



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

DISEÑO DE DOS SISTEMAS DE INTRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD Y BOMBEO EN LA COLONIA MARÍA TECÚN, ALDEA ARGUETA, SOLOLÁ Y DISEÑO DE UN CAMINO RURAL EN LOS CASERIOS LA ILUSIÓN Y EL ASCENSO, CANTÓN CHUIQUEL, SOLOLÁ.

Genaro Santiago Umul Tiguilá

Asesorado por el Ing. Ángel Roberto Sic García

Guatemala, octubre de 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



**DISEÑO DE DOS SISTEMAS DE INTRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE
POR GRAVEDAD Y BOMBEO EN LA COLONIA MARÍA TECÚN, ALDEA
ARGUETA, SOLOLÁ Y DISEÑO DE UN CAMINO RURAL EN LOS
CASERIOS LA ILUSIÓN Y EL ASCENSO, CANTÓN CHUIQUEL, SOLOLÁ.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

GENARO SANTIAGO UMUL TIGUILÁ

ASESORADO POR EL ING. ÁNGEL ROBERTO SIC GARCÍA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE LA JUNTA DIRECTIVA

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

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO: Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR: Ing. Ángel Roberto Sic Garcia
EXAMINADOR: Ing. Luís Gregorio Alfaro Veliz
EXAMINADOR: Ing. Alejandro Castañón López
SECRETARIA: Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DE DOS SISTEMAS DE INTRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD Y BOMBEO EN LA COLONIA MARÍA TECÚN, ALDEA ARGUETA, SOLOLÁ Y DISEÑO DE UN CAMINO RURAL EN LOS CASERIOS LA ILUSIÓN Y EL ASCENSO, CANTÓN CHUIQUEL, SOLOLÁ,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 27 de julio de 2006.

Genaro Santiago Umul Tiguilá

ACTO QUE DEDICO A:

- DIOS** Por darme la vida, por iluminarme y guiarme en todo momento.
- MIS PADRES** Genaro Umul Umul y Ana Mercedes Tiguilá Coj, gracias por confiar en mí, por el apoyo incondicional hasta este momento.
- MIS HERMANAS** Ana Cecilia y Andrea Elizabeth, por la solidaridad y apoyo que siempre me han demostrado en los momentos difíciles, también por sus sabios consejos en los momentos que más lo necesité.
- MI ESPOSA** Maria Inés Alvarado Cruz, por su incondicional apoyo y amor.
- MIS AMIGOS** Jose Letona, Ignacio Minguillon (Nacho), Juan Estuardo Juárez, Benjamín López (Mincho) y Saúl Irungaray, por su amistad y generosidad al compartir sus conocimientos y consejos durante la carrera y después de ella.
- LA MUNUCIPALIDAD DE SOLOLÁ** Por darme la oportunidad de realizar mi Ejercicio Profesional Supervisado y así realizar proyectos de desarrollo para las comunidades de este municipio.

LA INSTITUCIÓN

ENTREAMIGOS

-LAGUN ARTEAN

Por depositar en mí la confianza para desempeñar un papel laboral importante dentro de dicha institución y darme la oportunidad de crecer como profesional; y contribuir a la sociedad realizando proyectos de desarrollo, en el departamento de Sololá.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XIX
OBJETIVOS	XXI
INTRODUCCIÓN	XXIII
1 ANTECEDENTES	1
1.1. Planteamiento de la situación.....	1
1.2. Solución.....	1
1.3. Extensión territorial y ubicación geográfica	1
1.4. Climatología.....	4
1.5. Historia.....	5
1.6. Población.....	7
1.7. Actividad productiva	10
1.8. Servicios públicos	11
1.8.1 Educación	11
1.8.2 Comunicación.....	12
1.8.3 Salud.....	12
1.8.4 Agua potable	13
1.8.5 Saneamiento	14
1.8.6 Energía eléctrica.....	15

2	SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	17
2.1.	Parámetros de diseño de dos sistemas de abastecimiento de agua potable.	17
2.1.1	Estudio de población	17
2.1.2.1	Población actual	17
2.1.2.2	Población futura	18
2.1.2	Factores de diseño	19
2.1.2.1	Periodo de diseño	19
2.1.2.2	Población de diseño	19
2.1.2.3	Caudal de aforo	19
2.1.2.4	Dotación para el sistema	20
2.1.2.5	Criterios y normas de calidad del agua	21
2.1.2.6	Análisis de la calidad del agua	21
2.1.3	Levantamiento topográfico	21
2.1.3.1	Planimetría	22
2.1.3.2	Altimetría	23
2.1.3.3	Zonas de levantamiento	25
2.1.3.3.1	Zonas de captación	25
2.1.3.3.2	Línea de conducción	25
2.1.3.3.3	Zonas de distribución	25
3	BASES DE DISEÑO PARA LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	27
3.1.	Diseño de los sistemas	27
3.1.1.	Demanda de agua	27
3.1.2.	Consumo medio diario	27
3.1.3.	Consumo máximo diario	28

3.1.4.	Consumo máximo horario	29
3.1.5.	Caudal de bombeo	30
3.2.	Cálculo hidráulico.....	30
3.1.6.	Línea de conducción de ambos sistemas	30
3.2.1.	Diseño de la bomba	34
3.2.2.	Presión estática	34
3.2.3.	Presión dinámica	34
3.2.4.	Red de distribución.....	35
3.2.5.	Sistema de desinfección	36
3.2.6.	Volumen del tanque de almacenamiento	37
3.3.	Presupuesto del proyecto.....	57
3.3.1.	Tabla resumen	57
3.3.2.	Presupuesto desglosado sistema por gravedad	59
3.3.3.	Presupuesto desglosado sistema mixto	69
3.3.4.	Cronograma ejecución.....	79
3.3.5.	Programa de operación y mantenimiento.....	81
3.3.6.	Propuesta de tarifa	115
3.3.7.	Evaluación socioeconómica	122
4	DISEÑO DE UN CAMINO RURAL PARA LOS CASERIOS LA ILUSIÓN Y EL ASCENSO, CANTON CHUIQUEL, SOLOLÁ	125
4.1.	Descripción del proyecto	125
4.2.	Topografía indispensable	125
4.2.1.	Inspección Inicial	125
4.2.2.	Levantamiento topográfico.....	126
4.3.	Diseño geométrico.....	126
4.3.1.	Alineación horizontal	127
4.3.2.	Referencia para el diseño geométrico aplicado	128
4.3.3.	Aplicación del alineamiento geométrico horizontal	129

4.4. Descripción del alineamiento vertical	129
4.4.1. Aplicación del diseño vertical.....	131
4.5. Secciónamiento transversal	131
4.6. Trabajo de gabinete	131
4.7. Estudio y diseño de drenaje	136
4.7.1. Drenaje transversal (descripción)	137
4.7.2. Drenaje transversal propuesto.....	137
4.7.3. Drenaje longitudinal (descripción).....	137
4.7.4. Drenaje longitudinal propuesto	139
4.7.5. Evaluación de suelos y materiales.....	139
5 IMPACTO AMBIENTAL	141
5.1. Etapa de operación y mantenimiento	142
5.2. Mitigación de impacto ambiental	144
5.2.1. Medidas de mitigación para la ejecución del proyecto	144
5.2.1.1. Preparación del sitio y medidas de mitigación.....	144
5.2.1.2. Construcción y medidas de mitigación	145
5.2.1.3. Operación y mantenimiento	146
5.3. Impacto ambiental y socioeconómico secundarios de los proyectos de caminos rurales.....	147
6 PROPUESTA PARA LA REHABILITACIÓN DE LA SUPERFICIE DE RODADURA.....	149
6.1. Conformación	149
6.1.1. Descripción.....	149
6.1.1.1. Escarificación, conformación, compactación y afinamiento de la superficie de rodadura	149
6.1.1.2. Conformación, construcción o reconstrucción de cunetas .	150

6.1.1.3. Limpieza del material sobrante de la conformación	151
6.2. Colocación de capa de rodadura	151
6.2.1. Descripción.....	151
6.2.2. Materiales	152
6.2.3. Método de trabajo.....	153
6.3. Transporte de materiales.....	154
6.3.1. Descripción de trabajo	154
6.4. Integración del presupuesto	155
6.5. Cronograma de ejecución	157
6.6. Especificaciones técnicas de balasto	158
CONCLUSIONES	167
RECOMENDACIONES	169
BIBLIOGRAFÍA	171
APÉNDICE	173

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Mapas de localización.....	3
2. Colonia Maria Tecún, Aldea Argueta, Caserío La Ilusión y Caserío El Ascenso, Cantón Chuiquel.....	3
3. Climas del departamento de Sololá	4
4. Detalle de losa TD 1 sistema por gravedad	38
5. Dimensiones del muro TD 1 sistema por gravedad	39
6. Comportamiento de volúmenes.....	45
7. Detalle de losa TS sistema mixto	46
8. Dimensiones del muro TS sistema mixto	47
9. Detalle de losa TD2 sistema mixto	52
10. Dimensiones del muro TD2 sistema mixto	53
11. Curva horizontal simple	134
12. Curva vertical parabólica.	136

TABLAS

I	Población en Colonia Maria Tecun	8
II	Población en El Ascenso	8
III	Población en La Ilusión	9
IV	Cálculo del momento que produce el peso propio del muro	40
V	Cálculo del punto de inflexión	43
VI	Cálculo del momento que produce el peso propio del muro	48
VII	Cálculo del momento que produce el peso propio del muro	54
VIII	Cálculo de tarifa	121
IX	Valores de K según velocidad de diseño	135
X	Ensayos CBR	140

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
PVC.	Cloruro de polivinilo
P.S.I.	Libras por pulgada cuadra
Qm.	Caudal medio
Q_{MD}	Caudal máximo diario
Q_{MH}	Caudal máximo horario
D.H.	Distancia horizontal
P_n	Población futura en un tiempo (t_n)
i	Tasa de crecimiento en la población
L/s	Litros por segundo
H_f	Pérdidas por fricción en la tubería
H_s	Pérdidas menores en la tubería
C	Coefficiente de fricción
Q	Caudal en litros por segundo
m.c.a.	Metro columna de agua
V²/2g	Carga de velocidad, en metros
L/Hab./día	Litros por habitante al día
AASTHO	American Association of Highways and Transportation Officials
ACI	American Concrete Institute

AT	Área total
Vs	Capacidad soporte del suelo
Es	Módulo de elasticidad del acero
Mp	Momento perpendicular
Mn	Momento normal
R	Radio hidráulico
Mcm	Momento de carga muerta
Mcv	Momento de carga viva
MI	Momento de impacto
Mu	Momento último
W	Peso
As	Área de acero
ASTEAC	Área de acero por temperatura
Asmín	Área de acero mínimo
DGC	Dirección General de Caminos
Pmín	Porcentaje de acero mínimo
Pmáx	Porcentaje de acero máximo
Smáx	Espaciamiento máximo de estribos
Φ	Factor de reducción de esfuerzos
f'c	Resistencia a compresión del concreto a los 28 días
fy	Esfuerzo de fluencia del acero

GLOSARIO

Aforo	Operación que consiste en medir el caudal que produce una fuente de agua.
Agua potable	Agua que es sanitariamente segura, además de ser inodora, insípida, incolora y agradable a los sentidos.
Amenaza natural	Fenómenos naturales, como sismos, huracanes, inundaciones, deslizamientos y sequías, pueden transformarse en desastres y afectar los sistemas de vida, las estructuras físicas y sociales.
Acarreo	Es el transporte de materiales no clasificados de préstamo o desperdicio, a una distancia que exceda a 1 kilómetro, menos la distancia de acarreo libre.
Acarreo libre	Comprende el transporte de cualquiera de los materiales no clasificados a una distancia límite de 500 metros.
Ángulo	Es la menor o mayor abertura que forman entre sí dos líneas o dos planos que se cortan. Las líneas que forman el ángulo se llaman lados y el punto de encuentro, vértice. Su mayor o menor abertura se mide en grados.

Ángulo central	Es el ángulo subtendido por la curva circular igual al cambio de dirección que se da entre las tangentes.
Arcilla	Silicato de alúmina hidratado; sustancia que, empapada en agua, se hace muy plástica. Contiene caliza, arena, óxidos metálicos y es de uso corriente en alfarería.
Asfalto	Es la destilación del petróleo crudo. Puede realizarse por vapor o por aire. La destilación por vapor da excelentes asfaltos para pavimentos.
Bases de diseño	Bases técnicas adoptadas para el diseño del proyecto.
Balasto	Es el material selecto que se coloca sobre la subrasante terminada de una carretera. Este se compone de un material graduado, es decir, que consta de material fino y grueso con el objeto de protegerla y que sirva como superficie de rodadura.
Base	Está constituida por una capa de material seleccionado, de granulometría y espesor determinado, que se construye sobre la sub-base.
Bóveda	Estructura formada por un arco metálico reforzado de concreto o de mampostería apoyado en dos muros. Las bóvedas son diseñadas y construidas para

desaguar caudales de agua y soportar rellenos relativamente grandes.

Caudal	cantidad de agua que produce una fuente en unidad de volumen por unidad de tiempo, regularmente se representa en litros por segundo.
Consumo	Cantidad de agua real que consume una persona por día.
Cota de terreno	Altura de un punto de terreno, referido a un nivel determinado.
Cota piezométrica	Máxima presión dinámica en cualquier punto de la línea de conducción o distribución, es decir, la que alcanzaría una columna de agua si en dicho punto se colocara un manómetro.
Cabezal	Muro central de entrada y salida de las tuberías, diseñado y construido para sostener y proteger los taludes y encauzar las aguas.
Clinómetro	Instrumento para medir la inclinación de un plano.
Contra cunetas	Son cunetas construidas generalmente en los taludes de corte, cuya finalidad es evitar que las aguas superficiales lleguen hasta la carretera.

Coordenadas	Son líneas que sirven para determinar la posición de un punto y los ejes o planos a que se refieren aquellas líneas.
Corte	Es la excavación que se realiza en el terreno de conformidad al trazo de la carretera o camino. Se realiza a media ladera o en trinchera.
Cuneta	Zanja lateral paralela al eje de la carretera o camino construido entre los extremos de los hombros y el pie de los taludes. Su sección transversal es variable, siendo comúnmente de forma triangular, trapezoidal y cuadrada.
Curva vertical	Aquella que enlaza dos tangentes consecutivas del alineamiento vertical.
Curvas circulares	Son los arcos de círculo que forman la proyección horizontal de las curvas empleadas para unir dos tangentes consecutivas.
Curvas de transición	Se utilizan para proporcionar un cambio gradual de dirección cuando un vehículo pasa de un tramo en tangente a un tramo de curva circular.
Derecho de vía	Es el derecho que tiene el Estado o las municipalidades, sobre la faja de terreno que se requiere para la construcción y conservación de las carreteras.

Diagrama de masas	Es la curva resultante de unir todos los puntos dados por las ordenadas de la curva masa.
Distancia	Espacio o intervalo de lugar o tiempo entre dos sucesos.
Drenajes	Controlan las condiciones de flujo de agua en terracerías y mejoran las condiciones de estabilidad en cortes, terraplenes y pavimentos.
Excavación en corte	Consiste en la excavación ejecutada a cielo abierto en terreno natural para preparar y formar la sección del camino.
Excavaciones	Deben ser construidas cuidadosamente, ajustándose a la línea y pendiente señaladas. Las caras laterales serán verticales.
Hidrología	Parte de las ciencias naturales, que trata de las aguas.
Infraestructura	Base material sobre la que se asienta algo.
Letrina	Pozo ciego destinado a recibir heces fecales y orina.
Límite líquido	Es el que está entre el estado líquido de un suelo y su estado plástico.

Límite plástico	En un suelo, es el contenido de agua que tiene el límite inferior de su estado plástico.
Medidas de mitigación	Una serie de medidas, que una vez identificadas las amenazas y los posibles daños en el sistema, se utilizan para moderar y preparar la respuesta frente a la emergencia.
Pendiente máxima	Es la mayor pendiente que se puede utilizar en el diseño del proyecto y está determinada por el tránsito previsto y la configuración del terreno.
Pendiente mínima	Es la menor pendiente que se fija para permitir la funcionalidad del drenaje.
Proctor	Se creó para determinar la humedad óptima con que un suelo puede alcanzar su máxima densidad posible.
Presión	Fuerza ejercida sobre un área determinada.
Rasante	Es el nivel de la superficie de rodamiento de una carretera o camino.
Relleno	Es el material, especial o de tercería, uniformemente colocado y compactado en las partes laterales y superior de las cajas, así como atrás de los alerones.
Riesgo	Proximidad de un daño; mantiene una relación con la amenaza y la vulnerabilidad.

Sección típica	En toda la extensión de la carretera tiene una sección que permanece uniforme la mayoría de las veces. A esta se le llama “típica”.
Sobre acarreo	Es el transporte de materiales no clasificados de préstamo o desperdicio, a una distancia que varía entre 500 y 1,000 metros, menos la distancia de acarreo libre.
Subrasante	Es la capa de terreno de una carretera que soporta la estructura del pavimento y se extiende a una profundidad en la que no le afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto y que una vez compactada y afinada, tiene las secciones y pendientes especificadas en el diseño.
Terracería	Consiste en la realización de ciertas actividades para preparar y dejar formada la sección donde se va a construir la carretera según los planos.
Terraplén	Son los depósitos de material que se realizan sobre el terreno natural para alcanzar el nivel de la subrasante.
Vías rápidas	Son las que proporcionan a los usuarios un nivel de servicio alto a través del movimiento rápido del tránsito para evitar interferencias externas.

Vulnerabilidad

La susceptibilidad de que un elemento o conjunto de elementos sea dañado o afectado por la ocurrencia de un desastre.

RESUMEN

En el presente documento, se desarrolla el diseño de dos sistemas de introducción de agua potable, uno por gravedad y otro mixto (gravedad y bombeo), en la Colonia Maria Tecún, Aldea Argueta, Sololá, Sololá. Y el diseño de un camino rural que beneficiara a los caseríos La Ilusión y El Ascenso, Cantón Chuiquel, Sololá.

En el capítulo uno se presenta una breve monografía del municipio de Sololá, conjuntamente con las comunidades a servir, debido a que los aspectos socio-culturales y económicos de los beneficiarios son fundamentales para el desarrollo del proyecto.

En el capítulo dos se describen los parámetros que intervienen en el diseño de dos sistemas de abastecimiento de agua potable, uno por gravedad y el otro es un sistema mixto (gravedad y bombeo).

En el capítulo tres las bases de diseño para dos sistemas de abastecimiento de agua potable, en este capítulo se presenta el diseño de todos los componentes de los sistemas así como el presupuesto final de los mismos.

En el capítulo cuatro el diseño de un camino rural, en el cual se presentan todos los pasos que conlleva la realización del mismo.

En el capítulo cinco se detallan los factores necesarios para el cuidado al medio ambiente y el impacto que tendrá en ambos proyectos.

En el último capítulo aparece una propuesta de rehabilitación de la capa de rodadura que se implementara en el camino rural.

OBJETIVOS

- **GENERAL**

Colaborar con el municipio de Sololá aportando tres estudios técnicos; dos de agua potable y un camino rural que permitan mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

- **ESPECÍFICOS**

1. Realizar el diseño de dos sistemas de agua potable en la Colonia Maria Tecún, Aldea Argueta Sololá, Sololá.
2. Realizar el diseño de un camino rural en el los caseríos La Ilusión y el Ascenso, Cantón Chuiquel, Sololá, Sololá.

INTRODUCCIÓN

Con la cooperación de la Oficina Municipal de Planificación se determinaron las necesidades primordiales del municipio de Sololá, Sololá, estableciéndose las siguientes: primero, el diseño de dos sistemas de introducción de agua potable, en la Colonia Maria Tecún, Aldea Agueta, Sololá. La comunidad cuenta con un sistema de agua para consumo humano por gravedad, opera desde el año 1969 (38 años), debido a esto, al crecimiento poblacional y a la topografía del terreno, parte de la población se extendió a la parte alta, la cual se localiza a un nivel superior que el de la fuente. Segundo, el diseño de un camino rural en el Cantón Chuiquel, Sololá. Existe un camino de acceso que conecta a las comunidades La Ilusión y el Ascenso, se encuentra en pésimas condiciones, lo cual daña los vehículos que transitan por esta importante vía.

La construcción de los proyectos servirá para mejorar el nivel y calidad de vida de la población de los sectores beneficiados, logrando con ello un desarrollo económico y social del municipio de Sololá.

En la primera parte de este trabajo de graduación, se presenta la monografía de las comunidades beneficiadas, y el diagnóstico de las necesidades de servicios básicos e infraestructura de las mismas. En la segunda parte se encuentra la fase de servicio técnico profesional, la cual se realizó con base en las necesidades prioritarias del municipio. Esta fase de servicio técnico cuenta con el diseño, planos y presupuesto de los tres proyectos mencionados anteriormente.

1 ANTECEDENTES

1.1. Planteamiento de la situación

Actualmente, la Colina Maria Tecún cuenta con un sistema por gravedad el cual funciona desde el año 1969, debido al crecimiento poblacional y a la topografía del terreno puesto que parte de la población se extendió a la parte alta la cual se localiza a un nivel superior que el de la fuente.

En el Cantón Chuiquel, Sololá, Sololá existe un camino de acceso que conecta a las comunidades La Ilusión y el Ascenso, la cual se encuentra en pésimas condiciones que daña los vehículos que transitan por esta importante vía.

1.2. Solución

Para la Colonia Maria Tecún fue necesario realizar un nuevo estudio para el sistema de agua para consumo humano actual y también localizar una fuente que abastezca específicamente a la población de la parte alta por lo que se propuso la del diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad y bombeo.

El diseño de un camino rural ayudará al crecimiento económico de las comunidades beneficiadas.

1.3. Extensión territorial y ubicación geográfica

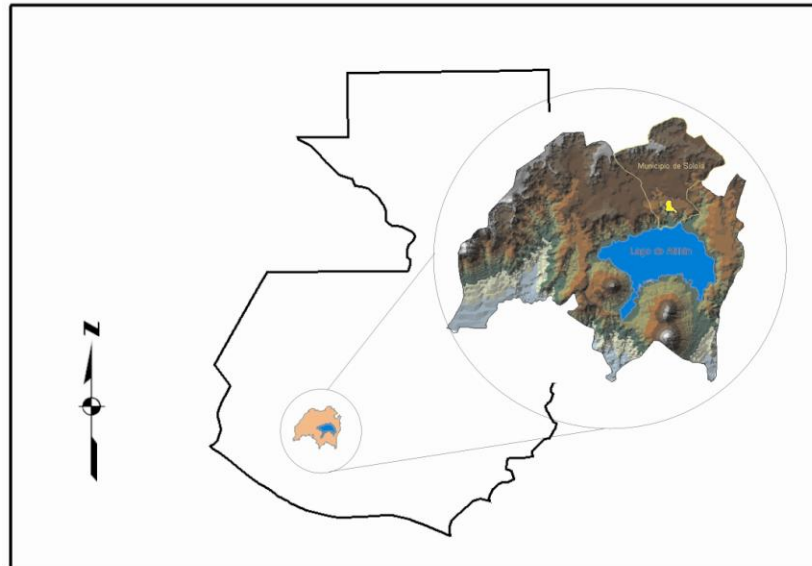
La Colonia María Tecún se sitúa al occidente de la ciudad de Sololá y a una altura aproximada de 2,418 metros sobre el nivel del mar de acuerdo con

datos del Diagnóstico del Municipio de Sololá elaborado por FUNDECE. Dista de Sololá, 16 kilómetros y a 140 kilómetros de la ciudad capital. La comunidad colinda al norte con el Chirij Ixim, al este con la Aldea Chaquijyá; al oeste con el Centro de la Aldea Argueta y al sur con la finca Argueta y Cantón Chuiquel. Administrativamente la colonia María Tecún, pertenece a la aldea San Juan Argueta y al municipio y departamento de Sololá.

El Caserío El Ascenso, se sitúa al occidente de la ciudad de Sololá y a una altura aproximada de 2,360 metros sobre el nivel del mar de acuerdo con datos del Diagnóstico del Municipio de Sololá elaborado por la Fundación Centroamericana de Desarrollo, FUNCEDE. Dista de Sololá, 25 kilómetros y a 144, de la ciudad capital. La comunidad colinda al norte con Pacoxom del municipio de Nahualá, al este con El Tablón y Argueta, al oeste con Chirijcáj del municipio de Santa Lucía Utatlán y al sur con el caserío La Ilusión del cantón Chuiquel. Administrativamente El Ascenso es un caserío que pertenece al cantón Chuiquel del municipio y departamento de Sololá.

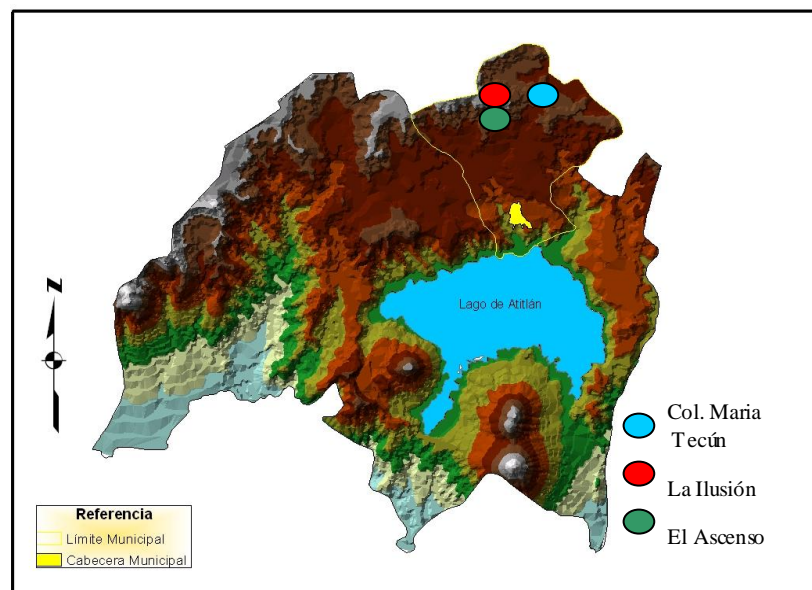
El Caserío La Ilusión, se sitúa al oeste de la ciudad de Sololá y a una altura aproximada de 2,260 metros sobre el nivel del mar de acuerdo con datos del Diagnóstico del Municipio de Sololá elaborado por la Fundación Centroamericana de Desarrollo FUNCEDE. Dista de Sololá, 10 kilómetros; la comunidad colinda al norte con el tablón San José Chacayá, al este con el caserío El Ascenso Chuiquel, al oeste con el caserío Chuiquel Central y al sur con San José Chacayá municipio. Administrativamente el caserío La Ilusión, pertenece al cantón Chuiquel y al municipio y departamento de Sololá.

Figura 1. Mapas de localización



Departamento de Sololá

Figura 2. Colonia Maria Tecún, Aldea Argueta, Caserío La Ilusión y Caserío El Ascenso, Cantón Chuiquel.



Municipio de Sololá

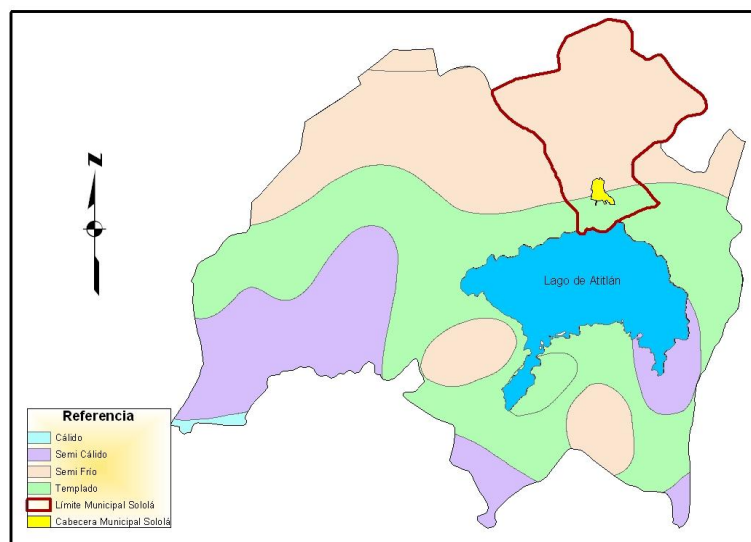
Base de Datos ArcGis del MAGA

1.4. Climatología

El municipio de Sololá se encuentra a una altura de 2350 metros sobre el nivel del mar, el clima generalmente es frío; las condiciones climatológicas más importantes de la zona son:

- Temperatura mínima promedio 9° C
- Temperatura media promedio 18.40° C
- Temperatura máxima promedio 22.7° C
- Precipitación medio anual 012 mm.
- Humedad 75%
- Nubosidad 6 Octas.
- Velocidad viento 4.7 K/hora
- Tensión de vapor 10.10 mm/Hg
- Temperatura punto de rocío 10.9° C

Figura 3. Climas del departamento de Sololá



Climas en el Departamento de Sololá

De acuerdo con la ubicación geográfica de las tres comunidades y por su altitud, el clima que prevalece es frío y los pobladores indican que en los últimos años no han experimentado cambios en la temperatura, para ellos sigue igual como antes. Algunas personas indicaron que han percibido aumento en la temperatura y alguna alteración en la época lluviosa. Los vecinos perciben dichos cambios y alteraciones como consecuencia de la deforestación y la contaminación que el hombre ha causado. Además mencionan los comunitarios que no han recibido ningún tipo de capacitación sobre el manejo y protección de los recursos naturales. Actualmente los niños que asisten a la escuela no reciben educación relacionada al medio ambiente, y se espera que en un futuro cercano se pueda incluir un programa de medio ambiente en todas las escuelas del país.

1.5. Historia

Colonia María Tecún, Aldea San Juan Argueta, municipio y departamento de Sololá. En el año 1960 llegó el Sacerdote Alfonso Alayo a la parroquia de Sololá; en el año 1966 comenzó con la organización de los campesinos para formar una cooperativa. El apoyo del sacerdote Alayo (brazo derecho) de parte de la comunidad fue el señor Alejandro Rosalío Tíu Tumax, que aun vive. Del año 1964 a 1965 existieron problemas con las comunidades de Chirij Ixim, Barraneché y con algunos de la Esperanza, por la obtención de leña; fue una de las razones por las cuales el sacerdote Alayo quiso comprar la finca en donde están actualmente, pero por razones que se desconocen no se logró la adquisición de la misma. El terreno fue comprado por los principales en el año 1966 a Don José Pascual Tax, con una extensión de aproximadamente 12 X 24 metros, en donde esta ubica la cooperativa agropecuaria actualmente. En el año 1967 fue remediada la finca junto con el Sacerdote Alayo, retirándose en la misma fecha. La finca estaba en subasta por el Crédito Hipotecario Nacional

CHN. Don Roberto Medina Cárdenas pagó inmediatamente para quedarse con un área de 2 caballerías. Para la construcción les donaron un tractor agrícola y el financiamiento de 117 viviendas, dándose inicio en el año 1,967 y finalizando en el año 1969. El nombre de María Tecún se origina porque la finca colinda con la aldea Pixabaj, principalmente por donde se ubica el Altar Maya que los antepasados lo nombraban Tecún y de parte de la comunidad como María, entonces decidieron juntar los nombres quedándose como María Tecún. En el año 1969 se ejecutó el primer proyecto de agua Potable y la autorización de plazas para maestros de pre-primaria y primaria. En el año 1974 se construyó el primer edificio escolar; en el año 1980 se autorizó el funcionamiento del Instituto Básico por Cooperativa, que al poco tiempo se trasladó a San Juan Argueta (Centro de la Aldea), debido al conflicto armado en la administración de Lucas García.

El caserío El Ascenso de Chuiquel cuyo nombre en kaqchikel es Pajotal que traducido al castellano quiere decir costoso o ladero, fue fundado en los años 1,972 y 1,973 por el crecimiento o las necesidades de la población. Al mismo tiempo quienes dejaron ese nombre a la comunidad fueron los líderes siguientes: Lucio Chumil, Basilio Chumil, Macario Cosiguá, Lucas Ibaté y el señor Ingeniero de Educación de aquella época Humberto Corzo Guzmán. Entre la Junta surgió la idea de que realmente la comunidad de El Ascenso necesitaba una escuela propia, por lo que elaboraron una solicitud donde expresaron todo, especialmente por la distancia que quedaba la escuela, era demasiado lejos para los niños y niñas. Lastimosamente no se logró tal objetivo durante el mismo año sino fue hasta en los años 1,978 y 1,979 en que se fundó El Ascenso y también se fundó La Ilusión.

En 1,975 el caserío general se llamaba “Chuik’al” y su significado según nuestros antepasados decían que en ese lugar habían muchos chocoyos

{culebras}, por eso se le llamó Chuik'al Chui significa Sobre y K'al significa Chocoyos; nombre del caserío o poblados del Kaqchikel; quiere decir Kikuxlal y futuro en bienestar. En 1,975 la comunidad no tenía nombre, los niños iban a estudiar a Chuiquel sobre el caserío. Según el comité provisional no legalizado vio que los niños tenían que caminar muy lejos en donde cruzaban un puente peligroso. En 1,976 la tragedia que hubo del gran terremoto se derrumbo la escuela quedando destrozado en donde los niños llegaban a estudiar. Desde ese entonces definitivamente los niños dejaron de ir a la escuela; el profesor Humberto Corzo Guzmán (Ingeniero) residente de Sololá llego de visita a la comunidad al darse cuenta que los niños ya no iban a la escuela, en ese momento pregunto a un comité provisional, desde entonces después del terremoto en donde la comunidad planteó al señor Ingeniero todo lo que paso y sucedió el Ingeniero comprendió lo sucedido y vio la necesidad que tenía la gente del caserío, el cual pidieron un escuela en el caserío. Conforme el tiempo que pasaba se pudo lograr y legalizar el Comité Provisional anterior que se le dio por nombre de Comité Pro-reconstrucción, por la gran ayuda del Ingeniero, levantando el animo a la comunidad que siguieran adelante que no miraran para atrás, lo que paso y vieran el presente se le dio el nombre del caserío como "La Ilusión" que significa "Una persona que piensa de todo ¡Ver hacia lo lejos!". El profesor pensó para un futuro mejor. Fue entonces que la comunidad se separo de Chuiquel.

1.6. Población

Con base en los datos del Centro de Salud del año 2,000, la población total de la Colonia María Tecún asciende a 771 personas de las cuales 362 son hombres y 409 son mujeres. Con relación a la población por sexo y edad, se tienen los siguientes datos:

Tabla I Población Colonia Maria Tecun

Edad	Masculino	Femenino	Total
0-4	38	62	100
5-14	110	129	239
15-24	82	94	176
25-49	87	95	182
50 o más	45	29	74
Total	362	409	771

Fuente: Centro de Salud de Sololá año 2,000.

De conformidad con los datos proporcionados por los dirigentes comunales, la población actual de “la Colonia María Tecún” es de 1500 habitantes aproximadamente. El 100% de la población es de ascendencia Maya Kiché. La gran mayoría de la población es monolingüe y son pocas las personas que hablan el castellano como segundo idioma.

Con base en datos del Centro de Salud del año 2,000, la población total de El Ascenso asciende a 1,160 personas de las cuales 595 son hombres y 565 son mujeres. En relación a la población por sexo y edad, se tienen los siguientes datos:

Tabla II Población El Ascenso

Edad	Masculino	Femenino	Total
0-4	99	83	182
5-14	185	135	320
15-24	114	116	230
25-49	135	174	309
50 o más	62	57	119
Total	595	565	1160

De conformidad con los datos proporcionados por los dirigentes comunales, la población actual de “El Ascenso” es de 1,300 habitantes aproximadamente. Dichos datos se acercan bastante con los del Centro de Salud a pesar de que los comunitarios manejan datos estimativos ya que no cuentan con un censo exacto de población. El cien por ciento de la población es de ascendencia Maya Kaqchikel, la mayoría es monolingüe y son pocas las personas que hablan el castellano como segundo idioma.

La población total del Caserío La Ilusión asciende a 541 personas de las cuales 276 son hombres y 265 son mujeres.

En relación a la población por sexo y edad, se tiene los siguientes datos:

Tabla III Población La Ilusión

Edad	Masculino	Femenino	Total
0-4	41	39	80
5-14	81	74	155
15-24	57	55	112
25-49	64	66	130
50 o más	33	31	64
Total	276	265	541

Fuente: Centro de Salud de Sololá año 2,000.

De conformidad con los datos proporcionados por los dirigentes comunales, la población actual de “La Ilusión” es de 570 habitantes aproximadamente. El 100% de la población de La Ilusión es de ascendencia

Maya Kaqchikel. La gran mayoría de la población es monolingüe y son pocas las personas que hablan el castellano como segundo idioma

1.7. Actividad productiva

La Colonia Maria Tecún comercializa en ciertas ocasiones maíz y un poco de hortalizas. La venta de maíz y hortalizas los hacen normalmente en el mercado de Sololá o en la misma comunidad a intermediarios. Ahora bien con relación a la producción y venta de las artesanías, lo hacen en el mercado de mayoreo de Sololá los días jueves y en Antigua Guatemala a intermediarios. En la comunidad existen medios de transporte todos los días y las vías son accesibles. En el caso de la venta de los animales engordados, lo realizan a pie a intermediarios, tradicionalmente a destazadores de Sololá y de San Juan Argueta. Y en el caso de la leña solo tienen para el autoconsumo.

Los comunitarios comúnmente venden productos como la leña, zanahorias, cebollas y papas. También vende marranos y toros engordados, pollos, maíz, huevos, y frijoles en algunos casos. Los lugares más frecuentes para la transacción comercial son los mercados de Argueta, Sololá, Nahualá y Santa Lucía Utatlán. En casos muy esporádicos se comercializa en los mercados de la ciudad capital.

La comunidad comercializa en ciertas ocasiones todo lo referente a hortalizas y animales. Esta venta se hace normalmente en el mercado de Sololá. Ahora bien con relación a la producción y venta de las hortalizas, los hacen en el mercado de mayoreo de Sololá los días jueves y cuando la producción es de mayor volumen van directamente a la ciudad capital en la central de mayoreo de la zona 12. En la comunidad existen medios de transporte para la movilización en los diferentes mercados. Y en el caso del comercio de leña lo realizan con los intermediarios que llegan a la comunidad.

1.8. Servicios públicos

1.8.1 Educación

La Colonia María Tecún cuenta con un establecimiento educativo y el funcionamiento de la misma, la escuela se conoce con el nombre de Escuela Oficial Rural Mixta Colonia María Tecún. La escuela está ubicada en un lugar céntrico, donde los estudiantes que viven más lejos están a una distancia de aproximadamente 5 cuadras, recorriendo a pié tardan únicamente minutos. La escuela pertenece al Ministerio de Educación MINEDUC, la cual maneja los programas oficiales y los mismos beneficios. Los jóvenes que tienen posibilidad para la educación básica y diversificada, asisten al Instituto Básico por Cooperativa ubicado en el Centro de la Aldea Argueta y otros estudian en los establecimientos de la cabecera. Los centros educativos de Argueta distan únicamente 2 kilómetro, lo que significa que pueden viajar todos los días, y en el caso de Sololá utilizando los servicios de ruleteros.

La comunidad de El Ascenso no cuenta con escuela propia, por lo que actualmente los niños que están estudiando, asisten a la escuela Oficial Rural Mixta de Chuiquel que dista aproximadamente a 2.5 kilómetros. Para llegar hasta dicho centro educativo, los niños tardan aproximadamente media hora a pie. Los jóvenes que tienen posibilidad para la educación básica y diversificada, asisten en los institutos de Argueta, Sololá y Quetzaltenango.

La comunidad de la Ilusión cuenta con un edificio escolar donde funciona la Escuela Oficial Rural Mixta La Ilusión dependencia del Ministerio de Educación y cuenta con 3 aulas. La escuela está ubicada en un lugar céntrico y

los alumnos que viven más lejos tienen que recorrer a pie, una distancia de 1 Kilómetro en un tiempo aproximado de 20 minutos.

1.8.2 Comunicación

La Colonia María Tecún cuenta con una vía de acceso. La vía principal es la carretera interamericana, que conduce de Sololá hacia Quetzaltenango, haciendo el cruce en el lugar conocido como la Colonia.

Por el lugar en que se ubica, El Ascenso posee las siguientes vías de acceso: se puede ingresar a la comunidad por la carretera interamericana cuya entrada se ubica exactamente a la altura del kilómetros 140, y continuando en carretera de terracería en buenas condiciones, 4 kilómetros aproximadamente. Vía el municipio de San José Chacayá, se puede llegar a la comunidad por medio de una carretera de terracería con una distancia de 8 kilómetros aproximadamente, la cual es transitable en cualquier época del año. Además de las vías ya descritas existen varios extravíos y veredas que conectan El Ascenso con otras comunidades circunvecinas.

La Ilusión cuenta con dos vías de acceso transitables en toda época del año. La primera vía conduce desde la ciudad de Sololá hacia San José Chacayá y la segunda vía carretera interamericana hacia la ciudad de Quetzaltenango.

1.8.3 Salud

A decir de los vecinos de La Colonia María Tecún, no cuenta con los servicios de promotores de salud, comadronas, ni curanderos; por lo que en casos de enfermedades acuden a los agentes en salud de la Aldea San Juan Argueta, para curar los males que los aqueja. En tanto las comadronas prestan

sus servicios a las mujeres embarazadas para la asistencia prenatal, en el parto y postnatal.

A decir de los vecinos de El Ascenso, la comunidad cuenta con los servicios de un promotor de salud, dos comadronas, dos curanderos y dos guías espirituales mayas, quienes asisten a la gente en casos de enfermedades. Normalmente la gente acude al promotor de salud, para que les diagnostique su enfermedad y les recete medicina química para su curación. En cambio los curanderos y los guías espirituales mayas, son visitados para la utilización de la medicina natural en el combate de las enfermedades especialmente en el caso de los niños. En tanto las comadronas prestan sus servicios a las mujeres embarazadas para la asistencia prenatal, en el parto y post natal.

La comunidad de La Ilusión cuenta con los servicios de 1 promotor de salud, 2 comadronas y un enfermero, quienes asisten a la gente en casos de enfermedades. Normalmente la gente acude al hospital que se localiza en la Cabecera. Normalmente visitan a los curanderos, para que les receten medicinas químicas y/o naturales, para combatir su enfermedad. La frecuencia con que se visita a estos guardianes de la salud es dependiendo de la presencia de las enfermedades o necesidades en el hogar.

1.8.4 Agua Potable

En la Colonia Maria Tecún existen actualmente 178 familias; a decir de la comunidad el 80% cuentan con agua entubada domiciliar; y el 20% de las familias, que por ubicarse en la parte alta de la comunidad no cuentan con agua entubada y se abastecen del vital liquido con pozos cercanos. Se menciona

también que todos los integrantes de la familia se encargan de abastecer a la familia del agua para su consumo, en especial las mujeres.

En El Ascenso existen actualmente 33 viviendas (el 72% del total) que cuentan con agua entubada domiciliar, y 13 viviendas (el restante 28%) se abastecen del agua de pozo o de fuentes cercanas. Se puede explicar que algunas familias aún no cuentan con agua domiciliar, debido a la distancia a que se encuentran sus viviendas del centro de la comunidad y/o a los ingresos limitados que obtienen (los cuales no alcanzan a costear dichos servicios).

De acuerdo con el informe brindado por la comunidad de La Ilusión mencionan que el 100% de las viviendas cuentan con sistema de agua entubada. En casos de desperfectos en el sistema, cuentan con algunos nacimientos de agua para abastecerse mientras que se reparen los daños y en esas ocasiones toda la familia se encarga del acarreo del vital líquido.

1.8.5 Saneamiento

La Colonia Maria Tecún cuenta con un adecuado sistema de drenajes por lo que las aguas servidas producto del lavado de ropa y de otros enseres del hogar y servicios sanitarios, corren hacia la planta de tratamientos. A decir de los pobladores 165 viviendas posee este servicio. (100%) En lo referente de las excretas humanas, la mayoría de las viviendas posee letrinas de tipo tradicional o sea pozo ciego con plancha y taza de cemento y algunos cuentan con taza de porcelana.

El Ascenso no cuenta con un adecuado sistema de drenajes por lo que las aguas servidas producto del lavado de ropa y de otros enseres del hogar, corren a flor de tierra. El 50% de viviendas posee letrinas de tipo tradicional o

sea pozo ciego con plancha y taza de cemento. El otro 50% de viviendas no tienen una adecuada disposición de excretas por lo que la gente hace sus necesidades fisiológicas al aire libre, entre la milpa o en los barrancos.

1.8.6 Energía eléctrica

Las comunidades cuentan con alumbrado público, además el 100% de las viviendas cuentan con energía eléctrica.

2 SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Parámetros de diseño de dos sistemas de abastecimiento de agua potable.

La única fuente que abastece actualmente a la comunidad es un nacimiento con una capacidad de 2.19 l/s. Esta fuente tiene el inconveniente que no abastece a toda la población actual; por tal motivo se decidió adquirir una nueva fuente para abastecer a al resto de la población actual y futura, la nueva fuente esta ubicada en la parte baja de la comunidad por lo cual es necesario realizar un estudio para un Sistema Mixto (Gravedad y Bombeo). Para el sistema existente es necesario realizar un nuevo estudio esto debido a que ya cumplió con su vida útil al tener en funcionamiento más de 30 años.

Como se mencionó anteriormente la fuente que abastece actualmente a la comunidad en época de verano tiene un caudal de 2.19 l/s. La nueva fuente localizada en la parte baja de la población tiene un caudal de 2.97 l/s.

2.1.1 Estudio de población

2.1.1.1 Población actual

La población total de toda la comunidad es de 309 familias para la realización de este proyecto se dividirá en dos grupos; el primero será el

sistema por gravedad el cual beneficiara únicamente a la parte baja, y el segundo el sistema mixto el cual beneficiara a la parte alta.

La población actual a servir para el sistema de agua por gravedad es de 834 habitantes distribuidos en 139 viviendas.

La población actual a servir para el sistema mixto, por gravedad y bombeo es de 1,020 habitantes distribuidos en 170 viviendas.

2.1.1.2 Población futura

El consumo de agua está ligado a la dotación y a la población de diseño, para este proyecto se tomó un periodo de diseño de 22 años.

La tasa de crecimiento es de 3.5% anual, obtenida en el centro de salud. El método a aplicar para calcular la población futura es el geométrico.

$$Pf_n = P_o (1 + r)^n$$

Donde:

Pf_n = Población futura para “n” años

P_o = Población actual

r = Tasa de crecimiento

n = Número de años transcurridos

- Sistema por gravedad

$$Pf_{22} = 834(1 + 0.035)^{22}$$

$$Pf_{22} = 1,778 \text{ habitantes}$$

- Sistema por gravedad y bombeo

$$Pf_{22} = 1,020 (1 + 0.035)^{22}$$

$$Pf_{22} = 2,176 \text{ habitantes}$$

2.1.2 Factores de diseño

Las bases de diseño de un proyecto, dependerán de factores como: nivel de vida, clima, actividad productiva, patrones de consumo de la población, aspectos socioeconómicos, etc.

2.1.2.1 Período de diseño

Para este proyecto se tomó un período de diseño de 22 años, se diseño con este periodo de tiempo considerando los dos años de gestión.

2.1.2.2 Población de diseño

La población de diseño se sacó del período de diseño, el cual es de 22 años. Por lo tanto será la que se Cálculo en la población futura.

2.1.2.3 Caudal de aforo

El aforo en los nacimientos de agua se realizó en el mes de abril, la época más seca del año. Para el efecto se utilizó un recipiente de 5 galones y se tomó el tiempo en que la fuente lleno el tambo, esto se realizó 5 veces para sacar un promedio de tiempo, con lo que se tiene un aforo de 2.25 litros por

segundo para la fuente que abastece a la comunidad actualmente y para la nueva fuente 2.97 litros por segundo.

2.1.2.4 Dotación para el sistema

Es necesario para determinar la dotación en litros/habitante/día, tomar en cuenta algunos parámetros que satisfacen las necesidades de los usuarios. Según los criterios de la unidad ejecutora de proyectos para acueductos rurales UNEPAR y la Organización Mundial de la Salud OMS se tiene:

- a. Clima
- b. Capacidad de fuente
- c. Condiciones socioeconómicas de la población
- d. Nivel de vida y características de la población
- e. Tipo de sistema de abastecimiento del agua
- f. Costos de servicio de agua al usuario
- g. Grupo étnico
- h. Alfabetismo
- i. Recursos hidrológicos

Además del consumo humano, existen otros usos del vital líquido que aumentan en menor grado, siempre es recomendable considerarlos. Los usos adicionales más comunes del agua son:

- a. Aseo personal
- b. Lavado de sanitarios
- c. Lavado de ropa
- d. Limpieza de la casa

e. Bebida para animales

De acuerdo con especificaciones, la dotación para climas fríos es de 90 a 120 lts/hab/día, en conexiones domiciliar. Se determinó que el diseño tendrá una dotación de 90 lts/hab/día. Para el sistema por gravedad debido a la capacidad de la fuente después de 22 años y 100 lts/hab/día. Para el sistema mixto.

2.1.2.5 Criterios y normas de calidad del agua

Se determinó que el agua de las fuentes a captar serán sanitariamente seguras, ya que no presentan un alto grado de contaminación, por lo que solo se consulto al área de saneamiento del centro de salud del municipio, para verificar si la fuente es adecuada para su uso.

2.1.2.6 Análisis de la calidad del agua

A ambas fuentes se les realizó en el Laboratorio de la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria ERIS el análisis Físico, Químico y bacteriológico, en el cual se determinó que el agua cumple con las normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua y que solo es necesario un tratamiento simple de desinfección. Para poder utilizar el agua de ambos nacimientos. Se realizaron pruebas de cloración para determinar la cantidad de cloro que necesita el agua para que sea apta para consumo humano y dejarle 0.3mg/lit de cloro residual.

2.1.3 Levantamiento topográfico

Estos levantamiento son parte de la llamada topografía plana, que es aquella que para realizar trabajos de campo desprecia la curvatura de la tierra o sea que la considera plana. Es decir, que los levantamientos topográficos son aplicados en áreas relativamente reducidas y su objetivo principal consiste en representar las características del terreno en un plano o en un mapa.

Con la ayuda y la colaboración de trabajadores de la municipalidad y una cuadrilla de topografía, se realizó el levantamiento topográfico En la Colonia Maria Tecún, y la línea de conducción, utilizando el equipo y método según el caso.

Con los datos tomados sobre el terreno, y aplicando procedimientos matemáticos, se calculan: distancias, ángulos, direcciones, coordenadas, elevaciones, etc., según lo requerido en el método.

El levantamiento topográfico para todo el proyecto se hizo por poligonales abiertas. Para ello se utilizaron los siguientes procedimientos: Medición de distancias horizontales: con estadía. Ángulos y direcciones: por conservación de azimut con el método de orientación de 180 grados o vuelta de campana. Nivelación compuesta: el terreno es demasiado quebrado. Para el diseño del proyecto se efectuó el levantamiento planimétrico y el levantamiento altimétrico.

2.1.3.1 Planimetría

El levantamiento se hizo como una poligonal abierta por el método de conservación de azimut. El terreno que se trabajo era de tipo montañoso.

Para determinar la distancia horizontal entre dos puntos se utiliza la siguiente fórmula:

$$D.H. = 100 \Delta h \text{ SEN } 2\alpha$$

De donde:

D.H. = distancia horizontal, en metros, entre dos puntos.

α = ángulo vertical.

Δh = diferencia, en metros, de lectura de hilo superior con el hilo inferior.

En el apéndice se muestra la información y los cálculos obtenidos del levantamiento topográfico.

Se utilizo el siguiente equipo:

- Un teodolito SOKKIA
- Una cinta métrica de 100 metros
- Dos plomadas de 1 libra
- Una estadía
- Dos libras de clavo de 4"
- Un octavo de galón de pintura roja
- Estacas de madera

2.1.3.2 Altimetría

La altimetría toma en cuenta las diferencias de nivel existente entre puntos de un terreno o construcción. Para conocer estas diferencias de nivel, hay que medir distancias verticales, directa o indirectamente. A estas

operaciones se les denomina nivelación. El método que se utilizó fue el taquimétrico.

La taquimetría es una técnica topográfica que se emplea para determinar rápidamente la distancia, la dirección y la diferencia de elevación de un punto, por medio de una sola observación hecha desde una misma estación de instrumento. El método taquimétrico que más se utiliza es el de estadía

Para determinar la diferencia de nivel entre dos puntos se utilizará la siguiente fórmula:

$$D.N. = 100 \Delta h \left(\frac{1}{2} \text{SEN} 2\beta \right)$$

Donde:

D.N. = diferencia de nivel entre dos puntos

Δh = diferencia, en metros, de lectura de hilo superior con el
Hilo inferior

β = ángulo vertical

Se utilizó el siguiente equipo:

- Un teodolito SOKKIA
- Una cinta métrica de 100 metros
- Dos plomadas de 1 libra
- Una estadía
- Estacas de madera
- Un octavo de galón de pintura roja
- Dos libras de clavo de 4"

Ejemplo de cálculo de altimetría:

$$D.N.(E-1 \text{ a } E-2) = 100 \times (1.79 - 1.63) \times \left(\frac{1}{2} \text{Sen}(2 \times 91.73^\circ) \right) = -0.48 \text{ m}$$

D.N. (E-2 a E-3) = $100 \times (1.39 - 1.00) \times (\frac{1}{2} \text{Sen}(2 \times 94.59^\circ)) = -3.16 \text{ m}$

Se utilizó una hoja electrónica para calcular de estos valores.

Un plano topográfico está conformado por estas dos partes de la topografía, que determinan la posición y elevación de cada punto y muestran puntos de interés en el diseño a realizar.

2.1.3.3 Zonas de levantamiento

2.1.3.3.1 Zonas de captación

Para el sistema por gravedad la captación de brote defino la cual esta ubicada en la parte alta de la comunidad será la E-0. Para el sistema mixto la captación de brote defino ubicada en la parte baja de la comunidad se identifica como la E-81

2.1.3.3.2 Línea de conducción

La línea de conducción del sistema por gravedad tiene una longitud de 868 metros que va de la E-0 a la E-16. La Línea de conducción del sistema mixto tiene una longitud de 211 metros que va de la captación al tanque de succión, luego se inicia con la línea de bombeo que va del tanque de succión al tanque de distribución.

2.1.3.3.3. Zonas de distribución

El tanque de distribución del sistema por gravedad estará ubicado a 10 m.c.a por debajo de la captación, respecto de la comunidad se encuentra a un nivel intermedio de la misma esto debido a que beneficiara únicamente a la parte baja.

El tanque de distribución del sistema mixto esta localizado en la parte más alta de la comunidad.

3 BASES DE DISEÑO PARA LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

3.1. Diseño de los sistemas

3.1.1. Demanda de agua

- Sistema por gravedad: La dotación asigna para cada habitante es de 90 L/H/D por lo cual para el año 2027 la población requiere 160,020 litros por día, y se espera que la fuente produzca 189,216 litros por día por lo cual se garantiza a la población que tengan agua para este periodo de diseño.
- Sistema mixto: La dotación asigna para cada habitante es de 100 L/H/D por lo cual para el año 2027 la población requiere 217,600 litros por día, y se espera que la fuente produzca 256,608 litros por día por lo cual se garantiza a la población que tengan agua para este periodo de diseño.

3.1.2. Consumo medio diario

El caudal medio se obtiene del producto de la dotación adoptada por el número de habitantes de diseño.

$$Q_{med} = ((Dot.) (Pf)) / 86400$$

Donde:

Qmed. = Caudal medio

Dot. = Dotación

Pf = Población futura

- Sistema por gravedad:

$$Q_{med} = ((90 \text{ l/hab/día}) (1778 \text{ hab.})) / 86400$$

$$Q_{med} = 1.852 \text{ l/día}$$

- Sistema mixto:

$$Q_{med} = ((100 \text{ l/hab/día}) (2176 \text{ hab.})) / 86400$$

$$Q_{med} = 2.519 \text{ l/s}$$

3.1.3. Consumo máximo diario

El consumo máximo diario es el caudal que se transportará en la línea de conducción, el cual es el mayor consumo que se da en un día del año. Este consumo será el producto del consumo medio diario por un factor que oscila entre 1.2 y 1.5, 1.2 para poblaciones futuras mayores de 1000 habitantes y 1.5 para poblaciones futuras menores de 1000 habitantes, se adoptó para el proyecto un factor de 1.2.

$$Q_c = FDM * Q_{med.}$$

Donde:

Q_c = Consumo máximo diario o caudal de conducción.

FDM = Factor de día máximo

Qmed = Caudal medio

- Sistema por gravedad:

$$Q_{Dmax} = 1.2 * 1.852$$

$$Q_{Dmax} = 2.222 \text{ l/s}$$

- Sistema mixto:

$$Q_{Dmax} = 1.2 * 2.519$$

$$Q_{Dmax} = 3.023 \text{ l/s}$$

Hay que verificar que el caudal de conducción sea menor o igual al caudal que proporciona la fuente, para este caso no hay problema.

3.1.4. Consumo máximo horario

El caudal horario máximo se utiliza para diseñar la red de distribución. Se define como el máximo consumo de agua observado durante una hora del día en el período de un año.

Según las normas generalmente aceptadas, el factor de hora máxima en el área rural es de 1.8 - 2. Este es un factor de seguridad, porque el consumo de agua presentara variaciones hora a hora, mostrando horas de consumo máximo y horas de consumo mínimo. Este factor se originó de un diagrama de consumo (Q) contra tiempo (hora). El factor de horas máximas a utilizarse en este diseño es de 2.

$$Q_{mh} = \text{Factor de hora máxima (FHM)} * Q_m.$$

- Sistema por Gravedad:

$$Q_{mh} = 2 * 1.852$$

$$Q_{mh} = 3.704 \text{ l/s}$$

- Sistema Mixto:

$$Q_{mh} = 2 * 2.519$$

$$Q_{mh} = 5.038 \text{ l/s}$$

El caudal horario máximo es el caudal de distribución y puede ser mayor que el aforo.

3.1.5. Caudal de bombeo

El caudal de bombeo se utiliza para determinar la potencia de la bomba. Se define como el caudal máximo que se puede bombear al tanque de distribución durante las horas de funcionamiento.

$$Q_b = (.Q_{Dmax}) (24) / \text{hrs. bombeo}$$

Donde:

QDmax. = Caudal día máximo

Qb. = Caudal de bombeo

24. = horas en un día

Hrs de bombeo = horas que funciona la bomba

$$Q_b = ((3.038) (24.)) / 12$$

$$Q_b = 6.046 \text{ l/s}$$

3.2. Cálculo hidráulico

3.1.6. Línea de conducción de ambos sistemas

- Por gravedad en ambos sistemas¹

La tubería destinada al transporte del agua que sale de la fuente captada hacia el taque de distribución. Esta en su mayoría será de poli cloruro de vinilo (PVC), con un coeficiente de rugosidad de $C = 150$, presiones mayores de 90 metros columna agua (mca), velocidades dentro del rango de 0.40 a 3

216_____

¹ ver en anexos tablas de diseño de tubería de la línea de conducción por gravedad.

metros/segundo, dejándolo en la zanja a 0.80 metros de profundidad y 0.40 metros de ancho.

Para el diseño de nuestra línea de conducción se va a considerar que todo el proyecto funcionará por el sistema por gravedad; para este caso, el diseño debe estar sustentado sobre criterios técnicos y económicos. Una línea de conducción debe aprovechar al máximo la energía disponible para conducir el caudal deseado, por lo cual, en la mayoría de los casos, conducirá el diámetro económico que satisfaga las razones técnicas que permitan soportar presiones menores que no dañen el material de conducción que se esté utilizando.

Para una línea de conducción por gravedad deben tenerse en cuenta los siguientes criterios:

- a. Carga disponible o diferencia de altura entre la captación y el tanque de distribución
- b. Capacidad para transportar el caudal día máximo (Qdm)
- c. Tipo de tubería capaz de soportar las presiones hidrostáticas
- d. Considerar obras necesarias en el trayecto de la línea de conducción
- e. Considerar diámetros económicos para la economía del proyecto

Para el diseño de la línea de conducción se utilizó la fórmula de Hazen-Williams, la cual es:

$$H_f = \frac{1743.811141 * L * Q_c^{1.85}}{D^{4.87} * C^{1.85}}$$

Hf = Pérdida de carga (m)

V = Velocidad (m/s)

L = Longitud de la tubería más un factor de longitud del 5% por la Topografía del terreno (m)

Qdm = Caudal de día máximo, o caudal de conducción (L/s)

Di = Diámetro interno de tubería (pl.)

C = Calidad de la tubería. Para PVC se usará C = 150 y para HG se
Usará C = 100

- Sistema mixto (Diseño de línea de impulsión y Bomba)²

Para el diseño de la línea de bombeo se deben considerar los siguientes criterios iniciando con el caudal de bombeo que sirve para diseñar el diámetro de impulsión, en este caso se determinó la tubería a utilizar es HG de 4" de diámetro.

Caudal de bombeo (q. bombeo):	6.046 L/s	
Horas de bombeo	12.00 Horas	
Volumen de tanque de succión	130.00 m ³	
Factor de succión	0.6770	
Volumen de tanque distribución	225 m ³	
Porcentaje de almacenamiento	51% de qm.	
Diámetro de impulsión:	4.59 "	
Diámetros comerciales a evaluar	4.263 "	6.345 "
	4 "	6 "
Velocidad	0.657 m/s	0.296 m/s

Perdidas Por hazen – milliams

$$\frac{216}{L} \text{-----}$$

² ** ver en anexos tablas de diseño de tubería de la línea de impulsión.

L= 899.05 m
 Qbombeo= 6.046 L/s
 Ø= 4.263 "
 C= 100 Hg
 Hf= 7.48 m

Carga dinamica total	Hd = diferencia de niveles en metros	Cota sobre td	Cota inf. Tanque succión
	Hd= 128.96 m	1000 m	871.04 m
	Hf = perdida de impulso		
	Hf= 7.48 m		
	Hv = perdidas de velocidad en tubería de impulsión		
	Hv= 0.02 m		
	Hm. = perdidas menores por accesorios		
	Hm= 0.75 m		
	Hd + hf + hv + Hm		
	Cdt.= hm		
	Cdt.= 137.22 m		

Golpe de ariete

E=eficiencia de bomba

0.7
 Ga.= 88.71 m
 Ea= 20670 Kg/cm²
 V= 0.657 m/s
 Interno
 Ø= 10.82802 (cm)
 Et=pvc 28100 Kg/cm²
 Et=hg 2100000 Kg/cm²
 E= 0.7
 D= 3.44240614
 K= 1.4

Presión de tubería

322.76 Psi

Potencia de bomba 15.59 Hp

Pendiente del terreno

Cota mayor 1000 m
 Cota menor 871.04 m
 S= 14.34 %

Distancia horizontal 899.052 m

3.2.1. Diseño de la bomba

Para diseñar la bomba se requiere conocer la presión necesaria para la impulsión.

$$\text{Presión de la bomba} = CDT \cdot Q_b / (76 \cdot e)$$

$$\text{Presión de la bomba} = 15.59$$

Debido a la potencia que es mayor de 10HP se recomienda una bomba eléctrica trifásica, para no tener problemas al momento de enviar el agua hacia el tanque de distribución.

3.2.2. Presión estática

Se produce cuando todo el líquido existente en la tubería se encuentra en reposo. En la línea de distribución, la máxima presión estática no debe ser mayor de 60 metros de columna de agua, ya que con mayores presiones fallan los empaques de gritería y válvulas. La presión estática es igual al peso específico del agua, es decir, el peso del agua multiplicado por la altura ($P = \beta \cdot H$).

3.2.3. Presión dinámica

Se produce cuando hay movimiento de agua. La presión estática modifica su valor disminuyéndose, debido a la fricción que causan las paredes de la tubería. La presión dinámica en un punto es la diferencia entre la cota piezométrica y la cota del terreno. La menor presión dinámica en las casas

debe estar comprendida entre 4 y 15 metros de columna de agua, y la máxima presión dinámica es de 40 metros por columna de agua.

3.2.4. Red de distribución

La red de distribución comprende tuberías que van desde el tanque de distribución hasta las líneas que conforman las conexiones domiciliarias.

La red de distribución cuenta con una red principal; según el diseño, tendrán diámetros de 4 a 1 pulgada.

El caudal de vivienda nos sirve para diseñar una red de distribución. Se determina por medio del caudal máximo horario dividido entre el número total de viviendas de una población.

Caudal instantáneo (Qi). El caudal se basa en la probabilidad de que se utilice al mismo tiempo solamente un porcentaje del número de viviendas de un ramal. El caudal está dado por la ecuación:

$$Q_i = \frac{k}{n-1}$$

n = Número de viviendas

k = 0.15 (0 - 55 viviendas)

k = 0.20 (>55 viviendas)

Caudal por vivienda (Qv). El caudal se basa en la cantidad de agua que consume una vivienda en un ramal determinado

$$Q_v = (\text{caudal de distribución}) / \text{total de viviendas}$$

3.2.5. Sistema de desinfección

Tendrá por finalidad proporcionar una solución de cloro a los tanques de distribución de ambos sistemas para mantener la potabilidad del caudal. La concentración de cloro en el tanque deberá garantizar una proporción de cloro residual en el punto más alejado de la red que esté en el rango entre 0.7 y 1.5 partes por millón.

Deberá tener las siguientes características:

Alimentación de cloro: Se hará con tabletas de Hipoclorito de calcio $[Ca(OCl)_2]$ al 90% de ingrediente activo y con las siguientes dimensiones para cada tableta:

Diámetro 3 1/8", alto 1 1/4", peso 300 gramos.

Funcionamiento: Deberá ser automático, sin partes móviles, sin requerir energía eléctrica para su funcionamiento, debe permitir el flujo de agua a través de las tabletas de Hipoclorito de calcio para formar la solución.

Ubicación del clorador: El ejecutor deberá instalar el clorador en una caja instalada a la entrada del tanque de distribución y deberá graduar el flujo para que permita que la cantidad de cloro residual en el punto más alejado de la red de distribución esté entre 0.7 y 1.5 partes por millón.

Caja para Hipoclorador: Tiene como finalidad proteger al clorador. En lo posible deberá construirse con materiales locales. Deberá tener una tapadera de registro con pasador y candado. Como referencia tómenselas como dimensiones interiores 1.00 x 1.00 metros en planta por 1.00 metros de altura.

3.2.6. Volumen del tanque de almacenamiento

- Sistema por gravedad

Dimensiones del tanque= Para el cálculo del volumen del tanque de distribución se emplea la siguiente fórmula:

$$V \text{ tanque} = \frac{Pf * \text{Dotación} * \text{FDM} * \%}{1,000} = \quad (M^3)$$

Donde:

V tanque = Volumen del tanque (M³)

Pf = Población futura

FDM = Factor día máximo

% = porcentaje de almacenamiento

$$V \text{ tanque} = \frac{1778 * 90 * 1.2 * 40\%}{1,000} \quad (M^3)$$

$$V \text{ tanque} = 77 \quad (M^3)$$

Se redondea en V tanque a:

$$V \text{ tanque} = 80 \quad (M^3)$$

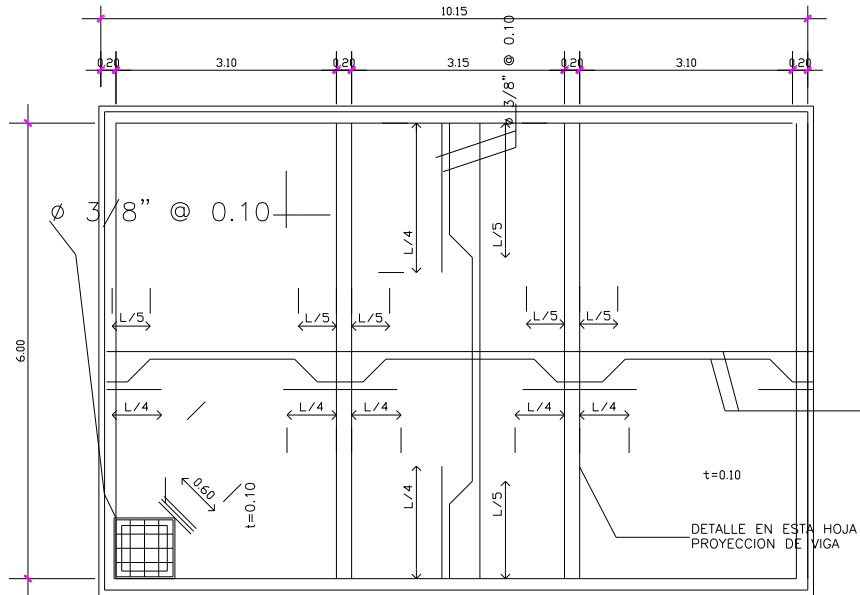
Las dimensiones del nuevo tanque serán de:

Altura = 2.00 (metros)

Ancho = 3.70 (metros)

Largo = 11.10 (metros)

Figura 4. Detalle de losa TD 1 sistema por gravedad



Losa de techo

Diseño de losa de techo

Losa = 0.10 mts de espesor

Área = 3.60 mts * 3.70 mts = 13.32 m²

Carga muerta

Losa = 0.10 * 2400 = 240 kg/m²

Sobrecarga = 200 kg/m²

C.M. = 240 kg/m²

Por sus dimensiones, área tributaria y por su sobre carga, únicamente se reforzará por temperatura:

A_{s_t} = Acero por temperatura

$F_y = 2810 \text{ kg/m}^3$

$A_{s_t} = 0.40 * 14.1/f_y * b * t = 0.40*14.1/2810*100*10 = 2.007 \text{ cm}^2$

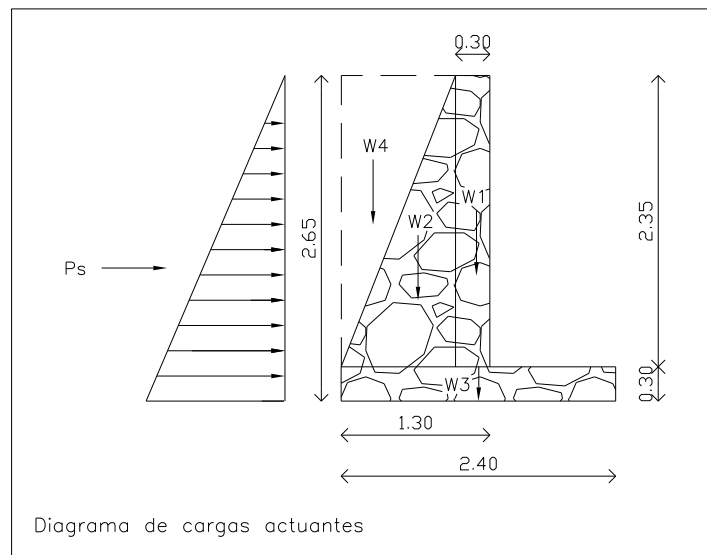
Espaciamiento = 2.007:100::0.53 X = 26.407 cm ref a 0.25 mts.

Armado será Hierro No. 3 @ 0.25 m.

Diseño de los muros del tanque

En el muro del tanque se presentan 2 casos, aquí se analizará el caso crítico: El tanque se encuentra vacío con empuje del suelo.

Figura 5. Dimensiones del muro TD 1 sistema por gravedad



Coefficientes de la teoría de Rankine.

Coefficiente del empuje activo del suelo K_a

$K_a = (1 - \text{seno } 30^\circ) / (1 + \text{seno } 30^\circ) = 0.33333$

Coefficiente del empuje pasivo del suelo K_p

$K_p = 1/K_a = 3.00$

Empuje del suelo

$$Ps = s \cdot Hm^2 / 2 \cdot Ka = 1.6 \cdot 2.00^2 / 2 \cdot 0.33 = 2.62 \text{ ton}$$

En donde:

S = peso específico del suelo

Hm = altura del muro que se encuentra enterrado

Tabla IV Cálculo del momento que produce el peso propio del muro

FIGURA	W(kg)	brazo(mts)	Momento(kg-mts)
W1	1586.25	1.15	1824.19
W2	2643.75	0.67	1762.50
W3	877.5	0.65	570.38
W4	1360	0.33	453.33
	wr6467.5		Mc4610.40

Carga muerta

Carga de la losa + vigas sobre el muro

$$\text{Peso propio de viga} = 2400 \cdot 0.40 \cdot 0.40 = 1420.80 \text{ Kg./ m}^2$$

$$\text{Peso propio de losa} = 2400 \cdot 0.10 = 240 \text{ Kg./ m}^2$$

$$\text{Peso de acabados} = 90 \text{ Kg./ m}^2$$

$$\text{CM} = 1750.80 \text{ Kg./m}^2$$

$$\text{Carga viva} = 300 \text{ Kg./m}^2$$

Carga última

$$\text{CU} = 1.4 \text{ CM} + 1.7 \text{ CV}$$

$$\text{CU} = 1.4 (1750.80) + 1.7 (300) = 2451.12 + 510 = 2961.12 \text{ Kg. / m}^2$$

Peso sobre el muro = Peso del área tributaria de la losa + peso propio de la viga

$$\begin{aligned}
 W &= (\text{losa} + \text{viga}) \\
 &= (1/2 * 2.4 * 3.70 * 1.85^2) + (2.4 * 0.40 * 0.20 * 3.7) \\
 &= 597.33 \text{ Kg./m} = 0.597 \text{ Ton./m.}
 \end{aligned}$$

Peso total del muro = W_t .

W_r = Peso resultante de las figuras

W_c = Peso de losa + viga valor crítico adoptado

$$W_t = W_r + W_c$$

Momento que ejerce la carga concentrada respecto del punto "a"

$$M_c = 0.597 * (0.15 + 0.60) = 0.4478 \text{ Ton.-mt}$$

Revisiones

Estabilidad contra volteo (F_{sv})

$$\begin{aligned}
 F_{sv} &= (M_r + M_c) / M_s \\
 &= 4.46 > 1.5 \text{ Ok.}
 \end{aligned}$$

Esto demuestra que dicha estructura resiste claramente el volteo.

Estabilidad contra deslizamiento (F_{sd})

$$\begin{aligned}
 F_{sd} &= (\mu * W_t) / P_s \\
 &= 11.070 \\
 &= 11.070 > 1.5 \text{ Ok.}
 \end{aligned}$$

Donde:

W_t = Peso total del muro

P_s = Empuje del suelo

Presión en la base del suelo

La distancia "a" a partir del punto donde actúan las cargas verticales es

$$a = M_e / W = (M_r + M_c - M_s) / W_t$$

$$a = 0.765 \text{ mts.}$$

Donde:

Mr = momento resultante

Me = momento que ejerce la carga concentrada respecto del punto "a"

Ms = momento del empuje del suelo respecto del punto : "a"

Longitud en la base del muro "A" donde actúa la presión positiva (+)

$$A = 3 \cdot a > B$$

$$= 3 \cdot 0.765 > 1.6$$

$$2.295 > 1.6 \text{ Ok}$$

Como la distancia total de la presión positiva "A" es mayor que la base del muro, entonces, debajo del muro no existen presiones negativas.

Presión en el suelo

a. Excentricidad

$$e_x = Bm / 2 - a ,$$

$$= 0.10$$

b. Módulo de sección por metro lineal (Sx).

$$S_x = 1/6 Bm^2 \cdot L$$

$$= 1/6 \cdot 1.6^2 \cdot 1$$

$$= 0.426 \text{ metros cúbicos.}$$

c. Presión máxima

$$q \text{ máxima} = Wt / (Bm \cdot L) \pm (Wt \cdot e_x) / S_x$$

$$q \text{ máximo} = 7.20 \text{ ton}$$

$$\text{Sí: } V_s = 15 \text{Ton/m}^2$$

$$7.20 < 15 \text{ Ton./m}^2 \text{ Ok.}$$

Como q máximo es menor que la capacidad del soporte del suelo= Vs, entonces, se considera como aceptable dicha propuesta.

q mínimo = 2.75 > 0

- Sistema Mixto

Datos de diseño de tanque de succión (TS)

Pactual = 1020 Habitantes

Pf = 2176 Habitantes

Dotación = 100 L/h/d

Q = 9072 L/h

Qdm = 10886.4 L/h

Horas de bombeo = 12 Hrs.

Qb = 21772.8 L/h

Horarios de bombeo 5- 16
0- 0

Q= 2.52 L/s

Qdm = 3.024 L/s

Qb = 6.048 L/s

Tabla V Cálculo de puntos de inflexión

Horas	Qentrada(l/h)	Qbombeo(l/h)	(a - b)	Σ (a - b)	
1	10886.4	0	10886.4	10886.4	
2	10886.4	0	10886.4	21772.8	
3	10886.4	0	10886.4	32659.2	
4	10886.4	0	10886.4	43545.6	Pto de inflexión

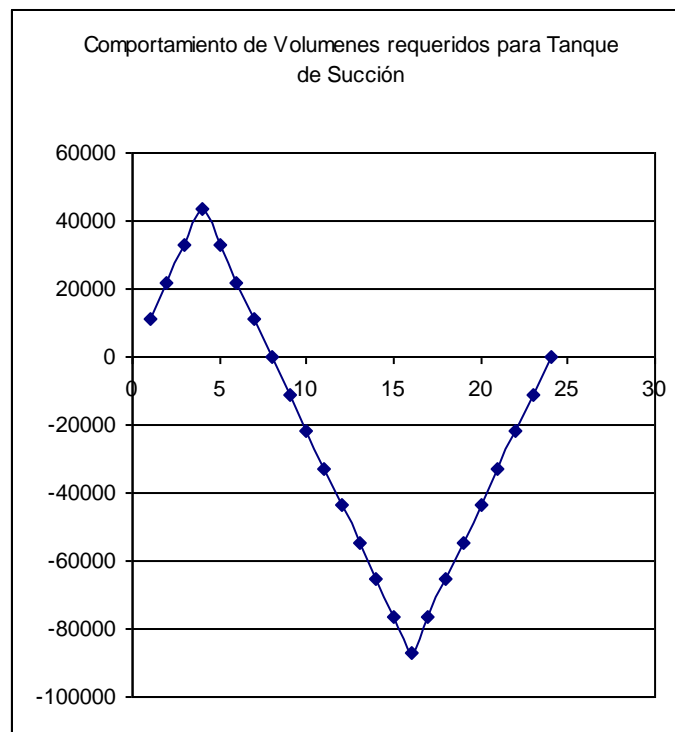
Continúa

5	10886.4	21772.8	-10886.4	32659.2	
6	10886.4	21772.8	-10886.4	21772.8	
7	10886.4	21772.8	-10886.4	10886.4	
8	10886.4	21772.8	-10886.4	0	
9	10886.4	21772.8	-10886.4	-	
10	10886.4	21772.8	-10886.4	10886.4	
11	10886.4	21772.8	-10886.4	-	
12	10886.4	21772.8	-10886.4	32659.2	
13	10886.4	21772.8	-10886.4	-	
14	10886.4	21772.8	-10886.4	43545.6	
15	10886.4	21772.8	-10886.4	-54432	
16	10886.4	21772.8	-10886.4	-	
17	10886.4	21772.8	-10886.4	76204.8	
18	10886.4	21772.8	-10886.4	-	Pto de inflexión
19	10886.4	0	10886.4	87091.2	
20	10886.4	0	10886.4	-	
21	10886.4	0	10886.4	76204.8	
22	10886.4	0	10886.4	-	
23	10886.4	0	10886.4	65318.4	
24	10886.4	0	10886.4	-54432	
25	10886.4	0	10886.4	-	
26	10886.4	0	10886.4	43545.6	
27	10886.4	0	10886.4	-	
28	10886.4	0	10886.4	32659.2	
29	10886.4	0	10886.4	-	
30	10886.4	0	10886.4	21772.8	
31	10886.4	0	10886.4	-	
32	10886.4	0	10886.4	10886.4	
33	10886.4	0	10886.4	0	

Continúa

Tanque de succión	130,636.80	L/día (sumatoria del valor absoluto de los puntos de inflexión)
Volumen del tanque=		130.6368 M3/día

Figura 6. Comportamiento de volúmenes



Las dimensiones del nuevo tanque serán de:

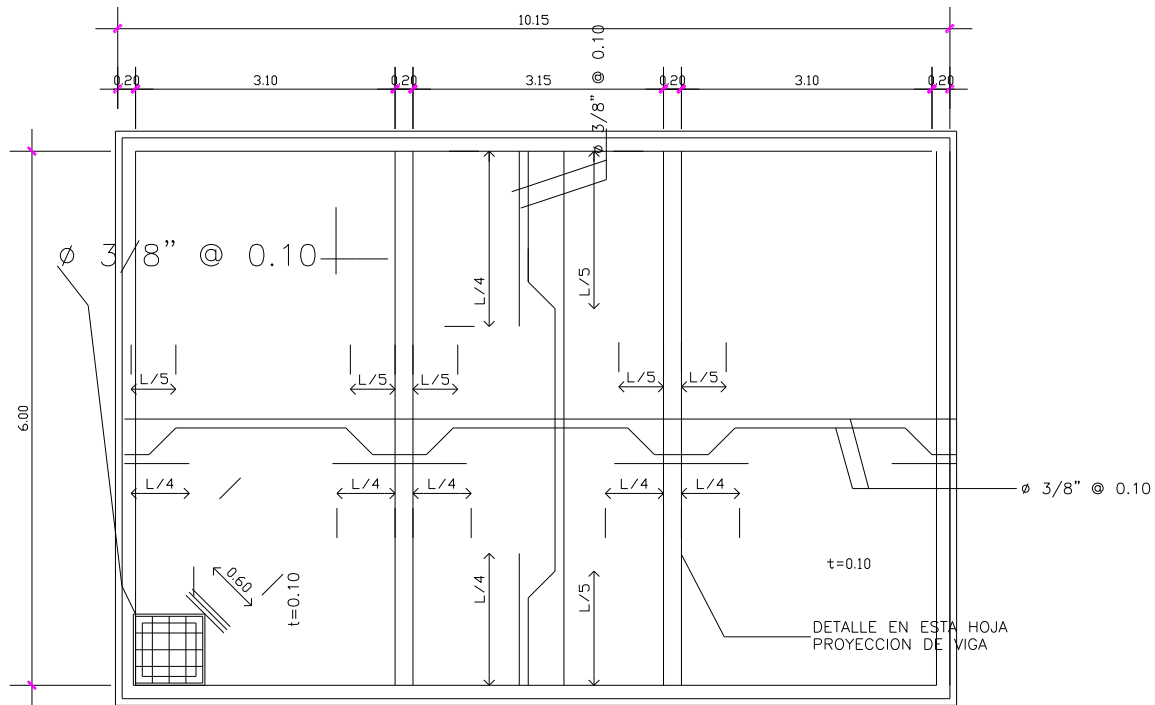
VOLUMEN =130M3

Altura = 2.00 (metros)

Ancho = 6.00 (metros)

Largo = 10.5 (metros)

Figura 7. Detalle de losa TS sistema mixto



Losa de techo

Losa = 0.10 mts de espesor

Área = 3.60 mts * 3.70 mts

Carga muerta

Losa = $0.10 * 2400 = 240 \text{ kg/m}^2$

Sobrecarga = 200 kg/m^2

C.M. = 240 kg/m^2

Por sus dimensiones, área tributaria y por su sobre carga, únicamente se reforzará por temperatura:

A_{s_t} = Acero por temperatura

$F_y = 2810$

$$A_{s_t} = 0.40 * 14.1/f_y * b * t = 0.40*14.1/2810*100*10 = 2.007 \text{ cm}^2$$

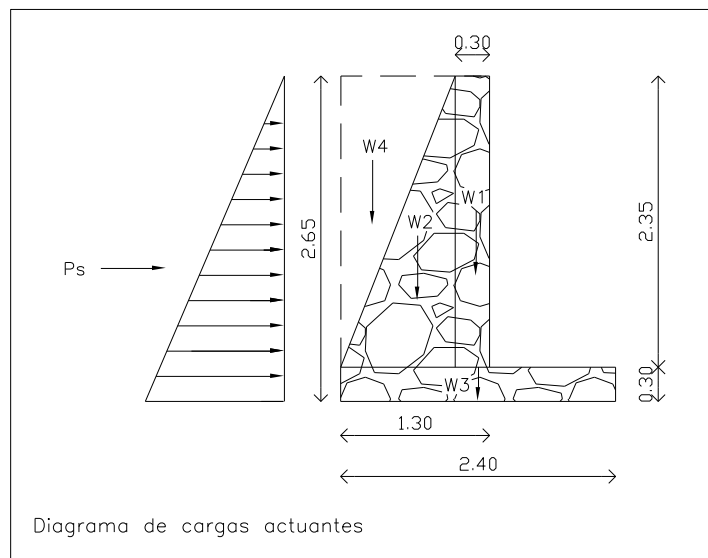
Espaciamiento = 2.007:100::0.53 X = 26.407 cm ref a 0.25 mts.

Armado hierro No. 3 @ 0.25m

Diseño de los muros del tanque

En el muro del tanque se presentan 2 casos, aquí se analizará el caso crítico: "El tanque se encuentra vacío con empuje del suelo".

Figura 8. Dimensiones del muro TS sistema mixto



Coefficientes de la teoría de Rankine.

Coefficiente del empuje activo del suelo K_a

$$K_a = (1 - \text{seno } 30^\circ) / (1 + \text{seno } 30^\circ) = 0.33333$$

Coefficiente del empuje pasivo del suelo K_p

$$K_p = 1/K_a = 3.00$$

Empuje del suelo

$$P_s = s * H m^2 / 2 * K_a = 1.6 * 2.00^2 / 2 * 0.33 = 2.62 \text{ ton}$$

En donde:

S = peso específico del suelo

Hm = altura del muro que se encuentra enterrado

Tabla VI Cálculo del momento que produce el peso propio del muro

FIGURA	W(kg)	brazo(mts)	Momento(kg-mts)
W1	1586.25	1.15	1824.19
W2	2643.75	0.67	1762.50
W3	877.5	0.65	570.38
W4	1360	0.33	453.33
	wr6467.5		Mc4610.40

Carga de la losa + vigas sobre el muro

Carga muerta

Peso propio de losa = $2400 * 0.10 = 240 \text{ Kg. / m}^2$

Peso de acabados = 90 Kg. / m²

CM = 330Kg. /m²

Carga viva = 300 Kg. /m^2

Carga última

(CU) = $1.4 \text{ CM} + 1.7 \text{ CV} = 1126 \text{ Kg. / m}^2$

Peso sobre el muro = Peso del área tributaria de la losa + peso propio de la viga

W = (losa + viga)

= $(1/2 * 2.4 * 3.70 * 1.85 * 2) + (2.4 * 0.40 * 0.20 * 3.7)$

= $597.33 \text{ Kg. /m} = 0.597 \text{ Ton. /m.}$

Peso total del muro = Wt.

Wr = Peso resultante de las figuras

Wc = Peso de losa + viga valor crítico adoptado

Wt = Wr+Wc

Momento que ejerce la carga concentrada respecto del punto "a"

$$Mc = 0.597 \cdot (0.15 + 0.60) = 0.4478 \text{ Ton.-mt}$$

Revisiones

Estabilidad contra volteo (Fsv)

$$Fsv = (Mr + Mc) / Ms$$

$$4.46 > 1.5 \text{ Ok.}$$

Esto demuestra que dicha estructura resiste claramente el volteo.

Estabilidad contra deslizamiento (Fsd)

$$Fsd = (\mu \cdot Wt) / Ps$$

$$= 11.070$$

$$11.070 > 1.5 \text{ Ok.}$$

Donde:

Wt = Peso total del muro

Ps = Empuje del suelo

Presión en la base del suelo

La distancia "a" a partir del punto donde actúan las cargas verticales es

$$a = Me / W = (Mr + Mc - Ms) / Wt$$

$$a = 0.765 \text{ mts.}$$

Donde:

Mr = momento resultante

Me = momento que ejerce la carga concentrada respecto del punto "a"

Ms = momento del empuje del suelo respecto del punto: "a"

Longitud en la base del muro "A" donde actúa la presión positiva (+)

$$A = 3 \cdot a > B$$

$$= 3 \cdot 0.765 > 1.6$$

$$2.295 > 1.6 \text{ Ok}$$

Como la distancia total de la presión positiva "A" es mayor que la base del muro, entonces, debajo del muro no existen presiones negativas.

Presión en el suelo

a. Excentricidad

$$e_x = Bm / 2 - a, \\ = 0.10$$

b. Módulo de sección por metro lineal (Sx).

$$S_x = 1/6 Bm^2 * L \\ = 1/6 * 1.6^2 * 1 \\ = 0.427 \text{ metros cúbicos.}$$

c. Presión máxima

$$q \text{ máxima} = Wt / (Bm * L) \pm (Wt * e_x) / S_x \\ q \text{ máximo} = 7.20 \text{ ton}$$

$$\text{Sí: } V_s = 15 \text{ Ton/m}^2$$

$$7.20 < 15 \text{ Ton. /m}^2 \text{ Ok.}$$

Como q máximo es menor que la capacidad del soporte del suelo= Vs, entonces, se considera como aceptable dicha propuesta.

$$q \text{ mínimo} = 2.75 > 0$$

DISEÑO DEL TANQUE DE DISTRIBUCIÓN

Para el cálculo del volumen del tanque de distribución se emplea la siguiente fórmula:

$$V \text{ tanque} = \frac{P_f * \text{Dotación} * \text{FDM} * \%}{1,000} = \quad (M^3)$$

Donde:

V tanque = Volumen del tanque (M³)

Pf = Población futura

FDM = Factor día máximo

% = porcentaje de almacenamiento

$$V \text{ tanque} = \frac{2176 * 100 * 2 * 51\%}{1,000} \text{ (M}^3\text{)}$$

$$V \text{ tanque} = 222 \text{ (M}^3\text{)}$$

Se tomará en volumen de:

$$V \text{ tanque} = 225 \text{ (M}^3\text{)}$$

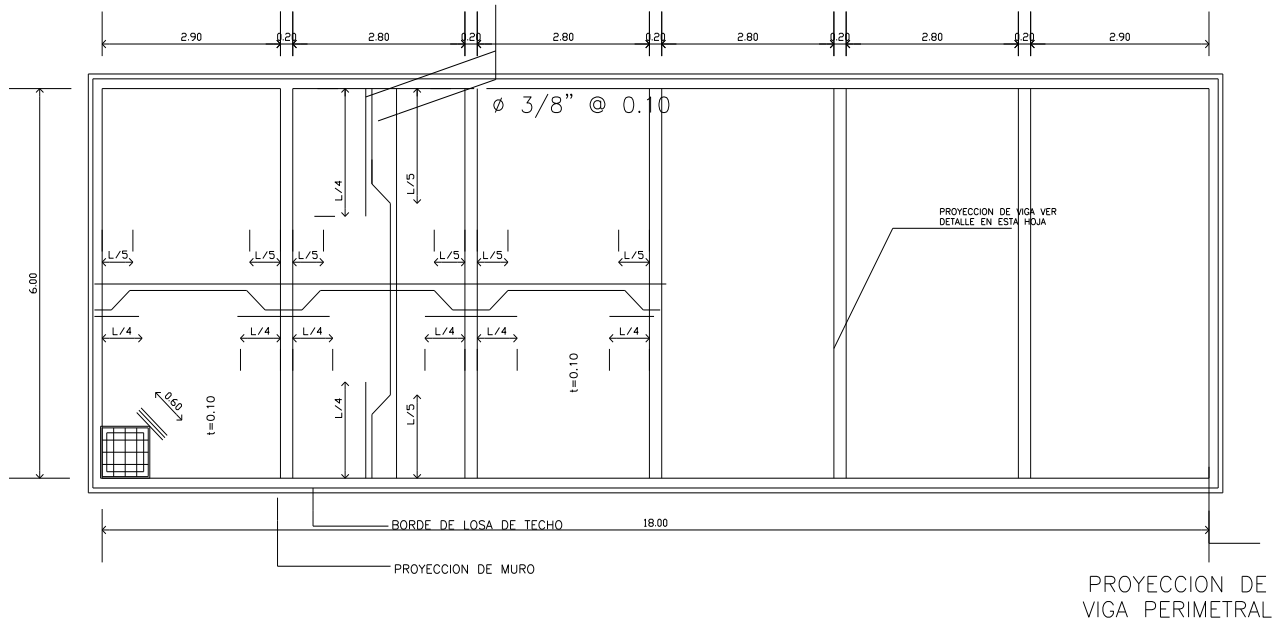
Las dimensiones del nuevo tanque serán de:

Altura = 2.00 (metros)

Ancho = 7.50 (metros)

Largo = 15.00 (metros)

Figura 9. Detalle de losa TD2 sistema mixto



Losa de techo

Losa = 0.10 mts de espesor

Área = 3.60 mts * 3.70 mts

Carga muerta

Losa= 0.10*2400=240 kg/m²

Sobrecarga = 200 kg/m²

C.M. = 240 kg/m²

Por sus dimensiones, área tributaria y por su sobre carga, se reforzara como una losa tradicional.

As_t = Acero por temperatura

Fy = 2810

$$A_{s_t} = 0.40 * 14.1/f_y * b * t = 0.40*14.1/2810*100*10 = 2.007 \text{ cm}^2$$

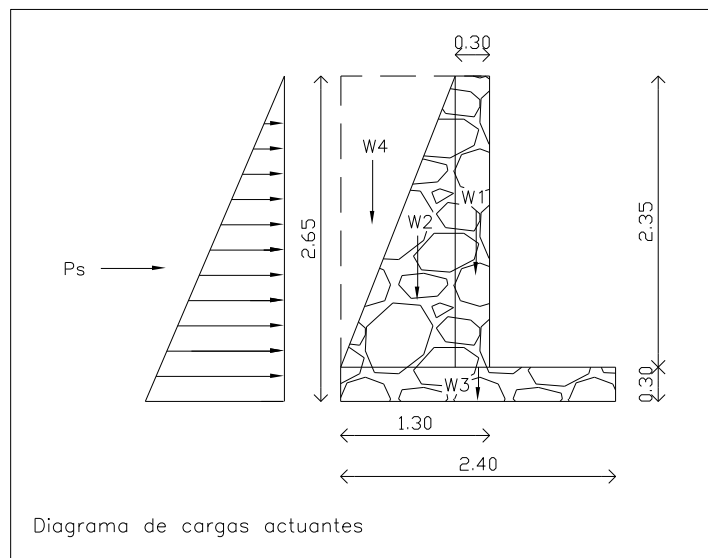
Espaciamiento = 2.007:100:0.53 X = 26.407 cm ref a 0.25 mts.

Armado No.3 @ 0.25m

Diseño de los muros del tanque

En el muro del tanque se presentan 2 casos, aquí se analizará el caso crítico: "El tanque se encuentra vacío con empuje del suelo".

Figura 10. Dimensiones del muro TD2 sistema mixto



Coeficientes de la teoría de Rankine.

Coeficiente del empuje activo del suelo K_a

$$K_a = (1 - \text{seno } 30^\circ) / (1 + \text{seno } 30^\circ) = 0.33333$$

Coeficiente del empuje pasivo del suelo K_p

$$K_p = 1/K_a = 3.00$$

Empuje del suelo

$$P_s = s * H m^2 / 2 * K_a = 1.6 * 2.00^2 / 2 * 0.33 = 2.62 \text{ ton}$$

En donde:

S = peso específico del suelo

Hm = altura del muro que se encuentra enterrado

Tabla VII Cálculo del momento que produce el peso propio del muro

FIGURA	W(kg)	brazo(mts)	Momento(kg-mts)
W1	1586.25	1.15	1824.19
W2	2643.75	0.67	1762.50
W3	877.5	0.65	570.38
W4	1360	0.33	453.33
	wr6467.5		Mc4610.40

Carga de la losa + vigas sobre el muro

Carga muerta

Peso propio de losa = $2400 * 0.10 = 240 \text{ Kg. / m}^2$

Peso de acabados = 90 Kg. / m^2

CM = 330 Kg. / m^2

Carga viva = 300 Kg. / m^2

Carga última

(CU) = $1.4 \text{ CM} + 1.7 \text{ CV} = 1126 \text{ Kg. / m}^2$

Peso sobre el muro = Peso del área tributaria de la losa + peso propio de la viga

W = (losa + viga)

= $(1/2 * 2.4 * 3.70 * 1.85 * 2) + (2.4 * 0.40 * 0.20 * 3.7)$

= $597.33 \text{ Kg. / m} = 0.597 \text{ Ton. / m.}$

Peso total del muro = Wt.

Wr = Peso resultante de las figuras

Wc = Peso de losa + viga valor crítico adoptado

Wt = Wr+Wc

Momento que ejerce la carga concentrada respecto del punto "a"

$$Mc = 0.597 \cdot (0.15 + 0.60) = 0.4478 \text{ Ton.-mt}$$

Revisiones

Estabilidad contra volteo (Fsv)

$$Fsv = (Mr + Mc) / Ms$$

$$4.46 > 1.5 \text{ Ok.}$$

Esto demuestra que dicha estructura resiste claramente el volteo.

Estabilidad contra deslizamiento (Fsd)

$$Fsd = (\mu \cdot Wt) / Ps$$

$$= 11.070$$

$$11.070 > 1.5 \text{ Ok.}$$

Donde:

Wt = Peso total del muro

Ps = Empuje del suelo

Presión en la base del suelo

La distancia "a" a partir del punto donde actúan las cargas verticales es

$$a = Me / W = (Mr + Mc - Ms) / Wt$$

$$a = 0.765 \text{ mts.}$$

Donde:

Mr = momento resultante

Me = momento que ejerce la carga concentrada respecto del punto "a"

Ms = momento del empuje del suelo respecto del punto: "a"

Longitud en la base del muro "A" donde actúa la presión positiva (+)

$$A = 3 \cdot a > B$$

$$= 3 \cdot 0.765 > 1.6$$

$$2.295 > 1.6 \text{ Ok}$$

Como la distancia total de la presión positiva "A" es mayor que la base del Muro, entonces, debajo del muro no existen presiones negativas.

Presión en el suelo

a. Excentricidad

$$e_x = Bm / 2 - a,$$

$$= 0.10$$

b. Módulo de sección por metro lineal (Sx).

$$Sx = 1/6 Bm^2 \cdot L$$

$$= 1/6 \cdot 1.6^2 \cdot 1$$

$$= 0.426 \text{ metros cúbicos.}$$

c. Presión máxima

$$q \text{ máxima} = Wt / (Bm \cdot L) \pm (Wt \cdot e_x) / Sx$$

$$q \text{ máximo} = 7.20 \text{ ton}$$

$$\text{Sí: } V_s = 15 \text{ Ton/m}^2$$

$$7.20 < 15 \text{ Ton. /m}^2 \text{ Ok.}$$

Como q máximo es menor que la capacidad del soporte del suelo= Vs, entonces, se considera como aceptable dicha propuesta.

$$q \text{ mínimo} = 2.75 > 0$$

3.3. Presupuesto del proyecto

3.3.1. Tabla resumen

Sistema por gravedad

Componente	Materiales presupuestado	M.o. calificada	M.o. no calificada	Transporte	Total
Captación brote definido	Q8,067.36	Q5,700.00	Q9,000.00	Q800.00	Q23,567.36
Línea de conducción 924 metros	Q64,540.50	Q3,610.00	Q2,772.00	Q800.00	Q71,722.50
4 anclajes	Q1,625.60	Q1,200.00	Q1,200.00	Q800.00	Q4,825.60
Válvula de aire 2	Q1,501.10	Q1,140.00	Q3,600.00	Q800.00	Q7,041.10
válvula de limpieza	Q855.23	Q570.00	Q1,800.00	Q800.00	Q4,025.23
Hipoclorador automático	Q2,137.00	Q1,140.00	Q3,600.00	Q800.00	Q7,677.00
Tanque de distribución de 80 m3	Q90,441.54	Q30,400.00	Q28,800.00	Q800.00	Q150,441.54
Línea de distribución 2370 metros	Q59,606.00	Q6,754.50	Q4,266.00	Q800.00	Q71,426.50
Conexiones domiciliarias (296)	Q249,350.40	Q14,060.00	Q17,760.00	Q800.00	Q281,970.40
Paso de zanjón tipo a	Q1,441.00	Q760.00	Q720.00	Q800.00	Q3,721.00
Totales	Q479,565.73	Q65,334.50	Q73,518.00	Q8,000.00	Q626,418.23
Utilidades				10.00%	Q62,641.82
Imprevistos				6.50%	Q40,717.18
Fianzas				3.50%	Q21,924.64
Gastos administrativos				10.00%	Q62,641.82
Total ejecución				30.00%	Q814,343.70

Sistema mixto

Componente	Materiales presupuestado	M.o. calificada	M.o. no calificada	Transporte	Total
Captación brote definido (1)	Q8,067.36	Q5,700.00	Q9,000.00	Q800.00	Q23,567.36
Línea de conducción 924 metros	Q152,717.27	Q13,110.00	Q13,608.00	Q800.00	Q180,235.27
150 anclajes	Q60,960.00	Q45,000.00	Q45,000.00	Q800.00	Q151,760.00
Válvula de aire 2	Q2,230.00	Q1,140.00	Q3,600.00	Q800.00	Q7,770.00
válvula de cheque 4	Q5,013.00	Q4,560.00	Q7,200.00	Q800.00	Q17,573.00
Hipoclorador automático	Q2,447.00	Q1,140.00	Q3,600.00	Q800.00	Q7,987.00
Caseta de bombeo	Q8,805.00	Q4,750.00	Q3,600.00	Q800.00	Q17,955.00
Tanque de succión de 130 m3	Q143,591.06	Q49,400.00	Q46,800.00	Q800.00	Q240,591.06
Tanque de distribución de 225 m3 con válvulas de compuerta	Q244,728.79	Q85,500.00	Q81,000.00	Q800.00	Q412,028.79
Acometida eléctrica	Q37,382.90	Q5,600.00		Q800.00	Q43,782.90
Equipo de bombeo	Q49,790.00	Q2,500.00		Q800.00	Q53,090.00
Línea de distribución 2142 metros	Q82,598.20	Q6,104.70	Q3,855.60	Q800.00	Q93,358.50
Paso aéreo 65 ml	Q36,203.00	Q8,550.00	Q9,000.00	Q800.00	Q54,553.00
Conexiones domiciliarias (362)	Q315,808.80	Q8,597.50	Q14,480.00	Q800.00	Q339,686.30
Totales	Q1,150,342.38	Q241,652.20	Q240,743.60	Q11,200.00	Q1,643,938.18

Continúa

Utilidades				10.00%	Q164,393.82
Imprevistos				6.50%	Q106,855.98
Fianzas				3.50%	Q57,537.84
Gastos administrativos				10.00%	Q164,393.82
Total ejecución				30.00%	Q2,137,119.63

3.3.2. Presupuesto desglosado sistema por gravedad

Captación brote definido				
Material	Unidad	Cantidad	Precio	Total
			Unitario (q.)	(q)
Tubería y accesorios				
Tubo 2 1/2" pvc 160 psi	Unidad	1.00	Q281.13	Q281.13
Adaptador hembra 2 1/2"	Unidad	1.00	Q47.85	Q47.85
Adaptador macho 2 1/2"	Unidad	2.00	Q37.11	Q74.22
Pichacha 2 1/2"	Unidad	1.00	Q190.00	Q190.00
Válvula de compuerta 2 1/2" br	Unidad	1.00	Q336.16	Q336.16
Subtotal				Q929.36
Materiales de construcción				
Alambre de amarre cal 16.	Lb.	2.00	Q4.50	Q9.00
Candado para intemperie de 60mm	Unidad	2.00	Q125.00	Q250.00
Cemento gris	Saco	40.00	Q45.00	Q1,800.00
Clavo de 3"	Lb.	2.00	Q4.50	Q9.00
Hierro corrugado de 3/8" grado 40	Varilla	6.00	Q30.00	Q180.00
Párales de madera de 3" *3"* 10'	Pt.	120.00	Q4.50	Q540.00
Piedra bola de 6" - 10"	M3	9.00	Q200.00	Q1,800.00
Piedrin	M3	2.00	Q200.00	Q400.00
Tabla de pino rústica 1" *12"*10'	Pt.	300.00	Q4.50	Q1,350.00
Arena de río	M3	4.00	Q200.00	Q800.00
Subtotal				Q7,138.00
Total de materiales				Q8,067.36
Mano de obra				
Calificada	Jornal	30	Q190.00	Q5,700.00
No calificada	Jornal	150	Q60.00	Q9,000.00
Subtotal				Q14,700.00
Total				Q22,767.36

Línea de conducción 924 metros				
Material	Unidad	Cantidad	Precio	Total
			Unitario (q.)	(q)
Tubería y accesorios				
Tubo de 2 1/2" pvc 250psi	Unidad	150	Q419.93	Q62,989.50
Tubo de 2 1/2" hg tl	Unidad	4	Q175.00	Q700.00
Unión universal 2 1/2"	Unidad	2	Q33.00	Q66.00
Subtotal		154		Q63,755.50
Materiales de construcción				
Cemento solvente 1/4 de galón	Unidad	3	Q125.00	Q375.00
Permatex pomo 160gr	Unidad	1	Q50.00	Q50.00
Wipe	Libra	9	Q40.00	Q360.00
Subtotal				Q785.00
Total de materiales				Q64,540.50
Mano de obra				
Calificada.	Jornal	19	Q190.00	Q3,610.00
No calificada.	Jornal	46	Q60.00	Q2,772.00
Subtotal				Q6,382.00
Total				Q70,922.50

4 anclajes				
Material	Unidad	Cantidad	Precio	Total
			Unitario (q.)	(q)
Materiales de construcción				
Cemento gris	Saco	8	Q45.00	Q360.00
Alambre de amarre cal 16.	Lb.	4	Q4.50	Q18.00
Clavo de 3"	Lb.	0.8	Q4.50	Q3.60
Arena de río	M3	0.6	Q200.00	Q120.00
Piedrin	M3	0.4	Q200.00	Q80.00
Hierro ø 3/8"	Varilla	4	Q30.00	Q120.00
Hierro ø 1/4"	Varilla	2	Q12.00	Q24.00
Tabla de pino rústica 1" *12" *10´	Pt.	140	Q4.50	Q630.00
Párales de madrea 3" *3" *10´	Pt.	60	Q4.50	Q270.00
Subtotal				Q1,625.60
Total materiales				Q1,625.60
Mano de obra				
Calificada	Jornal	4	Q190.00	Q760.00
No calificada	Jornal	20	Q60.00	Q1,200.00
Subtotal				Q1,960.00
Total				Q3,585.60

Válvula de aire 2				
Material	Unidad	Cantidad	Precio	Total
			Unitario (q.)	(q)
Tubería y accesorios				
Tee 2 1/2" pvc	Unidad	2.00	Q65.00	Q130.00
Reducidor bushing 2 1/2" a 1/2" pvc	Unidad	2	Q50.24	Q100.48
Válvula de aire italiana 1/2"	Unidad	2.00	Q128.31	Q256.62
Subtotal				Q487.10
Materiales de construcción				
Alambre de amarre cal 16.	Lb.	1.00	Q4.50	Q4.50
Arena de río	M3	0.50	Q200.00	Q100.00
Candado para intemperie de 60mm	Unidad	2.00	Q125.00	Q250.00
Cemento gris	Saco	4.00	Q45.00	Q180.00
Clavo de 3"	Lb.	1.00	Q4.50	Q4.50
Hierro corrugado de 3/8" grado 40	Varilla	4.00	Q30.00	Q120.00
Párales de madera de 3" *3"* 10'	Pt.	30.00	Q4.50	Q135.00
Piedrin	M3	0.20	Q200.00	Q40.00
Tabla de pino rústica 1" *12" *10'	Pt.	40.00	Q4.50	Q180.00
Subtotal				Q1,014.00
Total de materiales				Q1,501.10
Mano de obra				
Calificada	Jornal	6.00	Q190.00	Q1,140.00
No calificada	Jornal	60.00	Q60.00	Q3,600.00
Subtotal				Q4,740.00
Total				Q6,728.20

Hipoclorador automático				
Material	Unidad	Cantidad	Precio	Total
			Unitario (q.)	(q)
Tubería y accesorios				
Tee de 2 1/2" pvc	Unidad	1	Q40.00	Q40.00
Dosificador automático de cloro stanair 320	Unidad	1	Q650.00	Q650.00
Cubeta 40 tabletas tricloro	Unidad	2	Q360.00	Q720.00
Subtotal				Q1,410.00
Materiales de construcción				
Cemento gris	Saco	4	Q45.00	Q180.00
Clavo de 3"	Lb.	1.5	Q4.50	Q6.75
Alambre de amarre cal 16.	Lb.	1.5	Q4.50	Q6.75
Hierro corrugado de 3/8" grado 40	Varilla	1.2	Q30.00	Q36.00
Candado para intemperie de 60mm	Unidad	1	Q125.00	Q125.00
Arena de río	M3	0.25	Q200.00	Q50.00
Piedra bola	M3	0.5	Q200.00	Q100.00
Párales de madera 3" *3" *10'	Pt.	15	Q4.50	Q67.50
Piedrin	M3	0.1	Q200.00	Q20.00
Tabla de pino rústica 1" *12" *10'	Pt.	30	Q4.50	Q135.00
Subtotal				Q727.00
Total de materiales				Q2,137.00
Mano de obra				
Calificada	Jornal	6	Q190.00	Q1,140.00
No calificada	Jornal	60	Q60.00	Q3,600.00
Subtotal				Q4,740.00
Total				Q6,877.00

Válvula de limpieza				
Material	Unidad	Cantidad	Precio	Total
			Unitario (q.)	(q)
Tubería y accesorios				
Tee 2 1/2" hg	Unidad	1.00	Q150.00	Q150.00
Reductor bushing 2 1/2" a 2" pvc	Unidad	1	Q50.24	Q50.24
Válvula de compuerta de 2" br	Unidad	1.00	Q128.31	Q128.31
Adaptador macho ø2"	Unidad	2.00	Q9.84	Q19.68
Subtotal				Q348.23
Materiales de construcción				
Alambre de amarre cal 16.	Lb.	0.50	Q4.50	Q2.25
Arena de río	M3	0.25	Q200.00	Q50.00
Candado para intemperie de 60mm	Unidad	1.00	Q125.00	Q125.00
Cemento gris	Saco	2.00	Q45.00	Q90.00
Clavo de 3"	Lb.	0.50	Q4.50	Q2.25
Hierro corrugado de 3/8" grado 40	Varilla	2.00	Q30.00	Q60.00
Párales de madera de 3" *3"* 10'	Pt.	15.00	Q4.50	Q67.50
Piedrin	M3	0.10	Q200.00	Q20.00
Tabla de pino rústica 1" *12" *10'	Pt.	20.00	Q4.50	Q90.00
Subtotal				Q507.00
Total de materiales				Q855.23
Mano de obra				
Calificada	Jornal	3.00	Q190.00	Q570.00
No calificada	Jornal	30.00	Q60.00	Q1,800.00
Subtotal				Q2,370.00
Total				Q3,573.46

Tanque de distribución de 80 m3				
Material	Unidad	Cantidad	Precio	Total
			Unitario (q.)	(q)
Tubería y accesorios				
Tubo de 4" pvc de 160 psi (drenaje-rebalse)	Unidad	1	Q534.00	Q534.00
Adaptador macho 4"	Unidad	2	Q68.00	Q136.00
Codo de 4" * 90° pvc	Unidad	4	Q71.14	Q284.56
Codo de 2"* 90° pvc	Unidad	1	Q52.98	Q52.98
Tee 4" pvc	Unidad	1	Q158.00	Q158.00
Válvula de compuerta de 4" br	Unidad	1	Q636.00	Q636.00
Tubo hg 3/4" tipo liviano (escalera interior)	Unidad	1	Q140.00	Q140.00
Subtotal				Q1,941.54
Materiales de construcción				
Cemento gris	Saco	800	Q45.00	Q36,000.00
Clavo de 3"	Lb.	120	Q4.50	Q540.00
Alambre de amarre cal 16.	Lb.	240	Q4.50	Q1,080.00
Hierro de 1/4" liso grado 40	Varilla	26	Q15.00	Q390.00
Hierro corrugado de 3/8" grado 40	Varilla	264	Q30.00	Q7,920.00
Hierro corrugado de 1/2" grado 40	Varilla	6	Q49.00	Q294.00
Hierro corrugado de 5/8" grado 40 (escal.ext)	Varilla	6	Q60.00	Q360.00
Grapa	Lb.	24	Q6.00	Q144.00
Alambre espigado	Rollo	2	Q185.00	Q370.00
Candado para intemperie de 60mm	Unidad	5	Q125.00	Q625.00
Cedazo para respiradero	Yd.	1	Q17.00	Q17.00
Poste brotón	Unidad	60	Q22.00	Q1,320.00
Arena de río	M3	56	Q150.00	Q8,400.00
Piedrin	M3	4	Q190.00	Q760.00
Piedra bola de 2" - 4"	M3	104	Q170.00	Q17,680.00
Tabla de pino rústica 1" *12" *10'	Pt.	1600	Q4.50	Q7,200.00
Párales de 3" *3"* 10'	Pt.	1200	Q4.50	Q5,400.00
Subtotal				Q88,500.00
Mano de obra				
Calificada	Jornal	160	Q190.00	Q30,400.00
No calificada	Jornal	480	Q60.00	Q28,800.00
Subtotal				Q59,200.00
Total				Q149,641.54

Línea de distribución 2370 metros				
Material	Unidad	Cantidad	Precio	Total
			Unitario (q.)	(q)
Tubería y accesorios				
Tubo de 1" pvc 160 psi	Unidad	300	Q54.00	Q16,200.00
Tubo de 3" pvc 160 psi	Unidad	74	Q450.00	Q33,300.00
Tubo de 2 1/2" pvc 160 psi	Unidad	9	Q194.00	Q1,746.00
Tubo de 1 1/2" pvc 160 psi	Unidad	12	Q194.00	Q2,328.00
Reductor bushing 3" a 2 1/2" pvc	Unidad	3	Q57.00	Q171.00
Reductor bushing 2 1/2" a 1 1/2" pvc	Unidad	8	Q38.00	Q304.00
Reductor bushing 1 1/2" a 1" pvc	Unidad	18	Q13.60	Q244.80
Reductor bushing 1" a 1/2" pvc	Unidad	296	Q8.20	Q2,427.20
Tee 3" pvc	Unidad	4	Q97.00	Q388.00
Tee 2 1/2" pvc	Unidad	4	Q79.00	Q316.00
Tee 2" pvc	Unidad	6	Q21.00	Q126.00
Tee 1" pvc	Unidad	30	Q16.00	Q480.00
Subtotal		395		Q58,031.00
Materiales de construcción				
Cemento solvente 1/4 de galón	Unidad	8	Q125.00	Q1,000.00
Thiner	Galón	5	Q35.00	Q175.00
Wipe	Libra	10	Q40.00	Q400.00
Subtotal				Q1,575.00
Total materiales				Q59,606.00
Mano de obra				
Calificada.	Jornal	35.55	Q190.00	Q6,754.50
No calificada.	Jornal	71.1	Q60.00	Q4,266.00
Subtotal				Q11,020.50
Herramientas	Global			Q3,211.10
Total				Q70,626.50

Conexiones domiciliarias (296)				
Material	Unidad	Cantidad	Precio	Total
			Unitario (q.)	(q)
Tubería y accesorios				
Tubo de 1/2" hg	Unidad	296.00	Q95.00	Q28,120.00
Tubo de 1/2" pvc	Unidad	592.00	Q36.00	Q21,312.00
Llave de paso de 1/2" br	Unidad	296.00	Q32.00	Q9,472.00
Adaptador macho de 1/2" hg	Unidad	1,184.00	Q8.50	Q10,064.00
Válvula de compuerta de 1/2" br.	Unidad	296.00	Q32.00	Q9,472.00
Válvula de cheque	Unidad	296.00	Q37.00	Q10,952.00
Adaptador hembra 1/2"	Unidad	592.00	Q2.50	Q1,480.00
Contador domiciliar	Unidad	296.00	Q285.00	Q84,360.00
Subtotal				Q175,232.00
Materiales de construcción				
Caja para válvula compuerta y contador de 50*20*30 cm.	Unidad	296.00	Q85.00	Q25,160.00
Caja para válvula de paso	Unidad	296.00	Q60.00	Q17,760.00
Candado para intemperie de 60mm	Unidad	296.00	Q100.00	Q29,600.00
Cemento solvente 1/4 de galón	Unidad	5.92	Q125.00	Q740.00
Thiner	Galón	11.84	Q35.00	Q414.40
Wipe	Libra	37.00	Q12.00	Q444.00
Subtotal				Q74,118.40
Mano de obra				
Calificada.	Jornal	74.00	Q190.00	Q14,060.00
No calificada.	Jornal	296.00	Q60.00	17,760.00
Subtotal				Q31,820.00
Total				Q281,170.40

Paso de zanjón tipo a				
Material	Unidad	Cantidad	Precio	Total
			Unitario (q.)	(q)
Tubería y accesorios				
Tubo de 1" hg t.l.	Unidad	4	Q150.00	Q600.00
Codo de 1" * 45 hg	Unidad	2	Q65.00	Q130.00
Subtotal				Q730.00
Materiales de construcción				
Cemento gris	Saco	7	Q45.00	Q315.00
Alambre de amarre cal 16.	Lb.	0.5	Q4.50	Q2.25
Clavo de 3"	Lb.	0.5	Q4.50	Q2.25
Arena de río	M3	0.4	Q150.00	Q60.00
Permatex pomo 170 gr.	Unidad	1.00	Q38.00	Q38.00
Piedra bola de 2" - 4"	M3	0.8	Q170.00	Q136.00
Tabla de pino rústica 1" *12" *10´	Pt.	35	Q4.50	Q157.50
Párales de madrea 3" *3" *10´	Pt.	15	Q4.50	Q67.50
Subtotal				Q711.00
Mano de obra				
Calificada	Jornal	4	Q190.00	Q760.00
No calificada	Jornal	12	Q60.00	Q720.00
Sub total				Q1,536.00
Subtotal				Q3,016.00
Total				Q4,457.00

3.3.3. Presupuesto desglosado sistema mixto

Captación brote definido (1)				
Material	Unidad	Cantidad	Precio	Total
			Unitario (q.)	(q)
Tubería y accesorios				
Tubo 3" pvc 160 psi	Unidad	1.00	Q281.13	Q281.13
Adaptador hembra 3"	Unidad	1.00	Q47.85	Q47.85
Adaptador macho 3"	Unidad	2.00	Q37.11	Q74.22
Pichacha 3"	Unidad	1.00	Q190.00	Q190.00
Válvula de compuerta 3" br	Unidad	1.00	Q336.16	Q336.16
Subtotal				Q929.36
Materiales de construcción				
Alambre de amarre cal 16.	Lb.	2.00	Q4.50	Q9.00
Candado para intemperie de 60mm	Unidad	2.00	Q125.00	Q250.00
Cemento gris	Saco	40.00	Q45.00	Q1,800.00
Clavo de 3"	Lb.	2.00	Q4.50	Q9.00
Hierro corrugado de 3/8" grado 40	Varilla	6.00	Q30.00	Q180.00
Párales de madera de 3" *3"* 10'	Pt.	120.00	Q4.50	Q540.00
Piedra bola de 6" - 10"	M3	9.00	Q200.00	Q1,800.00
Piedrin	M3	2.00	Q200.00	Q400.00
Tabla de pino rústica 1" *12"*10'	Pt.	300.00	Q4.50	Q1,350.00
Arena de río	M3	4.00	Q200.00	Q800.00
Subtotal				Q7,138.00
Total de materiales				Q8,067.36
Mano de obra				
Calificada	Jornal	30	Q190.00	Q5,700.00
No calificada	Jornal	150	Q60.00	Q9,000.00
Subtotal				Q14,700.00
Total				Q22,767.36

Línea de conducción y bombeo 924 metros				
Material	Unidad	Cantidad	Precio	Total
			Unitario (q.)	(q)
Tubería y accesorios				
Tubo de 3" pvc 160psi	Unidad	39	Q419.93	Q16,377.27
Tubo de 4" hg tl	Unidad	150	Q800.00	Q120,000.00
Unión universal 4"	Unidad	30	Q450.00	Q13,500.00
Subtotal		189		Q149,877.27
Materiales de construcción				
Cemento solvente 1/4 de galón	Unidad	4	Q125.00	Q500.00
Permatex pomo 160gr	Unidad	38	Q50.00	Q1,900.00
Wipe	Libra	11	Q40.00	Q440.00
Subtotal				Q2,840.00
Total de materiales				Q152,717.27
Mano de obra				
Calificada.	Jornal	69	Q190.00	Q13,110.00
No calificada.	Jornal	227	Q60.00	Q13,608.00
Subtotal				Q26,718.00
Total				Q179,435.27

150 anclajes				
Material	Unidad	Cantidad	Precio	Total
			Unitario (q.)	(q)
Materiales de construcción				
Cemento gris	Saco	300	Q45.00	Q13,500.00
Alambre de amarre cal 16.	Lb.	150	Q4.50	Q675.00
Clavo de 3"	Lb.	30	Q4.50	Q135.00
Arena de río	M3	22.5	Q200.00	Q4,500.00
Piedrin	M3	15	Q200.00	Q3,000.00
Hierro ø 3/8"	Varilla	150	Q30.00	Q4,500.00
Hierro ø 1/4"	Varilla	75	Q12.00	Q900.00
Tabla de pino rústica 1" *12" *10´	Pt.	5250	Q4.50	Q23,625.00
Párales de madrea 3" *3" *10´	Pt.	2250	Q4.50	Q10,125.00
Subtotal				Q60,960.00
Total materiales				Q60,960.00
Mano de obra				
Calificada	Jornal	150	Q190.00	Q28,500.00
No calificada	Jornal	750	Q60.00	Q45,000.00
Subtotal				Q73,500.00
Total				Q134,460.00

Válvula de cheque 4				
Material	Unidad	Cantidad	Precio	Total
			Unitario (q.)	(q)
Tubería y accesorios				
Válvula de cheque horizontal 4"	Unidad	4.00	Q600.00	Q2,400.00
Adaptador macho ø4"	Unidad	8.00	Q75.00	Q600.00
Subtotal				Q3,000.00
Materiales de construcción				
Alambre de amarre cal 16.	Lb.	2.00	Q4.50	Q9.00
Arena de río	M3	1.00	Q200.00	Q200.00
Candado para intemperie de 60mm	Unidad	1.00	Q125.00	Q125.00
Cemento gris	Saco	16.00	Q45.00	Q720.00
Clavo de 3"	Lb.	2.00	Q4.50	Q9.00
Hierro corrugado de 3/8" grado 40	Varilla	8.00	Q30.00	Q240.00
Párales de madera de 3" *3"* 10'	Pt.	60.00	Q4.50	Q270.00
Piedrin	M3	0.40	Q200.00	Q80.00
Tabla de pino rústica 1" *12" *10'	Pt.	80.00	Q4.50	Q360.00
Subtotal				Q2,013.00
Total de materiales				Q5,013.00
Mano de obra				
Calificada	Jornal	24.00	Q190.00	Q4,560.00
No calificada	Jornal	120.00	Q60.00	Q7,200.00
Subtotal				Q11,760.00
Total				Q19,773.00

Hipoclorador automático				
Material	Unidad	Cantidad	Precio	Total
			Unitario (q.)	(q)
Tubería y accesorios				
Tee de 4" hg	Unidad	1	Q350.00	Q350.00
Dosificador automático de cloro stanair 320	Unidad	1	Q650.00	Q650.00
Cubeta 40 tabletas tricloro	Unidad	2	Q360.00	Q720.00
Subtotal				Q1,720.00
Materiales de construcción				
Cemento gris	Saco	4	Q45.00	Q180.00
Clavo de 3"	Lb.	1.5	Q4.50	Q6.75
Alambre de amarre cal 16.	Lb.	1.5	Q4.50	Q6.75
Hierro corrugado de 3/8" grado 40	Varilla	1.2	Q30.00	Q36.00
Candado para intemperie de 60mm	Unidad	1	Q125.00	Q125.00
Arena de río	M3	0.25	Q200.00	Q50.00
Piedra bola	M3	0.5	Q200.00	Q100.00
Párales de madera 3" *3" *10´	Pt.	15	Q4.50	Q67.50
Piedrin	M3	0.1	Q200.00	Q20.00
Tabla de pino rústica 1" *12" *10´	Pt.	30	Q4.50	Q135.00
Subtotal				Q727.00
Total de materiales				Q2,447.00
Mano de obra				
Calificada	Jornal	6	Q190.00	Q1,140.00
No calificada	Jornal	60	Q60.00	Q3,600.00
Subtotal				Q4,740.00
Total				Q7,187.00

Caseta de bombeo				
Material	Unidad	Cantidad	Precio	Total
			Unitario (q.)	(q)
Materiales de construcción				
Alambre de amarre cal 16.	Lb.	15.00	Q5.00	Q75.00
Block de 15*20*40	Unidad	175.00	Q4.00	Q700.00
Block u de 15*20*40	Unidad	12.00	Q4.00	Q48.00
Cal hidratada	Bola	4.00	Q28.00	Q112.00
Cemento gris	Saco	33.00	Q45.00	Q1,485.00
Clavo de 3"	Lb.	6.00	Q4.50	Q27.00
Hierro corrugado de 1/2" grado 40	Varilla	2.00	Q49.00	Q98.00
Hierro corrugado de 3/8" grado 40	Varilla	47.00	Q30.00	Q1,410.00
Hierro de 1/4" liso grado 40	Varilla	17.00	Q15.00	Q255.00
Puerta metálica	Unidad	1.00	Q970.00	Q970.00
Arena amarilla	M3	1.00	Q150.00	Q150.00
Arena blanca	M3	1.00	Q150.00	Q150.00
Arena de río	M3	3.00	Q150.00	Q450.00
Párales de madera de 3" *3"* 10'	Pt.	84.00	Q4.50	Q378.00
Piedrin	M3	2.00	Q190.00	Q380.00
Tabla de pino rústica 1" *12" *10'	Pt.	120.00	Q4.50	Q540.00
Subtotal				Q7,228.00
Instalación eléctrica				
Alambre 12thw	Unidad	14.00	Q4.80	Q67.20
Arrancador magnético	Unidad	1.00	Q486.00	Q486.00
Bombilla de 60w	Unidad	1.00	Q5.80	Q5.80
Botonera	Unidad	1.00	Q84.00	Q84.00
Caja octagonal	Unidad	1.00	Q5.00	Q5.00
Caja rectangular para empotrar	Unidad	2.00	Q5.00	Q10.00
Caja socket	Unidad	1.00	Q210.00	Q210.00
Codo 1/2"* 90 hg para acometida	Unidad	1.00	Q17.80	Q17.80
Contador	Unidad	1.00	Q375.00	Q375.00
Interruptor de cuchillas con seguros de cartucho	Unidad	1.00	Q96.00	Q96.00
Interruptor rectangular	Unidad	1.00	Q4.50	Q4.50
Niple hg 1/2" * 1.5 m para acometida	Unidad	1.00	Q32.00	Q32.00
Plafonera	Unidad	1.00	Q5.50	Q5.50
Tablero de flipones	Unidad	1.00	Q79.00	Q79.00
Tomacorriente rectangular	Unidad	1.00	Q6.00	Q6.00
Tubo conducto galvanizado 1-1/4"	Unidad	1.00	Q8.00	Q8.00
Tubo poliducto de 1/2"	M	7.00	Q6.60	Q46.20
Tubo poliducto de 1-1/4"	M	5.00	Q7.80	Q39.00
Subtotal				Q1,577.00
Mano de obra				
Calificada	Jornal	25.00	Q190.00	Q4,750.00
No calificada	Jornal	60.00	Q60.00	Q3,600.00
Subtotal				Q8,350.00
Total				Q17,155.00
Acometida eléctrica				
Material	Unidad	Cantidad	Precio	Total

			Unitario (q.)	(q)
Materiales y accesorios				
Mts. De alambre suave de aluminio # 6 awg.	Unidad	4	Q2.60	Q10.40
Espiga para punta de poste p/aislador 56-3	Unidad	2	Q136.00	Q272.00
Aislador de espiga clase 56-3 ansi	Unidad	2	Q129.00	Q258.00
Arandelas con agujeros de 5/8	Unidad	35	Q3.20	Q112.00
Pernos de maquina de 5/8 x 10	Unidad	6	Q8.70	Q52.20
Pernos de maquina de 5/8 x 12	Unidad	15	Q9.80	Q147.00
Mts. De cinta protectora de aluminio	Unidad	10	Q6.10	Q61.00
Aislador de suspensión clase 52-4 ansi	Unidad	18	Q158.00	Q2,844.00
Conector de compresión universal 1/0	Unidad	3	Q42.30	Q126.90
Grillete para aislador de suspensión	Unidad	6	Q31.00	Q186.00
Grapa terminal para 12,000 lbs	Unidad	6	Q98.00	Q588.00
Perno con ojo de 5/8 x 10	Unidad	6	Q31.00	Q186.00
Tuerca con ojo	Unidad	4	Q19.00	Q76.00
Grapas de remate p/línea neutro 5,000 lbs	Unidad	4	Q98.00	Q392.00
Conector compresión universal p/acsr # 2	Unidad	4	Q12.30	Q49.20
Aisladores de carrete clase 53-2 ansi blancos	Unidad	2	Q7.00	Q14.00
Remates preformados # 2	Unidad	2	Q16.00	Q32.00
Estribos para aislador de carrete	Unidad	2	Q17.00	Q34.00
Remates preformados p/cable acero 3/8	Unidad	30	Q23.00	Q690.00
Varillas de andaje sencillo 5/8 x 7'	Unidad	1	Q68.00	Q68.00
Varillas de andaje doble 5/8 x 7'	Unidad	7	Q69.00	Q483.00
Anclas de polipropileno 115 pulg.	Unidad	8	Q59.00	Q472.00
Fijador de ángulo	Unidad	15	Q29.00	Q435.00
Arandela para perno de 1/2"	Unidad	1	Q3.00	Q3.00
Contratuercas para perno de 1/2"	Unidad	1	Q3.00	Q3.00
Arandela para perno de 3/8"	Unidad	1	Q3.00	Q3.00
Contratuercas para perno de 3/8"	Unidad	1	Q3.00	Q3.00
Mts. De conductor cobre # 2, 7 hilos desnudo	Unidad	40	Q19.00	Q760.00
Hebillas de acero para cinta galvanizada	Unidad	20	Q3.00	Q60.00
Mts. De cinta galvanizada de acero de 3/8	Unidad	10	Q8.25	Q82.50
Varilla para tierra de cobre 5/8 x 8'	Unidad	4	Q49.00	Q196.00
Protector de madera de 8'	Unidad	2	Q31.00	Q62.00
Mts. De cable aéreo triplex # 1/0	Unidad	30	Q26.00	Q780.00
Remate preformado para # 1/0 awg	Unidad	4	Q17.50	Q70.00
Tubo galvanizado de ø 3" x 6 mts	Unidad	1	Q246.00	Q246.00
Caja clase 200, polifásica	Unidad	1	Q589.00	Q589.00
Abrazadera de acero galvanizado una vía	Unidad	2	Q72.00	Q144.00
Conector fargo para línea viva 1/0	Unidad	2	Q86.00	Q172.00
Estribo para conector fargo	Unidad	2	Q36.00	Q72.00
Perno de maquina de 5/8 x 14"	Unidad	1	Q10.00	Q10.00
Perno de maquina de 1/2 x 12"	Unidad	1	Q10.00	Q10.00

Perno de carruaje de 3/8 x 5"	Unidad	1	Q9.00	Q9.00
Puntal de pletina de 28"	Unidad	1	Q16.50	Q16.50
Pararrayos de distribución de 27kv.	Unidad	1	Q863.00	Q863.00
Cortacircuito de distribución de 27 kv.	Unidad	1	Q746.00	Q746.00
Fusibles tipo t alimentador de 1 amps	Unidad	1	Q29.00	Q29.00
Transformador de distribución de 15 kva. C.s.p.	Unidad	1	Q8,400.00	Q8,400.00
19,920/34,500y-120/240v. Con taps de regu_				
Lacion 2+/- 2½% en baño de aceite para ser				
Instalado a la intemperie de 125kv/hill 60hz.				
Cruceta de pino tratado de 3½x4½x30"	Unidad	1	Q88.00	Q88.00
Mts. Conductor acsr no. 1/0	Unidad	695	Q7.86	Q5,462.70
Mts. Cable de acero galvanizado de 3/8	Unidad	225	Q7.00	Q1,575.00
Mts. Conductor acsr no. 2	Unidad	695	Q4.10	Q2,849.50
Postes concreto centrifugado cl. 500 asa de 35'	Unidad	3	Q2,100.00	Q6,300.00
Casquete de entrada de ø 3"	Unidad	1	Q190.00	Q190.00
Subtotal				Q37,382.90
Mano de obra directa e indirecta				
Mano de obra directa é indirecta	Global	1	Q5,600.00	Q5,600.00
Subtotal				
Total				Q42,982.90

Equipo de bombeo				
Material	Unidad	Cantidad	Precio unitario (q)	Total (q)
Materiales				
Bomba sumergible, 16 hp, , monofásico	Unidad	1	Q40,000.00	Q40,000.00
Accesorios eléctricos	Unidad	1	Q7,400.00	Q7,400.00
Accesorios de plomería	Unidad	1	Q2,200.00	Q2,200.00
Casquete de entrada de ø 3"	Unidad	1	Q190.00	Q190.00
Subtotal				Q49,790.00
Mano de obra directa e indirecta				
Instalación y conexión	Global	1	Q2,500.00	Q2,500.00
Subtotal				
Total				Q52,290.00

Línea de distribución 2142 metros				
Material	Unidad	Cantidad	Precio	Total
			Unitario (q.)	(q)
Tubería y accesorios				
Tubo de 1" pvc 160 psi	Unidad	195	Q54.00	Q10,530.00
Tubo de 4" pvc 160 psi	Unidad	39	Q450.00	Q17,550.00
Tubo de 3" pvc 160 psi	Unidad	93	Q450.00	Q41,850.00
Tubo de 2 1/2" pvc 160 psi	Unidad	16	Q194.00	Q3,104.00
Tubo de 2 " pvc 160 psi	Unidad	14	Q194.00	Q2,716.00
Reducidor bushing 4" a 3" pvc	Unidad	1	Q85.00	Q85.00
Reducidor bushing 3" a 2 1/2" pvc	Unidad	8	Q57.00	Q456.00
Reducidor bushing 2 1/2" a 2" pvc	Unidad	4	Q38.00	Q152.00
Reducidor bushing 2" a 1" pvc	Unidad	3	Q13.60	Q40.80
Reducidor bushing 1" a 1/2" pvc	Unidad	362	Q8.20	Q2,968.40
Tee 3" pvc	Unidad	8	Q97.00	Q776.00
Tee 2 1/2" pvc	Unidad	6	Q79.00	Q474.00
Tee 2" pvc	Unidad	14	Q21.00	Q294.00
Tee 1" pvc	Unidad	12	Q16.00	Q192.00
Subtotal		357		Q81,188.20
Materiales de construcción				
Cemento solvente 1/4 de galón	Unidad	7	Q125.00	Q875.00
Thiner	Galón	5	Q35.00	Q175.00
Wipe	Libra	9	Q40.00	Q360.00
Subtotal				Q1,410.00
Total materiales				Q82,598.20
Mano de obra				
Calificada.	Jornal	32.13	Q190.00	Q6,104.70
No calificada.	Jornal	64.26	Q60.00	Q3,855.60
Subtotal				Q9,960.30
Herramientas	Global			Q3,211.10
Total				Q92,558.50

Paso aéreo 65 ml				
Material	Unidad	Cantidad	Precio	Total
			Unitario (q.)	(q)
Tubería y accesorios				
Cable de 3/8" de 9*9 alma de acero	MI	80.00	Q15.00	Q1,200.00
Mordaza de 3/8" (cable tensor)	Unidad	40.00	Q8.00	Q320.00
Mordaza de 6/8" (tirantes)	Unidad	2.00	Q25.00	Q50.00
Cable de 6/8" de 9*9 alma de acero	MI	115.00	Q75.00	Q8,625.00
Tubo de 3" hg t.l.	Unidad	14.00	Q440.00	Q6,160.00
Unión universal 3"	Unidad	3.00	Q158.00	Q474.00
Subtotal				Q16,829.00
Materiales de construcción				
Candado para intemperie de 60mm	Unidad	2.00	Q125.00	Q250.00
Cadena eslabón de 1/2"	Mts	8.00	Q25.00	Q200.00
Cemento gris	Saco	196.00	Q45.00	Q8,820.00
Alambre de amarre	Lb.	16.00	Q4.50	Q72.00
Hierro corrugado de 1/2" grado 40	Varilla	36.00	Q67.00	Q2,412.00
Hierro corrugado de 3/8" grado 40	Varilla	34.00	Q30.00	Q1,020.00
Arena de río	M3	8.00	Q200.00	Q1,600.00
Permatex pomo 170 gr.	Unidad	5.00	Q38.00	Q190.00
Párales 3*3*10´	Pt	60.00	Q4.50	Q270.00
Piedrin	M3	10.00	Q200.00	Q2,000.00
Piedra bola 4"	M3	5.50	Q200.00	Q1,100.00
Tabla de pino rústica	Pt	320.00	Q4.50	Q1,440.00
Subtotal				Q19,374.00
Total de materiales				Q36,203.00
Mano de obra				
Calificada	Jornal	45.00	Q190.00	Q8,550.00
No calificada	Jornal	150.00	Q60.00	Q9,000.00
Subtotal				Q17,550.00
Total				Q53,753.00

Conexiones domiciliars (362)				
Material	Unidad	Cantidad	Precio	Total
			Unitario (q.)	(q)
Tubería y accesorios				
Tubo de 1/2" hg	Unidad	362.00	Q95.00	Q34,390.00
Tubo de 1/2" pvc	Unidad	724.00	Q36.00	Q26,064.00
Llave de paso de 1/2" br	Unidad	362.00	Q32.00	Q11,584.00
Adaptador macho de 1/2" hg	Unidad	1,448.00	Q8.50	Q12,308.00
Válvula de compuerta de 1/2" br.	Unidad	362.00	Q32.00	Q11,584.00
Válvula de cheque	Unidad	362.00	Q37.00	Q13,394.00
Adaptador hembra 1/2"	Unidad	724.00	Q2.50	Q1,810.00
Contador domiciliari	Unidad	362.00	Q285.00	Q103,170.00
Subtotal				Q214,304.00
Materiales de construcción				
Caja para válvula compuerta y contador de 50*20*30 cm.	Unidad	362.00	Q85.00	Q30,770.00
Caja para válvula de paso	Unidad	362.00	Q90.00	Q32,580.00
Candado para intemperie de 60mm	Unidad	362.00	Q100.00	Q36,200.00
Cemento solvente 1/4 de galón	Unidad	7.24	Q125.00	Q905.00
Thiner	Galón	14.48	Q35.00	Q506.80
Wipe	Libra	45.25	Q12.00	Q543.00
Subtotal				Q101,504.80
Mano de obra				
Calificada.	Jornal	45.25	Q190.00	Q8,597.50
No calificada.	Jornal	241.33	Q60.00	14,480.00
Subtotal				Q23,077.50
Total				Q338,886.30

3.3.4. Cronograma ejecución

Sistema por gravedad

Componente	1 mes				2 mes				3 mes				4 mes				5 mes	
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2
Captación brote definido	■	■	■															
Línea de conducción 924 metros		■	■	■	■													
4 anclajes						■	■											
Válvula de aire 2							■	■										
válvula de limpieza									■									
Hipoclorador automático										■								
Tanque de distribución de 80 m3											■	■	■	■				
Línea de distribución 2370 metros				■	■	■	■	■	■	■								
Conexiones domiciliarias (296)														■	■	■	■	
Paso de zanjón tipo a									■	■								

Sistema mixto

Componente	1 mes				2 mes				3 mes				4 mes				5 mes				3 mes	
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2
Captación brote definido (1)																						
Línea de conducción 924 metros																						
150 anclajes																						
Válvula de aire 2																						
válvula de cheque 4																						
Hipoclorador automático																						
Caseta de bombeo																						
Tanque de succión de 130 m3																						
Tanque de distribución de 225 m3 con válvulas de compuerta																						
Acometida eléctrica																						
Equipo de bombeo																						
Línea de distribución 2142 metros																						
Paso aéreo 65 ml																						
Conexiones domiciliarias (362)																						

3.3.5. Programa de operación y mantenimiento

Especificaciones Técnicas

Respecto a los proyectos

Los proyectos de agua por gravedad son sistemas que se han implementado en la mayoría de comunidades rurales de Guatemala.

Las obras que se proponen para ser implementadas en los diseños (planos) y en la construcción, son las frecuentemente utilizadas en estos sistemas. Estas se mencionan dentro de este documento, para el uso del proyecto.

Las obras que se describen y especifican en este documento están acorde con las normas de diseño y especificaciones de construcción, que el Ministerio de Salud Pública, el Instituto de Fomento Municipal y otras Instituciones que realizan proyectos de agua, han aceptado.

En este documento se utilizarán, las siguientes abreviaturas:

PVC: Cloruro de polivinilo.

HG: Hierro galvanizado.

ASTM: American Standard for Testing of Materials.

CS: California Standard.

NSF: National Sanitation Foundation.

ASPT: American Standard for Piping Test.

Renglones de trabajo a considerar

I Captación: la tubería que en su mayoría es de PVC, que sale de la fuente hacia el tanque de distribución, en esta se consideran las siguientes obras:

- 1. Caja de válvula de limpieza:** estructura que se colocará en las partes con grandes depresiones o donde el suelo hidráulico lo indique y servirá para la protección de la válvula de limpieza. Se hará de mampostería de piedra los muros con un espesor de 0.15 m y la losa y tapadera de concreto reforzado. La válvula será de bronce y adaptada para tubería y accesorios de PVC. y servirá para eliminar los sedimentos que contenga la línea de conducción.
- 2. Caja de válvula de aire:** estructura que se colocará en la línea de conducción después de una depresión y en la parte más alta o donde el diseño hidráulico lo indique y servirá para la protección de la válvula de aire tipo ventosa. Esta se hará de mampostería de piedra los muros con un espesor de 0.15 m y la losa y tapadera de concreto reforzado. La válvula será de bronce y adaptada para tubería y accesorios de PVC. y servirá para eliminar el aire que pueda acumular la línea de conducción.
- 3. Instalación de tubería** (esta información se ampliará en la sección de instalación de tubería): estas su mayoría serán de PVC y estarán a una profundidad de 0.90 m, a menos que en las bases especiales se diga lo contrario y con excavación de zanjas de 0.4 m de ancho y después de probada la tubería se tendrá que rellenar la zanja con el material extraído. En casos de suelos duros se harán hasta 0.6 m y en suelos de piedra se revestirá con mampostería de piedra. Para casos donde el PVC no soporte altas presiones se utilizará HG o donde el diseño hidráulico lo indique.

4. **Pasos de zanjón:** son estructuras con pequeñas columnas de concreto reforzado que se instalan en pequeñas depresiones o en pasos de ríos donde se coloque tubería HG, en algunos estos pasos se pueden realizar para tuberías PVC con vigas de mampostería de piedra que atraviesan estas depresiones o pasos de río con el fin de soportar cualquier impacto dinámico que se les ocasione.
5. **Anclajes de tubería:** son obras de mampostería de piedra, colocándose para sujetar la tubería de conducción en pendientes pronunciadas, curvas con ángulos cerrados y en descargas de los desagües. Las dimensiones serán de base de 0.30 x 0.30 y un alto de 0.80 m.

II Tanque de distribución: depósito para cubrir la demanda de agua en las horas de mayor consumo, siendo su volumen igual al 40% del caudal medio diario, y se compone de las siguientes obras:

1. **Depósito principal:** contiene el volumen de agua para las horas de mayor consumo. El tanque elevado se construirá según especificaciones del Fondo de Inversión Social.
2. **Caja de válvula de entrada:** servirá para la protección de la válvula de control del caudal de entrada al depósito principal. Se hará de mampostería de piedra los muros con un espesor de 0.15 m y la losa y tapadera de concreto reforzado. La válvula será de bronce, adaptada para tubería y accesorios de PVC.
3. **Caja de válvula de salida:** protege la válvula de control del caudal de salida del depósito principal. Se hará de mampostería de piedra, los muros con un

espesor de 0.15 , y la losa y tapadera de concreto reforzado. La válvula será de bronce, adaptada para tubería y accesorios de PVC.

A la entrada del tanque de distribución se deberá instalar un clorador. Vea las especificaciones para clorador en el punto VIII CLORADOR.

III Red de distribución: tubería que distribuye el agua a los puntos de toma que pueden ser llena cántaros, conexiones domiciliarias, o conexiones prediales según se especifique en cada proyecto. Las tuberías de la red de distribución salen del tanque de distribución formando una red de ramales abiertos. Estos para su ejecución se componen de:

1. **Instalación de tubería** (se amplía la información en la sección V descripción del trabajo de instalación de tuberías): estas en su mayoría serán de PVC y estarán a una profundidad de 0.8m, o la que se indique en las bases especiales y con excavación de zanjas de 0.4 m de ancho para la instalación y después de probada la tubería se tendrá que rellenar con el material extraído. En casos de suelos duros se harán hasta 0.6 m y en suelos de piedra se revestirá con mampostería de piedra.
2. **Caja de válvula de compuerta:** servirá para la protección de la válvula de control de caudales en un ramal. Se hará de mampostería de piedra los muros con un espesor de 0.15 m y la losa y tapadera de concreto reforzado. La válvula será de bronce, adaptada para tubería y accesorios de PVC. Esta obra se colocará, siempre y cuando el diseño hidráulico lo indique.

IV Desinfección

Se utilizará equipo adecuado para desinfectar el agua, con pastillas de hipoclorito de calcio Como se especifica mas adelante.

V Descripción del trabajo de instalación de tubería

Comprende todo trabajo de instalación de tuberías de agua y que no esté en otra sección de estas especificaciones.

Trabajo incluido:

1. Generalidades
2. Limpia, chapeo y desmonte.
3. Zanjeo
4. Soportes para tuberías
5. Anclaje de tuberías
6. Instalación de tubería de PVC
7. Instalación de tubería de HG
8. Prueba de tuberías
9. Relleno de zanjas
10. Lavado y desinfección interior de la tubería
11. Materiales

Generalidades: incluye la limpieza del terreno, zanjeo, colocación de la tubería, accesorios y válvulas, soportes y anclajes, prueba de presión, lavado y desinfección de la tubería y relleno de la zanja de acuerdo a lo indicado en los planos y descripción del proyecto y las Especificaciones generales para cada operación.

1. Antes de iniciar el trabajo se deberán localizar las instalaciones y tuberías existentes para evitar dañarlas, marcándolas cuidadosamente. Es completa responsabilidad del Ingeniero el daño que ocasione así como el arreglo del material de acabado de calles que sea necesario remover.
2. Se colocarán indicaciones de peligro y las protecciones necesarias en los puntos dentro de poblaciones que sean de tránsito de vehículos o peatones.
3. Al terminar el trabajo debe retirarse todo material sobrante y efectuarse todas las reparaciones de daños ocasionados.
4. Las tuberías se colocarán en el lugar y niveles indicados en los planos o donde lo fijen las bases especiales, predominando las últimas.
5. Deberá utilizarse las herramientas adecuadas y métodos de trabajo recomendados por los fabricantes.
6. Todo daño, desperfecto o rotura que se ocasione con motivo del trabajo a otras instalaciones existentes de electricidad, etc. serán reparados a la brevedad posible por cuenta del Ingeniero y sin recibir por ello compensación adicional.
7. Cualquier pavimento que fuera necesario romper para instalar la tubería, deberá reponerse y dejarse en condiciones iguales o superiores a las que tenía antes de la instalación.

Limpia, chapeo y trazo:

1. La línea para instalación de la tubería deberá en todo caso ser inicialmente limpiada de troncos, árboles, vegetación viva o muerta, en un ancho mínimo de 1.20 metros; 0.60 m a cada lado del eje de instalación de la tubería.
2. El Ingeniero podrá ordenar la preservación de árboles u otro tipo de vegetación dentro del área de limpieza.
3. Todo el material resultante de la limpieza, chapeo y desmonte, deberá ser conveniente dispuesto donde no se ocasione daño a las propiedades vecinas o incinerado.

Zanjeo:

1. Las tuberías se emplazarán siguiendo los ejes que se indiquen en los planos, como lo señale el Ingeniero o las bases especiales.
2. Se deberá cortar zanja simétrica al eje de instalación de la tubería dejando los siguientes recubrimientos sobre el diámetro del tubo; a menos que las bases especiales indique algo distinto:
 - En terrenos cultivados, caminos o áreas de tránsito liviano, 0.80 m.
 - En caminos de tránsito pesado, 1.00 m.
 - Donde no exista posibilidad de tránsito o cultivo, 0.80 m.
3. El fondo de la zanja deberá ser recortado cuidadosamente para permitir un apoyo uniforme de la tubería. En los casos de suelos que

contengan piedras y pedruscos, se deberá remover todas las que aparezcan en el fondo de la zanja rellenando los espacios con material suelto compactado para uniformar el fondo de la zanja.

4. En los suelos con poca estabilidad, se deberá apuntalar la zanja para evitar desplomes de las paredes. Se deberá tomar las medidas necesarias para vaciar la zanja de agua proveniente de infiltración o lluvia, por medio de desagüe en los puntos bajos, por bombeo o por tablestacados según convenga el caso, manteniéndola seca hasta que se rellene.
5. En los casos en que la tubería deba ser colocada en zanja cortada en roca, deberá excavar la roca hasta un mínimo de 15 centímetros por debajo del nivel de instalación de la tubería, rellenándola posteriormente con material adecuado compacto para formar apoyo uniforme.
6. Si los materiales que se encuentran a la profundidad de instalación de la tubería no son satisfactorios, porque pueden causar asentamientos desiguales o ser agresivos a la tubería, se deberán remover en todo el ancho de la zanja en una profundidad de 0.20 metros o más si lo indica el Ingeniero, reponiéndolo con material satisfactorio debidamente compactado.
7. El ancho de la zanja, deberá ser suficiente para la correcta instalación de la tubería así como para permitir una adecuada compactación del relleno a los lados de la misma.

8. Según el tipo de tubería que se use, podrá ser necesario hacer ampliaciones de la zanja en los puntos de unión o de instalación de accesorios, para permitir una adecuada instalación de las uniones.
9. El ancho de la zanja, así como las dimensiones de las ampliaciones, deberán ser aprobadas por el Ingeniero, tomando en cuenta el método de zanjeo y el tipo de tubería a instalarse. En general, el ancho de la zanja a ser cortada por métodos manuales deberá ser de 0.40 metros, más el diámetro exterior de la tubería.

Soportes para tubería:

1. Cuando la tubería deba instalarse a nivel del terreno o sobre él, se deberá hacerlo sobre el soporte. Salvo que en los planos se indique otra cosa, los soportes serán de mampostería, concreto o en casos especiales de acero, de tal forma que aseguren la tubería firmemente contra movimiento en toda dirección.
2. El espaciamiento de soportes y sus dimensiones, serán los mostrados en los planos. En los casos que no se detalle el tipo de soportes, el Ingeniero deberá diseñarlos colocando un mínimo de dos soportes por cada tubo y distribuidos para que no coincidan con las uniones, o como lo indique el Ingeniero.

Anclajes de la tubería:

1. En todos los puntos de cambio de dirección de las tuberías, se deberá hacer anclajes de dimensiones, peso y diseño tal que absorba el empuje producido por la presión interna en el punto de inflexión. Tales anclajes

serán de mampostería o de concreto y deberán estar en firme contacto con la tubería o accesorio en el punto de inflexión.

2. Se podrá omitir tales anclajes, siempre que no se indique lo contrario en los planos o descripción, en los siguientes casos:

a) Tubería con uniones de tipo, capaz de absorber la tensión cuando estén enterradas a las profundidades normales de instalación.

b) En tubería con uniones que no absorban tensión cuando estén enterradas a profundidades normales y cuando el accesorio con que se logre la inflexión de un esfuerzo unitario de 1 Kg/cm^2 o menor sobre el terreno, calculado por la fuerza de empuje resultante de la presión interna y la proyección del área del accesorio en la dirección del empuje. Se exceptúan los casos en que el empuje sea hacia arriba, dentro de los 45° con la vertical, en que siempre deberá hacerse el anclaje.

3. Todas las tuberías colocadas a una pendiente de 30% o mayor, deberán ser ancladas por medio de soportes que aseguren cada cuarto de la tubería, en los casos de tubería con uniones que no absorban tensión, y cada 50 metros en los casos de tubería con uniones de tipo que absorban tensión. Estos anclajes deberán ser capaces de absorber el empuje producido por el peso de la tubería entre anclajes, sus accesorios y el agua que contiene, en la dirección del eje de la tubería, a la inclinación en que se instale.

4. Se podrán omitir tales anclajes en los casos de tuberías enterradas a profundidades normales, cuando el empuje producido en la dirección del

tubo por el peso de la tubería, sus accesorios y el agua que contiene sea menor que la fricción del tubo contra la tierra, calculada a 1900 Kg/m² de área exterior del tubo. En los casos que el empuje sea mayor que la fricción, los anclajes deberán ser diseñados solo para absorber la diferencia.

Instalación de tubería de PVC:

1. Se cortará la tubería a escuadra utilizando guías y luego se quitará la rebaba del corte y se limpiará el tubo de viruta interior y exteriormente. El tubo debe de penetrar en el accesorio o campana de otro tubo sin forzarlo por lo menos un tercio de la longitud de la copla, si no es posible, debe afilarse o lijarse la punta del tubo.
2. Se aplicará el cemento solvente que debe estar completamente fluido y si el cemento empieza a endurecerse en el frasco deberá desecharse.
3. Antes de aplicarse el cemento solvente se debe quitar toda clase de suciedad que se encuentra en la parte que se va a aplicar, tanto en el exterior del tubo como en la superficie interior del accesorio, por medio de un trapo seco.
4. El cemento debe ser aplicado en una capa delgada y uniforme; puede usarse cepillo o brocha. Se deberá hacerlo rápidamente ya que el cemento seca en dos minutos aproximadamente. No se deberá exagerar el uso del solvente sino que solo darle un revestimiento a las dos piezas.

5. Para el ensamble se deberá hacer una rotación de $\frac{1}{4}$ de vuelta, presionando el tubo cuando las superficies todavía estén húmedas, debiéndose dejar fija la unión por lo menos 30 minutos.
6. La tubería deberá colocarse cuidadosamente en la zanja y tener el cuidado al trabajarla que los operarios no se paren en ella.
7. La tubería se colocará zig-zagueándola en la zanja y se cubrirá dejando expuesta las uniones para hacer la prueba que más adelante se especifica.
8. Esta tubería deberá cubrirse en las primeras horas de la mañana cuando esté fría y no dilatada por la acción del calor.

Instalación de tubería de hierro galvanizado:

1. Los cortes de la tubería se harán con cortador de disco para lograr cortes perfectamente a escuadra.
2. Las roscas se harán con tarraja para que sea cónica. Si se usan nipples prefabricados, éstos deberán tener rosca cónica. Las tarrajas deberán tener los dados en perfecto estado para que las roscas sean perfectas y sin desportillamientos.
3. Las roscas de fábrica de los tubos, si por el manipuleo se han dañado los bordes o se ha perdido la forma circular, se deberán cortar y rehacerlas de nuevo.

4. Al hacer las uniones, los tubos deben penetrar en el accesorio un mínimo de cinco hilos de la rosca y no dejar más de tres hilos expuestos. Se pintará con anticorrosivo a base de cromato de zinc el tramo de la rosca que quede fuera del accesorio; si se usa PERMATEx o su equivalente, se colocará en la rosca macho.
5. La tubería y las uniones entre tubo y accesorio deberán ser en línea recta. Los accesorios torcidos serán sustituidos.
6. Se colocarán uniones universales junto a todas las válvulas, tees, cruces o puntos donde sea necesario para permitir separar la tubería por ramales. En tramos largos se colocará una unión por lo menos cada 100 metros.

Prueba de tuberías:

Toda instalación de tubería deberá ser probada para resistencia y estanquidad, sometiéndola a presión interna por agua antes de hacer el relleno total de las zanjas. Se deberá rellenar previamente solo aquellas partes en que se necesita en soporte del suelo como anclaje de la tubería.

La tubería será sometida a la prueba de presión con agua, después de llenarla totalmente hasta expulsar todo el aire por los puntos altos. Los tramos a probar deberán ser de preferencia aislados por las válvulas instaladas y en tramos no mayores de 400 metros, a menos que lo autorice el Ingeniero. La presión a aplicar será tal que se consiga 99 psi o la presión máxima de trabajo (determinada por la presión estática más 20 %) según la que sea mayor y por un período mínimo de 2 horas, no debiendo fallar ninguna de las partes.

Relleno de las zanjas:

Las zanjas de instalación de tubería, deberán ser rellenas después de la prueba de presión, tan pronto como se haya aprobado y aceptado la instalación.

El relleno se hará de la siguiente manera:

Abajo y a los lados de la tubería se deberá rellenar en capas de 7 centímetros perfectamente compactados hasta media altura de la tubería. De aquí hasta 30 centímetros sobre el tubo, se deberá rellenar con capas no mayores de 15 centímetros. El material para rellenar las zanjas, hasta este nivel, deberá ser cuidadosamente escogido para que esté libre de pedruscos o piedras y permita una buena compactación. Si el material que se extrajo de la zanja no es adecuado, se hará el relleno con material seleccionado. De los 30 centímetros sobre el tubo hasta el nivel de relleno total, se hará en capas no mayores de 30 centímetros y el material podrá contener piedras hasta de 20 centímetros en su máxima dimensión a menos que se indique lo contrario. En los lugares donde el asentamiento del relleno no es de importancia, como en las líneas de conducción instaladas en poca pendiente, no será necesario hacer la compactación desde 30 centímetros sobre el tubo hasta el nivel del terreno, debiendo colocarse todo el material excavado en la zanja y hasta formar un camellón uniforme sobre el terreno.

En cualquier caso, todo el material de zanqueo sobrante deberá ser retirado del área de instalación y dispuesto en forma satisfactoria.

En los casos de terrenos con 20 % o más de inclinación en el eje de instalación se deberá construir muros de retención del relleno, transversales al eje de la tubería y de ancho tal que queden firmemente soportados por el terreno a los lados de la zanja. Tales muros de retención podrán ser construidos de mampostería o concreto ciclópeo de tamaño y diseño aprobado por el

Ingeniero. El espaciamiento de los muros de retención no será mayor de 30 metros.

Igualmente en todos los puntos donde la instalación de la tubería cambie de enterrada a sobre el terreno, deberá construirse un muro de retención del relleno, que podrá ser a la vez soporte de la tubería.

Lavado y desinfección interior de la tubería:

Antes de poner en servicio las tuberías instaladas deberá procederse a lavarlas y desinfectarlas interiormente.

Primero se procederá al lavado para lo que se hará circular agua a velocidad no menor de 0.75 metros por segundo, por un período mínimo de 15 minutos o el tiempo necesario para que circule dos veces el volumen contenido por las tuberías, según el que sea mayor.

Para la desinfección se deberá comenzar por vaciar la tubería, llenándola después con agua que contenga 20 miligramos/litro de cloro, la que se mantendrá 24 horas en la tubería. Cuando no se pueda vaciar previamente la tubería, se introducirá un volumen dos veces mayor que el volumen de agua contenido, proporcionando escapes en todos los extremos durante la aplicación del agua clorada para desinfección.

Después de las 24 horas, se vaciarán las tuberías o se procederá a lavarlas haciendo circular agua en cantidad suficiente para eliminar la empleada para desinfección. El agua a emplearse para el lavado final será de calidad igual a la que circulará por la tubería en su funcionamiento normal.

Materiales:

A. Tubería y Accesorios de PVC:

1. La tubería de PVC (cloruro de polivinilo) será rígida, estabilizada con estaño y debe satisfacer la norma ASTM-D2467-67 y CS-256-63. 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 las Bases Especiales o en los planos. Las uniones deben ser conectadas por medio de campana y espiga.
2. 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/pulg.² para diámetros menores.
3. La tubería y los accesorios deberán tener la aprobación de NSF (National Sanitation Foundation) o de otra institución similar.
4. El solvente será el recomendado por el fabricante de la tubería.
5. Los materiales serán almacenados en una forma que garantice la preservación de calidad y se colocarán de manera que permitan una fácil inspección.
6. Se almacenarán bajo techo o a la intemperie protegidos de forma que no reciban directamente los rayos del sol.
7. Los tubos no deben apilarse a más de 60 centímetros de altura y deben tomarse las precauciones necesarias para que no se camine sobre ellos.

B. Tubería y accesorios de hierro galvanizado:

1. La tubería de acero galvanizado deberá ser sin costura, soldada eléctricamente, galvanizada en caliente tipo mediano, para 900 libras/pulg.² de presión de trabajo, salvo que en los planos se indique una presión mayor. Deberá ser del tipo Standard Americana, y cumplir con las normas ASTM-A57T, acoplados mediante manguito y rosca y traer sus respectivos protectores. Las roscas se ajustarán a las normas ASPT.

2. Los accesorios deben soportar una presión de trabajo mínima de 700 libras/pulg.², con refuerzo plano y roscas según normas ASPT. Deben satisfacer la Especificación Federal WW-P521 Tipo II.

3. En todas las uniones roscadas se usará PERMATEX # 2, mínimo o su equivalente.

C. Válvulas de compuerta:

Salvo indicación otro tipo en los planos o en bases especiales. Las válvulas de compuerta hasta 4" serán de bronce, vástago ascendente, disco de cuña sencillo o doble y para una presión de 250 libras/pulg.², excepto que se indique otra presión en los planos.

Las válvulas de compuerta para tubería mayor de 4" serán de cuerpo de hierro fundido y montura de bronce. Para unirse a la tubería, se deberá hacer por medio de bridas planas roscadas asegurada con pernos o con los extremos roscados.

D. Válvulas automáticas de aire:

Las válvulas automáticas de aire serán de bronce o de hierro fundido que permitan admisión y expulsión de aire según el caso. Se deben unir con una rosca hembra, que cumpla con la norma ASPT.

E. Materiales de albañilería y refuerzo:

Las siguientes especificaciones se aplicarán los materiales de este tipo que se usen en la obra:

1. Concreto ciclópeo: material compuesto de piedra bola en un 67%, con un 33% de mortero. El mortero será un concreto compuesto de cemento, arena de río y piedrin en una proporción volumétrica 1:2:3.

2. Concreto: material compuesto de cemento arena y piedrin en una proporción volumétrica 1:2:2 o con una proporción que garantice una resistencia f_c igual a 210 kilogramos/centímetro cuadrado (3,000 psi).

3. Mampostería de piedra: material compuesto de piedra bola en un 67% con un 33% de mortero. El mortero será de zabieta con cemento y arena de río en una proporción 1:2.

4. Alisado: Material que se colocará en la impermeabilización interna de todas las cajas o depósitos principales que guarden agua. El mortero que se utilizará será de cemento y arena de río cernida en una proporción 2:1.

5. Repello: Material que se colocará en la parte externa de todas las cajas o depósitos, el cual se realizará con un mortero de zabieta con una proporción 1:2 de cemento y arena de río cernida.

6. Refuerzo: el refuerzo de todas las obras de concreto armado se hará con el hierro de diámetro especificado en planos y con una resistencia no menor a 2100 kilogramos / centímetro cuadrado (30,000 psi) a menos que en los planos se indique una resistencia mayor.

7. Seguridad: en todas las tapaderas del proyecto se anclarán ganchos de hierro de 1/2" de tal forma que puedan cerrarse con candado.

Hipoclorador

Tendrá por finalidad proporcionar una solución de cloro a los tanques de distribución de ambos sistemas para mantener la potabilidad del caudal. La concentración de cloro en el tanque deberá garantizar una proporción de cloro residual en el punto más alejado de la red que esté en el rango entre 0.7 y 1.5 partes por millón.

Deberá tener las siguientes características:

1. Alimentación de cloro.

Se hará con tabletas de Hipoclorito de calcio $[Ca(OCl)_2]$ con no menos del 65% de ingrediente activo y con las siguientes dimensiones para cada tableta:

Diámetro 3 1/8", alto 1 1/4", peso 300 gramos.

2. Funcionamiento.

Deberá ser automático, sin partes móviles, sin requerir energía eléctrica para su funcionamiento, debe permitir el flujo de agua a través de las tabletas de Hipoclorito de calcio para formar la solución.

3. Rango de flujo.

El rango de flujo a través del clorador deberá estar entre 5 y 20 galones por minuto.

4. Ubicación del clorador.

El ejecutor deberá instalar el clorador en una caja instalada a la entrada del tanque de distribución y deberá graduar el flujo para que permita que la cantidad de cloro residual en el punto más alejado de la red de distribución esté entre 0.7 y 1.5 partes por millón.

5. Plano de instalación y manual de operación y mantenimiento.

El ejecutor deberá entregar al Director de Control y Seguimiento, antes de la recepción de la obra, dos copias del plano de instalación y dos copias del manual de operación del sistema de cloración debidamente identificadas con el nombre del proyecto, datos del autor del manual y lugar a donde se harán las consultas relacionadas con el uso del equipo. Si el proyecto incluye más de un clorador, el manual deberá incluir un esquema general del Sistema de Abastecimiento de Agua con la localización e identificación de cada clorador y las instrucciones para graduación de flujo, frecuencia de recargado de tabletas para cada clorador instalado y deberá incluir cualquier otra instrucción que considere necesaria para el funcionamiento del sistema.

6. Caja para hipoclorador.

Tiene como finalidad proteger al clorador. En lo posible deberá construirse con materiales locales. Deberá tener una tapadera de registro con pasador y candado. Como referencia tómense como dimensiones interiores 1.00 x 1.00 metros en planta por 1.00 metros de altura.

MANUAL DE ADMINISTRACION, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

- 1) Organización para la administración del sistema de agua potable y saneamiento básico

Formación del comité y sus responsabilidades

Para formar un comité, se debe cumplir con el “reglamento para la administración, operación y mantenimiento de los sistemas rurales de agua potable” establecido en el acuerdo gubernativo 293-82.

Las responsabilidades del comité de agua son las siguientes:

- Administrar el sistema de agua potable.
- Mantener en funcionamiento el sistema.
- Recaudar y manejar fondos

Un comité de agua potable, esta formado por cinco o más miembros:

- Presidente: dirige las acciones del comité
- Secretario: levanta acta actas, responde la correspondencia y lleva el control de jornales.
- Tesorero: cobra a los usuarios la tarifa establecida, extiende recibos, paga por trabajos y lleva el control de ingresos y gastos en el libro de caja.
- Vocales: sustituyen temporalmente a los miembros del comité cuando están ausentes y ayudan en todas las actividades.

Antes de la construcción de un acueducto, el comité debe obtener todos los documentos legales que sean necesarios:

- Escritura de fuente

- Derechos de paso de tubería
- Escritura del predio para el tanque.
- Otros que pidan las instituciones financieras.

Durante la construcción del acueducto el comité organiza a la comunidad par que participe en:

- Los trabajos de construcción, aportando la mano de obra no calificada
- Acarreo de materiales y en cualquier otro trabajo que sea necesario.

Después de la construcción el comité debe:

- Mantener el buen funcionamiento del sistema.
- Administrar el dinero recaudado del pago de la tarifa mensual.
- Vigilar el buen uso del agua.
- Nuevas conexiones.
- Control de ingresos y gastos.

El comité debe reunirse por lo menos una vez al mes para discutir problemas y soluciones, serán responsabilidades de los diferentes miembros del comité.

- Formación de grupos de trabajo.
- Control de jornales.
- Aporte de materias locales.
- Control de bodega.

Debe también hacerse reuniones de información a la comunidad, invitando a todos los vecinos.

De todo lo tratado en la “Reunión de comité” y en las reuniones de asamblea general, el secretario debe tener constancia de un libro de actas.

El comité debe llevar control del número de jornales que cada vecino haya realizado durante la ejecución del proyecto.

Llevar el control de los materiales que entran y salen de la bodega.

Una de las principales tareas del tesorero, es cobrar la cuota mensual por servicio de agua potable.

Cada vez que le paguen al tesorero la cuota mensual, debe extender un recibo legal.

El tesorero además debe llevar el control general de las cuotas que se llaman INGRESOS y el control de todos los gastos que se hagan para la administración, operación y mantenimiento del acueducto, algunos de estos gastos son:

- Pago del fontanero.
- Compras de cemento o tubería para reparaciones.
- Pasajes o viáticos cuando se deba ir a la Municipalidad o a las instituciones relacionadas con el financiamiento de agua y saneamiento.

El control de gastos se lleva en un libro de caja.

Trimestralmente se debe ir a la gobernación departamental a rendir cuentas. Para lo cual se debe llevar los documentos: Recibos y Facturas debidamente legalizados y el libro de caja.

El comité deberá abrir una cuenta bancaria para guardar el dinero recaudado del pago de tarifas y la cuenta deberá esta a nombre del comité y con dos

firmas para poder hacer retiros bancarios. Por lo regular estas firmas pueden ser las del presidente y tesorero.

2) Operación del sistema de agua potable y saneamiento básico

El sistema de agua potable, tiene las siguientes partes:

1. Captación de brote definido.
2. Tanque de distribución.
3. Sistema de desinfección.
4. Línea de distribución.
5. Conexiones domiciliarias.

Captación de brote definido

Son captaciones realizadas de muros de mampostería y sello sanitario de concreto con el fin de aislar el nacimiento de la intemperie. Están integradas por un sello sanitario y una caja de reunión, con su respectivo rebalse y drenaje. El sello sanitario está formado por piedra bola de 4 a 6 pulgadas de diámetro.

Tanque de distribución

El tanque de distribución sirve para almacenar y distribuir el agua a una comunidad, su tamaño varía según el número de habitantes, cuenta con las siguientes características:

- Caja de válvula de entrada.
- Tubería de entrada.
- Tapadera, entrada al tanque.
- Drenaje.
- Ventilación

- Rebalse.
- Pichacha y tubería de salida.
- Caja de válvula de salida.
- Cerco perimetral.

Sistema de desinfección:

Los cuidados que se deben tener al manejar cloro son los siguientes:

- El cloro es una sustancia tóxica y por lo tanto presenta un riesgo potencial para la salud si este no se usa en forma adecuada.
- El cloro es un agente irritante del sistema respiratorio detectado por una persona en concentraciones de 3 a 5 mg/litro.
- En altas concentraciones el cloro gas irrita los ojos, las membranas mucosas y la piel, provocando vómitos, picazón, tos y salivación copiosa.
- En casos extremos puede llegar a dificultar la respiración y puede causar la muerte.
- Cuando un ambiente está saturado de cloro se detecta por su olor penetrante y su apariencia de color amarillo verdoso y en este caso se deben tomar medidas de seguridad. Pueden localizarse las fugas de cloro manteniendo un frasco de amoníaco cerca de las fugas ya que su reacción produce un humo blanco.
- Por lo anterior se debe garantizar que la caseta tenga buena ventilación.
- Los envases con cloro se deben almacenar en lugares secos y frescos para evitar riesgos de explosión y alejados de materiales volátiles para evitar incendios.
- Los compuestos clorados en presencia de humedad son corrosivos de igual manera que las soluciones cloradas por lo que deben almacenarse en depósitos plásticos o de vidrio.

Programa de seguridad del fontanero

Es importante mantener un programa permanente de capacitación al operador del sistema para mantener un alto nivel de capacidad, estos programas deben considerar los siguientes campos:

Los efectos y daños que causa el cloro

- Acciones en caso de accidentes.
- Uso de extinguidores, cerrado rápido de llaves, sacar envases de cloro.
- Uso de máscaras protectoras.
- Uso de botas y guantes de hule
- Mantener un sistema de ventilación permanente.

Línea de distribución

La línea que está colocada entre el tanque de distribución y una comunidad se llama línea de distribución, sirve para conducir el agua a presión desde el tanque, hasta cada una de las viviendas. En esta red se colocan válvulas de compuerta en cada ramal las cuales sirven para aislarlos y realizar conexiones futuras o reparaciones en dicho tramo.

Conexión domiciliar

Es la instalación que se coloca dentro del predio de cada casa, para que cada familia pueda abastecerse del agua.

Una conexión domiciliar consta de las siguientes partes:

1. Tee reductora por ½"
2. Tubería PVC. de ½"

3. Llave de paso de 1/2" de bronce
4. Contador o medidor volumétrico de 1/2" bronce.
5. Válvula de compuerta de 1/2" de bronce.
6. Llave de cheque o de retención de 1/2" de bronce.
7. Mortero, tubo PVC de 2" y tapadera.
8. Tubería HG. de 3/4".
9. Vástago, (niple HG de 1.50m por 3/4")
10. Llave de chorro lisa de 1/2"

La tee reductora es plástica (PVC) y reduce el diámetro de la línea principal al diámetro de la conexión domiciliar 1/2".

La llave de paso es un accesorio de bronce, que permite regular o cerrar el paso del agua, se coloca cortando la tubería PVC de 1/2" y usando dos adaptadores hembra PVC de 1/2".

El mortero es una protección para la llave de paso, se construye con un pedazo de tubo de PVC de 2" y una tapadera de concreto.

El vástago consta de:

1. Tubería de HG. 3/4"
2. Llave de chorro lisa, 1/2"
3. Reductor bushing de 3/4" x 1/2".
4. Niple de H.G. de 3/4"
5. Codo HG. de 90° x 3/4 de pulgada.

Para eliminar los criaderos de zancudos y mosquitos, debe evitarse que el agua sobrante de los chorros y pilas, corra sobre la tierra. Esto se logra canalizando adecuadamente las aguas grises o aguas servidas hacia pozos o

zanjas de absorción de profundidad variable, dependiendo la capacidad de infiltración del suelo.

3) mantenimiento del sistema de agua potable y saneamiento básico

Mantenimiento preventivo

Es la acción de protección de las partes de un sistema de agua potable, con la finalidad de:

- Evitar daños.
- Disminuir los efectos dañinos.
- Asegurar la continuidad del servicio de agua potable.

Mantenimiento correctivo

Es la acción de reparación de daños, de las partes de un sistema de agua potable, los que pueden suceder por:

Accidentes naturales. (crecidas de ríos, derrumbes, etc.)

Deterioro. (mal uso)

Desgaste, (daño de accesorios).

Mantenimiento preventivo del area de captacion

Dos veces por mes:

- Inspeccionar alrededor de la captación para:
- Verificar si hay fuentes de contaminación (aguas negras, animales, basuras, desperdicios).
- Observar si hay deforestación (tala de árboles, incendios).

Cada mes:

- Limpiar el área de plantas, piedras.

Cada tres meses:

- Revisar el cerco de protección y repararlo de ser necesario.

Lecho filtrante

2 veces por mes:

Revisar la capa del sello, para verificar si no hay taponamiento.

Verificar si hay raíces de árboles no se han introducido al sello sanitario.

Muro y caja de reunion

Cada seis meses:

- Revisar las estructuras, para verificar si hay filtraciones, grietas, roturas.
- Observar si hay derrumbes sobre sello, muros o cajas: agua estancada.
- Reparar las partes dañadas.
- Retirar derrumbes.
- Drenar el agua estancada.

Durante el invierno cada mes, se debe:

- Verificar el funcionamiento de la tubería de desagüe.
- Limpiar el sello sanitario y contra cuneta (piedras, arena, hojas)
- Limpiar y lavar caja de captación.
- Verificar funcionamiento de la tubería de desagüe de la caja de captación.

Mantenimiento de válvulas

La buena operación de un sistema de agua potable, requiere el mantenimiento de los diferentes mecanismos o accesorios que forman parte del acueducto.

1) Válvulas de compuerta

Cada tres meses:

- Revisar si hay roturas fugas o faltan piezas.
- Verificar el funcionamiento abriéndolas y cerrándolas lentamente, para ver si hay fugas o si no cierran completamente.
- En ambos casos se deben repara o cambiar la válvula defectuosa.

2) Válvula de paso

Esta válvula queda regulada al dejarse el sistema de operación. No debe operarse, a no ser que sea necesario una nueva regulación del caudal domiciliar o que se proceda a cerrar o cortar un servicio domiciliar.

Para regular o cerrar la válvula de paso:

1. Se quita la tapadera del mortero.
2. Se introduce la llave en el mortero.
3. Se hace girar la llave lentamente.
4. Se verifica el aumento o disminución del caudal en la válvula de chorro.
5. Graduado el caudal o cerrado el flujo se coloca nuevamente la tapadera.

3) Válvula de chorro

Esta válvula debe funcionar sin goteo, porque ellos significan un desperdicio de agua.

Para reparar una válvula de chorro:

1. Cerrar el flujo con llave de paso.
2. Desenroscar la corona superior con auxilio de un cangrejo.
3. Revisar el empaque al final del vástago.

4. Si esta gastado o roto proceder a cambiarlo quitando el tornillo que lo sujeta.
5. Instalar nuevo empaque.
6. Colocar y ajustar la corono con el vástago.
7. Verificar el funcionamiento abriendo la llave de paso.

Caja de válvulas

Cada tres meses:

1. Revisar las paredes de la caja.
2. Revisar las tapaderas.
3. Revisar aldabones para candados.
4. Revisar Candados.
5. Revisar si hay agua empozada.
6. Reparar las roturas.
7. Reparar los aldabones.
8. Limpiar los candados con gas y engrasarlos.
9. Limpiar el piso y drenar el agua empozada.

Contador o medidor de caudales

1. Realizar lecturas mensuras
2. Verificar si opera adecuadamente.
3. Verificar si no hay sufrido manipulación por parte de vecinos.

Tanque de distribución

Cada tres meses:

Revisar estructuras y válvulas, como ya se explico.

1. Lavar en interior del tanque, de la forma siguiente:
2. Cerrar la válvula de hipoclorador.
3. Abrir válvula del by-pass.

4. Cerrar válvula de entrada.
5. Abrir válvula de desagüe
6. Lavar el piso y pared con agua y cepillo de raíz o plástico.
7. Aplicar suficiente agua al piso y paredes después de pasar el cepillo.
8. Abrir válvula de entrada.
9. Cerrar válvula de desagüe.
10. Abrir válvula de hipoclorador.
11. Abrir válvula de salida.

Mantenimiento de la línea de distribución

Cada mes:

Revisar recorriendo completamente las líneas, para:

Verificar la limpieza del caminamiento.

Verificar si hay roturas y fugas.

Verificar el estado de:

- Pasos de zanjón.
- Puentes colgantes.
- Anclajes y recubrimientos.

Verificar la correcta operación de:

- Cajas rompe-presión.
- Válvulas de limpieza.
- Válvulas de aire.

Proceder a:

- Chapear y limpiar las líneas.
- Reparar roturas y fugas.
- Reparar posibles daños en pasos, puentes, anclajes y recubrimiento.
- Aplicar medidas correctivas en donde sea necesario.

Reparación de daños en tuberías de hierro galvanizado

Requiere contar con herramientas, materiales y accesorios especiales.

Los materiales y accesorios para reparar tuberías de hierro galvanizado HG. son los siguientes:

- Niple HG.
- Copla
- Minio
- Unión universal.

Para la reparación se procede así:

1. Cortar la tubería dañada, u pedazo de cuarenta centímetros
2. Preparar un nuevo niple de treinta y cinco centímetros.
3. Hacer rosca en los dos extremos.
4. Colocar copla en la tubería original.
5. Colocar niple en la copla instalada.
6. Colocar unión universal en extremos de niple y en el tubo original
7. Ajustar y cerrar la línea con la corona de la unión universal.

Reparación de daños en tubería pvc:

Para reparar daños en tubos PVC, se necesita lo siguiente:

1. Sierra
2. Niple PVC.
3. Brocha.
4. Solvente o pegamento.

Se procede así:

- Desenterrar el tubo uno o dos metros a ambos lados de la fuga.
- Cortar un pedazo de treinta centímetros.

Preparar manga:

1. Cortar un niple de unos treinta y ocho centímetros
2. Preparar fuego.
3. Calentar cada extremo del niple sobre el calor del carbón (no en llama).
4. Cuando el tubo se encuentre blando, meterlo en el extremo de otro tubo para hacerle campana.
5. Hacer lo mismo con el otro extremo.

Empalme de tubería:

1. Habiendo preparado el niple con la campanas, se procede así:
2. Eliminar rebabas de los cortes.
3. Limpiar los extremos con un trapo.
4. Aplicar solvente alrededor de los extremos de la tubería.
5. Aplicar solvente dentro de la campana.
6. Mantener la presión y dejar secar.

Mantenimiento del hipoclorador:

Cada día:

Revisar la dosificación del hipoclorito en el tanque de distribución.

Verificar que no existan fugas

Verificar el nivel de la solución en el depósito.

Cada mes:

Verificar la existencia de cloro para todo el mes próximo de operación. Si el sistema de cloración se realiza por medio de pastillas, verificar la concentración del cloro durante los primeros días para calibrar la cantidad de agua que debe ingresar al dispositivo de tal manera que tenga la concentración de cloro libre residual no menor de 0.30 miligramos por litro en el punto mas lejano de la red de distribución.

4) Equipo de mantenimiento

- 1) Pala
- 2) Piocha
- 3) Azadón
- 4) Cubeta
- 5) Cuchara de albañil
- 6) Martillo.
- 7) Tenaza.
- 8) Rastrillo metálico.

Plomería:

- 1) Sierra.
- 2) Llaves stilson o de tubo. (No. 18 a No. 36 según diámetro de tubería Hg. del sistema)
- 3) Alicata
- 4) Destornilladores.
- 5) Lima.
- 6) Cepillo de raíz o plástico.
- 7) Prensa.
- 8) Tarraja (según diámetros de tubería Hg. del sistema)
- 9) Manguera plástica para regar agua en arena
- 10) Kit de comparímetro de cloro libre residual.

3.3.6. Propuesta de tarifa

En el funcionamiento óptimo del sistema de agua potable se debe de establecer una cuota mensual por el servicio.

Tipo de tarifa

Básicamente, existe tres tipos de sistema de tarifas de agua, denominados: sistema uniforme, sistema unitario y sistema diferencial.

Sistema uniforme

En el sistema uniforme, el volumen de agua consumida se cobrará mensualmente por cuota general a la población, debido a que no se instalarán medidores de volumen de consumo, y el cobro mensual se calcula dividiendo el total de gasto entre el total de servicios.

Sistema unitario

En el sistema unitario, toda el agua se cobra a una tarifa uniforme y el cobro mensual se calcula multiplicando tal unidad por el número de metros cúbicos de agua consumida.

Sistema diferencial

Prevalecen dos conceptos con relación a las tarifas diferenciales de agua.: el primero consiste en que la tarifa disminuya conforme el consumo de agua aumenta, sistema inverso. El segundo concepto consiste en que las tarifas aumenten conforme aumenta el consumo, sistema directo; el cual predomina en casi todos los países latinoamericanos. Se propone utilizar este sistema de tarifa.

Gastos de administración

Esta función dependerá del comité oficial local, cuyos integrantes serán los responsables de brindar una adecuada y eficiente operación y mantenimiento del sistema.

Debe velar por el buen desarrollo de las actividades administrativas, las cuales incluyen gastos de papelería, mobiliario y equipo de oficina. Deben realizarse pagos por concepto de viáticos, para los miembros del comité o de alguna otra persona que tenga que realizar trámites relacionados con el sistema.

El comité será el encargado de recolectar el pago por tarifa en forma mensual, por medio de un tesorero, quien tendrá derecho por ley a una comisión del 10% de lo recaudado. Con respecto a los gastos de oficina y gastos de visitas a las oficinas de la dependencia encargada del acueducto, tendrán un gasto adicional del 5% de lo recaudado mensual lo que se calculará de la siguiente forma:

$$Qa = 15\% * \text{Total recaudado por la tarifa}^3$$

$$Qa = \text{Gastos por administración}$$

Gastos de operación

Para la operación del sistema de agua es indispensable la contratación de los servicios de un fontanero, ya que será él, quien brinde una adecuada operación al sistema; se estima un día a la semana (52 días al año) para mantenimiento preventivo y correctivo con un salario de Q 80.00 por día contratado por servicio personales, por lo que no se aplican prestaciones laborales, el salario anual es de Q 4,160.00 y el salario mensual es de 346.67.

Gastos por mantenimiento

Para los gastos por mantenimiento se debe considerar el mantenimiento preventivo, ya que esto servirá para cubrir gastos de reparaciones pequeñas,

³ Metodología de tarifas de "UNEPAR"

evitando daños mayores en el sistema. El mantenimiento correctivo se le realiza por daños al sistema, debiendo adquirir materiales y accesorios en el menor tiempo posible; es importante que se tenga en bodega materiales y accesorios para cubrir fallas inmediatas en el sistema.

El mantenimiento incluye compra de herramienta y equipo necesario para realizar reparaciones al sistema.

Para determinar el costo por mantenimiento se debe considerar el período de vida útil del sistema, ya que se ha estimado que mensualmente se requerirá un 0.75% del total del proyecto.⁴

$$Qm.m = (0.0075 * C.T.P.)/12$$

Qm.m = Gasto por mantenimiento mensual

C.T.P. = Costo total del proyecto

Gastos de tratamiento

Consiste en el tratamiento que se le da al agua en la entrada del tanque de distribución, para que ésta sea potable al consumo humano.

Para los sistemas de agua potable se utiliza hipoclorito de calcio, la concentración de éste depende del grado de contaminación del agua, por lo que el gasto estará en relación directa con el gasto de este químico. Este tratamiento es aplicable a los diferentes tipos de sistemas. Ésta actividad la realiza un fontanero, quien es el que le brinda servicio a todo el sistema, por lo que está incluido en los gastos de operación y mantenimiento.

⁴ Metodología de tarifas de "UNEPAR"

El tratamiento está en función del valor actual del hipoclorito de calcio, del caudal de éste y del que entra al tanque.

Cálculo del costo del hipoclorito de calcio:⁵

$$QTm = (\text{Caudal} * 86400 \text{ seg/día}) * (30 \text{ días}) * (\text{peso del hipoclorito}) * \\ (\text{Costo de un gramo de hipoclorito en polvo})$$

$$QTm = (Qdm * 86.4 * 30 * 0.022 * Ch) / PC$$

QTm = Tratamiento mensual

Qdm = Caudal de día máximo

Ch = Costo de hipoclorito por gramo

PC = Porcentaje de concentración (0.10%)

Inflación

La inflación está determinada por el aumento de los precios de todos los materiales, accesorios y otros elementos utilizados para darle un buen servicio al sistema. La inflación ha fluctuado un 10%; esto irá variando con el tiempo y como se analiza actualmente, se ha observado un alza desmedida de los precios por lo que se puede considerar la aplicación de un porcentaje del costo total de proyecto.

La inflación influye directamente en el cobro de la tarifa porque se debe dar una operación y mantenimiento al sistema y esto ocasiona la compra de materiales y el pago de mano de obra.

⁵ Metodología de tarifas de "UNEPAR"

El Comité de Agua deberá considerar cómo deberá absorber un alza fuera de los parámetros establecidos anteriormente. La reserva servirá para sufragar los gastos de inflación hasta que el comité actualice la tarifa nuevamente.

El cálculo de inflación se determina de la siguiente manera:

$Qr = \% \text{ inflación} * \text{total de ingresos percibidos por el cobro de tarifa.}$

$Qr =$ Es el costo de reserva para inflación.

Tarifa propuesta

En el cálculo de la tarifa se suman los gastos ocasionados en el sistema, y se divide por el número de conexiones domiciliarias.

Tabla VIII Cálculo tarifa

CAPACIDAD DE ADMINISTRACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		
NOMBRE SISTEMA	GRAVEDAD	MIXTO
COMITÉ / ASOCIACIÓN	COMITÉ	COMITÉ
CÁLCULO DE EGRESOS MENSUALES		
Personal		
Fontanero/s auxiliar	Q1,000.00	Q1,000.00
Tesorero	Q296.00	Q362.00
Secretario	Q50.00	Q50.00
Gastos operación		
Cloración	Q60.00	Q60.00
Herramientas y equipo	Q10.00	Q10.00
Electricidad	Q0.00	Q4,028.40
Mantenimiento		
Materiales stock	Q20.00	Q20.00
Reposición contadores	Q0.00	Q0.00
Mantenimiento/ reposición bomba	Q0.00	Q0.00
Administración		
Material fungible oficina	Q20.00	Q20.00
Viáticos	Q20.00	Q20.00
TOTAL COSTO MENSUAL	Q1,476.00	Q5,570.40
NUMERO DE CONEXIONES	296	362
TARIFA RECOMENDADA	Q5.00	Q16.00

Tarifa de una nueva conexión domiciliaria

Una nueva conexión al sistema de agua, producirá gastos de instalación en pagos de:

- a. Fontanero
- b. Administración

La cuota por una nueva instalación será de mil quetzales (Q 1,000.00) que será recaudada por el Comité de Agua; con la salvedad de que el nuevo

beneficiario del sistema desarrollará los trabajos previos a la conexión en: excavación y compra de materiales desde la línea de tubería más cercana a su casa y automáticamente efectuará el pago mensual de la tarifa establecida.

Reinstalación de servicio

Los beneficiarios del servicio del sistema de agua potable que no efectúen sus pagos mensuales de la tarifa durante 6 meses se les cortará el servicio; con previo aviso verbal y escrito antes del corte. Al momento de la reinstalación del servicio se pagará una cuota de trescientos quetzales (Q 300.00) por concepto de corte e instalación, más los meses no pagados.

3.3.7. Evaluación socioeconómica

La evaluación del proyecto tiene como propósito principal, identificar los beneficiarios y luego valorizarlos adecuadamente, para a partir de allí, elaborar indicadores de su rentabilidad social a través del análisis beneficio costo. La definición de los beneficios o “productos del proyecto” se verifica a partir de los aspectos físicos del mismo, ya que el flujo de beneficios es una función directa de la capacidad instalada del proyecto, tomando en cuenta su utilización para todo el año.

Casi ningún proyecto arranca con el empleo total de su capacidad instalada, consecuentemente es necesario establecer un crecimiento gradual del uso, hasta llegar a una estabilización cercana al cien por cien. La evolución en el uso del proyecto se explica por varias razones, como la familiarización de los usuarios con el proyecto, ya que en el principio, la demanda inicial puede estar por debajo de del tamaño del proyecto.

El flujo de beneficios para hacer la evaluación del proyecto se elaborara de acuerdo a la naturaleza de los beneficios establecidos, en todo caso deben definirse y medirse los beneficios incrementados, ciclo con ciclo, los cuales deben ser atribuidos exclusivamente al proyecto, es decir aquellos que sean resultado de la presencia del proyecto en la comunidad.

En relación a los costos, se distinguen básicamente los costos de inversión, que son aquellos en los que se debe incurrir para instalar el proyecto, es decir aquellos que se ejecutan en el primer desembolso y el momento en que se pone a funcionar el proyecto, los costos de reposición serán aquellos que se deban hacer para reponer los elementos que se vayan desglosando o cayendo en obsolescencia como consecuencia del uso del proyecto durante su vida útil, a los costos de reposición también les denominamos costos de mantenimiento y por último los costos de funcionamiento que son aquellos que necesariamente deben ocurrir por la operación del proyecto, para que siga aportando los beneficios previstos en la evaluación.

Para efectuar la evaluación económica del proyecto se utilizará el análisis de Costo-Beneficio a través del Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna De Retorno (TIR) y la relación Beneficio Costo (B/C).

La tasa de descuento social que se aplica a la actualización de los costos y los beneficios será el 12%, que se utiliza muy comúnmente en la evaluación de proyectos de inversión social. Por la naturaleza del proyecto no se estima un valor de rescate o residual.

El período de tiempo empleado para el cálculo de las variables económicas es de 22 años. La estimación de los valores actualizados se hará utilizando el valor de actualización siguiente:

$$VP = \frac{\text{Valor Futuro}}{(1+r)^n}$$

Donde:

VP = valor presente

r = tasa de descuento

n = Años

4 DISEÑO DE UN CAMINO RURAL PARA LOS CASERÍOS LA ILUSIÓN Y EL ASCENSO, CANTÓN CHUIQUEL, SOLOLÁ

4.1. Descripción del proyecto

Comprende la evaluación del estado físico y funcional de todos los elementos que conforman el proyecto, con el objeto de determinar las condiciones actuales y cual será el comportamiento de estos elementos en un futuro. Después de la inspección inicial detallada y del levantamiento topográfico, se procede al diseño geométrico horizontal y vertical, presentando las mejoras necesarias, ajustándose en la medida de lo factible, a las normas de referencia de la dirección general de caminos para un camino tipo F. Seguidamente, se presenta el estudio y diseño propuesto de drenaje menor, así como recomendaciones acerca del drenaje mayor existente. Se hace una evaluación y propuesta de los bancos de materiales locales y tipo de suelo existente, con sus ventajas y desventajas en la aplicación al desarrollo de este proyecto.

4.2. Topografía indispensable

4.2.1. Inspección Inicial

Se hizo una inspección detallada de las condiciones existentes en la ruta del presente estudio; se determinó que la investigación de los datos de campo debía ser sustentada por el levantamiento topográfico de un eje. Para el efecto se investigaron puntos obligados, así como de drenajes existentes, observaciones con respecto al tipo de suelo y posibles sectores para material de préstamo y desperdicio.

La ruta en estudio que comunica a los caseríos el Ascenso y la Ilusión con la carretera interamericana cuenta con una pendiente muy pronunciada pero el 80% del camino es relativamente plano con muy pocas pendientes.

La sub-rasante existente es firme; en épocas de verano le dan mantenimiento a la superficie de rodadura, pero debido a que el mismo por carecer de un diseño adecuado y obras de arte, en épocas de invierno se forma zanjas al centro del camino y se lava toda la carpeta de rodadura.

4.2.2. Levantamiento topográfico

Para el levantamiento topográfico, se utilizó el sistema de poligonal abierta por el método de conservación de azimut, localización de eje central.

El equipo utilizado para dicho levantamiento fue el siguiente: Teodolito Sokia con su respectivo trípode, dos plomadas de 1 libra, una cinta métrica, un estadal de aluminio de 4 metros, estacas, trompos, pintura roja y machetes.

La municipalidad colaboró con personal local para seguridad del equipo, cadeneros y un vehículo para transportar el equipo de ida y vuelta, ya que por ser una ruta muy desolada se corre riesgo transportarlo a pie.

En cada estación se levantaron secciones transversales, hasta una distancia máxima de 8.00 m. a cada lado de la línea central. Se considero que con esta distancia es suficiente para rediseñar la ruta.

4.3. Diseño geométrico

Se adaptó principalmente a la alineación y perfil existente, limitándose al mínimo, efectuar otras alternativas o modificaciones.

4.3.1. Alineación horizontal

Es la proyección sobre un plano horizontal del eje de la sub-rasante del camino. Los elementos que integran el alineamiento horizontal son: tangentes, curvas horizontales y las curvas de transición.

Las tangentes: son las proyecciones sobre el plano horizontal de las rectas que unen las curvas, así, la tangente es la longitud comprendida entre el fin de la curva anterior (PT) y el principio de la siguiente (PC)

A cualquier punto preciso de la alineación horizontal localizado en el terreno sobre una tangente se le denomina punto de observación en tangente (POT). La longitud de una tangente esta condicionada por la seguridad, los accidentes geográficos y topográficos; por su longitud, puede ser máxima o mínima. La máxima, por seguridad, no debe ser muy larga, pues es causa potencial de accidentes, conviene limitar la longitud de ellas; además, durante la noche favorecen los deslumbramientos. La mínima esta definida por la longitud, necesaria para poder permitir el desarrollo de las curvas de transición.

Las curvas horizontales: Son arcos de círculo que forman la proyección horizontal de las curvas empleadas para unir dos tangentes consecutivas. Las curvas circulares pueden ser simples o compuestas según se trate de un solo arco de círculo o de dos o más sucesivos, de diferente radio.

Curvas simples: es cuando dos tangentes están unidas entre sí, por una sola curva circular. El sentido del caminamiento puede ser hacia la izquierda o derecha.

Curvas compuestas: son aquellas que están formadas por dos o más curvas circulares simples del mismo sentido, o de diferente radio, o de diferente

sentido y de cualquier radio pero siempre con un punto de tangencia común entre dos consecutivas. Cuando son del mismo sentido se llaman compuestas directas, cuando son de sentido contrario se llaman compuestas inversas. En caminos rurales deben evitarse estas últimas, porque producen cambios de curvatura peligrosos.

Sin embargo, en intersecciones pueden emplearse siempre y cuando la relación entre los dos radios consecutivos no sobrepase de dos y se resuelva satisfactoriamente la transición de sobre elevación.

Curvas de transición: cuando un vehículo pasa por un tramo en tangente a otro en curva circular, requiere hacerlo en forma gradual, tanto por lo que se refiere al cambio de dirección como a la sobre elevación. Para lograrlo se usan estas curvas y su definición será, la curva que une una tangente con una curva circular simple, teniendo como característica la variación continua en el valor del radio de curvatura a través de su longitud, desde el infinito en la tangente al que corresponde para la curva circular.

4.3.2. Referencia para el diseño geométrico aplicado

Se tomó el diseño para un camino tipo F de la Dirección General de Caminos, por ser ésta la entidad tutelar; las normas resumidas, son las siguientes:

Tipo de terreno	Llanas
Tráfico promedio diario de	10 a 100
Velocidad de diseño	40 Km. /h
Ancho de calzada	4.5 m
Ancho de terracería	
Corte	9.50 m
Relleno	8.50 m
Derecho de vía	15.00 m
Radio mínimo	10 m
Distancia de visibilidad de parada	
Mínima	40.00 m
Recomendada	50.00 m
Distancia de visibilidad de paso	
Mínima	40.00 m
Recomendada	200.00 m
Pendiente de máxima	10 %
Pendiente mínima para drenaje	5 %

4.3.3. Aplicación del alineamiento geométrico horizontal

Luego de la evaluación de la ruta, se concluye que la línea preliminar no saldrá exageradamente de su ubicación con los ajustes que se trataran de realizar para el mejoramiento de la misma.

4.4. Descripción del alineamiento vertical

Es la proyección sobre un plano vertical del desarrollo del eje de la subrasante. Al eje de la subrasante en alineamiento vertical se le llama línea de subrasante. Los elementos que componen el alineamiento vertical son: tangente y curvas verticales.

Tangentes: se caracterizan por su longitud y pendiente y están limitadas por dos curvas sucesivas. La longitud de una tangente es la distancia medida horizontalmente entre el fin de la curva anterior y el principio de la siguiente.

La pendiente máxima: es la mayor pendiente que se permite en el proyecto y queda determinada por el volumen y composición del tránsito y la topografía del terreno. Se emplea cuando convenga desde el punto de vista económico, para salvar ciertos obstáculos, siempre que no se rebase la longitud crítica.

La pendiente mínima: se fija para permitir el drenaje; en los terraplenes puede ser nula (0%), dado que en ese caso actúa el drenaje transversal; en los cortes se recomienda el 2% mínimo para garantizar el buen funcionamiento de las cunetas, en algunas ocasiones la longitud de los cortes y la precipitación pluvial podría llevar a aumentarla.

Pendiente gobernadora: es la pendiente media que teóricamente puede darse a la línea de subrasante, para dominar un desnivel terminado en función de las características del tránsito y de la topografía del terreno.

Curva vertical: la finalidad es proporcionar suavidad al cambio de una pendiente a otra. Estas curvas pueden ser circulares, parabólicas simples, parabólicas cúbicas, etc.

La parabólica simple es la que más se utiliza debido a la facilidad de su cálculo y a su gran adaptación.

Al momento de diseñar, se deben considerar las longitudes mínimas permisibles de curvas, con el objeto de evitar el traslape de las mismas, dejando también la mejor visibilidad posible a los conductores.

4.4.1. Aplicación del diseño vertical

Todas las pendientes que se encuentran a lo largo de toda la ruta, están dentro de los límites de pendiente máxima para camino tipo F. Por ser una región con pendientes el diseño vertical fue ajustado lo más posible al perfil existente. El criterio de diseño de subrasante, fue utilizar puntos de campo obligados, obstáculos inamovibles, mínimos cortes y rellenos, mínima alteración del entorno natural, especialmente causas de agua, etc.

4.5. Secciónamiento Transversal

Por medio de las secciones transversales se podrá determinar la topografía de la faja de terreno que se necesita para lograr un diseño apropiado. La longitud de las secciones puede variar de acuerdo con el terreno a criterio del topógrafo.

4.6. Trabajo de Gabinete

Una vez completado el levantamiento de campo (tránsito, niveles y secciones). Se procesó en gabinete, obteniendo coordenadas totales y niveles de cada estación y sección usando las fórmulas:

Para coordenadas totales,

$$X1 = Dh1 * \text{Seno} (\text{Rumbo } 1)$$

$$Y1 = Dh1 * \text{Coseno} (\text{Rumbo } 1)$$

$$X2 = X1 + Dh2 * \text{Seno} (\text{Rumbo } 2)$$

$$Y2 = Y1 + Dh2 * \text{Coseno} (\text{Rumbo } 2)$$

Para cotas y niveles

$$Hi1 = Bm1 + Va1$$

$$C1 = Hi1 - Vi1$$

$$C2 = Hi1 - Vi2$$

Donde

Bm1 = banco de marca número 1 como referencia de nivel al inicio de la nivelación

C1 = cota en punto uno

C2 = cota en punto dos

Dh1 = distancia horizontal entre el inicio del tramo y la estación uno

Dh2 = distancia horizontal entre la estación uno y la dos

Hi1 = altura del nivel de precisión respecto al banco de marca

Rumbo 1 = orientación al norte magnético, desde EO a E1

Rumbo 2 = orientación al norte magnético, desde E1 a E2

Vi1 = vista intermedia para la estación uno, en la nivelación

Vi2 = vista intermedia para la estación dos, en la nivelación

Va1 = vista atrás respecto al Bm1, al inicio de la nivelación

X1 = abcisa en punto uno

X2 = abcisa en punto dos

Y1 = ordenada en punto uno

Y2 = ordenada en punto dos

Con los resultados del alineamiento horizontal y vertical se procedió a dibujar la planta y perfil preliminar existente, a escala horizontal 1: 1000 y vertical 1: 100. Lo cual permitió analizar mejor las características generales del tramo a diseñar. Se relacionó el dibujo de planta perfil, con las pendientes existentes, chequeando su rango de velocidad de diseño.

Con la velocidad de diseño para cada tramo se procedió al diseño geométrico horizontal (curvas circulares simples) y vertical (diseño de rasante y curvas verticales parabólicas simples) ajustándose a las normas de diseño, modificando lo menos posible la geometría de la subrasante existente, respetando puntos obligados, por ejemplo, viviendas construidas a la orilla del camino, drenaje mayor y menor, pasos de agua de lluvia, etc. Evaluando modificar la línea, para mejorar curvas y trazos inadecuados.

Definidos los cambios y mejoras a presentar, se calcularon las distancias entre PT y PC, así como las deflexiones modificadas entre cada tramo.

Se calcularon los elementos de cada curva horizontal, tomando el criterio de radio mínimo y características de delta (Δ). Si Δ (deflexión) es mayor de 90° , se fija el radio (R) de curvatura, si Δ deflexión es menor de 90° se fija la subtangente (st).

Las fórmulas utilizadas para calcular los elementos de la curva horizontal simple son:

Radio de curvatura	$R = (St) / (Tag (\Delta / 2))$
Cuerda máxima	$Cx = 2R * (Sen (\Delta / 2))$
Grado de curvatura	$G = (1145.9156) / R$
Principio de curva	$PC = PI - ST$
Longitud de curva	$LC = ((\Delta) / G) * 20$
Principio de tangente	$PT = PC + LC$

Se presenta como ejemplo, el cálculo de una curva, pues es un proceso repetitivo para calcular todas las demás:

Datos: deflexión, $\Delta = 61^{\circ}24'46''$
 Subtangente $St = 24.83$ m.
 Tangente $Tg = 109.48$ m.

Elementos de la curva horizontal:

Radio de curvatura = $(24.83) / (Tg (61^{\circ}24'46'' / 2)) = 47.75$ m.

Grado de curvatura = $(1145.5156 / 47.75) = 23^{\circ}59'23''$

Longitud de curva = $(61^{\circ}24'46'' / 23^{\circ}59'23'') * 20 = 51.18$ m

Cuerda máxima = $2 * 47.75 * (\text{seno } (61^{\circ}24'46'' / 2)) = 44.30$ m

Caminamiento en PT de la curva anterior $EO + 301.831$

Tangente entre la curva anterior y esta curva = 109.48 m

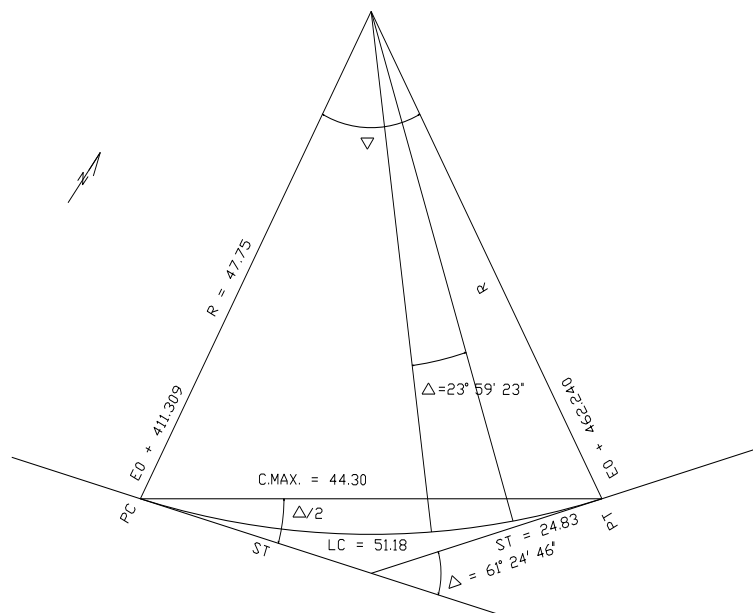
$PC = PT$ (de la curva anterior) + Tg (entre las dos curvas)

$PC = (EO + 301.831) + 109.48 = EO + 411.309$

$PT = PC + LC = E1 + 411.309 + 51.18 = EO + 462.49$

Se presenta un croquis del presente ejemplo:

figura 11. Curva horizontal simple



Luego de calcular todas las curvas horizontales simples, se chequearon las tangentes mínimas.

Se procedió a deducir el perfil en los lugares donde se corrió la línea, de acuerdo al diseño geométrico.

Se procedió a corregir el perfil definitivo a una escala horizontal de 1:1000 y vertical 1:100.

Se efectuó el diseño final de subrasante.

Se calcularon las pendientes finales de subrasante y sus curvas verticales. Las cuales fueron calculadas por la formula siguiente:

$$L = K * A$$

L = longitud mínima de curva vertical (cóncava o convexa).

K = constante que depende de la velocidad de diseño.

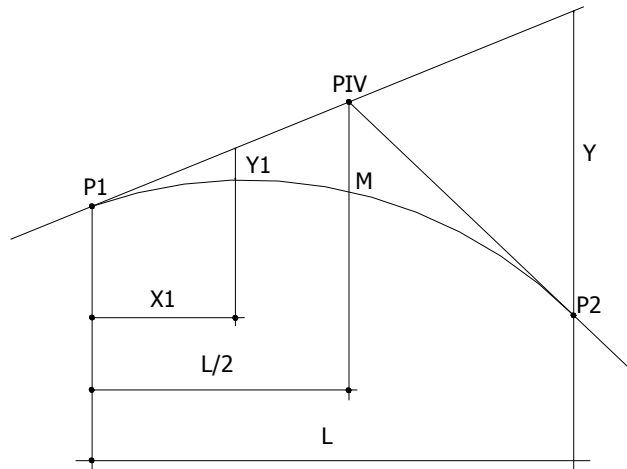
A = diferencia algebraica de pendiente

Tabla IX Valores de K, según velocidad de diseño

Velocidad de diseño	Valor de K según tipo de curva	
	Concava	Convexa
10	1	0
20	2	1
30	4	2
40	6	4
50	9	7
60	12	12
70	17	19
80	23	29
90	29	43
100	36	60

A continuación la curva parabólica simple, tipo convexa.

Figura 12. Curva vertical parabólica.



$$Y = KX^2$$

$$M = K(L/2)^2$$

$$\frac{Y}{M} = \frac{KX^2}{K(L/2)^2} = \frac{X^2}{(L/2)^2}$$

Aunque se plotearon todas las secciones no se considero necesario el diagrama de masas. Justificándose porque no es un camino nuevo, ni de primer orden. Es decir, la subrasante no será modificada significativamente, por lo tanto el movimiento de tierras, será mínimo.

4.7. Estudio y diseño de drenaje

El clima de la comunidad se caracteriza por una variación marcada de intensidad de lluvia y un porcentaje bastante alto de temperatura mensual de 22° C. La temporada lluviosa se inicia en el mes de mayo y dura hasta el mes de octubre. Este periodo constituye mas del 90% de la precipitación anual de

unos 1016.5 mm, según el INSIVUMEH. Con base a la inspección realizada se pudo observar que se tiene problemas de erosión a todo lo largo del camino, ya que la mayoría de terrenos adyacentes a la vía tienen muchas pendientes.

4.7.1. Drenaje transversal (descripción)

Sirve para dar paso rápido al agua que no puede desviarse en otra forma y que tenga que cruzar de un lado a otro del camino.

En estas obras de drenaje se pueden usar tuberías, las cuales evacuan las aguas provenientes de cunetas y de cuencas definidas, y pueden ser permanentes como los riachuelos o variables como las aguas de lluvia. Las tuberías que únicamente desaguan aguas de lluvia deben inspeccionarse con frecuencia, especialmente al inicio y durante el invierno.

4.7.2. Drenaje transversal propuesto

El presente estudio contempla la ejecución de estructuras de drenaje transversal con diámetro de 30 pulgadas de tubería corrugada de acero, con su caja de entrada y cabezal de salida, según especificaciones generales para construcción de carreteras y puentes. (Norma DGC). Las cuales están ubicadas en planos

4.7.3. Drenaje longitudinal (descripción)

Se refiere a las obras de captación y defensa como cunetas, contra cunetas y bombeo.

Cunetas: el diseño de cunetas se basa en los principios del flujo de canales abiertos. Es importante que el fondo de la cuneta se conserve como se especifique en el diseño: la profundidad debe estar más baja que el nivel de la

subrasante, para interceptar el agua subterránea proveniente de los diferentes elementos que constituyen un pavimento. Sin embargo cuando es muy fuerte y los territorios son muy deleznable, deben revestirse para evitar su erosión. En algunos casos es necesario modificar la pendiente con gradas para disipar la energía de las altas velocidades.

El revestimiento de las cunetas puede hacerse utilizando diferentes materiales que desde la piedra bola o cantos rodados, ligados con mortero de arena-cal o arena-cemento, hasta planchas de concreto hidráulico prefabricadas o fundidas en el lugar.

En los rellenos todas las cunetas deben protegerse, revistiéndolas por alguno de los medios ya señalados o protegiéndolos con plantas gramíneas. Es importante que la cuneta quede lo suficientemente retirada del talud, formando entre ambos un hombrillo mínimo de 60 centímetros, el cual debe ser protegido. En el presente caso se diseño cuneta en forma triangular debido a que no se erosiona fácilmente.

Contra cunetas: estas se construyen transversales a la pendiente del terreno, las que interceptan el paso del agua y la alejan de los cortes y rellenos. Cuando el camino sigue la dirección de la misma pendiente del terreno no se deben construir contra cunetas.

Una buena practica de trabajo es la de inspeccionar todos los drenajes cuando suceden lluvias intensas, para determinar su correcto funcionamiento. En el presente estudio no se considero el diseño de estos elementos.

Bombeo: a la pendiente de la sección transversal de un camino se le llama bombeo, cuyo objetivo es drenar hacia los lados (cunetas) el agua que cae en el camino. El bombeo utilizado en este proyecto es de 3%.

Mantenimiento y reparación: por ser el agua no controlada el mayor problema natural de las carreteras, es importante el mantenimiento de las cunetas y las contra cunetas, para mantener el mayor tiempo posible los elementos que constituyen una carretera en optimas condiciones. Es decir, la reparación y mantenimiento de las obras de drenaje debe ser continuo y cuidadoso.

4.7.4. Drenaje longitudinal propuesto

Para el drenaje longitudinal, se toma como base las pendientes de diseño de subrasante y perfil existente, así como los cursos de agua natural y fondos de cuenca que necesariamente interceptan la ruta, se recomienda construir cunetas tipo triangular: de terreno natural (véase detalle en el anexo).

4.7.5. Evaluación de suelos y materiales

Para este estudio se realizaron los ensayos correspondientes para determinar la calidad del suelo, ensayos de compactación, ensayos de razón soporte California (CBR), análisis granulométrico, Límites de Atterberg.

Los resultados de los ensayos son los siguientes:

Ensayo de compactación: material consistente en arena limosa de color negro, densidad seca máxima 1.349 t / m, Humedad optima Hop. 31.7 %.

Ensayo de C.B.R.: material consistente en arena limosa de color negro

Tabla X Ensayos CBR

PROBETA	GOLPES	A LA COMPACTACION		C	EXPANSION	C.B.R.
No.	No.	H(%)	γ_d kg/m ³	(%)	(%)	(%)
1	10	32.6	1180.5	87.52	0	8.6
2	30	32.6	1289.3	95.58	0	12.6
3	65	32.6	1324.8	98.21	0	16.6

Análisis granulométrico con tamices y lavado previo: material consistente en arena limosa de color negro.

Grava: 4.7 %

Arena: 49.2 %

Finos: 46.1 %

Ensayo de límites de Atterberg: Material consistente en arena limosa color negro, no tiene límite líquido, no tiene índice de plasticidad por lo que se considera un material no plástico.

5 IMPACTO AMBIENTAL

Para proyectos de acueductos rurales, los impactos ambientales son generalmente los siguientes:

- Uso de sustancias o materiales: Debido a la obra civil que es necesario construir y la necesidad de unión de los tubos, es necesario la utilización de cemento Pórtland para la obra civil, y de cemento solvente para la unión de los tubos.
- Residuos contaminantes: Los residuos sólidos se derivan únicamente en la fase de construcción y están constituidos únicamente por los materiales sobrantes, tales como la madera, papel, viruta de tubos de pvc restos de metales, etc.

En Guatemala, desde hace algunos años, se crearon algunas divisiones dentro de instituciones gubernamentales en lo que respecta a la evaluación y mitigación de impactos ambientales. En el área de caminos rurales, fue creado el componente de conservación del medio ambiente (CCMA), en 1998. Pero debido al poco campo que abarca la CCMA en la construcción de caminos, el Ministerio de Comunicaciones Transporte y Obras Publicas se vio en la necesidad de crear en el año de 1996, dentro de la dirección general de caminos, el Programa de Gestión Ambiental de la Unidad de Planeamiento DGC (PGA-UP-DGC).

Este ente es el encargado de todo lo relacionado con la evaluación de impacto ambiental en lo que respecta a la construcción, mejoramiento, rehabilitación y mantenimiento de la red vial, incluyendo caminos rurales y caminos no pavimentados. Dentro de sus funciones se incluye el realizar un proceso de evaluación y seguimiento ambiental.

Se establece que los caminos rurales son proyectos que necesitan ser evaluados con mayor detalle por medio de una evaluación de impacto ambiental. Cuando los proyectos son de trabajos menores, (donde encaja el presente estudio) como, rehabilitación, ampliación, mejoramiento y mantenimiento de caminos rurales, en donde el tipo de trabajo no implica eliminación exagerada de cubierta vegetal, los cortes y rellenos son pequeños, los volúmenes de material no son muy grandes, etc. Se recomienda utilizar el cuestionario preliminar de evaluación de impacto ambiental del BCIE.

Las prioridades en el mantenimiento de caminos deben ser determinadas durante las inspecciones de campo llevadas a cabo en la época lluviosa, cuando los problemas asociados a los drenajes de agua superficial, estabilidad de taludes y descarga de sedimento en los cuerpos de agua, son más evidentes.

5.1. Etapa de operación y mantenimiento

En esta etapa hay impactos de tipo: Benéficos significativos (Bs), Benéficos no significativos (Bns), Adverso significativo (As), y adversos no significativos (Ans), los impactos son los siguientes.

Impacto benéfico significativo (Bs)

- El tránsito será beneficiado con la realización del proyecto.
- Ahorro de costos de operación y tiempo para los habitantes con la ejecución del proyecto.
- Es necesario agregar el beneficio que se obtiene al disminuir la fracción de producción agrícola perdida por no extraerse debido al mal estado del camino, o no contar con un medio de transporte vehicular. La certeza de llevar la producción al mercado, motiva a los productores a cultivar sus áreas de producción.
- En las actividades de mantenimiento preventivo del proyecto se generan mano de obra y mejoras al entorno, mediante la eliminación de partes vegetales no deseables y en especial con la recuperación del nivel de servicio del camino.

Impacto benéfico no significativo (Bns)

- Por mantenimiento preventivo y correctivo del proyecto, y por limpieza.

Impacto adverso no significativo (Ans)

- El tramo vial tiene como característica un bajo volumen de tránsito, y en épocas de mucha actividad agrícola (siembra y cosecha) puede aumentar el mismo produciendo un impacto negativo.
- La vibración ocasionada por el paso de vehículos sobre el camino, la combustión de productos derivados de petróleo, la emisión de calor, partículas sólidas, monóxido de carbono, aldehídos, hidrocarburos,

plomo, asbesto y otros productos de combustión, aunque son impactos adversos, los mismos no son significativos.

- La falta de estabilidad de los taludes podría causar derrumbes y también la erosión hídrica.

5.2. Mitigación de impactos ambientales

En los proyectos existen diferentes fases de ejecución, donde cada uno tiene sus respectivos impactos ambientales adversos.

Para un proyecto de caminos rurales se pueden utilizar diversas medidas de mitigación que van desde obras de infraestructura, hasta barreras vivas y barreras muertas u otras obras sencillas construidas con materiales propios del lugar.

5.2.1. Medidas de mitigación para la ejecución del proyecto

Una matriz simplificada permite estudiar actividades típicas del proyecto, donde se relacionan los ambientes físicos y socioeconómicos.

Entre los ambientes físicos se estudia la contaminación de cuerpos de agua, suelo, atmósfera y alteración de recursos biológicos. Dentro del ambiente socioeconómico se considera el cambio de paisaje, aspectos humanos, socioculturales y económicos.

5.2.1.1. Preparación del sitio y medidas de mitigación

- No realizar la quema de material vegetal por ningún motivo, por efectos de combustión sobre la atmósfera, sobre el suelo que pierde humedad y la flora, fauna, microflora y micro fauna que se ven afectados en la

alteración de su ciclo biológico, destrucción de su hábitat y contaminación de suelos y ríos por partículas que lleva el agua de lluvia o el viento.

- La deposición final de desechos, que provienen del proyecto en si, o de sus labores de mantenimiento y la reparación de maquinaria, de vehículos o de equipo, se debe realizar en sitios alejados de agua superficial. La ubicación de este sitio estará a criterio del ingeniero encargado de la ejecución del proyecto.

5.2.1.2. Construcción y medidas de mitigación

- Todo el material de corte del terreno se deberá depositar en sitios ubicados a mas de 100 m de un cuerpo de agua superficial; en caso que se deposite en sitios donde este expuesto nuevamente a erosión, se recomienda la construcción de obras complementarias como taludes y/o gaviones de piedra sostenido con malla de alambre galvanizado para que desempeñen la función de muro de retención y que se siembren especies vegetales locales o gramíneas sobre el suelo depositado.
- Los sitios serán previamente seleccionados por el responsable de la ejecución del proyecto, sin embargo, si se requiere del apoyo de personal del Componente de Conservación del Medio Ambiente, puede solicitarse a Caminos Rurales, DGC.
- Los trabajos del proyecto deberán realizarse solamente durante el día, evitando trabajos de noche para no causar disturbios ambientales.

- La manipulación del suelo y agregados pétreos deberá ser con los contenidos adecuados de humedad, a fin de no contaminar la atmósfera con partículas sólidas que podrían causar problemas de salud a la población asentada en el área, usuarios de la carretera durante su construcción y los propios trabajadores del proyecto.
- En caso hubiera algún tipo de estructura (puente, tubería, muro, etc.), es recomendable utilizarlos si fuera posible o hacerle algún tipo de reparación.
- La construcción de estructuras de drenaje transversal es importante, debido a que el tipo de terreno o parte de la sub-cuenca drena el agua de lluvia hacia la carretera, dando lugar al arrastre de material fino hacia la superficie de rodadura.
- La tubería de drenaje transversal será de diámetro adecuado y a intervalos convenientes, con un mínimo de tres unidades por kilómetro.
- En la salida de la tubería se recomienda construir disipadores y/o zampeados de piedra ligados con mortero de cemento. O disipadores con gramíneas, muros de piedra o cualquier otro material propio del lugar, ayudando con esto a la protección de la tubería y evitar la formación de zanjonés si la pendiente del terreno es fuerte.

5.2.1.3. Operación y mantenimiento

- El proceso de erosión es fácil de controlar mediante la conservación de la cubierta vegetal existente y estableciendo nuevas plantas o vegetación, en lugares escasos o desprovistos de las mismas.

- Es recomendable que en la disminución de pendientes y la ampliación de curvas, en la parte interior de estas, se baje la altura de los bordos y se elimine plantas que dificulten la visibilidad.
- Es necesario que la protección de corte de los taludes sea el adecuado de acuerdo a su altura no excediéndose en el mismo.
- Cuando el suelo tenga problemas de estabilidad o presenta dificultad en lograr el ángulo de corte indicado, se puede lograr mediante el establecimiento de plantas y la aplicación de cemento inyectado. Se recomienda que cuando los taludes sean mayores de cuatro metros se hagan terrazas provistas de cubierta vegetal.
- Durante el tiempo que tardan en estabilizar los taludes habrá derrumbes; entonces, debe recogerse el material para depositarlo en los lugares recomendados anteriormente.

5.3. Impactos ambientales y socioeconómicos secundarios de los proyectos de caminos rurales

- Inflación de precios locales incluyendo el valor de las tierras y las rentas.
- Extensión de pestes y enfermedades.
- Conflictos entre residentes locales (especialmente grupos étnicos e indígenas), o inmigrantes, sobre valores culturales y estilos de vida.
- Desplazamiento de comunidades nativas y económicas de subsistencia por agricultura o ganadería comercial.
- Incremento de la contaminación del suelo y del agua, asociada al aumento del tránsito de vehículos, basura a la orilla de las vías y producción agrícola más intensiva.
- Aumento en la contaminación por ruido y polvo.
- Destrucción inconsistente de sitios culturales y arqueológicos.

6 PROPUESTA PARA LA REHABILITACIÓN DE LA SUPERFICIE DE RODADURA

6.1. Conformación

6.1.1. Descripción

Este trabajo consistirá en conformar la superficie de rodadura y cunetas de la ruta no pavimentada, para mantener el perfil del camino en condiciones adecuadas de transitabilidad y comprenderá los trabajos que se describen a continuación.

- Escarificación, homogenización, conformación, humedecimiento, compactación y afinamiento de la superficie de rodadura.
- Conformación, construcción o reconstrucción de cunetas.
- Limpieza del material sobrante de la conformación.

6.1.1.1. Escarificación, conformación, compactación y afinamiento de la superficie de rodadura

En las áreas que necesiten reacondicionamiento, el responsable del proyecto debe proceder a escarificar el suelo de sub-rasante hasta una profundidad de 20 centímetros, eliminando las rocas mayores de 10 centímetros, acondicionándolas fuera del lecho del camino; seguidamente debe proceder a ajustarse y conformar la superficie efectuando cortes y rellenos no mayores de 20 centímetros de espesor si así lo requiere el diseño.

La conformación de la superficie de rodadura se ejecutara acomodándose a las dimensiones de la sección propuesta (5.50 m de rodadura más dos cunetas de 0.75 m c/u) del camino (alineamiento y pendientes). Se debe escarificar, mezclar y conformar para obtener el bombeo especificado (3%) en el presente proyecto.

El material resultante se deberá mezclar, humedecer, conformar, afinar y compactar hasta obtener una densidad mínima del 95% (AASHTO T-191) respecto a la densidad máxima T-99 (c) de la AASTHO (Próctor Estándar). Se sugiere T-180 (modificado).

La capa final de balasto, debe afinarse ajustándola razonablemente a los alineamientos horizontales y verticales y secciones típicas de plataforma.

6.1.1.2. Conformación, construcción o reconstrucción de cunetas

El proceso a seguir para la conformación, construcción o reconstrucción de las cunetas de toda la ruta, deberá hacerse de acuerdo al diseño y a las dimensiones de la sección típica especificada en el anexo.

Deberán conformarse y limpiarse las cunetas existentes para permitir el libre paso de las aguas. Deberán construirse cunetas en los sitios en que las cunetas originales estén deformadas y / o no cumplan con las dimensiones.

Donde existan cunetas erosionadas o azolvadas, que no cumplan con la profundidad de las cunetas que aparecen indicadas en la sección típica seleccionada, se deberá reconstruir con el equipo adecuado.

Durante el proceso constructivo o de construcción de las cunetas erosionadas, el material a agregarse o reponerse deberá ser el sugerido en este estudio o equivalente, y deberá tener la humedad óptima y compactarse hasta lograr una densidad mínima del 95%, mediante el método T-180 (modificado).

La construcción o reconstrucción de las cunetas erosionadas, deberá hacerse en forma coordinada con la construcción o mejoramiento del resto de la superficie de rodadura, considerando ambas como un solo cuerpo para la definición correcta de la sección típica propuesta aquí.

6.1.1.3. Limpieza del material sobrante de la conformación

El proceso de limpieza del material sobrante de la conformación de la superficie de rodadura y cunetas, consiste en la remoción y extracción de todos los residuos resultantes de la ejecución de dichos trabajos.

Incluye además todo el material que se haya derramado en las entradas o salidas de las alcantarillas o canales (salidas) de agua, por efecto de la ejecución de los trabajos de conformación. Estos desechos deberán ser removidos y depositados en sitios adecuados en donde no contribuyan a la contaminación de la superficie de rodadura existente ni cerca de canales que provoquen que este material se deposite en las estructuras de drenaje, ni en sitios que causen daños de contaminación ambiental.

6.2. Colocación de capa de rodadura

6.2.1. Descripción

La actividad de colocación de la capa de balasto consiste en tender el material de préstamo aprobado. Incluye la obtención, explotación, acarreo,

escarificación, colocación, homogenización o mezcla, conformación, humedecimiento, compactación y afinamiento de la superficie de rodadura incluyendo cunetas, de acuerdo a la sección típica definida. Para efectos de los bancos de préstamo, la municipalidad de la Democracia deberá obtener el derecho o permiso para la explotación.

Los posibles lugares presentados aquí, solo deberán tomarse como una referencia, verificar lo más conveniente para el proyecto

6.2.2. Materiales

Por norma, los materiales para la superficie de rodadura incorporados en la obra deben ser pétreos o granulares, de características uniformes, libres de terrones de arcilla, materia orgánica u otros elementos objetables según renglón 208, especificaciones DGC.

Deberá asegurarse que cumplan, como mínimo, con una granulometría (porcentaje que pasa), con tamaño máximo de agregado de 2 pulgadas, tamiz No. 4 entre 30 y 70 %, y, tamiz No. 200 entre 10 y 15%. Es decir la grava mayor será de 2 pulgadas, su arena estará entre el 30 y 70 % de su peso y el porcentaje de limos y arcillas no será mayor de un 15% de su peso.

Asimismo, se espera que para los límites de consistencia, la fracción del material que pasa por el tamiz No. 40, debe tener un índice de plasticidad entre 5 y 11, determinado de acuerdo con las normas AASHTO T- 89 y un C.B.R. mayor que 30 (AASHTO T-193). Además, el material deberá tener un peso unitario volumétrico mayor a $1,282 \text{ Kg. / m}^3 = 80 \text{ lb. / pie}^3$. El material al ser sometido al ensayo de abrasión en la prueba de los Ángeles, deberá presentar un desgaste menor del 50 % (AASHTO T-96).

Tanto las fuentes de materiales, así como también los procedimientos y equipos usados para la explotación de estos materiales, deben ser aprobados por la municipalidad.

Los procedimientos, equipo de explotación y el sistema de almacenamiento, deben permitir el uso de un producto de características uniformes; si no se cumple con estos requisitos, la municipalidad deberá exigir los cambios que considere necesarios.

La separación o selección de partículas de tamaño mayor que el máximo especificado, se debe efectuar en el sitio de explotación. Cuando los materiales de los bancos de préstamo no reúnan individualmente las características requeridas, será necesario hacer la mezcla o combinación de dos o más bancos para lograr las mismas.

Se propone para este caso, la integración de dos o más materiales de los bancos posibles del lugar.

6.2.3. Método de trabajo

El material de balasto para la superficie de rodadura se tenderá sobre la subrasante previamente reacondicionada.

Este material será extendido mediante el uso de moto niveladora u otros equipos, capaces de esparcir el material de acuerdo a los requerimientos de pendiente y coronamiento, con los espesores y anchos especificados, pero sin permitir la segregación de estos. La carpeta de rodadura se colocará en capas que podrán variar entre 10 y 25 cm, según la capacidad del equipo de compactación y de acuerdo al espesor final que será de 15 cm, para este proyecto.

El proceso de colocación de la capa de balasto consiste en colocar el material conforme se vaya terminando de construir la sub-rasante, no debe dejarse sin cubrir la sub-rasante, en una longitud mayor de 2 kilómetros.

Cuando la capa de balasto tenga que colocarse sobre una sub-rasante existente, ésta debe ser conformada y escarificada superficialmente, de acuerdo con las líneas, pendientes y sección típica, por medio de moto niveladora. En los lugares donde los materiales sean suaves o esponjosos, estos deben ser removidos en su totalidad y reemplazados con material apropiado.

Las capas de balasto deben compactarse como mínimo al 90 % de la densidad máxima determinada por el método AASHTO T 180.

La compactación se comprobará en el campo, cada 300 metros de longitud en cada capa, el ejecutor debe de controlar el contenido de humedad adecuado, calentando el material y determinando la humedad a peso constante, o por el método de carburo de calcio, AASHTO T 217, a efecto de obtener la compactación especificada. Cada capa debe ser nivelada con equipo apropiado para asegurar una compactación uniforme, y no debe proseguirse la compactación de una nueva capa, hasta que la anterior llene los requisitos de compactación.

6.3. Transporte de materiales

6.3.1. Descripción de trabajo

Consiste en el traslado de la maquinaria pesada mínima, para la ejecución del proyecto, es decir tractor, vibrocompactadora, moto niveladora, cargador frontal, retroexcavadora, camiones de volteo y un camión cisterna para riego.

6.4. Integración del presupuesto

COSTOS DIRECTOS			
MATERIALES			Q 252,331.46
MANO DE OBRA CALIFICADA			Q 277,371.25
TOTAL			
		TOTAL	529,702.71
COSTOS INDIRECTOS			
Gastos Admón.	7	%	Q 37,079.19
Utilidad	15	%	Q 79,455.41
Fianzas	3.5	%	Q 18,539.59
Imprevistos	5	%	Q 26,485.14
	1.305	TOTAL	Q 161,559.33
TOTAL DE LA OBRA			
		Q	691,262.03
ÁREA CONSTRUCCIÓN EN M2			
			19035.28
TOTAL x M²			
		Q	36.31

UBICACIÓN		LONGITUD(ML)	ANCHO CALLE(m)	
ALDEA CHUIQUIEL		4532.21	4.2	
MATERIALES				
Descripción	Cant.	Unidad	Precio U.	Sub-Total
Extracción balasto	285.53	m3	Q 5.00	Q 1,427.65
Acarreo de balasto	57	camión	Q 300.00	Q 17,131.75
Vibro Compactador	30	día	Q 450.00	Q 13,500.00
Retroexcavadora	30	día	Q 435.00	Q 13,050.00
transporte de material	1	global	Q 5,000.00	Q 5,000.00
TRANSVERSAL	8	unidad	Q 13,000.00	Q 104,000.00
Cemento	761.41	saco	Q 40.00	Q 30,456.45
Arena de Rió	57.11	m3	Q 140.00	Q 7,994.82
Piedrin	66.62	m3	Q 160.00	Q 10,659.76
Cemento	761.41	saco	Q 40.00	Q 30,456.45
Arena de Rió	57.11	m3	Q 140.00	Q 7,994.82
Piedrin	66.62	m3	Q 160.00	Q 10,659.76
				Q 252,331.46

ACTIVIDAD	MANO DE OBRA			
	Cant.	Unidad	Precio U.	Sub-Total
replanteamiento topográfico	19035.282	m2	Q 3.00	Q 57,105.85
Nivelación y Conformación	19035.282	m2	Q 8.00	Q 152,282.26
hacer y colocar concreto	1359.663	ml	Q 25.00	Q 33,991.58
hacer y colocar concreto	1359.663	ml	Q 25.00	Q 33,991.58
				Q 277,371.25

6.5. Cronograma de ejecución

ACTIVIDAD	1ER MES				2do. MES				3er. MES			
PRELIMINARES												
BALASTO												
TRASPORTE DE MAQUINARIA												
TRANSVERSALES												
CUNETAS												

6.6. Especificaciones técnicas de balasto

- Limpieza, chapeo y destronque.

Previo a la limpieza del terreno, deberán observarse las medidas de mitigación de impacto ambiental existente. Sobre el sector y/o sobre el terreno específico. De la misma forma se identificara el botadero autorizado para la deposición de material sobrante producto de la limpieza y del proyecto, para evitar dificultades en la ejecución. Se despejara la vegetación existente en la zona que ocupa el camino y en las áreas de los bancos de materiales, la madera y leña resultante deberá ser aprovechada por los vecinos del lugar. En las áreas donde se deba efectuar la excavación no clasificada, deben ser removidos hasta una profundidad no menor de 60 cm debajo de la superficie de la sub rasante y el área ha de ser limpiada totalmente de material orgánico vegetal susceptible de descomposición. Las áreas que deban cubrirse con terraplenes, deben desraizarse a una profundidad no menor de 30 cm, o a 60 cm, cuando los troncos estén deteriorados.

- Bodega y guardianía.

La comunidad habilitará la bodega y guardianía para suplir los requerimientos del proyecto. En caso de no existir ningún lugar adecuado en el predio, la comunidad deberá resolver los espacios relativos a la bodega y guardianía ya que estos no están incluidos en los renglones de trabajo que se reconocerán al ejecutor.

Deberá contarse con espacio de bodega, que garantice el correcto almacenamiento de materiales, especialmente aquellos de tipo perecederos como cemento y cal, en cuanto al acero de refuerzo, deberá almacenarse bajo techo y evitar el contacto con la humedad. Deberá contarse con un espacio que además permita la rotación de materiales perecederos y observar las formas

específicas de almacenamiento. En el caso de materiales de patio, deberá definirse su localización en un área libre de contaminación por material orgánico y desechos.

La guardianía deberá ser un espacio de características habitables, evitando el contacto directo con el área de bodega, especialmente cuando se cuente que genere polvo, suciedad o vapores dañinos a la salud.

- Trazo y estaqueado

El trazo consistirá en señalar adecuadamente y con suma exactitud las líneas que limitan y definen los ambientes, las zanjas para cimentación y ejes referencia de nivel. Para el estaqueado de la construcción, el Ingeniero deberá realizarlo con el sistema de cordel fijado sólidamente. El trazo deberá realizarse, con cal hidratada auxiliado con hilo plástico de diámetro 1 mm.

- Corte

Es el material no calificado que se excava dentro de los límites de construcción para utilizarlo en la construcción de terraplenes, dentro de dicho límite.

- Excavación

Es la operación de extraer y remover cualquier clase de material dentro o fuera de los límites de construcción, para incorporarlo en terraplenes, o que tenga que desperdiciarse, por estar así indicado en los planos o por tratarse de material inapropiado. Todas las Excavaciones deberán efectuarse de tal forma, que drenen apropiadamente para evitar estacionamiento de agua. En las secciones de corte, la sub rasante deberá ser escarificada a una profundidad de 30 cm debajo del nivel de diseño de sub rasante, a continuación deberá

compactarse hasta el 96% de la densidad máxima determinada por el método AASHTO + 180.

- Excavación no clasificada

Comprende el corte o la excavación de material dentro de los límites de la construcción para utilizarlo en terraplenes, cunetas, sobre Excavaciones y otros trabajos dentro de dichos límites u otras partes de la obra.

- Excavación no clasificada para préstamo

Comprende el material excavado en bancos de préstamo para ser utilizado en la construcción de terraplenes dentro de los límites de construcción u otras partes de la obra.

- Acarreo libre

Es el transporte de materiales no clasificados, provenientes del corte y de préstamo, así como el transporte de materiales de desperdicio, a una distancia menor y/o igual a 3Km.

- Acarreo

Es el transporte de materiales no clasificados provenientes del corte de préstamo, así como el transporte de materiales de desperdicio, a cualquier distancia que no exceda de 3Km. menos la distancia de acarreo libre.

- Banco de préstamo

La aprobación de un banco de préstamo no es definitiva. Si durante la explotación sugiriese un material distinto al aprobado, originalmente que no cumpla con las especificaciones, o se tenga duda sobre su calidad o comportamiento.

Revisar la sub rasante en busca de áreas blandas si existiera alguna de estas, se deberá excavar el material blando y luego se rellenara el agujero con material resistente.

- Estructuras de mampostería de piedra

Son estructuras formadas por piedras labradas o no labradas unidas con mortero, que se utiliza para construir; cajas y cabezales de alcantarillas, muros de protección y retención, pilas y estribos de puentes.

- Alcantarillas de tubo de concreto (Ø 24")

Son conductos que se construyen bajo la sub rasante de una carretera u otras obras viales, con el objeto de evacuar las aguas superficiales y profundas.

Se utilizará tubería de material concreto de Ø24 pl. El ensamblado de dicha tubería será por medio de secciones y según las especificaciones e instrucciones del fabricante. Previo a la colocación de la tubería, el fondo de la zanja deberá ser debidamente compactado 95% y nivelado.

- Sección transversal

El concreto a utilizar para fundir muros y cabezales tendrá una resistencia de 210 Kg/cm² que equivale a la proporción 1: 2: 3 (una unidad de cemento, dos unidades de arena de río y tres unidades de piedrin)

- Concreto ciclópeo

Será de 65% en volumen de piedra bola de 15 a 20 cms. Y 35% en volumen de concreto de 210 Kg/cm² de resistencia.

- Cajas y cabezales

Las cajas y cabezales podrán tener el acabado rustico que deja la formaleta

- Mortero

El mortero a utilizarse en las cunetas revestidas será de proporción 1: 3 (una unidad de cemento y 3 de agregado fino) .

- Material balasto

Deberá de ser material adecuado que cumpla con las especificaciones del libro azul de caminos el cual deberá de ser de las siguientes condiciones: aprobado con granulometría del material de banco

SECCION 209 CAPA DE BALASTO

1. Definición.
2. Descripción.
3. Balasto.
4. Colocación del Balasto.
5. Compactación.
6. Aceptación.
7. Medida.
8. Pago.

209.01 definición. Balasto. Es un material clasificado que se coloca sobre la sub-rasante terminada de una carretera, con el objeto de protegerla y de que sirva de superficie de rodadura.

209.02 descripción. Este trabajo consiste en el suministro, transporte y colocación del material con la humedad requerida; conformación y compactación de la capa de balasto, de acuerdo con el espesor total mostrado

en los planos y lo descrito en estas Especificaciones Generales y en las Disposiciones Especiales.

209.03 balasto. Debe ser de calidad uniforme y estar exento de residuos de madera, raíces o cualquier material perjudicial o extraño. El material de balasto debe tener un peso unitario suelto, no menor de 1,450 Kg. /metro³ (90 lb. /pie³) determinado por el método AASHTO T 19. El tamaño máximo del agregado grueso del balasto, no debe exceder de $\frac{2}{3}$ del espesor de la capa y en ningún caso debe ser mayor de 100 milímetros. El que sea mayor, debe ser separado ya sea por tamizado en el banco de material o según lo autorice el Delegado Residente.

La porción del balasto retenida en el tamiz 4.75 mm (Nº 4), debe estar comprendida entre el 60% y el 40% en peso y debe tener un porcentaje de abrasión no mayor de 60, determinado por el método AASHTO T 96. La porción que pase el tamiz 0.425 mm (Nº 40), debe tener un límite líquido no mayor de 35, determinado por el método AASHTO T 89 y un índice de plasticidad entre 5 y 11, determinado por el método AASHTO T 90. La porción que pase el tamiz 0.075 mm (Nº 200), no debe exceder de 15% en peso, determinado por el método AASHTO T11.

Requisitos de construcción

209.04 colocación del balasto. Conforme se vaya terminando de construir la sub-rasante de acuerdo con lo indicado en la Sección 301, se debe colocar la capa de balasto. No se debe dejar sin cubrir la sub-rasante, en una longitud mayor de 2 kilómetros. El espesor total de la capa de balasto no debe ser menor de 100 milímetros ni mayor de 250 milímetros.

Cuando la capa de balasto se deba colocar sobre una sub-rasante existente, ésta debe ser previamente conformada, escarificada y compactada superficialmente, respetando las líneas, pendientes y sección típica establecidas en los planos y especificaciones. En los lugares donde se encuentre material inadecuado, según lo definido en 203.01, éstos deben ser removidos hasta una profundidad de por lo menos 300 milímetros y reemplazados con material apropiado. Todas las rocas o piedras grandes que se encuentren en el lecho de la carretera, se deben excavar hasta los límites laterales de la misma, mostrados en los planos y a una profundidad por lo menos de 300 milímetros debajo de la sub-rasante.

209.05 COMPACTACION. Las capas de balasto se deben compactar como mínimo al 95% de la densidad máxima determinada por el método AASHTO T 180.

El Ingeniero debe controlar el contenido de humedad adecuado del material, por medio de ensayos de laboratorio y campo, secando el material y determinando la humedad a peso constante o por el método del Carburo de Calcio, AASHTO T 217, a efecto de obtener la compactación especificada. La capa debe ser nivelada con equipo apropiado para asegurar una compactación uniforme y no se aprobará la compactación, hasta que se llenen los requisitos correspondientes especificados.

209.06 aceptación. La compactación se comprobará en el campo, cada 600 metros cuadrados y en forma alterna a lo ancho de la sección, de preferencia mediante el método AASHTO T 191 (ASTM D 1556). Con la aprobación escrita del Delegado Residente, se pueden utilizar otros métodos técnicos, incluyendo los no destructivos.

209.07 medida. La medida se debe hacer por el número de metros cúbicos de capa de balasto, con aproximación de dos decimales, debidamente construidos por el Ingeniero y aceptados por el Delegado Residente. El volumen debe ser el del material compactado en su posición final, calculado por procedimientos analíticos. Para el cálculo, la dimensión longitudinal debe ser la realmente cubierta por la capa, medida en proyección horizontal; la dimensión transversal debe ser el ancho también en proyección horizontal, mostrado en los planos ú ordenado por escrito por el Delegado Residente y realmente cubierto por el Ingeniero; y el espesor, será el mostrado en los planos y/o descrito en las Disposiciones Especiales y realmente compactado.

PAGO. El pago se debe hacer por el número de metros cúbicos, medidos como se indica anteriormente, al precio unitario de contrato correspondiente a Capa de Balasto, cuyo precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en 110.02.

RESUMEN DE NORMAS

Ensayos	Materiales
Compactación AASHTO T 191 (ASTM D 1556)	AASHTO T 180
Graduación AASHTO T 11	AASHTO T 27
Abrasión	AASHTO T 96
Límite Líquido	AASHTO T 89
Índice Plástico	AASHTO T 90
Peso Unitario	AASHTO T 19
Determinación de Humedad	AASHTO T 217

CONCLUSIONES

1. La implementación de un sistema adecuado de agua potable contribuirá a satisfacer las necesidades de crecimiento y salubridad de los habitantes de la Colonia Maria Tecún, Aldea Argueta, Sololá.
2. El aprovisionamiento de agua potable se realizará por medio de dos sistemas (uno por gravedad y el otro por bombeo) que abastecerán tanto a la población actual como a la futura a 22 años.
3. Con el objeto de que el proyecto sea funcional y tenga mayor durabilidad, se ha designado una cuota mensual para cada vivienda, la cual incluye gastos de energía eléctrica, mantenimiento preventivo y correctivo. La cuota es de Q5 para el sistema por gravedad y Q.16 para el sistema mixto, acorde al salario de los trabajadores, que oscila entre treinta y cincuenta quetzales diarios.
4. La interacción entre las amenazas naturales y los sistemas de agua ha dejado en evidencia cuán expuestos están éstos a ser dañados. Por ello, en el cálculo de la tarifa se ha incluido un rubro aplicable a las medidas de prevención y mitigación de desastres.
5. El diseño del camino rural, requirió de diversas fases, como visitas de campo, investigación bibliografía y recopilación de toda la información necesaria de campo, para que los proyectos a realizarse sean funcionales.

RECOMENDACIONES

1. La comunidad de la Colonia Maria Tecún debe promover el mantenimiento, tanto preventivo como correctivo, de los sistemas de agua potable y realizarlo en forma constante y técnica para que el sistema sea rentable.
2. Es importante garantizar la potabilidad del agua del sistema de abastecimiento, sometiéndola a tratamiento de desinfección bacteriológica, mediante la utilización de cloro; con ello se evitará la transmisión de enfermedades hacia la población que la consume.
3. Deben promoverse medidas de mitigación para proteger los sistemas de abastecimiento de agua potable contra desastres naturales, así como para proteger la salud y la inversión.
4. **A las autoridades municipales**
 - Iniciar las gestiones correspondientes para la ejecución de estos proyectos, de manera que puedan ser llevados a la realidad.
 - Garantizar la supervisión técnica de los trabajos, por medio de un profesional de ingeniería civil para que de esta manera se cumplan con las especificaciones requeridas en los planos.

5. Al construir obras estructurales de drenaje en carreteras y obras de arte en sistemas de agua es necesario el mantenimiento y la protección de éstas, para que la eficiencia y funcionalidad con que fueron diseñadas no se altere, evitando así costos adicionales de reconstrucción.

6. En carreteras y caminos es importante el mantenimiento rutinario y periódico de la superficie de rodadura, antes y después del invierno, de esa forma se logra alcanzar la vida útil del proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

1. Flores Díaz, Jeovani Abel. Estudio y diseño de la red de abastecimiento de agua potable para las aldeas de Ayutia y Nueva Candelaria, del departamento de Retalhuleu. Trabajo de graduación de Ingeniería Civil. Guatemala, Universidad San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2002. 70 pp.
2. Echeverría Méndez, Juan Adolfo. Proyecto de Introducción de agua potable de la aldea El Charrizo, departamento del Progreso. Trabajo de graduación de Ingeniería Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1985. 63 pp.
3. Giles B., Ronald V. **Mecánica de los fluidos e hidráulica**. 3ª edición (serie Schaum). Bogotá: McGraw-Hill, 1969. 420 pp.
4. Simmons, Charles. **Clasificación de Reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala**. Guatemala. Editorial del Ministerio de Educación Pública “José Pineda Ibarra”, 1959. 995 pp.
5. Tubovinil, S.A. “Catálogo técnico”. Consideraciones de diseño para instalaciones con tubería PVC. (Guatemala): 20. s.a. 2000
6. Braja M. Das. Principios de ingeniería de Cimentaciones. International Thomson Editores, 2001, 855 pp.
7. Berry, Peter L. y David Reid. Mecánica de Suelos. Editorial McGraw Hill, mayo de 1994, 415 pp.
8. Vela Morales, Álvaro Leonel. Estudio y propuesta para el mejoramiento de los caminos rurales de cinco aldeas del municipio de Amatitlán. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2002, 85 pp.
9. American Concrete Institute, Código de diseño de hormigón estructural ACI 318 99.

10. Especificaciones de la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) para el diseño y construcción de puentes.
11. Dirección General de Caminos Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda De La República De Guatemala para construcción de Carreteras y puentes, Diciembre 2000 snp.

APÉNDICE 1: DISEÑO DE TUBERÍA SISTEMA DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD

DISEÑO HIDRAULICO TUBERIA DE CONDUCCION POR GRAVEDAD PARTE BAJA																						
																		NIVEL ESTATICO = 962.12				
TRAMO	L Tomada	COTA		Diferencia de Cotas	%	L DISEÑO	TOTAL TUBOS	Q Diseño (l/s)	Diametro Nominal (pulg.)	Diametro Interno (pulg.)	TIPO TUBERIA	Cte . de Tuberia	Perdida Hr (m)	V (m/s)	COTA PIEZOMETRICA		PRESION DINAMICA		PRESION ESTATICA		OBSERVACIONES	
		INICIAL	FINAL												INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL				
E	P.O	(m)			Incremento	(m)									INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL		
LÍNEA DE CONDUCCIÓN																						
NIVEL ESTATICO = 962.12																						
0	1	26.47	962.12	961.72	0.400	1.000	26.47	5	2.19	2 1/2	2.655	PVC. 160psi	140	0.181	0.61	962.120	961.939	0.000	0.219	0.000	0.400	C-1
1	2	37.9	961.72	960.72	1.000	1.000	37.91	7	2.19	2 1/2	2.655	PVC. 160psi	140	0.260	0.61	961.939	961.679	0.219	0.959	0.400	1.400	
2	3	10.35	960.72	960.74	-0.020	1.000	10.35	2	2.19	2 1/2	2.655	PVC. 160psi	140	0.071	0.61	961.679	961.608	0.959	0.868	1.400	1.380	
3	4	48.96	960.74	959.33	1.410	1.000	48.98	9	2.19	2 1/2	2.655	PVC. 160psi	140	0.336	0.61	961.608	961.272	0.868	1.942	1.380	2.790	
4	5	20.87	959.33	956.93	2.400	1.007	21.01	4	2.19	2 1/2	2.655	PVC. 160psi	140	0.144	0.61	961.272	961.128	1.942	4.198	2.790	5.190	
5	6	27.42	956.93	955.05	1.880	1.002	27.48	5	2.19	2 1/2	2.655	PVC. 160psi	140	0.188	0.61	961.128	960.940	4.198	5.890	5.190	7.070	
6	7	135.08	955.05	947.76	7.290	1.001	135.28	23	2.19	2 1/2	2.655	PVC. 160psi	140	0.927	0.61	960.940	960.013	5.890	12.253	7.070	14.360	
7	8	98.83	947.76	942.44	5.320	1.001	98.97	17	2.19	2 1/2	2.655	PVC. 160psi	140	0.678	0.61	960.013	959.335	12.253	16.895	14.360	19.680	
8	9	39.99	942.44	941.34	1.100	1.000	40.01	7	2.19	2 1/2	2.655	PVC. 160psi	140	0.274	0.61	959.335	959.061	16.895	17.721	19.680	20.780	
9	10	48.11	941.34	936.27	5.070	1.006	48.38	9	2.19	2 1/2	2.655	PVC. 160psi	140	0.331	0.61	959.061	958.730	17.721	22.460	20.780	25.850	
10	11	78.89	936.27	931.2	5.070	1.002	79.05	14	2.19	2 1/2	2.655	PVC. 160psi	140	0.542	0.61	958.730	958.188	22.460	26.988	25.850	30.920	
11	11.4	23.16	931.2	930.46	0.740	1.001	23.17	4	2.19	2 1/2	2.672	HG TL	100	0.287	0.61	958.188	957.901	26.988	27.441	30.920	31.660	PASO ZANJON
11.4	12	86.93	930.46	930.93	0.470	1.000	86.93	15	2.19	2 1/2	2.655	PVC. 160psi	140	0.596	0.61	957.901	957.305	27.441	26.375	31.660	31.190	
12	13	71.98	930.93	928.67	2.260	1.000	72.02	13	2.19	2 1/2	2.655	PVC. 160psi	140	0.493	0.61	957.305	956.812	26.375	28.142	31.190	33.450	
13	14	52.77	928.67	934.67	6.000	1.006	53.11	9	2.19	2 1/2	2.655	PVC. 160psi	140	0.364	0.61	956.812	956.448	28.142	21.778	33.450	27.450	
14	15	27.17	934.67	944.2	9.530	1.060	28.79	5	2.19	2 1/2	2.655	PVC. 160psi	140	0.197	0.61	956.448	956.251	21.778	12.051	27.450	17.920	
15	16	29.85	944.2	949.4	5.200	1.015	30.30	6	2.19	2 1/2	2.655	PVC. 160psi	140	0.208	0.61	956.251	956.043	12.051	6.643	17.920	12.720	TD
		864.73																				
							868.21	154														

DISEÑO HIDRAULICO RED DE DISTRIBUCION POR GRAVEDAD PARTE BAJA

NOTA: Nivel estatico cota del tanque de distribucion

NIVEL ESTATICO = 953.67

TRAMO	L Tomada (m)	COTA TERRENO		Diferencia de Cotas	% Incremento	L DISEÑO (m)	TOTAL TUBOS	Q Diseño (l/s)	Diametro Nominal (pulg.)	Diametro Interno (pulg.)	TIPO TUBERIA	Cte. de Tuberia	Perdida Hf (m)	V (m/s)	COTA PIEZOMETRICA		PRESION DINAMICA		PRESION ESTATICA		OBSERVACIONES	
		INICIAL	FINAL												INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL				
RAMAL PRINCIPAL																						
16	27	164.19	949.4	934.7	14.700	1.004	164.85	28	3.304	3	3.23	PVC. 160psi	140	0.930	0.63	949.400	948.470	0.000	13.770	4.940	19.640	
27	43	220	934.7	932.83	1.870	1.000	220.01	37	2.834	3	3.23	PVC. 160psi	140	0.935	0.54	948.470	947.535	13.770	14.705	19.640	21.510	
43	51	50	932.83	925.58	7.250	1.010	50.52	9	2.834	3	3.23	PVC. 160psi	140	2.306	0.54	947.535	945.229	14.705	19.649	21.510	28.760	
51	57	50	925.58	920.71	4.870	1.005	50.24	9	1.774	2 1/2	2.655	PVC. 160psi	140	0.233	0.50	945.229	944.996	19.649	24.286	28.760	33.630	
57	53	70	920.71	917.42	3.290	1.001	70.08	12	0.804	1 1/2	1.754	PVC. 160psi	140	0.566	0.52	944.996	944.430	24.286	27.010	33.630	36.920	
53	54.1	70	917.42	916.03	1.390	1.000	70.01	12	0.484	1	1.195	PVC. 160psi	140	2.306	0.67	944.430	942.124	27.010	26.094	36.920	38.310	
RAMAL 1																						
51	47	145	925.580	922.93	2.650	1.000	145.02	25	0.410	1	1.195	PVC. 160psi	140	2.185	0.57	945.229	943.044	19.649	20.114	28.760	31.410	
RAMAL 2																						
57	48	115	920.710	918.33	2.380	1.000	115.02	20	0.390	1	1.195	PVC. 160psi	140	1.580	0.54	944.996	943.416	24.286	25.086	33.630	36.010	
RAMAL 3																						
53	49	110	917.420	915.67	1.750	1.000	110.01	19	0.320	1	1.195	PVC. 160psi	140	1.048	0.44	944.430	943.382	27.010	27.712	36.920	38.670	
RAMAL 4																						
54	50	140	916.030	913.02	3.010	1.000	140.03	24	0.320	1	1.195	PVC. 160psi	140	1.334	0.44	942.124	940.790	26.094	27.770	38.310	41.320	
RAMAL 5																						
57	58	120	920.710	918.52	2.190	1.000	120.02	21	0.580	1	1.195	PVC. 160psi	140	3.435	0.80	944.996	941.561	24.286	23.041	33.630	35.820	
RAMAL 6																						
51	59.3	200	925.580	918.29	7.290	1.001	200.13	34	0.650	1	1.195	PVC. 160psi	140	7.073	0.90	945.229	938.156	19.649	19.866	28.760	36.050	
RAMAL 7																						
27	30.5	338.26	934.700	922.14	12.560	1.001	338.49	57	0.470	1	1.195	PVC. 160psi	140	6.566	0.65	948.470	941.904	13.770	19.764	19.640	32.200	
RAMAL 8																						
16	11.4	292.24	949.400	931.2	18.200	1.002	292.81	49	0.400	1	1.195	PVC. 160psi	140	4.215	0.55	949.400	945.185	0.000	13.985	0.000	18.200	
11.4	11	23.16	931.2	930.46	0.740	1.001	23.17	4	0.4	1	1.182	HG TL	100	0.656	0.57	945.185	944.529	13.985	14.069	18.200	18.940	PASO ZANJON
11	11.1	89.24	931.200	933.07	-1.870	1.000	89.26	15	0.400	1	1.195	PVC. 160psi	140	1.285	0.55	945.185	943.900	13.985	10.830	18.200	16.330	
11	10.2	141.45	933.070	922.14	10.930	1.003	141.87	24	0.400	1	1.195	PVC. 160psi	140	2.042	0.55	945.185	943.143	12.115	21.003	16.330	27.260	

APÉNDICE II: DISEÑO DE TUBERÍA SISTEMA DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD Y BOMBEO (MIXTO)

DISEÑO HIDRAULICO LINEA DE CONDUCCION POR GRAVEDAD PARTE BAJA																						
																			NIVEL ESTATICO = 875.59			
TRAMO		L Tomada (m)	COTA TERRENO		Diferencia de Cotas	% Incremento	L DISEÑO (m)	TOTAL TUBOS	Q Diseño (l/s)	Diámetro Nominal (pulg.)	Diámetro Interno (pulg.)	TIPO TUBERIA	Cte. de Tuberia	Perdida (m)	Hf	V (m/s)	COTA PIEZOMETRICA		PRESION DINAMICA		PRESION ESTATICA	
E	P.O		INICIAL	FINAL													INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
RAMAL PRINCIPAL																						
81	81	0.00	875.59	875.59	0.000	0.000	0.00	0	2.97	3	3.23	PVC. 160ps	140	0.000	0.56	875.594	875.594	0.000	0.000	0.000	0.000	
81	80	37.90	875.59	875.32	0.270	1.000	37.90	7	2.97	3	3.23	PVC. 160ps	140	0.176	0.56	875.594	875.418	0.000	0.094	0.000	0.270	
80	74	16.00	875.32	875.69	-0.364	1.000	16.00	3	2.97	3	3.23	PVC. 160ps	140	0.074	0.56	875.418	875.344	0.094	-0.344	0.270	-0.094	
74	75	54.00	875.69	874.67	1.019	1.000	54.01	10	2.97	3	3.23	PVC. 160ps	140	0.250	0.56	875.344	875.094	-0.344	0.425	-0.094	0.925	
75	76	20.47	874.67	874.12	0.547	1.000	20.48	4	2.97	3	3.23	PVC. 160ps	140	0.095	0.56	875.094	874.999	0.425	0.877	0.925	1.472	
76	77	42.93	874.12	872.14	1.983	1.001	42.98	8	2.97	3	3.23	PVC. 160ps	140	0.199	0.56	874.999	874.800	0.877	2.661	1.472	3.455	
77	79	39.89	872.14	871.04	1.100	1.000	39.91	7	2.97	3	3.23	PVC. 160ps	140	0.185	0.56	874.800	874.615	2.661	3.575	3.455	4.554	

LINEA DE CONDUCCION POR BOMBEO

DEL TANQUE DE ALIMENTACION A E-79 A TANQUE DE DISTRIBUCION (E-61)

Tiempo de Bombeo:	12.00	Horas
C.M.D:	3.023	L/S
Caudal de Bombeo:	6.046	L/S
Volumen del Tanque de Succion:	130	M3
Diametro Economico:	4	Plg
Cota E-61TD	1000.00	Mts.
Cota E-79 TS	871.04	Mts.
Diferencia de Niveles:	128.96	Mts.
Longitud Tomada:	688.36	Mts.
Pendiente Terreno:	18.73	%
Tipo de Tuberia:	HG	TL
Mod. De Elasticidad de tuberia:	2100000	Kg/cm2
Espesor de Tuberia:	0.602	Cm.
Volumen del Tanque de Distribucion	225	M3

DISEÑO HIDRAULICO

PERDIDAS PARA C.D.T.

Diametro Nominal (plg)	Diametro Interno (plg)	Cte. De Tuberia	V (m/s)	L Diseño (m)	Total de Tubos	Perdida Hf (m)	Hd (m)	Hv (m)	Hm (m)	CARGA DINAMICA TOTAL (m)	GOLPE DE ARIETE (m)	Pto. Critico C.D.T + G.A (m)	Presion de la tuneria (psi)
4	4.263	100	0.66	899.05	150	7.49	128.96	0.02	1.5	137.97	92.53	230.50	329.29

DISEÑO HIDRAULICO RED DE DISTRIBUCION POR BOMBEO PARTE ALTA

NOTA: Para obtener el nivel estatico=999; se le resto 1 m a la cota terreno (C.T.=1000)en E-61, debido a que el tanque estara enterrado

NIVEL ESTATICO = 999

TRAMO	L Tomada (m)	COTA TERRENO		Diferencia de Cotas	% Incremento	L DISEÑO (m)	TOTAL TUBOS	Q Diseño (l/s)	Diametro Nominal (pulg.)	Diametro Interno (pulg.)	TIPO TUBERIA	Cte. de Tuberia	Perdida Hf (m)	V (m/s)	COTA PIEZOMETRICA		PRESION DINAMICA		PRESION ESTATICA		OBSERVACIONES	
		INICIAL	FINAL												INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL				
RAMAL PRINCIPAL																						
61	85	225	1000	948.92	51.080	1.025	230.73	39	5.038	4	4.154	PVC. 160psi	140	0.835	0.58	1000.000	999.165	0.000	50.245	0.000	51.080	
85	86	65	948.92	954.6	5.680	1.004	65.25	11	5.038	3	3.284	HG TL	100	1.382	0.92	999.165	997.783	50.245	43.183	51.080	45.400	PASO AEREO 65 ML
86	88	180	954.6	957.35	2.750	1.000	180.02	31	4.838	3	3.23	PVC. 160psi	140	2.057	0.92	997.783	995.726	43.183	38.376	45.400	42.650	
88	19	160	957.35	957.61	0.260	1.000	160.00	27	4.588	3	3.23	PVC. 160psi	140	1.658	0.87	995.726	994.068	38.376	36.458	42.650	42.390	
19	20	90	957.61	956.19	1.420	1.000	90.01	16	4.388	3	3.23	PVC. 160psi	140	0.859	0.83	994.068	993.209	36.458	37.019	42.390	43.810	
20	25	40	956.19	940.08	16.110	1.078	43.12	8	4.038	3	3.23	PVC. 160psi	140	0.353	0.76	993.209	992.856	37.019	52.776	43.810	59.920	
25	33	60	940.08	938.96	1.120	1.000	60.01	11	3.468	3	3.23	PVC. 160psi	140	0.370	0.66	992.856	992.486	52.776	53.526	59.920	61.040	
33	39	50	938.96	936.83	2.130	1.001	50.05	9	2.768	2 1/2	2.655	PVC. 160psi	140	0.529	0.78	992.486	991.957	53.526	55.127	61.040	63.170	
39	37	40	936.83	933.65	3.180	1.003	40.13	7	2.488	2 1/2	2.655	PVC. 160psi	140	0.348	0.70	991.957	991.609	55.127	57.959	63.170	66.350	
37	44	80	933.65	928.43	5.220	1.002	80.17	14	1.848	2	2.193	PVC. 160psi	140	1.018	0.76	991.609	990.591	57.959	62.161	66.350	71.570	
44	46.1	40	928.43	926.34	2.090	1.001	40.05	7	1.088	1	1.195	PVC. 160psi	140	3.671	1.50	990.591	986.920	62.161	60.580	71.570	73.660	
0																						
RAMAL A																						
20	21.3	110	956.560	961.74	-5.180	1.001	110.12	19	0.350	1	1.195	PVC. 160psi	140	1.238	0.48	993.209	991.971	36.649	30.231	43.440	38.260	
RAMAL B																						
25	24.6	85	940.080	966.38	-26.300	1.047	88.98	15	0.220	1	1.195	PVC. 160psi	140	0.424	0.30	992.856	992.432	52.776	26.052	59.920	33.620	
RAMAL C																						
33	34.5	55	938.960	940.71	-1.750	1.001	55.03	10	0.200	1	1.195	PVC. 160psi	140	0.220	0.28	992.486	992.266	53.526	51.556	61.040	59.290	
RAMAL D																						
39	40	105	936.830	941.2	-4.370	1.001	105.09	18	0.280	1	1.195	PVC. 160psi	140	0.782	0.39	991.957	991.175	55.127	49.975	63.170	58.800	
RAMAL E																						
37	38	55	933.650	935.42	-1.770	1.001	55.03	10	0.200	1	1.195	PVC. 160psi	140	0.220	0.28	991.609	991.389	57.959	55.969	66.350	64.580	
RAMAL F																						
44	45	35	928.430	936.01	-7.580	1.023	35.81	6	0.200	1	1.195	PVC. 160psi	140	0.143	0.28	990.591	990.448	62.161	54.438	71.570	63.990	
RAMAL G																						
44	42	170	928.430	936.63	-8.200	1.001	170.20	29	0.560	1	1.195	PVC. 160psi	140	4.565	0.77	990.591	986.026	62.161	49.396	71.570	63.370	
RAMAL H																						
37	32.2	200	933.650	930.57	3.080	1.000	200.02	34	0.440	1	1.195	PVC. 160psi	140	3.434	0.61	991.609	988.175	57.959	57.605	66.350	69.430	
RAMAL I																						
33	27	150	938.960	934.7	4.260	1.000	150.06	26	0.500	1	1.195	PVC. 160psi	140	3.264	0.69	992.486	989.222	53.526	54.522	61.040	65.300	
RAMAL J																						
25	23	120	940.080	939.72	0.360	1.000	120.00	21	0.350	1	1.195	PVC. 160psi	140	1.349	0.48	992.856	991.507	52.776	51.787	59.920	60.280	

APÉNDICE III: LIBRETA TOPOGRÁFICA CAMINO RURAL

<i>Est</i>		<i>P.o</i>	<i>Ang. H</i>	<i>Min.H.</i>	<i>Seg.H.</i>	<i>Distancia</i>	<i>DESNIVEL</i>
0	E	R0.1	127	59	40	0.00	999.16
0	E	R0.2	134	39	55	55.98	998.64
0	E	1	139	35	50	14.06	998.26
1	E	R1.1	172	8	55	20.36	997.46
1	E	R1.2	172	55	55	11.06	997.51
1	E	R1.3	173	53	40	30.99	1001.77
1	E	2	176	17	40	63.57	1007.71
2	E	R2.1	169	17	15	39.00	1008.88
2	E	R2.2	163	29	40	50.35	1009.28
2	E	R2.3	167	39	50	51.64	1009.34
2	E	3	166	28	25	110.05	1010.24
3	E	R3.1	169	58	15	49.88	1008.66
3	E	4	168	41	35	29.27	1006.42
4	E	R4.1	184	9	15	22.94	1004.54
4	E	R4.2	159	33	0	29.21	1005.43
4	E	5	157	0	50	27.85	1005.89
5	E	R5.1	156	37	40	43.64	1002.60
5	E	R5.2	149	41	15	0.00	1004.41
5	E	6	150	50	30	40.80	1004.88
6	E	7	151	38	45	58.91	999.74
7	E	R7.1	173	6	5	24.62	997.51
7	E	R7.2	170	58	5	5.14	997.52
7	E	R7.3	155	50	55	10.44	998.05
7	E	R7.4	138	32	45	11.34	999.89
7	E	R7.5	127	24	10	27.10	1002.47
7	E	8	129	45	10	22.57	1010.27

<i>Est</i>		<i>P.o</i>	<i>Ang. H</i>	<i>Min.H.</i>	<i>Seg.H.</i>	<i>Distancia</i>	<i>DESNIVEL</i>
8	E	9	145	19	50	75.13	1013.33
9	E	R9.1	29	41	5	105.09	1004.29
9	E	10	33	41	10	11.06	1004.08
10	E	R10.1	141	30	35	34.76	998.64
10	E	R10.2	121	54	50	25.27	997.96
10	E	11	117	13	15	10.39	998.07
11	E	12	75	10	0	67.91	1000.97
12	E	13	84	12	90	34.50	1004.95
13	E	R13.1	76	6	45	18.00	1005.50
13	E	R13.2	87	31	45	41.69	1005.13
13	E	14	91	58	15	76.39	1005.69
14	E	R14.1	103	53	40	13.71	1005.14
14	E	15	93	2	20	33.08	1004.64
15	E	R15.1	82	55	5	80.41	1002.76
15	E	16	84	18	35	27.62	1002.10
16	E	R16.1	89	56	15	27.97	1001.41
16	E	17	98	40	5	69.86	994.90
17	E	18	105	43	40	28.27	991.19
18	E	R18.1	65	7	50	25.13	989.14
18	E	R18.2	76	10	40	42.05	988.27
18	E	19	89	40	10	31.65	991.72
19	E	R19.1	83	24	0	38.59	989.43
19	E	R19.2	83	24	25	63.28	988.36
19	E	20	77	18	45	129.01	997.33
20	E	21	111	5	25	57.67	1001.68
21	E	R21.1	107	49	20	25.79	1002.40
21	E	22	107	19	45	27.10	1001.58
22	E	R22.1	99	7	5	55.97	1000.70
22	E	R22.2	97	5	0	64.19	1001.08

<i>Est</i>		<i>P.o</i>	<i>Ang. H</i>	<i>Min.H.</i>	<i>Seg.H.</i>	<i>Distancia</i>	<i>DESNIVEL</i>
22	E	23	102	49	5	42.24	999.39
23	E	24	122	22	35	86.16	997.71
24	E	25	138	35	40	67.86	999.80
25	E	R25.1	144	8	5	80.79	1004.05
25	E	26	144	56	5	55.93	1005.99
26	E	27	123	32	55	34.88	1007.54
27	E	R27.1	111	20	30	25.47	1009.09
27	E	28	108	0	10	27.84	1011.74
28	E	R28.1	97	18	5	20.30	1013.43
28	E	29	116	48	40	20.35	1015.14
9	E	R09.2	149	24	25	48.76	1015.70
9	E	32	150	41	40	27.16	1016.75
32	E	R32.1	186	50	35	52.93	1020.89
32	E	R32.2	188	13	15	45.34	1025.39
32	E	R32.3	188	47	30	50.37	1029.82
32	E	33	189	25	45	59.50	1036.10
33	E	R33.1	223	9	40	25.20	1039.53
33	E	R33.2	243	12	55	21.57	1042.75
33	E	34	253	33	10	69.90	1054.02
34	E	R34.1	296	48	20	27.67	1057.72
34	E	R34.2	301	27	50	26.98	1060.53
34	E	35	301	40	10	34.14	1065.03

<i>Est</i>		<i>P.o</i>	<i>Ang. H</i>	<i>Min.H.</i>	<i>Seg.H.</i>	<i>Distancia</i>	<i>DESNIVEL</i>
35	E	36	286	14	0	30.42	1067.20
36	E	R36.1	306	18	50	44.08	1071.02
36	E	R36.2	303	58	15	37.47	1076.05
36	E	37	305	40	45	14.55	1077.50
37	E	R37.1	309	36	5	26.60	1080.79
37	E	38	301	17	10	5.36	1081.75
38	E	R38.1	187	26	5	10.49	1083.25
38	E	R38.2	147	2	55	21.82	1086.05
38	E	R38.3	147	35	30	26.81	1089.15
38	E	39	143	50	0	31.88	1091.70
39	E	39.1	141	41	5	47.18	1096.17
39	E	40	146	38	35	27.66	1098.59
40	E	40.1	131	45	20	27.56	1101.58
40	E	41	137	32	55	10.94	1099.77
41	E	41.1	159	54	30	29.76	1102.99
41	E	42	153	30	5	25.50	1105.33
42	E	43	136	41	50	73.58	1113.55
43	E	44	118	42	45	57.67	1116.38
44	E	R44.1	144	37	15	21.17	1117.53
44	E	45	150	5	40	17.00	1118.24
45	E	46	174	38	0	36.86	1121.12
46	E	47	210	57	0	36.41	1123.11
47	E	R47.1	228	52	0	44.02	1124.68
47	E	R47.2	228	35	5	54.76	1126.67
47	E	48	230	46	25	65.04	1130.78
48	E	49	237	54	10	169.87	1135.31
49	E	R49.1	238	53	25	99.93	1132.93
49	E	50	240	18	25	70.14	1136.50

APÉNDICE IV: PLANOS