPOSTERIA DE PIEDRA SE HARA DE LA SIGUIENTE MANERA:
33 % DE MORTERO
67 % DE PIEDRA BOLA
- EL MORTERO SE HARA EN LA PROPORCION, EN VOLUMEN 1:2
CEMENTO Y ARENA DE RIO
- EL CONCRETO SERA EN LA PROPORCION, EN VOLUMEN 1:2:3
CEMENTO, ARENA DE RIO Y PIEDRA DE 1/2" RESPECTIVAMENTE
- SE REPELLARA EL INTERIOR Y EXTERIOR CON SABIDA, PROPORCION
VOLUMEN 1:2, CEMENTO, ARENA DE RIO RESPECTIVAMENTE CON UN
REQUERIMIENTO MINIMO DE 1.5 CMS.
- EN LAS TAPADERAS SE DEJARA UN DESNIVEL NECESARIO
PARA DRENAR EL AGUA DE LLUVIA.
- EL TERRENO BAJO LA LOSA DEL PISO DEBERA SER PERFECTAMENTE
APISONADO
- SE REALIZARA UN ALIZADO INTERIOR DE CEMENTO Y ARENA DE RIO
EN PROPORCION 1:1 PARA IMPERMEABILIZAR LAS PAREDES
INTERNAS DE LA CAJA.

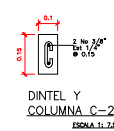
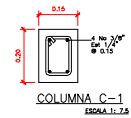
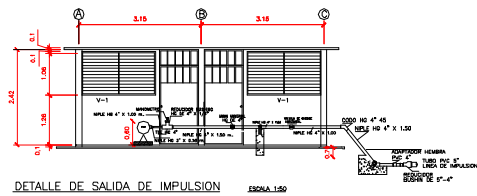
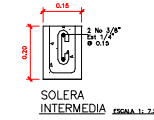
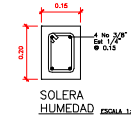
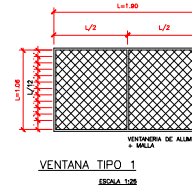
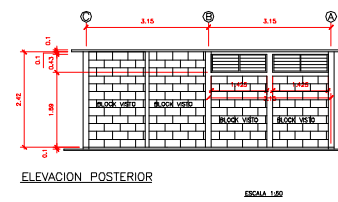
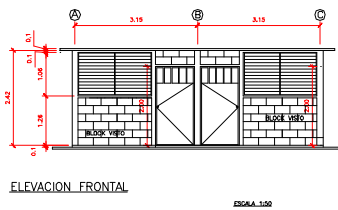
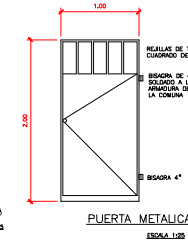
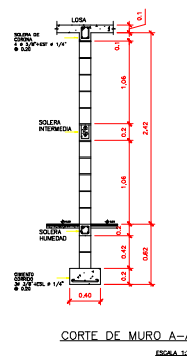
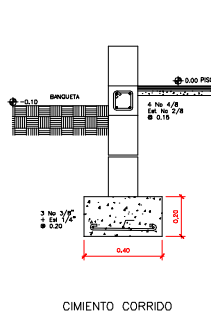
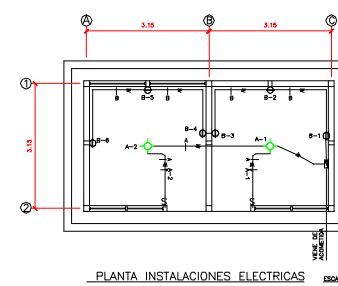
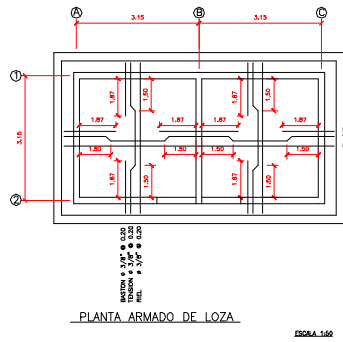
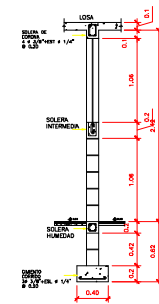
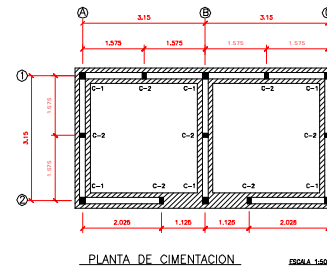
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE E.P.S.

PROYECTO:
DISEÑO SERVICIOS
COLONIA LA PROMESA, LA DEMOCRACIA, ESCUINTLA

| | | |
|------------------------|------------------|------|
| ESCALA: INDICADA | RED AGUA POTABLE | |
| FECHA: MARZO, 2008 | CAJA DE VALVULAS | 6/18 |
| DIBUJO: SAUL IRUNGARAY | | |
| DISEÑO: SAUL IRUNGARAY | | |
| REVISO: | | |



- 1 BASCULA DE PLATAFORMA PARA 1 CILINDRO A LA VEZ.
- 2 BOMBA DE INYECCION DE GAS DE CLORO
- 3 DOSIFICADOR DE CLORO GASEOSO ACTUADO A VACIO
- 4 MOTOR ELECTRICO
- 5 BOMBA CENTRIFUGA
- 6 PANEL DE CONTROL
- 7 CILINDRO DE REPUESTO

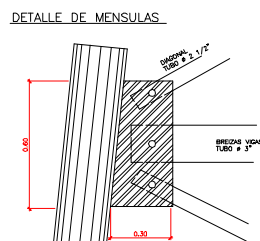
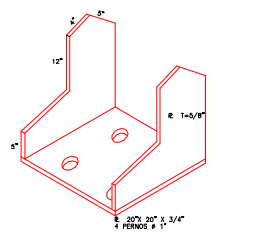
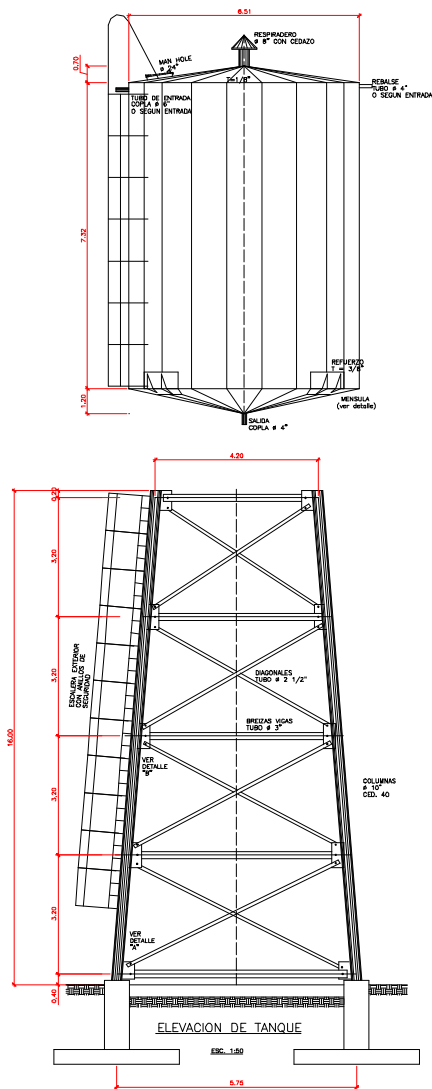


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE E.P.S.

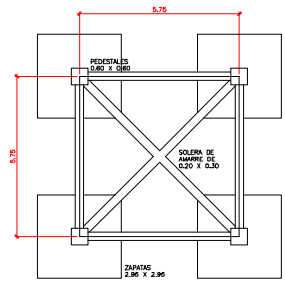
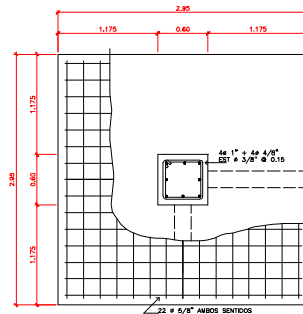
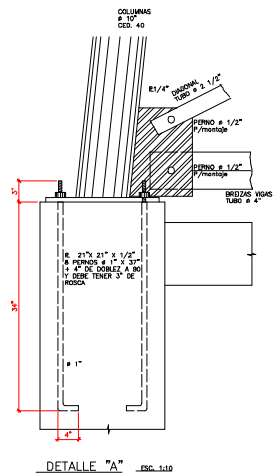
PROYECTO:
DISEÑO SERVICIOS
COLONIA LA PROMESA, LA DEMOCRACIA, ESCUINTLA

| | |
|-------------------------|------------------|
| ESCALA: INDICADA | RED AGUA POTABLE |
| FECHA: MARZO, 2005 | |
| DIBUJO: SAUL TRUJICABAY | CASETA DE BOMBEO |
| DISEÑO: SAUL TRUJICABAY | 7/18 |
| REVISO: | |

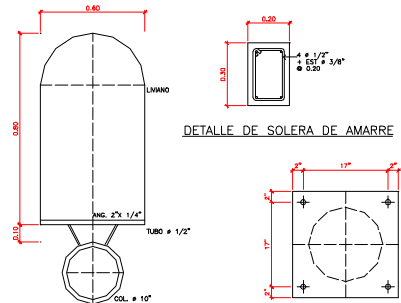
Vo.Bo. Alcalde Municipal REVISO : Ing. ANGEL SIC



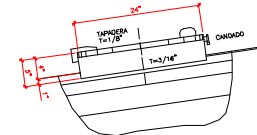
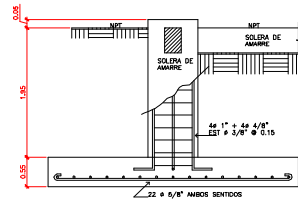
DETALLE "B" ESC. 1:10



PLANTA DE BASES ESC. 1:25



SEPARACION DE ANILLOS
 MINIMO = 0.30 m
 MAXIMO = 1.25 m



ESPECIFICACIONES

VOLUMEN DEL TANQUE = 246 M3
 ALTURA DE LA TORRE = 18 METROS
 TOMAR EN CONSIDERACION SOPORTE DEL SUELO
 CIMENTACION 18 TON/M2
 CONCRETO DE 3000 PSI
 ACERO DE REFUERZO GRADO 40

MATERIAL: METAL- NORMA ASTM, A-36
 ELECTRODO SERIE 7018 PENETRACION
 ESCALERA INTERIOR SIN PROTECCION TIPO MARINERO CON HIERRO DE 5/8"
 ESCALERA EXTERIOR CON ANILLOS DE PROTECCION
 MANHOLE DE TECHO 24"
 PINTURA INTERIOR ESPECIAL PARA RESERVOIRIO DE AGUA: DOS CAPAS
 PINTURA EXTERIOR ANTICORROSIVA DOS CAPAS.
 RESPIRADERO DE 8" TIPO HONGO
 NIPLE DE ENTRADA 6" Y REBALSE 4" DE DIAMETRO.
 NIPLE DE SALIDA DE 4" DE DIAMETRO.
 CILINDRO FORMADO CON LAMINA DE T=1/4", CON CAPACIDAD DE 246 M3
 TECHO CONICO CON LAMINA DE T=1/4" (altura segun diseño).
 FONDO CONICO INFERIOR CON LAMINA T= 3/8"
 COLUMNA CEDULA 40
 DIAGONALES CON ANGULAR DE 2 1/2"
 BREZIAS VIGAS TUBO # 3" SW
 MENSULAS CON LAMINA T=3/4"
 BREZIAS CON PERNOS ESTRUCTURALES Y SOLDADURA.
 t= ESPESOR.

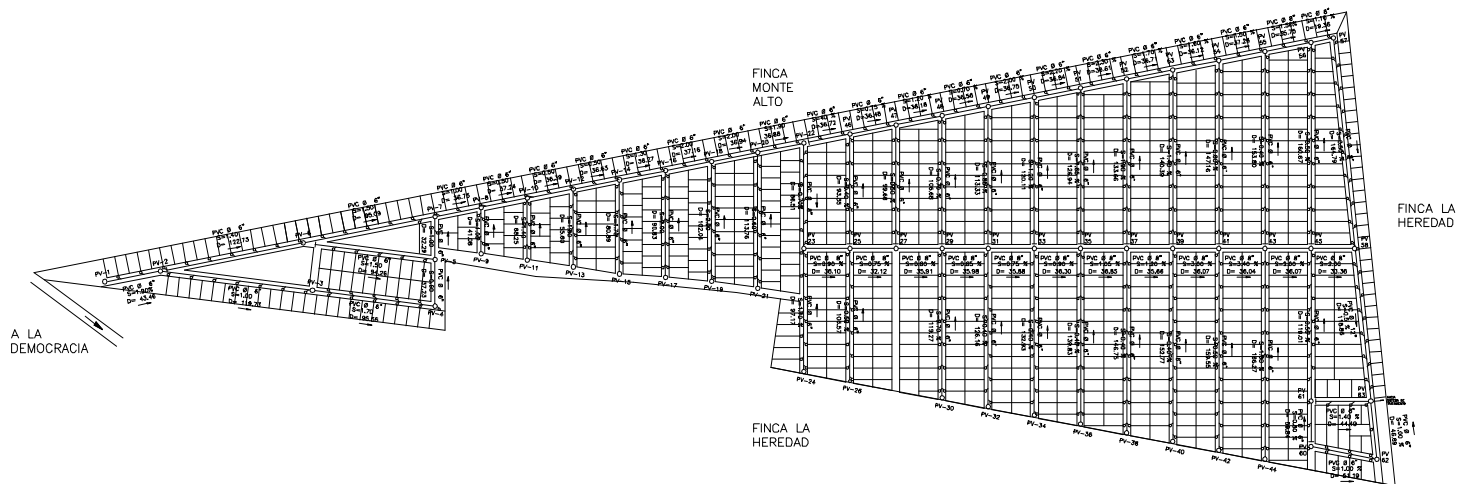
MATERIALES

CONCRETO 3,000 LBS/PULG
 ACERO 40,000 LBS/PULG

RECUBRIMIENTOS

ZAPATAS 0.08 mts.
 REDESTALES 0.03 mts.
 SOLERAS 0.04 mts.

| | | |
|--|------------------|-------------------------|
| FACULTAD DE INGENIERIA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA UNIDAD DE E.P.S. | | |
| PROYECTO: DISEÑO SERVICIOS COLONIA LA PROMESA, LA DEMOCRACIA, ESCUNTLA | | |
| ESCALA: INDICADA | RED AGUA POTABLE | |
| PROYECTA: [Blank] | | |
| DIBUJO: [Blank] | TANQUE ELEVADO | |
| REVISOR: | 8/18 | |
| Yo. Bb. Abasde Municipal | | REVISOR: ING ANIBEL BIC |



RED DE DRENAJE SANITARIO

Escala: 1:1,000

| | | |
|--|-------------------------|------|
| UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE E.P.S. | | |
| PROYECTO: DISEÑO SERVICIOS COLONIA LA PROMESA, LA DEMOCRACIA, ESCUNTLA | | |
| ESCALA: INDICADA | DRENAJE SANITARIO | |
| FECHA: MARZO 2008 | | |
| DIBUJO: RAUL BENDICARAY | PLANO GENERAL | 9/18 |
| DISEÑO: RAUL BENDICARAY | | |
| REVISO: | | |
| Vo.Bo. Alcaldé Municipal | REVISO : Ing. ANGEL SIC | |

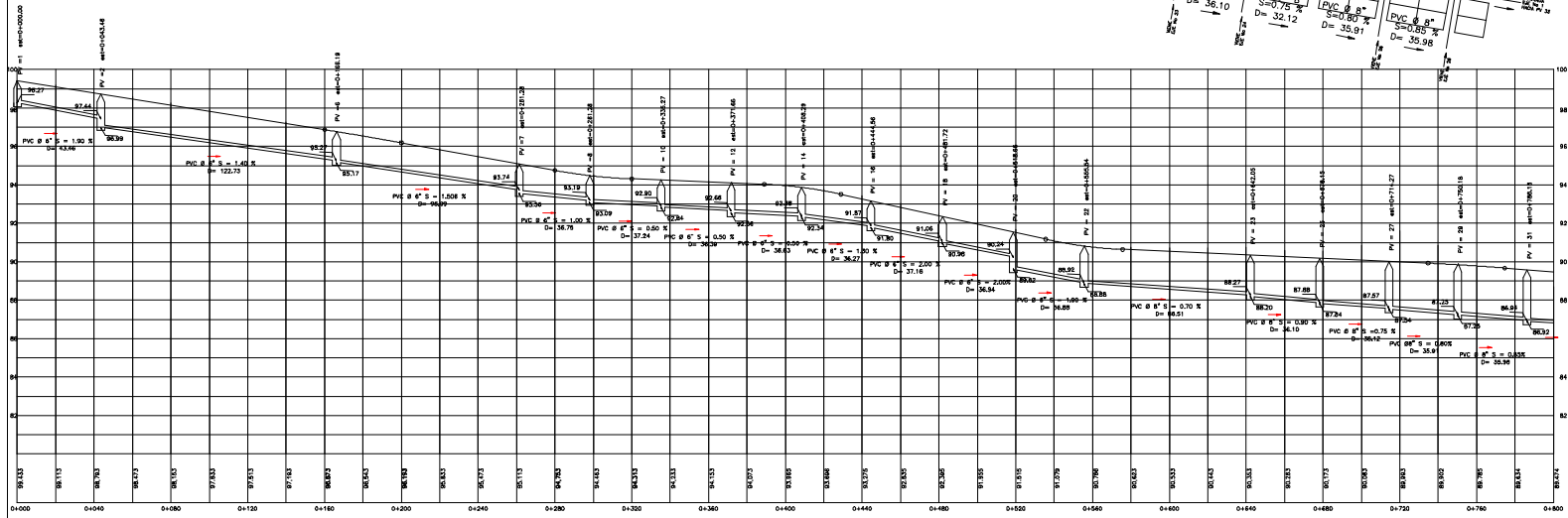
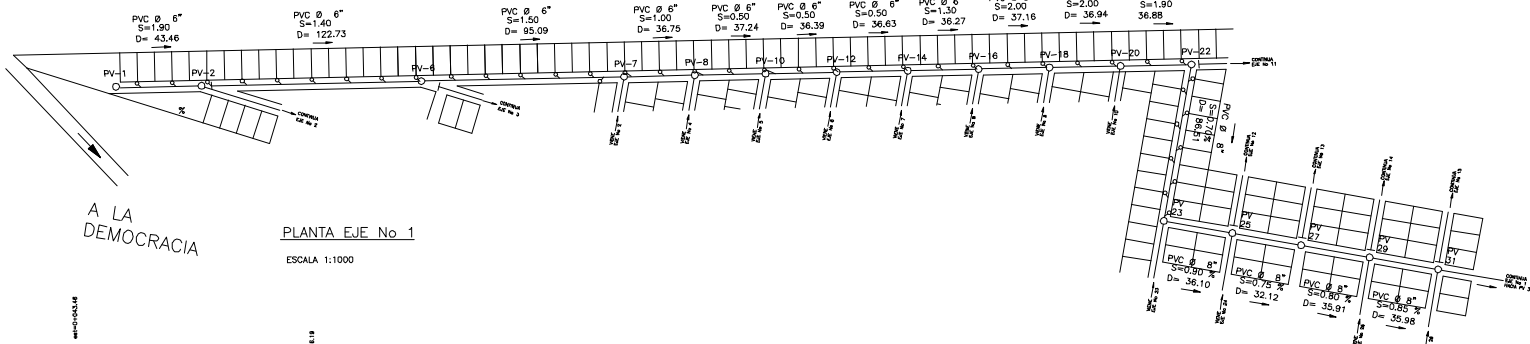


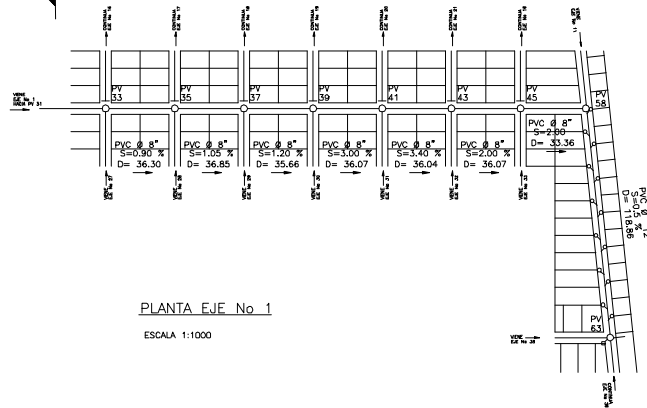
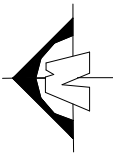
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE E.P.S.

PROYECTO: DISEÑO SERVICIOS
COLONIA LA PROMESA, LA DEMOCRACIA, ESCUINTLA

| | | |
|-------------------------|-------------------|-------|
| ESCALA: INDICADA | DRENAJE SANITARIO | |
| FECHA: MARZO, 2008 | PERFILES | 10/18 |
| DIBUJO: SAUL BRUNGRABAY | | |
| DISEÑO: SAUL BRUNGRABAY | | |
| REVISO: | | |

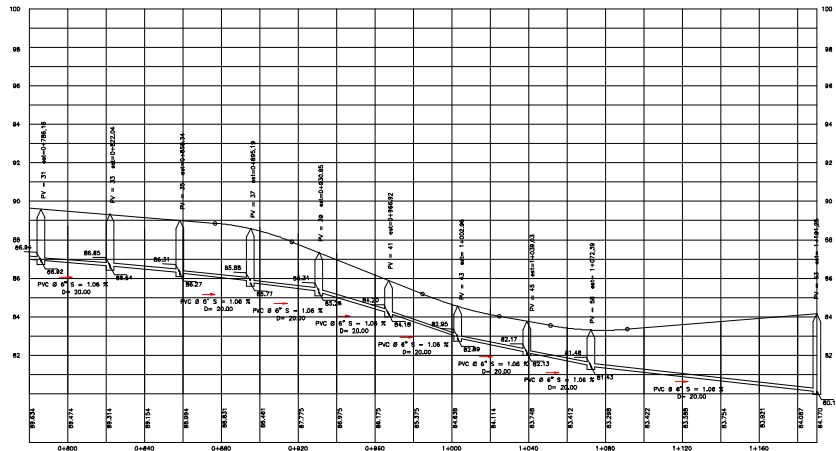
Vo.Bo. Alcalde Municipal REVISO : Ing. ANGEL SICA





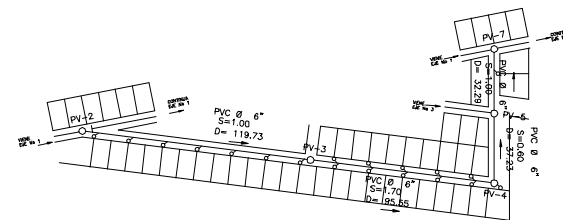
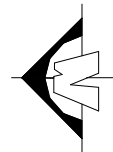
PLANTA EJE No 1

ESCALA 1:1000



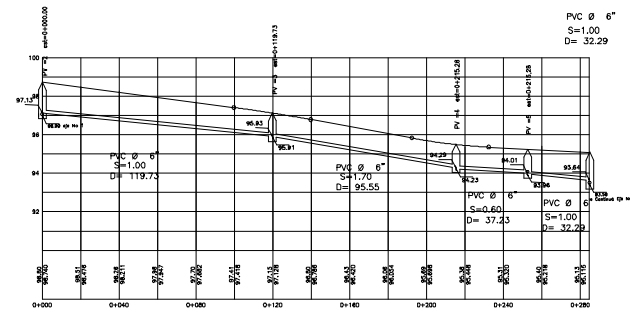
PERFIL EJE No 1

ESCALA HORIZ: 1:1000
ESCALA VERT: 1:100



PLANTA EJE No 2

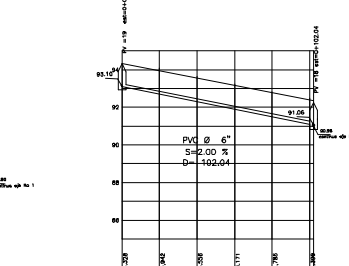
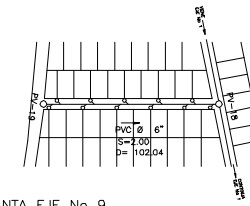
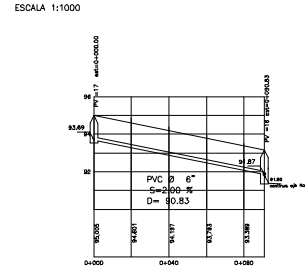
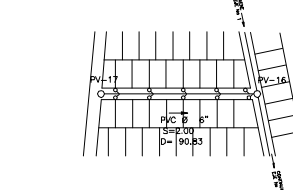
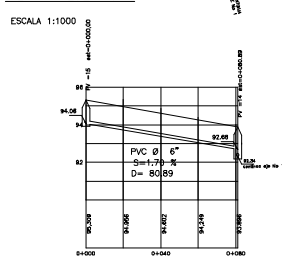
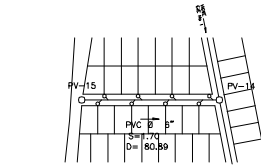
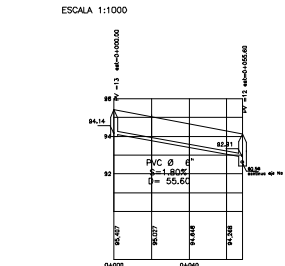
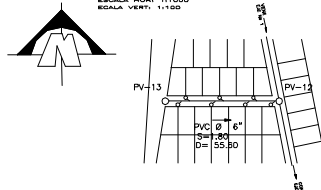
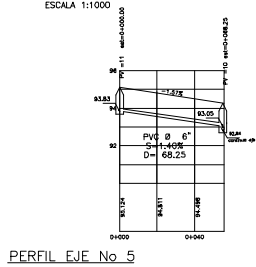
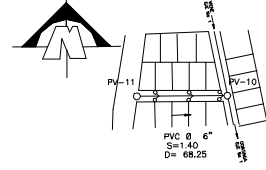
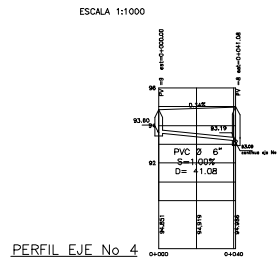
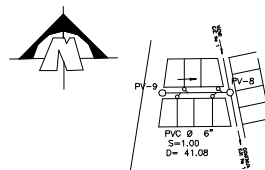
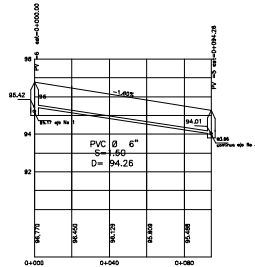
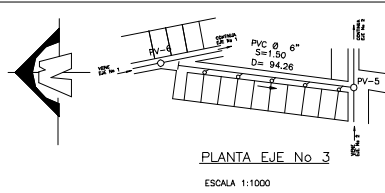
ESCALA 1:1000



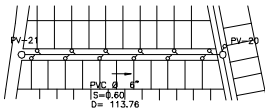
PERFIL EJE No 2

ESCALA HORIZ: 1:1000
ESCALA VERT: 1:100

| | |
|--|--------------------------|
| UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE E.P.S. | |
| PROYECTO: DISEÑO SERVICIOS COLONIA LA PROMESA, LA DEMOCRACIA, ESCUINTLA | |
| ESCALA: INDICADA | DRENAJE SANITARIO |
| FECHA: MARZO, 2006 | PERFILES |
| DIBUJO: RAUL HINOJOSARAY | |
| DISEÑO: RAUL HINOJOSARAY | |
| REVISO: | 11/18 |
| Vo.Bo. Alcalde Municipal | |
| REVISO : Ing. ANGEL SIC | |

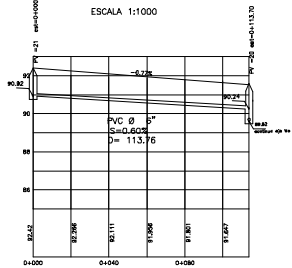


| | | |
|--|-------------------|-------------------------|
| UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE E.P.S. | | |
| PROYECTO: DISEÑO SERVICIOS COLONIA LA PROMESA, LA DEMOCRACIA, ESCUINTLA | | |
| ESCALA: INDICADA | DRENAJE SANITARIO | |
| FECHA: MARZO, 2008 | PERFILES | 12/18 |
| DIBUJO: RAIS, HERRERAARAY | | |
| REVISO: RAIS, HERRERAARAY | | |
| Vo.Bo. Alcalde Municipal | | REVISO : Ing. ANGEL SIC |



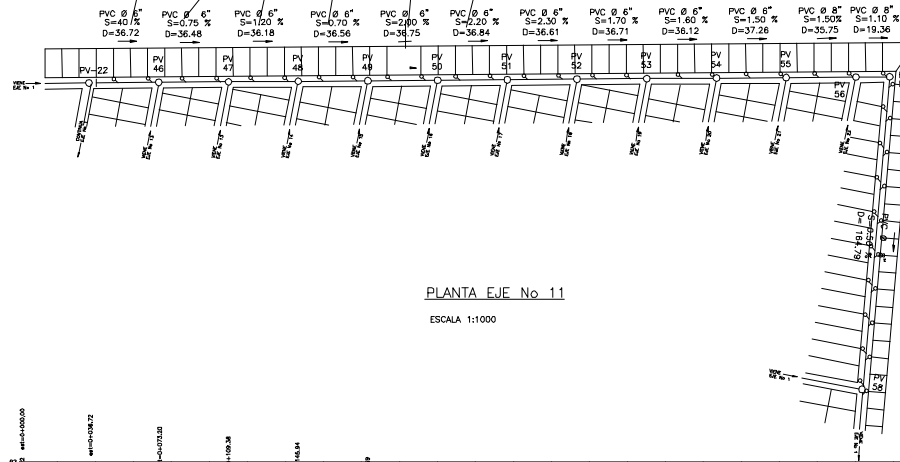
PLANTA EJE No 10

ESCALA 1:1000



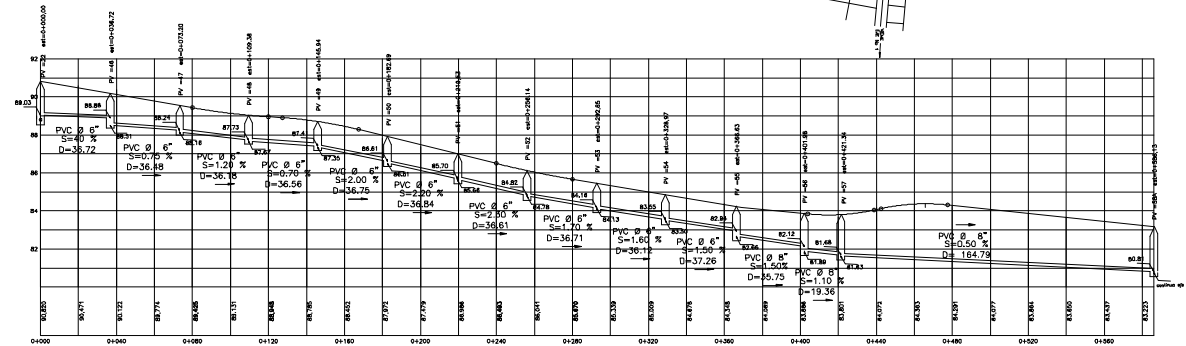
PERFIL EJE No 10

ESCALA HOR: 1:1000
ESCALA VERT: 1:100



PLANTA EJE No 11

ESCALA 1:1000



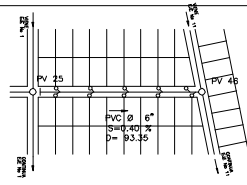
PERFIL EJE No 11

ESCALA HOR: 1:1000
ESCALA VERT: 1:100

| | | |
|--|-------------------|-------------------------|
| UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE E.P.S. | | |
| PROYECTO: DISEÑO SERVICIOS COLONIA LA PROMESA, LA DEMOCRACIA, ESCUINTLA | | |
| ESCALA: INDICADA | DRENAJE SANITARIO | |
| FECHA: MARZO, 2005 | PERFILES | 13/18 |
| DIBUJO: SAUL HENRIGARAY | | |
| DISEÑO: SAUL HENRIGARAY | | |
| REVISO: | | |
| Va.Bo. Alcalde Municipal | | REVISO : Ing. ANGEL SIC |

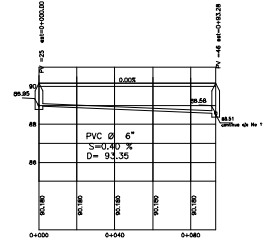
| | | |
|--------------------------|-------------------|-------|
| ESCALA: INDICADA | DRENAJE SANITARIO | |
| FECHA: MARZO 2005 | PERFILES | 14/18 |
| DIBUJO: SAMIL INDRAGABAY | | |
| REVISO: SAMIL INDRAGABAY | | |

Vo.Bo. Alcaldé Municipal REVISO : Ing. ANGEL SIC



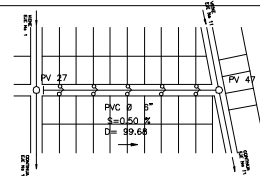
PLANTA EJE No 12

ESCALA 1:1000



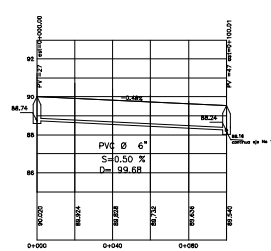
PERFIL EJE No 12

ESCALA HOR: 1:1000
ESCALA VERT: 1:100



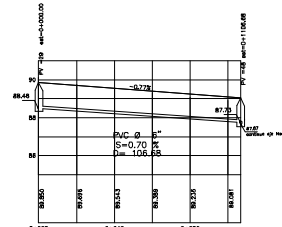
PLANTA EJE No 13

ESCALA 1:1000



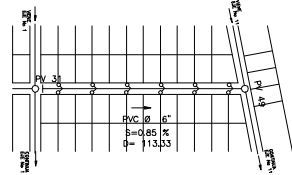
PLANTA EJE No 14

ESCALA 1:1000



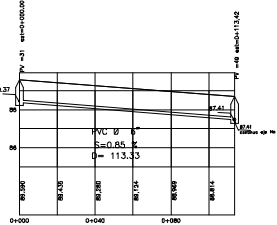
PERFIL EJE No 14

ESCALA HOR: 1:1000
ESCALA VERT: 1:100



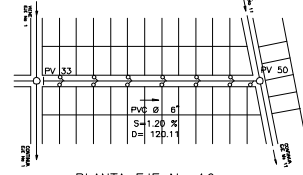
PLANTA EJE No 15

ESCALA 1:1000



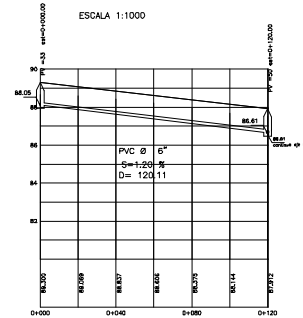
PERFIL EJE No 15

ESCALA HOR: 1:1000
ESCALA VERT: 1:100



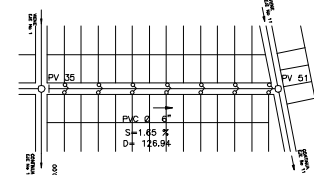
PLANTA EJE No 16

ESCALA 1:1000



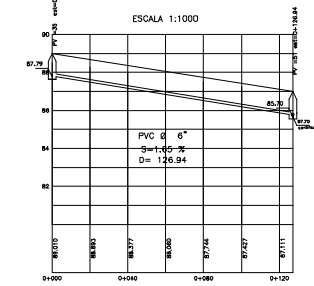
PERFIL EJE No 16

ESCALA HOR: 1:1000
ESCALA VERT: 1:100



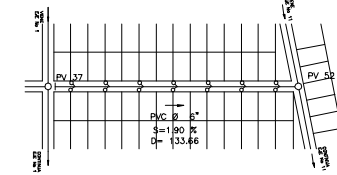
PLANTA EJE No 17

ESCALA 1:1000



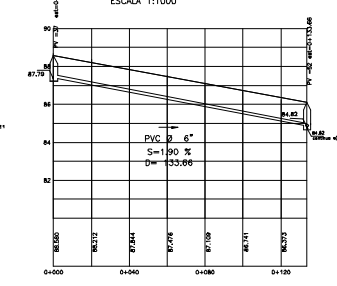
PERFIL EJE No 17

ESCALA HOR: 1:1000
ESCALA VERT: 1:100



PLANTA EJE No 18

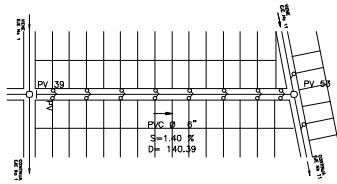
ESCALA 1:1000



PERFIL EJE No 18

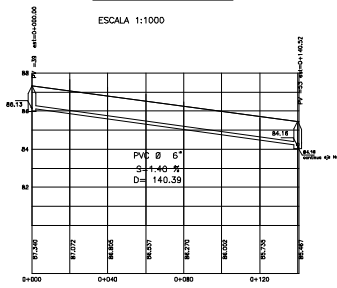
ESCALA HOR: 1:1000
ESCALA VERT: 1:100

| | | |
|---------------------------|-------------------|-------------------------|
| ESCALA: INDICADA | DRENAJE SANITARIO | |
| FECHA: MARZO, 2008 | PERFILES | 15/18 |
| DIBUJO: SAUL IZQUIERDARAY | | |
| DISEÑO: SAUL IZQUIERDARAY | | |
| REVISO: | | |
| Vo.Bo. Alcalde Municipal | | REVISO : Ing. ANGEL SIC |



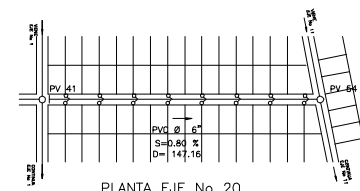
PLANTA EJE No 19

ESCALA 1:1000



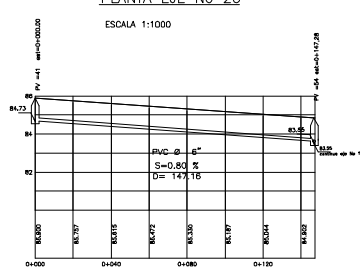
PERFIL EJE No 19

ESCALA HORI: 1:1000
 ESCALA VERTI: 1:100



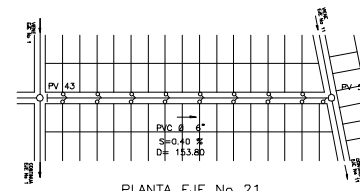
PLANTA EJE No 20

ESCALA 1:1000



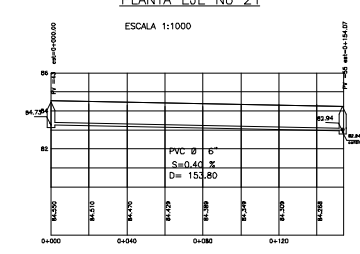
PERFIL EJE No 20

ESCALA HORI: 1:1000
 ESCALA VERTI: 1:100



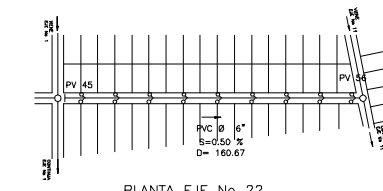
PLANTA EJE No 21

ESCALA 1:1000



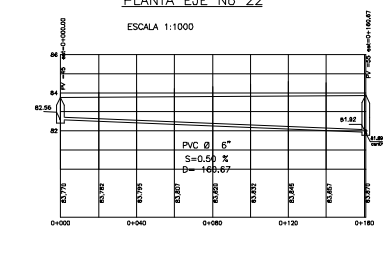
PERFIL EJE No 21

ESCALA HORI: 1:1000
 ESCALA VERTI: 1:100



PLANTA EJE No 22

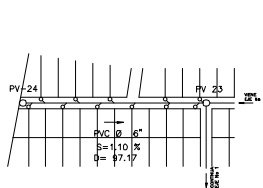
ESCALA 1:1000



PERFIL EJE No 22

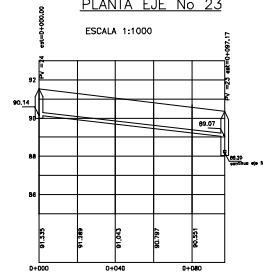
ESCALA HORI: 1:1000
 ESCALA VERTI: 1:100

| | | |
|--------------------------|-------------------|-------------------------|
| ESCALA: INDICADA | DRENAJE SANITARIO | |
| FECHA: MARZO, 2006 | PERFILES | 16/18 |
| DIBUJO: RAUL BUNGARAY | | |
| DISEÑO: RAUL BUNGARAY | | |
| REVISO: | | |
| Vo.Bo. Alcalde Municipal | | REVISO : Ing. ANGEL SIC |



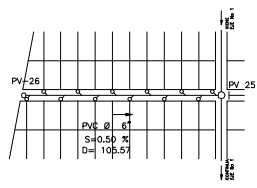
PLANTA EJE No 23

ESCALA 1:1000



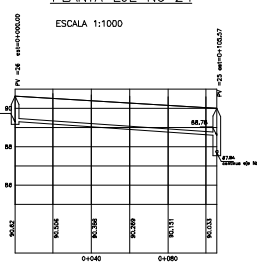
PERFIL EJE No 23

ESCALA HOR: 1:1000
 ESCALA VERT: 1:100



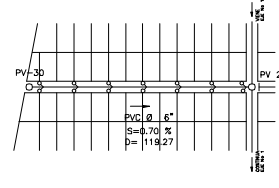
PLANTA EJE No 24

ESCALA 1:1000



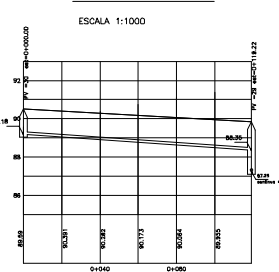
PERFIL EJE No 24

ESCALA HOR: 1:1000
 ESCALA VERT: 1:100



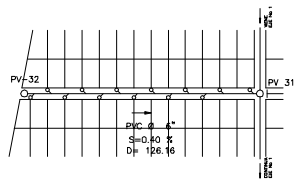
PLANTA EJE No 25

ESCALA 1:1000



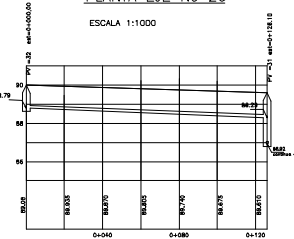
PERFIL EJE No 25

ESCALA HOR: 1:1000
 ESCALA VERT: 1:100



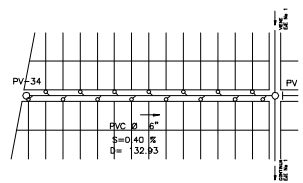
PLANTA EJE No 26

ESCALA 1:1000



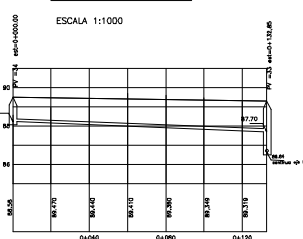
PERFIL EJE No 26

ESCALA HOR: 1:1000
 ESCALA VERT: 1:100



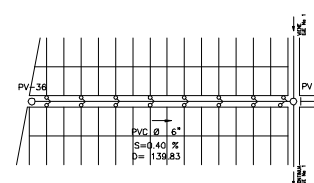
PLANTA EJE No 27

ESCALA 1:1000



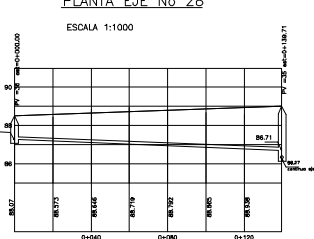
PERFIL EJE No 27

ESCALA HOR: 1:1000
 ESCALA VERT: 1:100



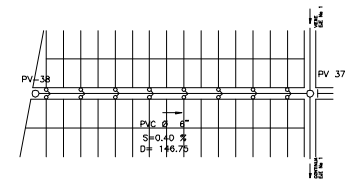
PLANTA EJE No 28

ESCALA 1:1000



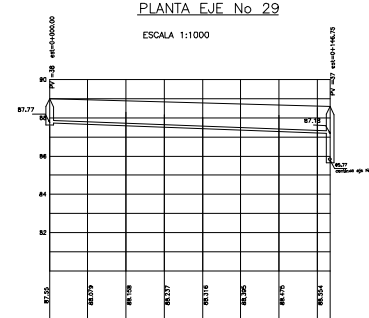
PERFIL EJE No 28

ESCALA HOR: 1:1000
 ESCALA VERT: 1:100



PLANTA EJE No 29

ESCALA 1:1000

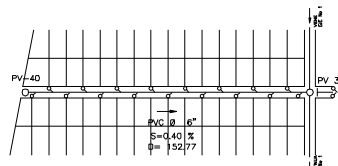


PERFIL EJE No 29

ESCALA HOR: 1:1000
 ESCALA VERT: 1:100

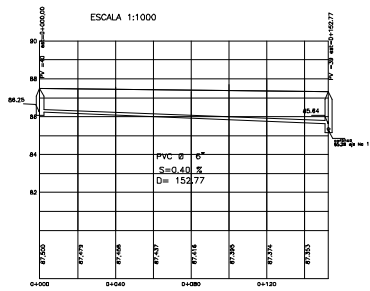
| | | | |
|---------|---------------|-------------------|-------|
| ESCALA: | INDICADA | DRENAJE SANITARIO | |
| FECHA: | MARZO 2008 | PERFILES | 17/18 |
| DIBUJO: | SAUL HUNGARAY | | |
| REVISO: | SAUL HUNGARAY | | |

Vo.Bo. Alcalde Municipal REVISO : Ing. ANGEL SIC



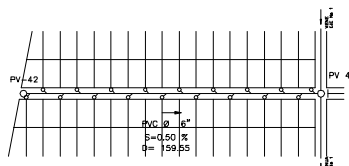
PLANTA EJE No 30

ESCALA 1:1000



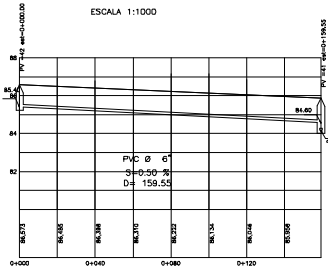
PERFIL EJE No 30

ESCALA HOR: 1:1000
ESCALA VERT: 1:100



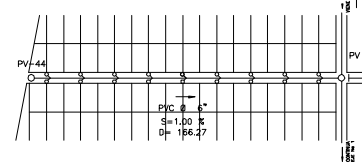
PLANTA EJE No 31

ESCALA 1:1000



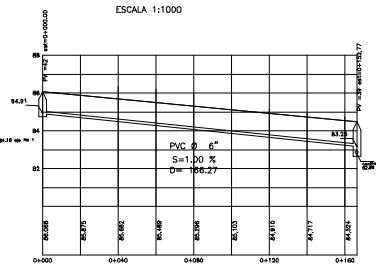
PERFIL EJE No 31

ESCALA HOR: 1:1000
ESCALA VERT: 1:100



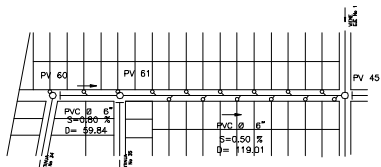
PLANTA EJE No 32

ESCALA 1:1000



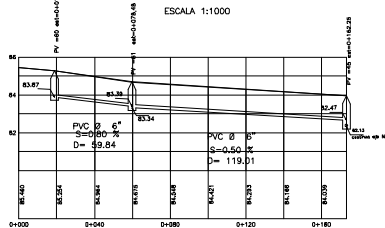
PERFIL EJE No 32

ESCALA HOR: 1:1000
ESCALA VERT: 1:100



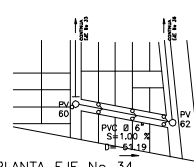
PLANTA EJE No 33

ESCALA 1:1000



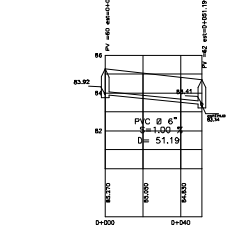
PERFIL EJE No 33

ESCALA HOR: 1:1000
ESCALA VERT: 1:100



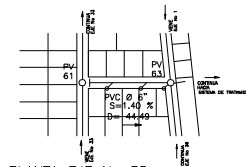
PLANTA EJE No 34

ESCALA 1:1000



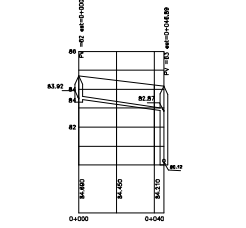
PERFIL EJE No 34

ESCALA HOR: 1:1000
ESCALA VERT: 1:100



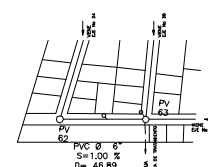
PLANTA EJE No 35

ESCALA 1:1000



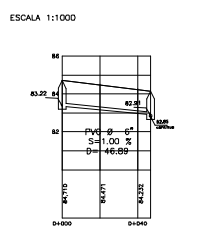
PERFIL EJE No 35

ESCALA HOR: 1:1000
ESCALA VERT: 1:100



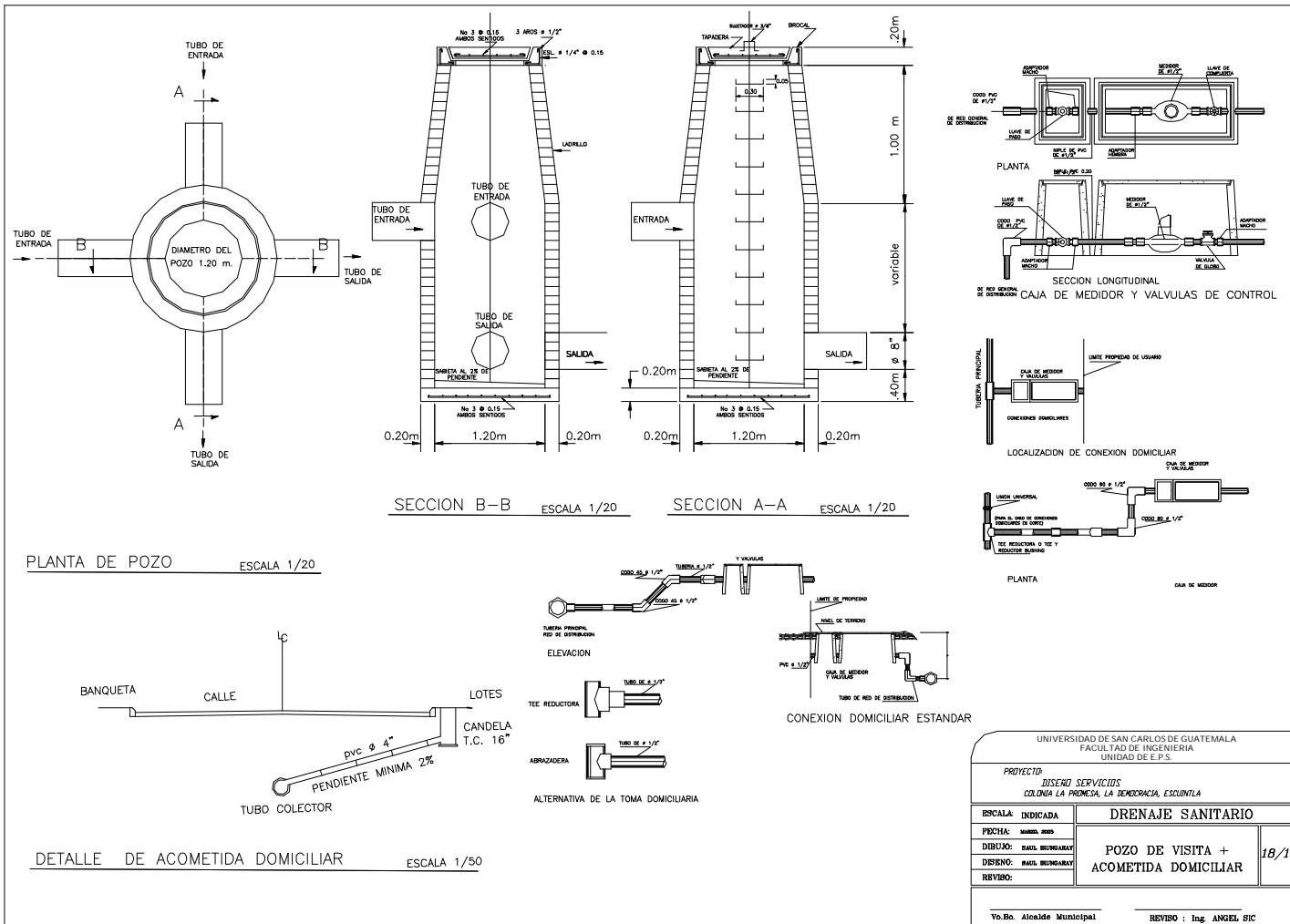
PLANTA EJE No 36

ESCALA 1:1000



PERFIL EJE No 36

ESCALA HOR: 1:1000
ESCALA VERT: 1:100



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE E.P.S.

PROYECTO:
DISEÑO SERVICIOS
COLONIA LA PROMESA, LA BENDICION, ESCUNTLA

| | | |
|------------------------|---------------------------------------|--|
| ESCALA: INDICADA | DRENAJE SANITARIO | |
| FECHA: MARZO 2008 | | |
| DIBUJO: RAUL BEUNEARAY | POZO DE VISITA + ACOMETIDA DOMICILIAR | |
| DISEÑO: RAUL BEUNEARAY | 18/18 | |
| REVISOR: | | |

Vo.Bo. Alcalde Municipal REVISOR: Ing. ANGEL SIC