



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA
SILLÓN ARRIBA Y DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR DEL
CASERÍO POTRERILLOS, ALDEA HACIENDA EL SANTO,
CHIQUIMULA, CHIQUIMULA.**

Juan Pablo Guerra Hernández
Asesorado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Guatemala, octubre de 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SILLÓN
ARRIBA Y DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR DEL CASERÍO POTRERILLOS,
ALDEA HACIENDA EL SANTO, CHIQUIMULA, CHIQUIMULA.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA

FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

JUAN PABLO GUERRA HERNÁNDEZ

ASESORADO POR EL ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

| | |
|------------|-------------------------------------|
| DECANO | Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos |
| VOCAL I | Ing. Glenda Patricia García Soria |
| VOCAL II | Ing. Alba Maritza Guerrero de López |
| VOCAL III | Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón |
| VOCAL IV | Br. José Milton de León Bran |
| VOCAL V | Br. Isaac Sultán Mejía |
| SECRETARIA | Ing. Marcia Ivónne Véliz Vargas |

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

| | |
|------------|-----------------------------------------|
| DECANO | Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos |
| EXAMINADOR | Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa |
| EXAMINADOR | Ing. Juan Merck Cos |
| EXAMINADOR | Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta |
| SECRETARIA | Ing. 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 DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SILLÓN ARRIBA Y DISEÑO DEL EDIFICIO ESCOLAR DEL CASERÍO POTRERILLOS, ALDEA HACIENDA EL SANTO, CHIQUMULA, CHIQUMULA,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, el 21 de febrero de 2008.

Juan Pablo Guerra Hernández

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 10 de septiembre de 2008.
REF. EPS.D.499.09.08.

Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **JUAN PABLO GUERRA HERNANDEZ** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **200230647**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SILLON ARRIBA Y DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR DEL CASERIO POTRERILLOS, ALDEA HACIENDA EL SANTO, CHIQUIMULA, CHIQUIMULA”**.

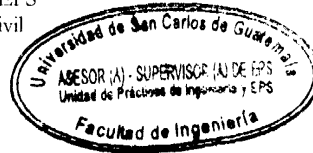
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Dad y Enseñad a Todos”

Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochoa
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo
MAAO/ra

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 10 de septiembre de 2008.
REF. EPS.D.499.09.08.

Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Samuels Milson.

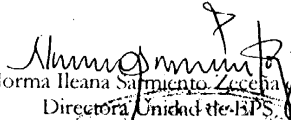
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SILLON ARRIBA Y DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR DEL CASERIO POTRERILLOS, ALDEA HACIENDA EL SANTO, CHIQUIMULA, CHIQUIMULA"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **JUAN PABLO GUERRA HERNANDEZ**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el **Ingeniero Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta**.

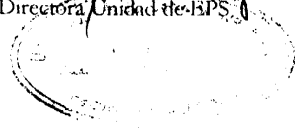
Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor -Supervisor de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todas"


Inga. Norma Ileana Sarmiento Zecena de Serrano
Directora Unidad de EPS



NISZ/ra

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala,
26 de septiembre de 2008

Ingeniero
Sydney Alexander Samuels Milson
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Samuels.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SILLÓN ARRIBA Y DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR DEL CASERÍO POTRERILLOS, ALDEA HACIENDA EL SANTO, CHIQUIMULA, CHIQUIMULA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Juan Pablo Guerra Hernández, quien contó con la asesoría del Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la comunidad del área y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC

/bbdeb.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala,
30 de septiembre de 2008

Ingeniero
Sydney Alexander Samuels Milson
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

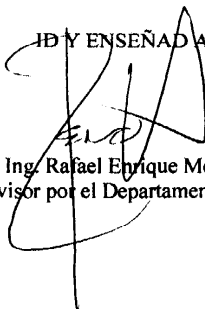
Estimado Ing. Samuels.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SILLÓN ARRIBA Y DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR DEL CASERÍO POTRERILLOS, ALDEA HACIENDA EL SANTO, CHIQUIMULA, CHIQUIMULA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Juan Pablo Guerra Hernández, quien contó con la asesoría del Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.


Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la comunidad del área y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

IB Y ENSEÑADA A TODOS



Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa
Revisor por el Departamento de Hidráulica



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

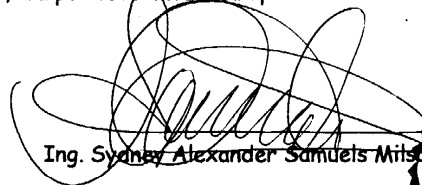
/bbdeb.


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Juan Pablo Guerra Hernández, titulado DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SILLÓN ARRIBA Y DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR DEL CASERÍO POTRERILLOS, ALDEA HACIENDA EL SANTO, CHIQUIMULA, CHIQUIMULA, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Syonay Alexander Samuels Milson



Guatemala, octubre 2008.

/bbdeb.

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.323.2008

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SILLÓN ARRIBA Y DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR DEL CASERÍO POTRERILLOS, ALDEA HACIENDA EL SANTO, CHIQUIMULA, CHIQUIMULA**, presentado por la estudiante universitaria **Juan Pablo Guerra Hernández**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
DECANO

Guatemala, octubre de 2008



/mestras

ACTO QUE DEDICO A:

DIOS

Por haberme brindado la sabiduría necesaria y permitirme alcanzar esta meta.

MIS PADRES

Erol Alfredo Guerra y María Otilia Hernández, por el sacrificio, esfuerzo y apoyo incondicional que me brindaron en el transcurso de mi carrera.

MI HERMANA

Claudia Maribel, por ayudarme y apoyarme en todo momento.

MI FAMILIA

Por la ayuda y apoyo brindados.

AGRADECIMIENTOS A:

MI TÍA JUANA HERNÁNDEZ Por abrirme las puertas de su hogar, el sacrificio y apoyo brindado durante mi estadía en la capital.

MI TÍA LADIE GUERRA Por su constante ayuda a lo largo de mi carrera universitaria.

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS Por brindarme su amistad sincera y apoyo en todo momento.

AL ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA Por la asesoría y el apoyo brindados en la elaboración de este trabajo de graduación.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA En especial a la Facultad de Ingeniería, por haberme brindado la oportunidad de estudiar una carrera universitaria.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--------------------------------|------|
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES | VII |
| LISTA DE SÍMBOLOS | IX |
| GLOSARIO | XI |
| RESUMEN | XIII |
| OBJETIVOS | XV |
| INTRODUCCIÓN | XVII |

1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ALDEA SILLÓN ARRIBA

| | |
|-------------------------------------------|---|
| 1.1 Monografía del lugar | 1 |
| 1.2 Características geográficas | 1 |
| 1.2.1 Ubicación geográfica y colindancias | 1 |
| 1.2.2 Localización | 2 |
| 1.2.3 Vías de acceso | 2 |
| 1.2.4 Clima e hidrografía | 3 |
| 1.2.5 Topografía | 3 |
| 1.3 Características económicas | 3 |
| 1.3.1 Actividad comercial | 2 |
| 1.4 Características socioculturales | 4 |
| 1.4.1 Población | 4 |
| 1.4.2 División política | 4 |
| 1.4.3 Servicios básicos existentes | 4 |
| 1.5 Servicios públicos | 4 |
| 1.5.1 Educación | 4 |
| 1.5.2 Comunicación y transporte | 5 |
| 1.5.3 Salud | 5 |

| | |
|-------------------------------|---|
| 1.5.4 Agua potable y drenajes | 5 |
| 1.5.5 Energía eléctrica | 6 |

2. CONSIDERACIONES GENERALES PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

| | |
|-------------------------------------------------------|----|
| 2.1 Preliminares | 7 |
| 2.1.1 Descripción del proyecto | 7 |
| 2.1.2 Evaluación del sistema actual | 7 |
| 2.1.3 Descripción del sistema a utilizar | 8 |
| 2.1.4 Aforo de los nacimientos de agua | 8 |
| 2.1.5 Análisis de calidad de agua | 9 |
| 2.2 Estudio topográfico | 9 |
| 2.2.1 Altimetría | 9 |
| 2.2.2 Planimetría | 10 |
| 2.3 Elementos que componen un sistema de agua potable | 10 |
| 2.3.1 Captación | 10 |
| 2.3.2 Línea de conducción | 11 |
| 2.3.3 Tanque de almacenamiento | 11 |
| 2.3.4 Desinfección | 12 |
| 2.3.5 Línea de distribución | 13 |
| 2.3.6 Red de distribución | 13 |
| 2.3.7 Obras de arte | 13 |
| 2.3.8 Válvulas | 14 |
| 2.4 Parámetros de diseño hidráulico | 14 |
| 2.4.1 Período de diseño | 14 |
| 2.4.2 Cálculo de la población | 15 |
| 2.4.3 Dotación de agua | 16 |

| | | |
|-------|----------------------------------------------------|----|
| 2.4.4 | Caudal medio diario | 16 |
| 2.4.5 | Caudal máximo diario | 17 |
| 2.4.6 | Caudal máximo horario | 18 |
| 2.5 | Diseño hidráulico | 18 |
| 2.5.1 | Diseño de captación | 18 |
| 2.5.2 | Diseño de la línea de conducción | 19 |
| 2.5.3 | Diseño del tanque de almacenamiento | 25 |
| 2.5.4 | Diseño de la línea de distribución | 26 |
| 2.5.5 | Diseño de la red de distribución | 28 |
| 2.5.6 | Operación y mantenimiento | 28 |
| 2.5.7 | Desinfección | 30 |
| 2.5.8 | Obras de arte | 31 |
| 2.5.9 | Válvulas | 32 |
| 2.6 | Programa de operación y mantenimiento | 32 |
| 2.6.1 | Costo de operación | 32 |
| 2.6.2 | Costo de mantenimiento | 33 |
| 2.6.3 | Costo de tratamiento de agua | 33 |
| 2.6.4 | Costos administrativos | 34 |
| 2.6.5 | Costo de reserva | 35 |
| 2.6.6 | Tarifa propuesta | 35 |
| 2.7 | Desarrollo del proyecto | 36 |
| 2.7.1 | Presupuesto total | 36 |
| 2.7.2 | Integración de costos de materiales y mano de obra | 37 |
| 2.8 | Evaluación ambiental inicial | 47 |
| 2.9 | Evaluación socio-económica | 48 |
| 2.9.1 | Valor presente neto | 48 |
| 2.9.2 | Tasa interna de retorno | 49 |

3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE ALDEA HACIENDA EL SANTO

| | |
|-------------------------------------------|----|
| 3.1 Monografía del lugar | 53 |
| 3.2 Características geográficas | 53 |
| 3.2.1 Ubicación geográfica y colindancias | 53 |
| 3.2.2 Localización | 54 |
| 3.2.3 Vías de acceso | 54 |
| 3.2.4 Clima e hidrografía | 55 |
| 3.2.5 Topografía | 55 |
| 3.3 Características económicas | 55 |
| 3.3.1 Actividad comercial | 55 |
| 3.4 Características socioculturales | 56 |
| 3.4.1 Población | 56 |
| 3.4.2 Religión | 56 |
| 3.4.3 División política | 56 |
| 3.5 Servicios públicos | 56 |
| 3.5.1 Educación | 56 |
| 3.5.2 Comunicación y transporte | 57 |
| 3.5.3 Salud | 57 |
| 3.5.4 Agua potable y drenajes | 57 |
| 3.5.5 Energía eléctrica | 58 |

4. CONSIDERACIONES GENERALES PARA EL DISEÑO DEL EDIFICIO ESCOLAR DEL CASERÍO POTRERILLOS, HACIENDA EL SANTO

| | |
|------------------------------------------------|----|
| 4.1 Preliminares | 59 |
| 4.1.1 Descripción del proyecto a desarrollar | 59 |
| 4.1.2 Reconocimiento del terreno | 60 |
| 4.1.3 Tipo de estructura a diseñar | 60 |
| 4.1.4 Distribución de arquitectónica | 60 |
| 4.1.5 Ensayo triaxial de suelo | 61 |
| 4.2 Normas de diseño para edificios educativos | 61 |
| 4.2.1 Criterios de Iluminación | 61 |
| 4.2.2 Criterios de ventilación | 62 |
| 4.2.3 Área requerida por alumno | 62 |
| 4.2.4 Espacio educativo | 62 |
| 4.2.5 Tamaño del edificio | 64 |
| 4.3 Diseño estructural | 64 |
| 4.3.1 Diseño de estructura de techo | 64 |
| 4.3.2 Diseño de muro | 65 |
| 4.3.2.1 Diseño a flexión | 66 |
| 4.3.2.2 Diseño a corte | 66 |
| 4.3.3 Diseño de vigas | 67 |
| 4.3.4 Diseño de columnas | 69 |
| 4.3.5 Diseño de cimiento corrido | 71 |
| 4.3.6 Diseño de zapatas | 73 |
| 4.3.7 Diseño de instalación hidráulica | 78 |
| 4.3.8 Diseño de instalación sanitaria | 79 |
| 4.3.9 Diseño de instalación eléctrica | 79 |

| | | |
|-------|----------------------------------------------------|-----|
| 4.4 | Desarrollo del proyecto | 80 |
| 4.4.1 | Presupuesto total | 80 |
| 4.4.2 | Integración de costos de materiales y mano de obra | 81 |
| 4.5 | Evaluación ambiental inicial | 96 |
| 4.6 | Evaluación socio-económica | 97 |
| 4.6.1 | Valor presente neto | 97 |
| 4.6.2 | Tasa interna de retorno | 98 |
| | CONCLUSIONES | 101 |
| | RECOMENDACIONES | 103 |
| | BIBLIOGRAFÍA | 105 |
| | APÉNDICES | 107 |
| | ANEXOS | 121 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

| | |
|--------------------------------------------------------|----|
| 1. Localización de la aldea Sillón Arriba | 2 |
| 2. Diagrama de flujo de efectivo agua potable | 49 |
| 3. Diagrama de flujo para tasa interna de retorno agua | 50 |
| 4. Resumen diagrama de flujo proyecto de agua | 50 |
| 5. Mapa de localización de la aldea Hacienda El Santo | 54 |
| 6. Detalle de zapata | 74 |
| 7. Área de chequeo a corte simple | 75 |
| 8. Área de chequeo a corte por punzonamiento. | 76 |
| 9. Diagrama de flujo de efectivo | 98 |
| 10. Diagrama de flujo para tasa interna de retorno | 99 |
| 11. Resumen diagrama de flujo | 99 |

TABLAS

| | |
|----------------------------------------------------|----|
| I. Resumen de costos total agua potable | 36 |
| II. Integración de costos de obra de captación | 37 |
| III. Integración de costos de línea de conducción | 38 |
| IV. Integración de costos de línea de distribución | 39 |
| V. Integración de costos de caja rompe presión | 40 |
| VI. Integración de costos de línea de distribución | 41 |
| VII. Integración de costos de conexión predial | 44 |
| VIII. Integración de costos de paso aéreo | 45 |
| IX. Características generales lámina calibre 28 | 67 |
| X. Propiedades de perfiles tipo "C" | 68 |
| XI. Resumen de total de costos de edificio escolar | 80 |

| | | |
|---------|--------------------------------------------------------|-----|
| XII. | Integración de costos de trabajos preliminares | 81 |
| XIII. | Integración de costos de zapata | 82 |
| XIV. | Integración de costos de cimiento corrido | 83 |
| XV. | Integración de costos de columnas | 84 |
| XVI. | Integración de costos de soleras | 85 |
| XVII. | Integración de costos de levantado de block | 86 |
| XVIII. | Integración de costos de estructura de techo | 87 |
| XIX. | Integración de costos de drenaje sanitario | 88 |
| XX. | Integración de costos de cajas de registro | 89 |
| XXI. | Integración de costos de drenaje pluvial | 90 |
| XXII. | Integración de costos de instalación hidráulica | 91 |
| XXIII. | Integración de costos de iluminación y fuerza | 92 |
| XXIV. | Integración de costos de piso de concreto | 93 |
| XXV. | Integración de costos de artefactos sanitarios | 94 |
| XXVI. | Integración de costos de puertas y ventanas | 95 |
| XXVII. | Tabla de diseño hidráulico | 109 |
| XXVIII. | Libreta topográfica de línea de conducción | 116 |
| XXIX. | Libreta topográfica de línea de distribución | 117 |
| XXX. | Libreta topográfica de ramal 1 | 118 |
| XXXI. | Libreta topográfica de ramal 2 | 118 |
| XXXII. | Libreta topográfica de ramal 3 | 119 |
| XXXIII. | Libreta topográfica de ramal 4 | 119 |
| XXXIV. | Tabla de diámetros internos de tubería P.V.C. | 123 |
| XXXV. | Volúmenes de hipoclorito para lograr solución al 0.10% | 125 |

LISTA DE SÍMBOLOS

| | |
|---------------|------------------------------------------------------|
| r | Tasa de crecimiento de la población, expresado en %. |
| v | Velocidad del flujo en la tubería expresada en m/s. |
| Ø | Diámetro de la tubería expresada en metros. |
| Q | Caudal. |
| P.V.C. | Cloruro de polivinilo. |
| P.S.I | Presión en libras por pulgada cuadrada. |
| Pd | Presión dinámica. |
| hf | Pérdida localizada en metros columna de agua. |
| m.c.a. | Metros columna de agua. |
| CMH | Consumo máximo horario o caudal de distribución. |

| | |
|------------|------------------------------------------------|
| CMD | Consumo máximo diario o caudal de conducción. |
| Qu | Caudal unitario. |
| E- | Indica estación en el aspecto topográfico. |
| R- | Indica radiación en el aspecto topográfico. |
| CT | Cota de terreno. |
| CP | Cota piezométrica. |
| As | Área de acero. |
| f'c | Resistencia nominal a compresión del concreto. |
| f'y | Resistencia a la fluencia del acero. |
| M | Momento. |
| W | Momento resistente. |
| P | Carga puntual. |

GLOSARIO

| | |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Agua potable | Agua que por sus características de calidad es adecuada para el consumo humano. |
| Aforo | Medir el volumen de agua que lleva una sección o una corriente por unidad de tiempo. |
| Altimetría | Parte de la topografía que se refiere a la medición de alturas sobre la superficie terrestre. |
| Carga muerta | Peso que comprenden los elementos permanentes de la estructura, como son vigas, muros, techos, etc. |
| Carga viva | Peso que no se mantiene permanente ni en posición, ni en magnitud sobre la estructura. |
| Caudal | Volumen de agua comúnmente expresado en litros en la unidad de tiempo, segundos. |
| Cloración | Desinfección del agua por medio de cloro. |
| Dotación | Cantidad de agua en litros asignada a un usuario y/o habitante en un día. |
| Demanda de agua | Cantidad de agua que la población requiere para satisfacer sus necesidades básicas. |
| Fuente | Lugar de donde se obtendrá el agua para un acueducto, ésta puede ser superficial o de nacimiento. |
| Hipoclorador | Instrumento que sirve para la dosificación de pequeñas cantidades |

de hipoclorito de calcio en la entrada de un tanque de distribución de agua potable.

Planimetría

Es la proyección del terreno sobre un plano horizontal imaginario, que es la superficie media de la tierra y que toma un punto de referencia para su orientación, que puede ser el norte magnético o astronómico y partiendo de él conocer la orientación de los puntos que se han definido en el estudio.

T.I.R.

Es la tasa de descuento que hace que el valor presente de una oportunidad de inversión sea igual a cero, o sea el interés que hace que los costos sean equivalentes a los ingresos. Es la tasa interna de retorno.

V.P.N.

Es el valor presente neto. Se basa en la creencia de que el valor del dinero se ve afectado por el tiempo en que se recibe.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación contiene un informe sobre dos proyectos elaborados en el Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.) ubicados en dos aldeas que forman parte del municipio de Chiquimula, en la cual se elaboró una investigación sobre las necesidades de infraestructura y servicios básicos de dichas aldeas que forman parte de este municipio.

A través de esta investigación se determinó que se deberán atender las siguientes necesidades:

En la aldea Sillón Arriba, se tiene como prioridad la introducción del servicio de agua potable a toda la aldea, ya que los pobladores de la misma tienen que recorrer grandes distancias para contar con el servicio, por lo que se hizo el estudio correspondiente, que incluye estudios topográficos como altimetría y planimetría, diseño del tanque de distribución, diseño de caja rompe presión, cálculo de diámetros y cantidades de tubos, tanto para la conducción como para la distribución, después se procedió a realizar los planos, y presupuesto.

En el caso del Caserío Potrerillos se tiene como prioridad la construcción de un edificio escolar a nivel primario, para lo cual se diseñó desde la estructura de techo hasta lo que es la cimentación de la misma.

Con lo anterior, se cumple el objetivo del Ejercicio Profesional Supervisado, ya que para este caso se está prestando el Servicio Técnico Profesional a las comunidades más necesitadas del municipio de Chiquimula.

OBJETIVOS

General:

- ✓ Diseño del sistema de agua potable de la aldea Sillón Arriba y diseño de la edificación escolar para el caserío Potrerillos, aldea Hacienda El Santo, del municipio y departamento de Chiquimula.

Específicos:

1. Mejorar el nivel de vida de los habitantes de la aldea Sillón Arriba, mediante un diseño adecuado del sistema de agua potable.
2. Elevar el nivel de vida de los habitantes de la aldea Sillón Arriba, mediante el diseño de un sistema de agua potable que permita llevar el servicio a las 57 viviendas de la comunidad de una manera eficiente.
3. Brindar al caserío Potrerillos las instalaciones adecuadas para atender a la población estudiantil de nivel primario, en las cuales los niños cuenten con diferentes salones para los diferentes grados, así como un salón destinado para el área de dirección, cocina, bodega, y servicios sanitarios.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de graduación contiene el diseño de dos proyectos elaborados mediante el Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.) de la Facultad de Ingeniería. Los proyectos consisten en el diseño del sistema de agua potable para la aldea Sillón Arriba y el diseño de un edificio escolar para el caserío Potrerillos, aldea Hacienda El Santo, del municipio de Chiquimula, departamento de Chiquimula.

Para conocer las deficiencias de las comunidades fue necesario una investigación y coordinación, tanto de las autoridades municipales como de los miembros del consejo comunal de desarrollo (COCODE), para determinar las necesidades de infraestructura y servicios básicos de las comunidades ya mencionadas.

En el caso del diseño del sistema de agua potable, ha sido necesario realizar el diseño, ya que la aldea no cuenta con un sistema eficiente que satisfaga la demanda de la población de la aldea Sillón Arriba, y de esta forma mejorar las condiciones de vida referente a la salubridad de las personas residentes, aplicando para ello conceptos y métodos correspondientes a la rama de la ingeniería civil.

Para el caso del diseño de la edificio escolar del caserío Potrerillos, se diseñaron las instalaciones con la cantidad necesaria de salones para impartir las clases de una manera adecuada, y así poder proporcionar a los niños de la aldea las condiciones necesarias para que puedan tener una mejor educación, y poder contribuir al desarrollo del caserío.

1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ALDEA SILLÓN ARRIBA

1.1 Monografía del lugar

La aldea Sillón Arriba pertenece al municipio de Chiquimula, departamento de Chiquimula, durante el período hispánico a este departamento se le conoció como “Corrimiento de Chiquimula” y de igual forma es mencionada en la constitución política de la república de Estado de Guatemala decretada el 11 de octubre de 1,825. Más tarde por decreto de la asamblea constituyente del 4 de noviembre del mismo año fue erigido como departamento, según decreto del 12 de septiembre de 1,839: debido a lo extenso de su territorio, por decreto del ejecutivo No. 30 del 10 de noviembre de 1,871, este se dividió en dos departamentos los cuales en la actualidad son Chiquimula y Zacapa.

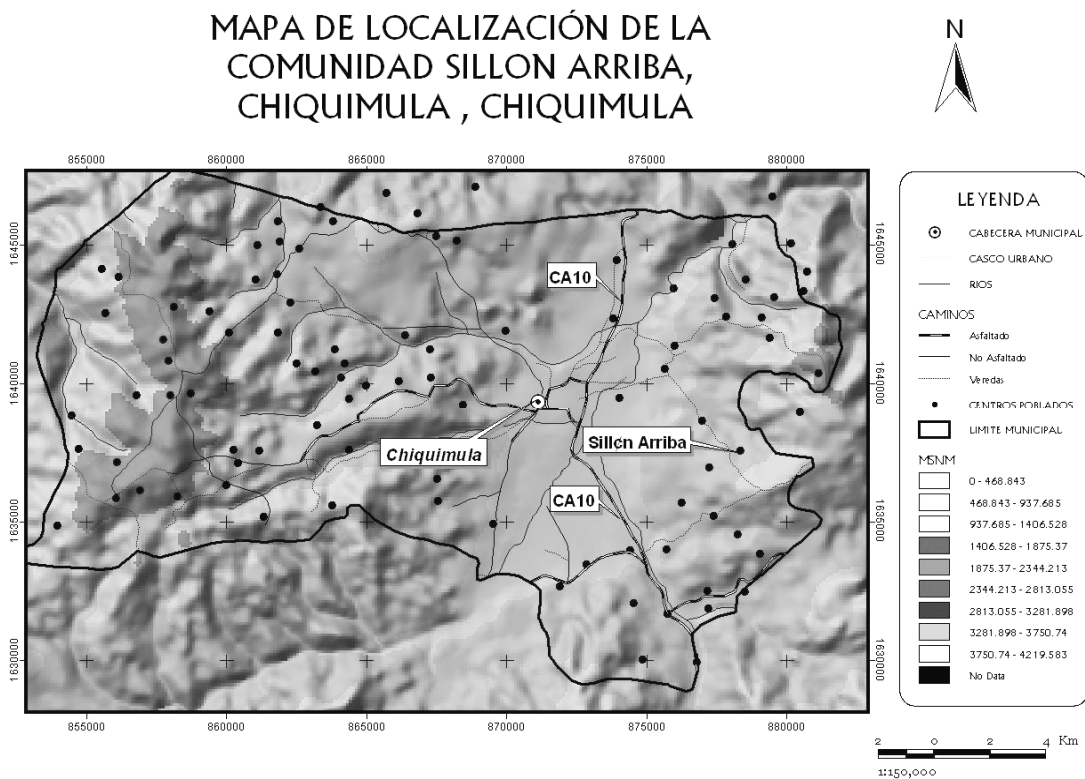
1.2 Características geográficas

1.2.1 Ubicación geográfica y colindancias

La aldea Sillón Arriba está ubicada en el lado este del municipio de Chiquimula, la distancia de la cabecera departamental hacia la aldea es de aproximadamente 4 kilómetros y desde la ciudad de Guatemala a 171 kilómetros, dentro de sus colindancias están: al norte con la aldea Sillón Abajo, al sur con la aldea Hacienda El Santo, al este colinda con el municipio de Jocotán, al oeste colinda con la aldea Los Vidal Hacienda El Santo.

1.2.2 Localización

Figura 1. Localización de la aldea Sillón Arriba



Fuente: Elaboración propia

1.2.3 Vías de acceso

Posee dos entradas, una por el lado de la aldea el morral que está aproximadamente a 2 kilómetros de esta, y otra del lado de la aldea Hacienda El Santo que está aproximadamente a 0.5 kilómetros, las dos estradas se encuentran sobre la carretera interamericana CA-10, una en el kilómetro 166 y la otra en el kilómetro 172 aproximadamente, los dos accesos a esta aldea son de terracería, en el cual se necesita de un transporte de doble tracción, ya que

la pendiente del camino es bastante considerable y en época lluviosa se hace difícil el acceso a la misma.

1.2.4 Clima e hidrografía

La aldea Sillón Arriba se encuentra en las montañas del este del municipio de Chiquimula, se ubica a una altura de 507 sobre el nivel del mar, debido a esto las temperaturas que se presentan en la aldea son un poco menores a las que se presentan en la cabecera departamental que está ubicada a 423 metros sobre el nivel del mar, de tal manera que en la aldea se presentan durante el año temperaturas que oscilan entre los 20 °C y 25 °C, en comparación con la cabecera departamental en la cual según el INSIVUMEH las temperaturas oscilan entre los 25 °C y 33 °C y una temperatura mínima de 20 °C.

1.2.5 Topografía

La topografía de la aldea Sillón arriba es en su mayoría quebrada, debido a que se encuentra en la parte de arriba de las montañas que se ubican en el este del municipio de Chiquimula.

1.3 Características económicas

1.3.1 Actividad comercial

La actividad comercial en la aldea Sillón Arriba, se basa principalmente en la crianza de animales de corral como aves de corral, cerdos, y crianza de ganado en mayor cantidad, también se cultiva lo que es el maíz pero este cultivo es principalmente para el uso propio de las familias.

1.4 Características socioculturales

1.4.1 Población

La población actual de la aldea Sillón Arriba es de aproximadamente 342 habitantes, contando con 57 familias, la mayoría de la población es indígena pertenece a la etnia chortí que se dedica a la agricultura, la aldea está organizada por medio de un consejo comunitario de desarrollo (COCODE), integrado por un presidente, vicepresidente, secretario, tesorero y vocales.

1.4.2 División política

El municipio de Chiquimula se divide en 37 aldeas y 50 caseríos, y la ciudad de Chiquimula es elevada como tal el 29 de junio de 1,821.

1.4.3 Servicios básicos existentes

Entre los servicios básicos existentes se encuentran el servicio de agua potable, alumbrado público, servicio de telefonía fija en los hogares, etc., estos servicios se describen de una mejor manera a continuación.

1.5 Servicios públicos

1.5.1 Educación

Actualmente en la Aldea existe un edificio escolar llamado Escuela Oficial Rural Mixta Aldea Sillón Arriba, donde se imparte el nivel pre-primario y primario en la jornada matutina a la cual asisten alrededor de cien alumnos, también

existe una escuela la cual acaba de ser terminada, y por lo tanto no tiene nombre y hasta este año empezará a funcionar.

1.5.2 Comunicación y transporte

Existen vías de comunicación entre la cabecera municipal y la aldea, aún cuando son caminos rurales en general; por ello se estima que cerca del 80 % de la población utiliza el transporte colectivo extra-urbano, un 10 % en vehículo particular pick-up, bestias y otros medios.

Los habitantes del municipio no cuentan con servicio de Correo, los habitantes de la aldea si cuentan con servicio de telefonía fija, además que una parte de la población cuenta con el servicio de telefonía celular.

1.5.3 Salud

Actualmente en la aldea no existe ningún centro de salud que atienda a la población de la misma, por lo que los habitantes tienen que dirigirse a la ciudad de Chiquimula para que sus necesidades sean atendidas, generando con esto una serie de problemas para atender los casos de emergencia que se presenten en la aldea.

1.5.4 Agua potable y drenajes

Actualmente la aldea cuenta con un sistema de agua potable el cual no satisface las necesidades de la población, ya que las personas cuentan con el servicio sólo a tempranas horas de la mañana, por lo que en el resto del día deben de recorrer grandes distancias para poder llevar el agua desde el nacimiento hasta sus viviendas.

Con respecto a los drenajes, la aldea no cuenta con un sistema definido de drenajes de aguas negras, la mayoría de la población que cuenta con letrinas en sus hogares, pero en el caso de las aguas servidas estas son vertidas directamente a los ríos que se encuentran en la aldea, y esto provoca la contaminación de los mismos.

1.5.5 Energía eléctrica

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

2. DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA SILLÓN ARRIBA.

2.1 Preliminares

2.1.1 Descripción del proyecto

El proyecto consiste en captar el agua desde los nacimientos que se encuentran en la parte alta de las montañas de la aldea, a partir de ahí el agua será conducida por la tubería por medio de gravedad hasta un tanque de distribución de 30 m³ (E-38), a partir de este punto es donde comienza la línea de distribución para la aldea Sillón Arriba, mediante una red de distribución abierta, esto quiere decir que a partir de una línea de tubería central se conectarán una serie de ramales para la distribución de agua potable en todas las viviendas que se encuentran en la aldea.

2.1.2 Evaluación del sistema actual

En la actualidad la aldea Sillón Arriba se abastece de agua, mediante un sistema de agua potable, el cual es obsoleto para la cantidad de habitantes que tiene la aldea, este presenta una serie de deficiencias por las cuales el sistema no es capaz de satisfacer la demanda de agua potable que la aldea necesita, ya que no cuenta con un estudio previo a su construcción, existen un gran número de viviendas que no cuentan con el servicio, y las personas tienen que recorrer grandes distancias para poder llevar el agua a sus hogares, dando con esto una serie de problemas de salud para los habitantes de la comunidad.

2.1.3 Descripción del sistema a utilizar

Para el caso del presente proyecto se utilizará un sistema impulsado por gravedad, desde la captación, conducción y distribución, ya que las condiciones del terreno son las adecuadas para la utilización de este sistema.

2.1.4 Aforo de los nacimientos de agua

El aforo de los nacimientos de agua que se proponen para la realización de este proyecto se realizó con una cubeta de un volumen de 5 galones (18.92 lts.) llenándola en 6 ocasiones para tomar un tiempo promedio de estos 6 tiempos, el cual fue de 60 segundos, de lo que se tiene:

Q= caudal (volumen/ tiempo)

Volumen= 18.92 lts

Tiempo= 60 segundos

$$Q = \frac{18.92 \text{ litros}}{6.25 \text{ segundos}} = 3.03 \frac{\text{litros}}{\text{segundo}}$$

Es válido hacer mencionar que el aforo se realizó en el mes de octubre, de tal manera que es recomendable realizar el aforo en época de verano o estiaje, para poder recolectar información de los nacimientos de agua en época en las cuales el afluente de agua es más crítico, de tal manera que los aforos que se realizan en los meses de invierno, se le aplique un porcentaje de reducción que comprende valores entre 35% y 50%.

2.1.5 Análisis de calidad de agua

Son aquellos que nos servirán para determinar las características del agua de los nacimientos que se emplearán para abastecer a la población, son básicamente 2 exámenes de agua, los cuales son el examen físico químico y el examen bacteriológico, para el caso del físico químico la muestra se presenta en un recipiente de un galón, este debe ser de vidrio o plástico, es importante mencionar que estos recipientes deben ser hervidos o esterilizados previo a la recolección de la muestra, para el caso del examen bacteriológico, se deben tomar las muestras en un recipiente de 100 mililitros, existen en el mercado bolsas de este volumen las cuales vienen selladas y esterilizadas para una toma de muestras de una manera más higiénica, con esto se pueden tener resultados más exactos.

Las muestras deben ser analizadas por la institución correspondiente en un lapso menor a 24 horas desde el momento en que fueron recolectadas las muestras, estas deben permanecer en refrigeración desde el momento de la toma hasta el momento del análisis en el laboratorio.

Para el proyecto de agua potable de la aldea Sillón Arriba, se utilizó el procedimiento y los recipientes expuestos anteriormente, los exámenes de calidad de agua fueron realizados en la Jefatura de Salud Pública y el Ministerio de Ambiente del municipio de Chiquimula.

2.2 Estudio topográfico

2.2.1 Altimetría

Para el caso de un proyecto de agua potable el método más adecuado es el método taquimétrico, por medio de la altimetría se determinan

las variaciones de la altura que posee el terreno, en este tipos de proyectos estas variaciones de altura son muy importantes ya que como el sistema funcionará a gravedad es de suma importancia conocer de una forma más exacta el terreno, con esta información se puede tener un mejor conocimiento de las presiones que se van a presentar en el sistema.

Para el presente proyecto se utilizó el sistema taquimétrico, el cual consiste en tomar lecturas de los ángulos verticales de cada estación que se esté observando, así como las lecturas de los hilos taquimétricos que se leen sobre el estadal en cada estación; posteriormente se procede a través de relaciones geométricas a encontrar las diferencias de nivel existentes y distancia horizontal entre cada una de en cada una de las estaciones que se están observando, dando como resultado el perfil que presenta el terreno.

2.2.2 Planimetría

Por medio de la planimetría se pueden obtener las distancias horizontales entre las diferentes estaciones, y en casos en los cuales se presentan obstáculos entre las estaciones y así poder determinar la manera de tratarlos con algún método en especial; así también en el caso de las viviendas que contarán con el servicio de agua potable, con los datos obtenidos se puede proceder a dibujar la planta general del terreno donde se desarrollará el proyecto.

2.3 Elementos que componen un sistema de agua potable

2.3.1 Captación

Se conoce como captación a todas aquellas obras en las cuales el agua va a ser conducida desde el nacimiento y va a ser almacenada para su

posterior distribución, estas obras deben resguardar el agua de la contaminación, raíces, algas y diversos tipos de microorganismos no deseados.

También deben de poseer la cualidad de poder ser operados e inspeccionados de una forma eficiente.

La captación para el caso de la aldea Sillón Arriba se realizará por medio de nacimientos de agua, en la cual el tanque de almacenamiento y demás partes deberán estar aislados de personas, animales o cualquier otro medio de que pueda contaminar el agua.

2.3.2 Línea de conducción

Se entiende por línea de conducción como aquel tramo de tubería que comprende desde la fuente, hasta el tanque de distribución y/o almacenamiento, para este proyecto la línea de conducción va desde la estación A hasta la estación 38.

2.3.3 Tanque de almacenamiento y distribución

El volumen de los tanques de almacenamiento o distribución se calculará de acuerdo con la demanda real de las comunidades. Cuando no se tengan los estudios de dichas demandas, en sistemas en los cuales se emplea la gravedad se puede tomar un valor entre 25% y 35% del consumo medio diario.

El tanque debe cumplir con tres propósitos principales:

- ✓ Garantizar presiones de servicio adecuadas a los requerimientos de la población a servir.
- ✓ Tener almacenamiento en caso de emergencia.

- ✓ Compensar variaciones horarias que se produzcan durante el día.

El tanque de distribución ubicado en la aldea Sillón Arriba es de forma semienterrado, cuenta con un volumen de 30 m³, en los casos en los cuales el tanque de almacenamiento es de concreto ciclópeo (como en el presente caso), deberá cubrirse con losa de concreto reforzado.

2.3.4 Desinfección

Para este caso lo primero que se hace es determinar el volumen del tanque, la cantidad de desinfectante se determina de la siguiente manera: en el caso de una desinfección al 5% se debe agregar 50 gr. de cloro por cada litro de agua, para el caso de una desinfección al 10% se deben agregar 100 gr. de cloro por cada litro de agua aproximadamente.

Para este caso de desinfección de agua por medio de hipoclorito de calcio, que es el más utilizado se tiene el siguiente procedimiento:

- ✓ Introducir la solución de cloro en los depósitos de agua potable.
- ✓ Inmediatamente después se llena el tanque completamente de agua.
- ✓ Se deben abrir los grifos hasta que aparezca el agua clorada.
- ✓ El agua clorada debe permanecer al menos durante 4 horas en el tanque.
- ✓ Por último, el tanque y tuberías deben vaciarse y lavarse con agua potable hasta que el agua ya no tenga sabor ni olor a cloro.

La Jefatura de Salud y el Ministerio de Ambiente de la ciudad de Chiquimula, recomiendan que el método de desinfección del agua consiste en aplicar una cantidad de hipoclorito de calcio igual al 65% del volumen total del

tanque de almacenamiento, para poder obtener una solución al 10%, ya que el examen bacteriológico dio como resultado que una de las fuentes contenía numerosas colonias de bacterias, por lo que no es segura para el consumo humano hasta que se proceda a desinfectarla con este tipo de tratamiento.

2.3.5 Línea de distribución

Se define como línea de distribución a aquel tramo de tubería de el cual se conectan una serie de ramales los cuales van a suplir de agua potable a los diversos sectores de la aldea, ya que las casas se encuentran ubicadas de una forma dispersa en la aldea, para este caso la línea de distribución está comprendida de la estación 38 a la estación 81.

2.3.6 Red de distribución

Existen dos tipos de redes de distribución: la red abierta y la red cerrada, para el caso de este proyecto se trabajó con una red de tipo abierta ya que esta es la más adecuada para acueductos rurales, una red abierta es aquella en la cual parten una serie de ramales abiertos de la línea central de distribución y terminan en conexiones prediales o intradomiciliares, llena cántaros, etc. En el diseño de esta red se debe de tener en cuenta el crecimiento de la población de la aldea para llevar a cabo posibles ampliaciones en un futuro.

2.3.7 Obras de arte

Se llaman obras de arte a todas aquellas obras de mampostería las cuales están diseñadas para asegurar, bajo cualquier condición el flujo de agua durante todo el año, entre estas obras de arte tenemos lo que son las obras de

captación, caja rompe presión, cajas de válvulas, pasos aéreos, pasos de zanjón, etc.

2.3.8 Válvulas

Son accesorios que se utilizan para regular y controlar el flujo de agua en la tubería, este proceso puede ser desde cero (válvula totalmente cerrada), hasta de flujo (válvula totalmente abierta), y el flujo pasa por todas las posiciones intermedias entre estos dos extremos.

Todos los tipos de válvulas recaen en nueve categorías: válvulas de compuerta, válvulas de globo, válvulas de bola, válvulas de mariposa, válvulas de apriete, válvulas de diafragma, válvulas de macho, válvulas de retención y válvulas de desahogo (alivio).

2.4 Parámetros de diseño hidráulico

2.4.1 Período de diseño

Es aquel período de tiempo en el cual la obra dará un servicio satisfactorio para la población que ha sido diseñado el proyecto. Para proponerlo se debe tener en cuenta la vida útil de los materiales, población, costos, la manera en la cual se comportará la obra en sus primeros años, y la posibilidad de futuras ampliaciones, esto último dependerá de la fuente de agua. Para el caso de un sistema de agua potable conducido por gravedad, es de 20 años, y a este período se le agrega un año más de trámites, esto quiere decir que el período de diseño va a ser de 21 años, este es el período de diseño que se tomará para el proyecto de la aldea Sillón Arriba.

2.4.2 Cálculo de la población

El crecimiento poblacional en el medio rural guatemalteco es geométrico, del orden del 2%. Cuando no se cuenta con datos estadísticos, no es posible emplear la ecuación del crecimiento geométrico ($N = n (1+r)^s$). Es necesario entonces recurrir al número de viviendas y al número promedio de habitantes por vivienda.

La población futura y la dotación son parámetros que determinan el caudal medio, este caudal medio por un factor de consumo determina el caudal de conducción y distribución, a continuación se hace el cálculo de la población futura para este proyecto:

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

Donde:

Pf: Población futura

Po: Población inicial

r: tasa de crecimiento anual (expresada en decimales)

n: Período de diseño

Para el caso específico de la aldea Sillón Arriba, el cálculo es el siguiente:

La población actual es de 342 habitantes (Po), la tasa de crecimiento anual del área rural del municipio de Chiquimula es de 2.5% y el período de diseño (n) como se mencionó con anterioridad es de 21 años, por lo que la población se calcula a continuación.

$$Pf = 342(1+0.025)^{21}$$

De lo anterior, la población futura es de aproximadamente de 577 habitantes.

2.4.3 Dotación de agua

Se define como la cantidad de agua que se le proporciona o asigna a cada habitante de una población en un día. Se le representa con la letra D y se expresa en litros por habitante por día (lt/hab/día). La dotación para una comunidad rural depende de las costumbres de la población, del clima, del tipo y magnitud de la fuente, de la calidad del agua, de la actividad productiva y de la medición del consumo.

Existen diversos valores por los que se puede optar para poder determinar la dotación, a continuación se presentan los mismos:

- ✓ Servicio a base de llenacántaros: de 40 a 60 lt/hab/día.
- ✓ Servicio mixto de llenacántaros y conexiones prediales: de 60 a 90 lt/hab/día.
- ✓ Servicio de conexiones prediales fuera del domicilio: de 60 a 120 lt/hab/día.
- ✓ Servicio de conexiones intradomiciliares, con opción a varias unidades por vivienda: 90 a 150 lt/hab/día.

Para el caso del presente proyecto se optó por utilizar una dotación de 100 lt/hab/día, con el sistema de conexiones prediales, ya que es el más aconsejable cuando se están trabajando acueductos rurales.

2.4.4 Caudal medio diario

Es la cantidad de agua que se le proporciona o asigna a cada habitante de una población en un día, la cual se obtiene como el promedio de los consumos diarios en el período de un año. Se le representa como Qm.

Este se representa por medio de la siguiente fórmula:

$$Q_m = \frac{\text{Dotación} * (\text{Población futura})}{86,400 \text{ seg/día}}$$

Para el caso del presente proyecto se obtiene el siguiente valor de caudal medio diario:

$$Q_m = \frac{100 \text{ lt/hab/día} * (577 \text{ habitantes})}{86,400 \text{ seg/día}} = 0.67 \text{ lt/seg}$$

2.4.5 Caudal máximo diario

Es el consumo máximo en el transcurso de 24 horas, observado en el período de un año, este será el producto de multiplicar el caudal medio diario por un factor que oscile entre 1.2 y 1.5, para el caso de estos valores es recomendable tomar las siguientes consideraciones:

- ✓ 1.5 para poblaciones futuras menores de 1,000 habitantes.
- ✓ 1.2 para poblaciones futuras mayores de 1,000 habitantes.

Para proyecto de la aldea Sillón Arriba el factor es de 1.5 ya que la población no supera los 1,000 habitantes.

Está representado por la siguiente fórmula:

$$\text{CMD} = Q_M * 1.5$$

Para el presente proyecto se obtiene el siguiente valor:

$$\text{CMD} = 0.67 \text{ lt/seg} * 1.5 = 1.00 \text{ lt/seg}$$

Este es el caudal para el diseño de la línea de conducción del proyecto.

2.4.6 Caudal máximo horario

Este es consumo máximo en una hora, observado en un período de un año, este se utiliza para el diseño de la línea de distribución, para el cálculo del mismo existen factores los cuales son los siguientes:

- ✓ 2.5 para poblaciones futuras menores de 1,000 habitantes.
- ✓ 2.2 para poblaciones futuras mayores de 1,000 habitantes.

Para proyecto de la aldea Sillón Arriba el factor es de 2.5 ya que la población no supera los 1,000 habitantes.

Está representado de la siguiente manera:

$$\text{CMH} = Q_M * 2.5$$

$$\text{CMH} = 0.67 \text{ lt/seg} * 2.5 = 1.68 \text{ lt/seg}$$

Este será el caudal de distribución para la aldea Sillón Arriba.

2.5 Diseño hidráulico

2.5.1 Diseño de captación

Para el diseño de la captación se debe tener en cuenta que el fin básico de estas obras de arte es principalmente asegurar bajo cualquier condición el

flujo de agua en la tubería durante todo el año y la captación necesaria de agua para satisfacer la demanda de la población.

El tipo de obra a construir será en función de las características de la fuente, para el caso del proyecto de agua de la aldea Sillón Arriba se deberá construir una captación de manantial de ladera concentrado, ya que la fuente es subterránea con afloramiento horizontal de agua.

2.5.2 Diseño de la línea de conducción

La línea de conducción está comprendida desde la captación hasta el tanque de distribución, para el caso del proyecto de la aldea Sillón Arriba, esta línea de conducción abarca de la estación A que es la fuente hasta la estación 38, que es donde va a estar ubicado el tanque de distribución de 30 m³.

Para el diseño de la línea de conducción se debe tener en cuenta que no se debe sobrepasar la presión de trabajo de la tubería, se recomienda trabajar presiones menores de 90 metros columna de agua, cabe mencionar que la presión estática es aquella que corresponde a la presión que el agua ejerce dentro de la tubería cuando no hay consumo por parte de la población.

En el caso de la línea de conducción de este proyecto se puede observar que la diferencia de presiones entre la estación A (fuente) que tiene una cota de terreno igual a 1000 m. y la estación 38 (tanque de distribución de 30 m³) que tiene una cota de terreno igual a 905.13 m. es de 94.87 metros columna de agua de presión estática, es válido mencionar que se optó el criterio de no colocar caja rompe presión debido a que, si bien es cierto se sobrepasa los 90 m.c.a. (metros columna de agua) la presión no es muy grande, y la tubería que se utilizará es resiste como máximo 110 m.c.a.

A continuación se expone el diseño de la línea de conducción:

Estación A que tiene una cota de terreno igual a 1000 metros.

La carga real disponible es la diferencia entre sus cotas de terreno, las cuales son: 1000-905.13, que da como resultado 94.87 m.c.a., a este dato de presión se le restará una cantidad de metros columna de agua, debido a que al final esta cantidad que le restemos va a ser lo que nos señale la presión de llegada, la cual se debe mantener dentro de los límites de 10 a 40 m.c.a., al final se podrá observar que la presión de llegada va a estar comprendida dentro de estos valores.

Para este caso la hf disponible es de 94.87 m.c.a.- 40 m.c.a. = 54.87 m.c.a. y la longitud del tramo es de 1205.75 metros.

Para el diseño de la línea de conducción se utilizará la ecuación de Hazen y Williams que se expresa de la siguiente forma:

$$hf = \frac{1743.811 * L * Q^{1.85}}{C^{1.85} * D^{4.87}}$$

Despejando D:

$$D = \left[\frac{1743.811 * L * Q^{1.85}}{C^{1.85} * hf} \right]^{1/4.87}$$

Donde los parámetros de la ecuación son los siguientes: longitud del tramo (L), carga y/o pérdida disponible (hf) del tramo, el coeficiente de rugosidad, que para este caso por ser tubería P.C.V. será de 150, el caudal (Q) que en este caso es el caudal de conducción y el diámetro de la tubería (D).

Sustituyendo datos se obtiene el diámetro teórico:

$$D = \left[\frac{1743.811 * 1205.75 \text{ mt.} * (1.01 \text{ lt/seg})^{1.85}}{150^{1.85} * 54.87 \text{ mt.}} \right]^{1/4.87}$$

$$D = 1.31 \text{ pulgadas}$$

Este diámetro es teórico, y por lo tanto se deben de tomar los diámetros comerciales que son menores que los diámetros internos, para esto se tomarán dos diámetros un superior y un inferior para poder determinar cuál de los dos es el que nos produce menores pérdidas, se utilizará tubería con diámetros comerciales de Ø 1 ¼" y de 1" ya que:

Diámetro interno uno (Ø 1 ¼")= 1.532" (diámetro mayor)

Diámetro interno dos (Ø 1")= 1.195" (diámetro mayor)

A continuación se procede a calcular las pérdidas para cada uno de estos diámetros con los siguientes datos:

Diámetro interno uno:

L=1,205.75 mts. (Longitud comprendida entre estación A y estación 38)

Caudal de conducción (Q)=1.01 lt/seg

Coefficiente de la tubería P.V.C. (C)= 150

Diámetro interno= 1.532"

$$hf_1 = \frac{1743.811 * 1205.75 * 1.01^{1.85}}{150^{1.85} * 1.532^{4.87}} = 25.28 \text{ mts.}$$

Para el cálculo de la pérdida para el diámetro interno dos, los datos son los mismos pero con diámetro interno dos iguales a 1.195", sustituyendo se tiene:

$$hf_2 = \frac{1743.811 * 1205.75 * 1.01^{1.85}}{150^{1.85} * 1.195^{4.87}} = 84.76 \text{ mts.}$$

En este punto hay que hacer el chequeo de que la pérdida de hf_1 sea menor a la carga disponible, y la pérdida de hf_2 debe ser mayor a esta; para este caso vemos que se cumplen las dos debido a que la carga disponible es de 54.87 mts.

A continuación se procede a calcular la longitud dos, es decir que longitud debe tener la tubería uno conociendo la pérdida que tiene esta, se calcula con la siguiente ecuación:

$$\text{Longitud 2} = \frac{\text{Carga disponible del tramo (hf)} - hf_1}{hf_2 - hf_1} * \text{Longitud del tramo}$$

Sustituyendo datos se tiene:

$$\text{Longitud 2} = \frac{54.87 - 25.28}{84.76 - 25.28} * 1205.75$$

De esto se tiene que la Longitud dos= 599.83 mts.

Por lo tanto, la longitud uno se calcula restándole a la longitud total la longitud dos.

Longitud uno=1205.75 mts.- 599.83 mts.=605.92 mts.

Como ya se conocen las longitudes para cada diámetro de tubería se procede a calcular el número de tubos que se van a utilizar, esto se hace dividiendo la longitud del tramo dentro de los seis metros que tiene un tubo.

No. de tubos= Longitud del tramo

6 mts. / tubo

$$\text{No. de tubos } \varnothing 1\frac{1}{4}'' = \frac{605.92 \text{ mts.}}{6 \text{ mts./tubo}} = 101 \text{ tubos}$$

$$\text{No. de tubos } \varnothing 1'' = \frac{599.83 \text{ mts.}}{6 \text{ mts./tubo}} = 100 \text{ tubos}$$

Estas son las longitudes reales para cada una de las tuberías, a continuación se procede a calcular las pérdidas reales para cada una de ellas y la sumatoria de pérdidas debe ser igual a la carga disponible total del tramo.

$$hf_1 = \frac{1743.811 * 605.92 * 1.01^{1.85}}{150^{1.85} * 1.532^{4.87}} = 12.70 \text{ mts.}$$

$$hf_1 = \frac{1743.811 * 599.83 * 1.01^{1.85}}{150^{1.85} * 1.195^{4.87}} = 42.17 \text{ mts.}$$

Haciendo la sumatoria de las dos pérdidas se tiene 12.70 m.c.a. + 47.17 m.c.a. = 54.87 m.c.a. de tal manera se puede comprobar que el cálculo esta realizado de una forma correcta.

Después se procede a calcular las cotas piezométricas con las siguientes ecuaciones:

Cota piezométrica uno= Cota inicial de terreno –hf

Sustituyendo datos se tiene:

Cota piezométrica uno= 1000 mts. – 12.70 mts.= 987.30 mts.

Cota piezométrica dos= Cota inicial de terreno – (hf₁- hf₂)

Sustituyendo datos se tiene:

Cota piezométrica dos= 1000 mts. – (12.70+42.17).= 945.13 mts.

Ya teniendo las cotas piezométricas se procede a hacer un chequeo de las velocidades de diseño, las cuales deben de estar dentro del rango de los 0.40 mts/seg y 3.00 mts/seg e incluso puede llegar hasta los 4.00 m/seg en condiciones especiales de topografía del terreno, esto se hace con las siguientes ecuaciones:

$$\text{Velocidad}(V) = \frac{1.974 * \text{Caudal de distribución (CMD)}}{\text{Diámetro interno}^2}$$

$$\text{Velocidad 1} = \frac{1.974 * 1.01 \text{ lt/seg}}{(1.532)^2} = 0.85 \text{ mt /seg}$$

$$\text{Velocidad 2} = \frac{1.974 * 1.01 \text{ lt/seg}}{(1.195)^2} = 1.4 \text{ mt /seg}$$

De lo anterior se puede ver que cada una de las velocidades está dentro de los parámetros de velocidad recomendados.

Por último se procede chequear la presión dinámica de llegada, la cual debe estar dentro del rango de los 10 m.c.a. y 40 m.c.a.

Presión dinámica de llegada: Cota piezométrica 2 – Cota de terreno final

Presión dinámica de llegada = 945.13 – 905.13= 40 m.c.a.

Con esto concluye lo que es el diseño de la línea de conducción.

2.5.3 Diseño del tanque de almacenamiento

Para el diseño del tanque de distribución o de almacenamiento se hace necesario conocer algunos parámetros establecidos, tanto por su función como por su posicionamiento con respecto a la red de distribución.

Estos parámetros son:

- ✓ Capacidad del tanque (generalmente el volumen es de 25 % a 35 % del caudal medio diario) para poblaciones menores de 1,000 habitantes, el volumen del mismo en m³ se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$V = \frac{(25 \% \text{ a } 35 \%) * 1 \text{ m}^3 * 86400 \text{ seg/día} * Q_m}{1,000}$$

- ✓ Lugar de ubicación.
- ✓ Tipo en su forma de ejecución.

A continuación se procede a calcular el volumen del tanque, sustituyendo datos en la ecuación anterior:

$$V = \frac{0.335 * 1 \text{ m}^3 * (86400) * 1.01 \text{ lt/seg}}{1,000} = 29.23 \text{ m}^3$$

Para este proyecto se tomó por criterio diseñar el tanque con un volumen de 30 m³.

2.5.4 Diseño de la línea de distribución

A continuación se procederá a diseñar un tramo de la red de distribución que está comprendida entre las estaciones 38 a la estación 81, que es donde finaliza el proyecto de la aldea Sillón Arriba.

Empezamos por determinar la diferencia de alturas entre las estaciones antes mencionadas.

Cota de terrenos de estación 38 (caja distribuidora de caudales)= 905.13 mts.

Cota de terreno de estación 81 (estación final de línea de distribución)= 767.45 mts.

Se puede observar que la diferencia de cotas de estas dos estaciones es de 137.68 mts. lo cual sobrepasa lo que son los 90 m.c.a. de tal manera que es necesario colocar una caja rompe presión en algún punto dentro de los límites de estas dos estaciones, para el caso de la aldea Sillón Arriba la caja rompe presión se colocó en la estación 45, la cual tiene una cota de terreno de 835.58 mts, y la diferencia de alturas entre la estación 38 y 45 es de 69.55 m.c.a. y por lo tanto si cumple con las recomendación de los 90 m.c.a.

Para el caso de la línea de distribución se hace necesario comparar el caudal unitario con el caudal de distribución, que serán calculados a continuación, el caudal unitario se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$\text{Caudal unitario (Qu)} = \frac{\text{CMH}}{N}$$

Donde:

CMH= Caudal de distribución o consumo máximo horario, que es de 1.68 lts/seg.

N= Número total de viviendas para este proyecto que en este caso es de 57.

Sustituyendo datos se tiene:

$$\text{Caudal unitario (Qu)} = \frac{1.68}{57} = 0.03 \text{ lts/seg/viv}$$

Conociendo este valor es necesario que el caudal de diseño tome en consideración todas las viviendas que hay en el tramo o ramal en estudio, que para este caso el número es de 32 viviendas.

El caudal de diseño está dado por la siguiente fórmula:

$$Q \text{ diseño} = \text{Qu} * \text{No. de viviendas del tramo} = 0.03 \text{ lt/seg/viv} * 32 \text{ viv} = 0.96 \text{ lt/seg}$$

Ya conocido el valor del caudal de diseño, el cual se calculó a partir del caudal unitario se procede a conocer el caudal simultáneo, después de esto se procede a comparar los resultados y se toma el mayor valor de los dos, el caudal simultáneo se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Caudal simultáneo (Qs)} = 0.15 * \sqrt{n - 1}$$

Donde n= Número total de viviendas que hay en el tramo o ramal en estudio, que en este caso es de 32 viviendas.

Y el factor 0.15 es utilizado para el caso de sistemas con conexión predial, para el caso de llenacántaros se utiliza un factor de 0.25.

$$\text{Caudal simultáneo (Qs)} = 0.15 * \sqrt{32 - 1} = 0.84 \text{ lt/seg}$$

Habiendo determinado ya el caudal unitario que es de 0.96 lt/seg y el caudal simultáneo que es de 0.84 lt/seg, se opta por elegir el valor más grande de los dos, y en este caso es el del caudal unitario de 0.96 lt/seg.

Con este caudal se procede a diseñar el tramo de tubería de la misma manera que se hizo para la línea de conducción, es decir el cálculo de los diámetros, las longitudes de la tubería, el número de tubos, las pérdidas para cada uno de los diámetros así como el chequeo de presión dinámica y velocidades se realiza de la misma manera, que como se hizo con anterioridad en la línea de conducción, en esta parte se ha expuesto la diferencia entre el diseño de la línea de distribución y de conducción.

2.5.5 Diseño de la red de distribución

Para el caso de la red de distribución, este se hizo de la misma forma que de la línea de distribución, con la única diferencia de que se utilizaron diferentes caudales de diseño para cada ramal, ya que este varía dependiendo de la cantidad de viviendas que hayan en los ramales, para el proyecto de Sillón Arriba se cuenta con cuatro ramales.

2.5.6 Operación y mantenimiento

La operación y mantenimiento del sistema de abastecimiento de agua potable debe tomarse como un elemento vital para el correcto funcionamiento del mismo, de lo contrario se corre el riesgo de que el sistema colapse antes del período de diseño establecido que es de 21 años.

Para el caso de la captación de la fuente de agua se debe de tomar en cuenta antes de que empiece a funcionar el sistema, que la caja de captación no esté siendo obstruida por ramas, hojas, etc., ya que estas pueden obstruir el

paso del flujo de agua a lo largo de la tubería de conducción, al mismo tiempo hay que verificar que toda la captación este protegida por medio de un cerco o malla para evitar que personas o animales entren a beber o contaminar las fuentes de agua, pero el mantenimiento en general de la captación consiste en mantener expeditas las entradas de agua a la tubería ubicadas en la caja de captación, esto se logra retirando la materia orgánica de la caja y chequeando el buen funcionamiento del embalse que se encuentra en la misma, y evitar de la mejor manera el ingreso de insectos, polvo y suciedad a la caja.

En el caso de la operación y mantenimiento de la línea de conducción, después de revisar la captación se debe proceder a abrir las llaves de compuerta, para que el agua circule por toda la tubería, es recomendable que dos personas recorran toda la línea de conducción, en este caso mejor si son fontaneros los que hagan el recorrido ya que por su experiencia en el campo pueden detectar con mayor facilidad si se presenta algún tipo de fuga o anomalía en la tubería, se debe buscar desde ramas de árboles, deslaves, piedras o cualquier elemento que ponga en riesgo la integridad física de la tubería así como revisar las obras de arte que se encuentren, en este caso será un paso aéreo el cual se debe revisar con detalle lo que son los cables, el estado de la tubería HG y el estado de las columnas, es recomendable que al momento de encontrar cualquier clase de problema se tomen acciones inmediatas como por ejemplo cerrar la válvula de compuerta ubicada en la entrada del tanque de almacenamiento, ya que si no se actúa a tiempo el problema puede aumentar su magnitud y llevar en sus casos más críticos al colapso del sistema.

Este proceso de revisión del sistema se debe de llevar a cabo por lo menos una vez al mes debido a que por condiciones climáticas se pueden presentar problemas con un intervalo más corto de tiempo.

En lo que concierne al tanque de distribución o de almacenamiento al momento de iniciar operaciones se debe de llenar en su totalidad para poder verificar que no se encuentren sedimentos o desechos que puedan impedir el flujo de agua hacia la tubería de distribución, revisar además si el rebalse se encuentra funcionando de una manera adecuada y verificar que se encuentre cerrada la llave de compuerta en la salida del tanque ya que antes de dejar circular el agua, esta debe potabilizarse con el hipoclorador para poder ser apta para el consumo humano.

Para el caso de la operación y mantenimiento de la red de distribución, el agua debe ser distribuida de una manera correcta a cada vivienda, por lo tanto cada una debe recibir un servicio constante para suplir sus necesidades diarias, de esta forma se asegurará el correcto funcionamiento de la red de distribución, si esto no llegara a suceder o se interrumpiera el servicio, hay que recorrer toda la red en búsqueda de fugas o rompimiento de tubería para hacer las reparaciones necesarias y solucionar el problema.

2.5.7 Desinfección

La desinfección del tanque por medio de cloro dice que cuando se piense en desinfección al 5% se debe agregar 50 gr. de cloro por cada, y cuando se trate del 10% van a ser 100 gr. de cloro por cada litro de agua aproximadamente.

Para el caso de la desinfección del tanque con hipoclorito de calcio se tiene el siguiente procedimiento:

- ✓ Introducir la solución de cloro en los depósitos de agua potable.
- ✓ Inmediatamente después, llenar completamente el depósito de agua.
- ✓ Abrir los chorros hasta que aparezca clorada el agua.
- ✓ Debe dejarse que el agua clorada permanezca en el tanque durante al menos 4 horas.
- ✓ Vaciar el tanque y las tuberías y lavar con agua potable hasta que desaparezca el sabor a cloro en el agua.

La jefatura de salud del municipio de Chiquimula recomienda que el método de desinfección de agua consiste en aplicar una cantidad de hipoclorito de calcio igual al 65% del volumen total del tanque de almacenamiento, para poder obtener una solución al 10%, en los apéndices se muestra una tabla que contiene la cantidad de hipoclorito para poder obtener esta solución, ya que el examen bacteriológico dio como resultado que el agua contenía numerosas colonias de bacterias, por lo que el agua no es segura para el consumo humano, hasta que se proceda a llevar a cabo este procedimiento.

2.5.8 Obras de arte

El presente proyecto cuenta con obras de arte como la captación y se deberá construir del tipo de manantial de ladera concentrado, el tanque de distribución el cual se colocó en un punto al final de la línea de conducción que permita el correcto abastecimiento de agua potable a toda la población.

Se tiene también la caja rompe presión que deberá colocarse a presiones estáticas comprendidas entre los 40 y 90 metros columna de agua, cuando las conexiones son de ½ “ se recomienda que las presiones no sobrepasen los 40 metros columna de agua (m.c.a.). Las dimensiones mínimas para esta caja deben ser aquellas que permitan la correcta maniobrabilidad de todos sus accesorios, estas dimensiones mínimas son: 0.65 m. x 0.50 m. x 0.80 m, para el presente proyecto se utilizó una caja de 1 m³, ubicada en la estación 45 de la línea de distribución central, y dos pasos aéreos con una longitud de 40 mts. cada uno, los cuales servirán para poder llevar la tubería de un extremo a otro suspendida de cables de acero en donde las condiciones de la topografía sean especiales, como es el caso de los barrancos.

2.5.9 Válvulas

Para el caso del proyecto de agua potable de la aldea Sillón Arriba no se hizo necesario ubicar válvulas, más que la válvula de pila que se encuentra en la caja rompe presión, la cual servirá para hacer la limpieza de la caja.

2.6 Programa de operación y mantenimiento

2.6.1 Costo de operación

El costo de operación (Co) comprende el pago mensual a fontaneros, para que estos efectúen las respectivas inspecciones al sistema y el otro rubro es el de operar el sistema de cloración, el cálculo del costo de operación se efectúa considerando que un fontanero revisa aproximadamente 20 conexiones prediales y 3 kilómetros de tubería al día, por lo que se procede a calcular de la siguiente manera:

$$Co = \left[\frac{Lc}{3} + \frac{Nc}{20} \right] * Pj * Fp$$

Donde:

L= Longitud de línea central de tubería= 2.464 km.

Nc= Número de Conexiones= 57

Pj= Pago a fontanero por día= Q 60.00

Fp=Factor que incluye prestaciones, para este caso= 1.67

Co=(2.464/3+57/20) x 60 x 1.67=Q 367.86/ mes

2.6.2 Costo de mantenimiento

Para determinar el costo de mantenimiento (Cm), se estima el tres por millar del costo de los materiales no locales presupuestados para el período de diseño y que servirá para la compra de materiales cuando haya necesidad de mejorar o cambiar los existentes.

$$Cm = (3/1000) \times (Mnl/n)$$

Donde:

Mnl= costo de materiales no locales= Q 143,689.30

n= Período de diseño= 21 años

Cm= (3/1000) x (Q 143,689.30/21)= Q 20.52

2.6.3 Costo de tratamiento de agua

El costo de tratamiento (Ct), está destinado específicamente para la compra de hipoclorito de calcio y se determina por medio de la siguiente fórmula:

$$Ct = \left[\frac{\text{Días en un mes} * Ch * CMH * Rac * \text{No. de segundos en un día}}{\text{No. de gramos de hipoclorito} * Cc} \right]$$

Donde:

Días en un mes = 30 días

Ch = costo de hipoclorito de calcio (100 libras) = Q 2,200.00

CMH = consumo máximo horario o caudal de distribución

Rac = relación de agua cloro en una parte por millar = 1.00 (lt/s) = 0.001

Cc = concentración de cloro al 65% = 0.65

Segundos por día = 86400 s/día

En una solución al 10% y con una cantidad de hipoclorito al 65% (Recomendada por la jefatura de salud de Chiquimula) se necesita 61538.40 gramos.

$$Ct = \frac{30 * 2,200 * 1.68 * 0.001 * 86,400}{61,538.40 * 0.65} = Q 239.50/día$$

2.6.4 Costos administrativos

Para calcular los gastos administrativos (Ga), se estima un porcentaje de la suma de los gastos de operación, mantenimiento y tratamiento, para este caso se consideró un porcentaje igual al 10% de estos costos. Estos costos sirven principalmente para mantener un fondo destinado a gastos como papelería, viáticos, sellos, etc., y se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$Ga = 0.10 * (Co + Cm + Ct)$$

$$Ga = 0.10 * (Q 374.48 + Q 20.52 + Q 239.50) = Q 63.45/mes$$

2.6.5 Costo de reserva

El objetivo principal de este costo es cubrir eventualidades que puedan surgir como por ejemplo desastres naturales, sabotajes, etc. se calcula igual que el costo administrativo, se considera un porcentaje de la suma de costos de operación y tratamiento, al igual que el caso anterior se tomó el 10% de estos costos.

$$Cr = 0.10 * (Q 374.48 + Q 20.52 + Q 239.50) = Q 63.45/mes$$

2.6.6 Tarifa propuesta

Esta tarifa se calcula sumando todos los costos anteriores y se divide esta suma dentro del número total de conexiones, el número de conexiones totales en la aldea Sillón Arriba es de 57, y se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$\text{Tarifa Propuesta} = \frac{\sum \text{gastos}}{\text{Total de conexiones}}$$

Tp= costo de operación= Q 374.48

Costo de mantenimiento= Q 20.52

Costo de tratamiento= Q 239.50

Gastos administrativos= Q 63.45

Costo de reserva= Q 63.45

Q 761.40/mes

Este total se divide dentro de las 57 conexiones para calcular la tarifa de cada una de ellas y así poder cubrir los gastos de una manera adecuada.

$$T_p = \frac{Q\ 761.40}{57\ \text{viviendas}} = Q\ 13.36/\ \text{vivienda}$$

De tal manera que la tarifa propuesta será de Q 13.36 por usuario del servicio de agua potable.

2.7 Desarrollo del proyecto

2.7.1 Presupuesto total

El tipo de cambio de la siguiente tabla de resumen de costos fue de Q. 7.44 por US\$ 1.00 correspondiente al mes de mayo de 2008.

Tabla I. Resumen de costos total agua potable

| RESUMEN DE COSTOS | | | | | | |
|--------------------------------------------------------------------------|--------|----------|-------------|---------------------|---------------|------------------|
| PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SILLÓN ARRIBA | | | | | | |
| FECHA: MAYO 2008 | | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | COSTO TOTAL | COSTO EN US\$ | |
| CAPTACIÓN | GLOBAL | 1 | Q 15,618.45 | Q 15,618.45 | \$ | 2,099.25 |
| CONDUCCIÓN | ML | 1,205.75 | Q 70.91 | Q 85,502.50 | \$ | 11,492.27 |
| TANQUE DE DISTRIBUCIÓN | GLOBAL | 1 | Q 66,494.20 | Q 66,494.20 | \$ | 8,937.39 |
| CAJA ROMPE PRESIÓN | GLOBAL | 1 | Q 4,497.67 | Q 4,497.67 | \$ | 604.53 |
| DISTRIBUCIÓN | ML | 1880.04 | Q 50.42 | Q 94,798.89 | \$ | 12,741.79 |
| CONEXIÓN PREDIAL | UNIDAD | 57 | Q 628.01 | Q 35,796.81 | \$ | 4,811.40 |
| PASO AÉREO | UNIDAD | 2 | Q 18,202.90 | Q 36,405.80 | \$ | 4,893.25 |
| TOTAL DEL PROYECTO | | | | Q 339,114.32 | \$ | 45,579.88 |

2.7.2 Integración de costos de materiales y mano de obra

Tabla II. Integración de costos de obra de captación

| COSTO UNITARIO OBRA DE CAPTACIÓN | | | | |
|--------------------------------------------------------------------------|------------|----------|----------|--------------------|
| PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SILLÓN ARRIBA | | | | |
| RENGLÓN: OBRA DE CAPTACIÓN | | | | |
| FECHA: MAYO 2008 | | | | |
| MATERIALES | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | TOTAL |
| CEMENTO | SACO | 44 | Q 60.00 | Q 2,640.00 |
| ARENA | M³ | 5 | Q 120.00 | Q 600.00 |
| PIEDRÍN 3/4" | M³ | 3 | Q 200.00 | Q 600.00 |
| PIEDRA BOLA | M³ | 10 | Q 175.00 | Q 1,750.00 |
| HIERRO No.4 | VARILLA | 2 | Q 60.00 | Q 120.00 |
| HIERRO No. 3 | VARILLA | 14 | Q 35.00 | Q 490.00 |
| HIERRO No. 2 | VARILLA | 4 | Q 17.00 | Q 68.00 |
| VÁLVULA DE COMPUERTA Ø 1 1/4" DE BRONCE | UNIDAD | 1 | Q 180.00 | Q 180.00 |
| PICHACHA PLÁSTICA Ø 3" | UNIDAD | 1 | Q 275.00 | Q 275.00 |
| ADAPTADOR MACHO DE P.V.C. DE Ø 1 1/4" | UNIDAD | 2 | Q 3.50 | Q 7.00 |
| ADAPTADOR MACHO DE P.V.C. DE Ø 3" | UNIDAD | 2 | Q 24.50 | Q 49.00 |
| VÁLVULA DE COMPUERTA Ø 3" DE BRONCE | UNIDAD | 1 | Q 675.00 | Q 675.00 |
| TUBO PVC Ø 3" 100 PSI | UNIDAD | 1 | Q 165.00 | Q 165.00 |
| CODO P.V.C. 3" A 90° | UNIDAD | 2 | Q 50.00 | Q 100.00 |
| CODO P.V.C. 3" A 45° | UNIDAD | 2 | Q 49.00 | Q 98.00 |
| ALAMBRE DE AMARRE | LIBRA | 5 | Q 7.50 | Q 37.50 |
| MADERA DE PINO DE 1"x12"x10' (20 TABLAS) | PIE TABLAR | 200 | Q 6.50 | Q 1,300.00 |
| PARAL DE 3"x3"x10' (8 PARALES) | PIE TABLAR | 60 | Q 6.50 | Q 390.00 |
| CLAVO DE 3" | LIBRA | 16 | Q 7.00 | Q 112.00 |
| TEE P.V.C. DE 3" PARA DRENAJE | UNIDAD | 1 | Q 17.50 | Q 17.50 |
| TUBO HG LIVIANO Ø 3" | UNIDAD | 1 | Q 95.00 | Q 95.00 |
| ALAMBRE ESPIGADO AG 400 VRS | ROLLO | 1 | Q 300.00 | Q 300.00 |
| GRAPA PARA ALAMBRE ESPIGADO | LIBRA | 5 | Q 8.00 | Q 40.00 |
| CANDADO | UNIDAD | 1 | Q 80.00 | Q 80.00 |
| TOTAL DE MATERIALES | | | | Q 10,189.00 |
| MANO DE OBRA | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | TOTAL |
| COSNTRUCCIÓN CAJA DE CAPTACIÓN | UNIDAD | 1 | Q 650.00 | Q 650.00 |
| FUNDICIÓN MURO DE MAMPOSTERÍA | M³ | 18 | Q 230.00 | Q 4,140.00 |
| INSTALACIÓN DE ACCESORIOS | GLOBAL | 1 | Q 130.00 | Q 130.00 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | Q 4,920.00 |
| TRANSPORTE | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | TOTAL |
| TRANSPORTE DE MATERIALES | GLOBAL | 1 | Q 509.45 | Q 509.45 |
| TOTAL TRANSPORTE | | | | Q 509.45 |
| TOTALES | | | | |
| TOTAL DE MATERIALES | | | | Q 10,189.00 |
| TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | Q 4,920.00 |
| TOTAL DE TRANSPORTE | | | | Q 509.45 |
| COSTO DIRECTO | | | | Q 15,618.45 |
| UNIDAD DE TRABAJO | | | | 1 |
| COSTO UNITARIO DE CAPTACIÓN | | | | Q 15,618.45 |

Tabla III. Integración de costos de línea de conducción

| COSTO UNITARIO LINEA DE CONDUCCIÓN | | | | |
|--------------------------------------------------------------------------|--------|----------|----------|--------------------|
| PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SILLÓN ARRIBA | | | | |
| RENGLÓN: TUBERÍA P.V.C. 160 PSI NORMA ASTM 2241 DIÁMETRO 1 1/4" | | | | |
| FECHA: MAYO 2008 | | | | |
| MATERIALES | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | TOTAL |
| TUBO P.V.C. Ø 1 1/4" | TUBO | 68 | Q 45.00 | Q 3,060.00 |
| REDUCIDOR PVC 1 1/4" A 1" | UNIDAD | 1 | Q 4.00 | Q 4.00 |
| PEGAMENTO | GALÓN | 0.25 | Q 600.00 | Q 150.00 |
| TOTAL DE MATERIALES | | | | Q 3,214.00 |
| MANO DE OBRA | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | TOTAL |
| EXCAVACIÓN | M³ | 220 | Q 40.00 | Q 8,800.00 |
| INSTALACIÓN DE TUBERÍA 1 1/4" | ML | 403.2 | Q 28.50 | Q 11,491.20 |
| RELLENO DE EXCAVACIÓN | M³ | 220 | Q 35.00 | Q 7,700.00 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | Q 27,991.20 |
| TRANSPORTE | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | TOTAL |
| TRANSPORTE DE MATERIALES | GLOBAL | 1 | Q 160.70 | Q 160.70 |
| TOTAL TRANSPORTE | | | | Q 160.70 |
| TOTALES | | | | |
| TOTAL DE MATERIALES | | | | Q 3,214.00 |
| TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | Q 27,991.20 |
| TOTAL DE TRANSPORTE | | | | Q 160.70 |
| COSTO DIRECTO | | | | Q 31,365.90 |
| CANTIDAD DE MTS. LINEALES | | | | 403.20 |
| PRECIO UNITARIO (Q/ML) | | | | Q 77.79 |
| COSTO UNITARIO DE LINEA DE CONDUCCIÓN | | | | |
| PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SILLÓN ARRIBA | | | | |
| RENGLÓN: TUBERÍA P.V.C. 160 PSI NORMA ASTM 2241 DIÁMETRO 1" | | | | |
| FECHA: MAYO 2008 | | | | |
| MATERIALES | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | TOTAL |
| TUBO P.V.C. Ø 1" | TUBO | 134 | Q 30.00 | Q 4,020.00 |
| PEGAMENTO PARA P.V.C. | GALÓN | 0.25 | Q 600.00 | Q 150.00 |
| TOTAL DE MATERIALES | | | | Q 4,170.00 |
| MANO DE OBRA | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | TOTAL |
| EXCAVACIÓN | ML | 802.55 | Q 19.00 | Q 15,248.45 |
| INSTALACIÓN DE TUBERÍA 1 1/4" | ML | 802.55 | Q 28.50 | Q 22,872.68 |
| RELLENO DE EXCAVACIÓN | ML | 802.55 | Q 14.50 | Q 11,636.98 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | Q 49,758.10 |
| TRANSPORTE | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | TOTAL |
| TRANSPORTE DE MATERIALES | GLOBAL | 1 | Q 208.50 | Q 208.50 |
| TOTAL TRANSPORTE | | | | Q 208.50 |
| TOTALES | | | | |
| TOTAL DE MATERIALES | | | | Q 4,170.00 |
| TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | Q 49,758.10 |
| TOTAL DE TRANSPORTE | | | | Q 208.50 |
| COSTO DIRECTO | | | | Q 54,136.60 |
| CANTIDAD DE MTS. LINEALES | | | | 802.55 |
| COSTO UNITARIO (Q/ML) | | | | Q 67.46 |
| TOTALES RENGLÓN DE CONDUCCIÓN | | | | |
| TOTAL DE MATERIALES | | | | Q 7,384.00 |
| TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | Q 77,749.30 |
| TOTAL DE TRANSPORTE | | | | Q 369.20 |
| COSTO DIRECTO | | | | Q 85,502.50 |
| CANTIDAD DE MTS. LINEALES | | | | 1,205.75 |
| COSTO UNITARIO (Q/ML) | | | | Q 70.91 |

Tabla IV. Integración de costos de línea de tanque distribución

| COSTO UNITARIO TANQUE DE DISTRIBUCIÓN | | | | |
|--------------------------------------------------------------------------|----------------|----------|------------|--------------------|
| PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SILLÓN ARRIBA | | | | |
| REGLÓN: TANQUE DE DISTRIBUCIÓN 30 M ³ | | | | |
| FECHA: MAYO 2008 | | | | |
| MATERIALES | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | COSTO TOTAL |
| CEMENTO | SACO | 138 | Q 60.00 | Q 8,280.00 |
| ARENA | M ³ | 15 | Q 120.00 | Q 1,800.00 |
| TANQUE DE DISTRIBUCIÓN | 1 | GLOBAL | Q 200.00 | Q 200.00 |
| PIEDRA BOLA | M ³ | 45 | Q 175.00 | Q 7,875.00 |
| TABLA 1"x12"x10' | PIE TABLA | 1085 | Q 6.50 | Q 7,052.50 |
| PARAL 3"x3"x10' | PIE TABLA | 270 | Q 6.50 | Q 1,755.00 |
| PARAL 3"x3"x8' | PIE TABLA | 441 | Q 6.50 | Q 2,866.50 |
| PARAL 3"x2"x8' | PIE TABLA | 36 | Q 6.50 | Q 234.00 |
| CLAVO DE 3" | LIBRA | 73 | Q 7.00 | Q 511.00 |
| HIERRO No. 3 | VARILLA | 99 | Q 35.00 | Q 3,465.00 |
| ALAMBRE DE AMARRE | LIBRA | 60 | Q 7.50 | Q 450.00 |
| HIERRO No. 5 | VARILLA | 3 | Q 95.00 | Q 285.00 |
| HIERRO No. 4 | VARILLA | 6 | Q 63.50 | Q 381.00 |
| TABLA DE 1"x18"x10' | PIE TABLA | 45 | Q 7.00 | Q 315.00 |
| HIERRO No.2 | VARILLA | 12 | Q 17.00 | Q 204.00 |
| TUBO HG DE 3/4" (ESCALERA INT) | TUBO | 1 | Q 170.00 | Q 170.00 |
| HIERRO No.5 (ESCALERA EXT) | VARILLA | 1 | Q 95.00 | Q 95.00 |
| CANDADO | UNIDAD | 1 | Q 21.00 | Q 21.00 |
| VÁLVULA DE COMPUERTA Ø 1" | UNIDAD | 1 | Q 108.00 | Q 108.00 |
| ADAPTADOR MACHO DE 1" | UNIDAD | 2 | Q 7.00 | Q 14.00 |
| CODO HG 90° DE 1" | UNIDAD | 1 | Q 7.50 | Q 7.50 |
| NIPLE HG DE 1" | TUBO | 1 | Q 45.00 | Q 45.00 |
| CODO P.V.C 90° DE 4" | UNIDAD | 1 | Q 110.00 | Q 110.00 |
| TEE PVC DE 4" | UNIDAD | 1 | Q 135.00 | Q 135.00 |
| VÁLVULA DE COMPUERTA Ø 4" Br. | UNIDAD | 1 | Q 1,348.30 | Q 1,348.30 |
| ADAPTADOR MACHO PVC DE 4" | UNIDAD | 1 | Q 85.00 | Q 85.00 |
| TUBERIA PVC DE 4" | TUBO | 1 | Q 336.35 | Q 336.35 |
| VÁLVULA DE COMPUERTA DE 1/4" | UNIDAD | 1 | Q 165.00 | Q 165.00 |
| ADAPTADOR MACHO PVC DE 1 1/4" | UNIDAD | 1 | Q 6.50 | Q 6.50 |
| PICHACHA DE BRONCE DE 1 1/4" | UNIDAD | 1 | Q 42.60 | Q 42.60 |
| HIPOCLORADOR | UNIDAD | 1 | Q 8,600.00 | Q 8,600.00 |
| TOTAL DE MATERIALES | | | | Q 44,613.86 |
| MANO DE OBRA | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | COSTO TOTAL |
| LIMPIEZA | M ² | 52 | Q 9.50 | Q 494.00 |
| TRAZO Y ESTAKEADO | ML | 28 | Q 12.00 | Q 336.00 |
| EXCAVACIÓN DE LOSA INFERIOR | M ³ | 20 | Q 43.00 | Q 860.00 |
| FUNDICIÓN DE LOSA INFERIOR | M ³ | 7.5 | Q 140.00 | Q 1,050.00 |
| FORMALETA DE MURO | ML | 68 | Q 30.00 | Q 2,040.00 |
| FUNDICIÓN DE MURO | M ³ | 32 | Q 220.00 | Q 7,040.00 |
| DESENCOFRADO DE MURO | ML | 51 | Q 15.00 | Q 765.00 |
| ENTARIMADO PARA LOSA SUPERIOR | M ² | 20 | Q 25.00 | Q 500.00 |
| ARMADO HIERRO No.3 PARA LOSA | M ² | 20 | Q 23.50 | Q 470.00 |
| FUNDICIÓN | M ³ | 20 | Q 30.00 | Q 600.00 |
| DESENTARIMADO | M ² | 20 | Q 15.00 | Q 300.00 |
| ARMADO HIERRO No.5 PARA VIGA V1 | ML | 9 | Q 3.00 | Q 27.00 |
| ARMADO HIERRO No.4 PARA VIGA V1 | UNIDAD | 9 | Q 5.25 | Q 47.25 |
| ARMADO HIERRO No.3 (ESTRIBO) | UNIDAD | 60 | Q 6.00 | Q 360.00 |
| FORMALETEADO DE VIGA 1 | ML | 14 | Q 25.00 | Q 350.00 |
| FUNDICIÓN DE VIGA 1 | M ³ | 2.5 | Q 145.00 | Q 362.50 |
| DESENCOFRADO DE VIGA 1 | ML | 14 | Q 13.50 | Q 189.00 |
| ARMADO DE HIERRO No.3 VIGA PERIMETRAL | ML | 80 | Q 6.00 | Q 480.00 |
| ARMADO No.2 (ESTRIBO) DE VIGA PERIMETRAL | UNIDAD | 100 | Q 2.50 | Q 250.00 |
| FORMALETEADO DE VIGA PERIMETRAL | M ² | 1.8 | Q 30.00 | Q 54.00 |
| FUNDICIÓN DE VIGA PERIMETRAL | M ³ | 0.9 | Q 145.00 | Q 130.50 |
| DESENCOFRADO | M ² | 1.8 | Q 15.00 | Q 27.00 |
| ARMADO ESCALERAS Y HECHURA TAPADERA | UNIDAD | 1 | Q 400.00 | Q 400.00 |
| LEVANTADO DE CAJA PARA VALV. E INSTAL. | UNIDAD | 1 | Q 500.00 | Q 500.00 |
| LEVANTADO DE CAJA PARA REBALSE E INSTAL. | UNIDAD | 1 | Q 650.00 | Q 650.00 |
| LEVANTADO DE CAJA PARA SALIDA E INSTAL. | UNIDAD | 1 | Q 650.00 | Q 650.00 |
| HECHURA DE HIPOCLORADOR | UNIDAD | 1 | Q 600.00 | Q 600.00 |
| TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | Q 19,532.25 |
| TRANSPORTE | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | TOTAL |
| TRANSPORTE DE MATERIALES | GLOBAL | 1 | Q 2,230.69 | Q 2,230.69 |
| TOTAL TRANSPORTE | | | | Q 2,230.69 |
| TOTALES | | | | |
| TOTAL DE MATERIALES | | | | Q 44,613.86 |
| TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | Q 19,532.25 |
| TOTAL DE TRANSPORTE | | | | Q 2,230.69 |
| COSTO DIRECTO | | | | Q 66,376.80 |
| UNIDAD DE TRABAJO | | | | 1 |
| COSTO UNITARIO TANQUE DE DIST. | | | | Q 66,494.20 |

Tabla V. Integración de costos de caja rompe presión

| COSTO UNITARIO DE CAJA ROMPE PRESIÓN | | | | | |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------|----------|----------|-------------|-----------------|
| PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SILLÓN ARRIBA | | | | | |
| RENLÓN: CAJA ROMPE PRESIÓN DE 1 M³ | | | | | |
| FECHA: MAYO 2008 | | | | | |
| MATERIALES | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | COSTO TOTAL | |
| ADAPTADOR MACHO PVC Ø 1" | UNIDAD | 2 | Q 3.25 | Q | 6.50 |
| ADAPTADOR HEMBRA PVC Ø 1" | UNIDAD | 1 | Q 3.50 | Q | 3.50 |
| TANQUE DE DISTRIBUCIÓN | 1 | GLOBAL | Q 110.00 | Q | 110.00 |
| CODO P.V.C. Ø 1" | UNIDAD | 2 | Q 9.50 | Q | 19.00 |
| VÁLVULA DE FLOTE (BRONCE) Ø 1" | UNIDAD | 1 | Q 607.00 | Q | 607.00 |
| PICHACHA Ø 1 1/2" | UNIDAD | 1 | Q 71.00 | Q | 71.00 |
| ADAPTADOR MACHO P.V.C. Ø 1 1/2" | UNIDAD | 1 | Q 4.50 | Q | 4.50 |
| TEE P.V.C. Ø 2" | UNIDAD | 1 | Q 10.50 | Q | 10.50 |
| VÁLVULA DE PILA (BRONCE Ø 2") | UNIDAD | 1 | Q 19.00 | Q | 19.00 |
| P.V.C. Ø 2" | TUBO | 1 | Q 93.00 | Q | 93.00 |
| CODO P.V.C. Ø 2" | UNIDAD | 3 | Q 9.00 | Q | 27.00 |
| ABRAZADERA PARA TUBO P.V.C. | UNIDAD | 1 | Q 6.50 | Q | 6.50 |
| CEMENTO GRIS | SACO | 12 | Q 60.00 | Q | 720.00 |
| ARENA DE RÍO | M³ | 0.83 | Q 120.00 | Q | 99.60 |
| PIEDRA BOLA 2" - 4" | M³ | 2.31 | Q 175.00 | Q | 404.25 |
| PIEDRÍN 3/4" | M³ | 0.18 | Q 200.00 | Q | 36.00 |
| HIERRO No. 3 | VARILLA | 7 | Q 35.00 | Q | 245.00 |
| HIERRO No. 4 | VARILLA | 1 | Q 60.00 | Q | 60.00 |
| ALAMBRE DE AMARRE | LIBRA | 5 | Q 7.50 | Q | 37.50 |
| CANDADO | UNIDAD | 1 | Q 80.00 | Q | 80.00 |
| TABLA DE PINO RÚSTICA DE 1"x12"x10' | PIE TABLA | 70 | Q 6.50 | Q | 455.00 |
| PARALES DE 3"x3"x10' | PIE TABLA | 45 | Q 6.50 | Q | 292.50 |
| CLAVO DE 2" | LIBRA | 6 | Q 6.50 | Q | 39.00 |
| TOTAL DE MATERIALES | | | | Q | 3,446.35 |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | COSTO TOTAL | |
| EXCAVACIÓN | M³ | 2.85 | Q 40.00 | Q | 114.00 |
| CAJA ROMPE PRESIÓN DE 1 m³ | UNIDAD | 1 | Q 700.00 | Q | 700.00 |
| COLOCACIÓN DE ACCESORIOS | GLOBAL | 1 | Q 65.00 | Q | 65.00 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | Q | 879.00 |
| TRANSPORTE | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | COSTO TOTAL | |
| TRANSPORTE DE MATERIALES | GLOBAL | 1 | Q 172.32 | Q | 172.32 |
| TOTAL TRANSPORTE | | | | Q | 172.32 |
| TOTALES CAJA ROMPE PRESIÓN | | | | | |
| TOTAL DE MATERIALES | | | | Q | 3,446.35 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | Q | 879.00 |
| TOTAL TRANSPORTE | | | | Q | 172.32 |
| COSTOS DIRECTOS | | | | Q | 4,497.67 |
| CANTIDAD DE CAJAS | | | | | 1 |
| PRECIO UNITARIO CAJA | | | | Q | 4,497.67 |

Tabla VI. Integración de costos de línea de distribución

| COSTO UNITARIO LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN | | | | |
|--------------------------------------------------------------------------|--------|----------|----------|--------------------|
| PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SILLÓN ARRIBA | | | | |
| RENGLÓN: TUBERÍA PVC 250 PSI NORMA ASTM D-2241 DIÁMETRO 1" | | | | |
| FECHA: MAYO 2008 | | | | |
| MATERIALES | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | COSTO TOTAL |
| TUBO PVC Ø 1" 250 PSI | TUBO | 50 | Q 59.85 | Q 2,992.50 |
| REDUCIDOR DE 1" A 3/4" | UNIDAD | 1 | Q 5.00 | Q 5.00 |
| CODO PVC 45° Ø 1" LISO | UNIDAD | 1 | Q 10.50 | Q 10.50 |
| TANQUE DE DISTRIBUCIÓN | 1 | GLOBAL | Q 600.00 | Q 600.00 |
| TOTAL DE MATERIALES | | | | Q 3,608.00 |
| MANO DE OBRA | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | COSTO TOTAL |
| TRAZO | ML | 295.95 | Q 8.00 | Q 2,367.60 |
| EXCAVACIÓN | M³ | 71 | Q 25.00 | Q 1,775.00 |
| RELLENO DE EXCAVACIÓN | M³ | 71 | Q 20.00 | Q 1,420.00 |
| COLOCACIÓN DE TUBERÍA PVC 1" | ML | 295.95 | Q 25.00 | Q 7,398.75 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | Q 12,961.35 |
| TRANSPORTE | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | COSTO TOTAL |
| TRANSPORTE DE MATERIALES | GLOBAL | 1 | Q 180.40 | Q 180.40 |
| TOTAL TRANSPORTE | | | | Q 180.40 |
| TOTALES PVC 250 PSI DE 1" | | | | |
| TOTAL DE MATERIALES | | | | Q 3,608.00 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | Q 12,961.35 |
| TOTAL TRANSPORTE | | | | Q 180.40 |
| COSTOS DIRECTOS | | | | Q 16,749.75 |
| CANTIDAD METROS LINEALES | | | | 295.95 |
| PRECIO UNITARIO (Q/ML) | | | | Q 56.60 |
| COSTO UNITARIO LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN | | | | |
| PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SILLÓN ARRIBA | | | | |
| RENGLÓN: TUBERÍA PVC 250 PSI NORMA ASTM D-2241 DIÁMETRO 3/4" | | | | |
| FECHA: MAYO 2008 | | | | |
| MATERIALES | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | COSTO TOTAL |
| TUBO PVC Ø 3/4" 250 PSI | TUBO | 103 | Q 41.65 | Q 4,289.95 |
| CODO PVC 45° Ø 3/4" LISO | UNIDAD | 4 | Q 6.00 | Q 24.00 |
| CODO PVC 90° Ø 3/4" LISO | UNIDAD | 3 | Q 3.00 | Q 9.00 |
| PEGAMENTO PARA PVC | GALÓN | 0.5 | Q 600.00 | Q 300.00 |
| ADAPTADOR MACHO Ø 3/4" | UNIDAD | 1 | Q 4.50 | Q 4.50 |
| TOTAL DE MATERIALES | | | | Q 4,627.45 |
| MANO DE OBRA | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | COSTO TOTAL |
| TRAZO | ML | 594.05 | Q 8.00 | Q 4,752.40 |
| EXCAVACIÓN | M³ | 142.5 | Q 25.00 | Q 3,562.50 |
| RELLENO DE EXCAVACIÓN | M³ | 150 | Q 20.00 | Q 3,000.00 |
| COLOCACIÓN DE TUBERÍA PVC 1" | ML | 594.05 | Q 20.00 | Q 11,881.00 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | Q 23,195.90 |

| TRANSPORTE | | | | |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------|-------------|--------------------|
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | COSTO TOTAL |
| TRANSPORTE DE MATERIALES | GLOBAL | 1 | Q 231.37 | Q 231.37 |
| TOTAL TRANSPORTE | | | | Q 231.37 |
| TOTALES PVC 250 PSI DE 3/4" | | | | |
| TOTAL DE MATERIALES | | | | Q 4,627.45 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | Q 23,195.90 |
| TOTAL TRANSPORTE | | | | Q 231.37 |
| COSTOS DIRECTOS | | | | Q 28,054.72 |
| CANTIDAD METROS LINEALES | | | | 594.05 |
| PRECIO UNITARIO (Q/ML) | | | | Q 47.23 |
| COSTO UNITARIO LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN | | | | |
| PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SILLÓN ARRIBA | | | | |
| REGLÓN: TUBERÍA PVC 160 PSI NORMA ASTM D-2241 DIÁMETRO 1 1/4" | | | | |
| FECHA: MAYO 2008 | | | | |
| MATERIALES | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | COSTO TOTAL |
| TUBO PVC Ø 1 1/4" 160 PSI | TUBO | 94 | Q 45.81 | Q 4,306.14 |
| CODO PVC 45° Ø 1 1/4" LISO | UNIDAD | 8 | Q 6.00 | Q 48.00 |
| REDUCIDOR DE 1 1/4" A 1" | UNIDAD | 1 | Q 4.00 | Q 4.00 |
| PEGAMENTO PARA PVC | GALÓN | 0.5 | Q 600.00 | Q 300.00 |
| TOTAL DE MATERIALES | | | | Q 4,658.14 |
| MANO DE OBRA | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | COSTO TOTAL |
| TRAZO | ML | 558.9 | Q 8.00 | Q 4,471.20 |
| EXCAVACIÓN | M² | 100 | Q 25.00 | Q 2,500.00 |
| RELLENO DE EXCAVACIÓN | M² | 101 | Q 20.00 | Q 2,020.00 |
| COLOCACIÓN DE TUBERÍA PVC 1" | ML | 558.9 | Q 20.00 | Q 11,178.00 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | Q 20,169.20 |
| TRANSPORTE | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | COSTO TOTAL |
| TRANSPORTE DE MATERIALES | GLOBAL | 1 | Q 232.91 | Q 232.91 |
| TOTAL TRANSPORTE | | | | Q 232.91 |
| TOTALES PVC 160 PSI DE 1 1/4" | | | | |
| TOTAL DE MATERIALES | | | | Q 4,658.14 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | Q 20,169.20 |
| TOTAL TRANSPORTE | | | | Q 232.91 |
| COSTOS DIRECTOS | | | | Q 25,060.25 |
| CANTIDAD METROS LINEALES | | | | 558.9 |
| PRECIO UNITARIO (Q/ML) | | | | Q 44.84 |

| COSTO UNITARIO LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN | | | | |
|--------------------------------------------------------------------------|--------|----------|----------|--------------------|
| PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SILLÓN ARRIBA | | | | |
| RENLÓN: TUBERÍA PVC 160 PSI NORMA ASTM D-2241 DIÁMETRO 1" | | | | |
| FECHA: MAYO 2008 | | | | |
| MATERIALES | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | COSTO TOTAL |
| TUBO PVC Ø 1" 160 PSI | TUBO | 133 | Q 51.00 | Q 6,783.00 |
| CODO PVC 45° Ø 1" LISO | UNIDAD | 8 | Q 8.20 | Q 65.60 |
| CODO PVC 90° Ø 1" LISO | UNIDAD | 2 | Q 6.80 | Q 13.60 |
| PEGAMENTO PARA PVC | GALÓN | 1.25 | Q 600.00 | Q 750.00 |
| ADAPTADOR MACHO Ø 1" | UNIDAD | 1 | Q 3.20 | Q 3.20 |
| REDUCIDOR DE 1" A 3/4" | UNIDAD | 1 | Q 2.40 | Q 2.40 |
| TOTAL DE MATERIALES | | | | Q 7,612.20 |
| MANO DE OBRA | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | COSTO TOTAL |
| TRAZO | ML | 429.08 | Q 8.00 | Q 3,432.64 |
| EXCAVACIÓN | M³ | 103 | Q 25.00 | Q 2,575.00 |
| RELLENO DE EXCAVACIÓN | M³ | 104 | Q 20.00 | Q 2,080.00 |
| COLOCACIÓN DE TUBERÍA PVC 1" | ML | 429.08 | Q 20.00 | Q 8,581.60 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | Q 16,669.24 |
| TRANSPORTE | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | COSTO TOTAL |
| TRANSPORTE DE MATERIALES | GLOBAL | 1 | Q 380.61 | Q 380.61 |
| TOTAL TRANSPORTE | | | | Q 380.61 |
| TOTALES PVC 160 PSI DE 1" | | | | |
| TOTAL DE MATERIALES | | | | Q 7,612.20 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | Q 16,669.24 |
| TOTAL TRANSPORTE | | | | Q 380.61 |
| COSTOS DIRECTOS | | | | Q 24,662.05 |
| CANTIDAD METROS LINEALES | | | | 429.08 |
| PRECIO UNITARIO (Q/ML) | | | | Q 57.48 |
| COSTO UNITARIO LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN | | | | |
| PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SILLÓN ARRIBA | | | | |
| RENLÓN: TUBERÍA PVC 315 PSI NORMA ASTM D-2241 DIÁMETRO 1/2" | | | | |
| FECHA: MAYO 2008 | | | | |
| MATERIALES | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | COSTO TOTAL |
| TUBO PVC Ø 1/2" 315 PSI | TUBO | 1 | Q 32.80 | Q 32.80 |
| PEGAMENTO PARA PVC | GALÓN | 0.25 | Q 600.00 | Q 150.00 |
| TOTAL DE MATERIALES | | | | Q 182.80 |
| MANO DE OBRA | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | COSTO TOTAL |
| TRAZO | ML | 2.06 | Q 8.00 | Q 16.48 |
| EXCAVACIÓN | M³ | 0.5 | Q 25.00 | Q 12.50 |
| RELLENO DE EXCAVACIÓN | M³ | 0.5 | Q 20.00 | Q 10.00 |
| COLOCACIÓN DE TUBERÍA PVC 1" | ML | 2.06 | Q 20.00 | Q 41.20 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | Q 80.18 |
| TRANSPORTE | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | COSTO TOTAL |
| TRANSPORTE DE MATERIALES | GLOBAL | 1 | Q 9.14 | Q 9.14 |
| TOTAL TRANSPORTE | | | | Q 9.14 |
| TOTALES PVC 315 PSI DE 1/2" | | | | |
| TOTAL DE MATERIALES | | | | Q 182.80 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | Q 80.18 |
| TOTAL TRANSPORTE | | | | Q 9.14 |
| COSTOS DIRECTOS | | | | Q 272.12 |
| CANTIDAD METROS LINEALES | | | | 2.06 |
| PRECIO UNITARIO (Q/ML) | | | | Q 132.10 |
| TOTALES RENGLÓN LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN | | | | |
| TOTAL DE MATERIALES | | | | Q 20,688.59 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | Q 73,075.87 |
| TOTAL TRANSPORTE | | | | Q 1,034.43 |
| COSTOS DIRECTOS | | | | Q 94,798.89 |
| CANTIDAD METROS LINEALES | | | | 1880.04 |
| PRECIO UNITARIO (Q/ML) | | | | Q 50.42 |

Tabla VII. Integración de costos de conexión predial

| COSTO UNITARIO CONEXIÓN PREDIAL | | | | | |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------|-------------|--------------------|------------------|
| PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SILLÓN ARRIBA | | | | | |
| RENGLÓN: CONEXIÓN PREDIAL | | | | | |
| FECHA: MAYO 2008 | | | | | |
| MATERIALES | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | COSTO TOTAL | |
| CEMENTO | SACO | 28 | Q 60.00 | Q | 1,680.00 |
| ARENA | M ³ | 3 | Q 120.00 | Q | 360.00 |
| TEE REDUCTORA Ø 1" A 1/2" | UNIDAD | 28 | Q 11.10 | Q | 310.80 |
| TEE REDUCTORA Ø 1 1/4" A 1/2" | UNIDAD | 13 | Q 17.00 | Q | 221.00 |
| TEE REDUCTORA Ø 3/4" A 1/2" | UNIDAD | 15 | Q 6.20 | Q | 93.00 |
| ADAPTADOR HEMBRA PVC Ø 1/2" | UNIDAD | 114 | Q 3.50 | Q | 399.00 |
| CODO 90° PVC Ø 1/2" CON ROSCA | UNIDAD | 57 | Q 4.50 | Q | 256.50 |
| NIPLE HG Ø 1/2" (2.5 METROS) | UNIDAD | 57 | Q 90.00 | Q | 5,130.00 |
| CODO 90° HG Ø 1/2" | UNIDAD | 57 | Q 22.50 | Q | 1,282.50 |
| NIPLE HG Ø 1/2" (0.25 METROS) | UNIDAD | 57 | Q 15.50 | Q | 883.50 |
| COPLA HG Ø 1/2" | UNIDAD | 57 | Q 7.50 | Q | 427.50 |
| LLAVE DE CHORRO DE BRONCE | UNIDAD | 57 | Q 25.00 | Q | 1,425.00 |
| LLAVE DE PASO DE Ø 1/2" | UNIDAD | 57 | Q 54.00 | Q | 3,078.00 |
| SELLADOR PARA HG | POMO | 18 | Q 49.00 | Q | 882.00 |
| PEGAMENTO P.V.C. | GALÓN | 0.5 | Q 600.00 | Q | 300.00 |
| P.V.C. Ø 1/2" 315 PSI | TUBO | 220 | Q 35.00 | Q | 7,700.00 |
| CODO PVC 90° Ø 1/2" LISO | UNIDAD | 57 | Q 2.75 | Q | 156.75 |
| CODO PVC 45° Ø 1/2" LISO | UNIDAD | 1 | Q 6.65 | Q | 6.65 |
| TOTAL DE MATERIALES | | | | Q | 24,592.20 |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | UNIDAD | P.U. | COSTO TOTAL | |
| INSTALACIÓN DE CONEXIÓN PREDIAL | 57 | GLOBAL | Q 175.00 | Q | 9,975.00 |
| TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | Q | 9,975.00 |
| TRANSPORTE | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | UNIDAD | P.U. | COSTO TOTAL | |
| TRANSPORTE DE MATERIALES | 1 | GLOBAL | Q 1,229.61 | Q | 1,229.61 |
| TOTAL TRANSPORTE | | | | Q | 1,229.61 |
| TOTAL CONEXIÓN PREDIAL | | | | | |
| TOTAL DE MATERIALES | | | | Q | 24,592.20 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | Q | 9,975.00 |
| TOTAL TRANSPORTE | | | | Q | 1,229.61 |
| COSTOS DIRECTOS | | | | Q | 35,796.81 |
| NÚMERO DE CONEXIONES | | | | | 57 |
| PRECIO UNITARIO (Q/CONEXIÓN) | | | | Q | 628.01 |

Tabla VIII. Integración de costos de paso aéreo

| COSTO UNITARIO PASO AÉREO | | | | |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------|----------|----------|-------------------|
| PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SILLÓN ARRIBA | | | | |
| RENGLÓN: CONTRAPESO | | | | |
| FECHA: MAYO 2008 | | | | |
| MATERIALES | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | COSTO TOTAL |
| CEMENTO | SACO | 26 | Q 60.00 | Q 1,560.00 |
| ARENA | M³ | 2 | Q 120.00 | Q 240.00 |
| PIEDRA BOLA | M³ | 2 | Q 175.00 | Q 350.00 |
| TOTAL MATERIALES | | | | Q 2,150.00 |
| MANO DE OBRA | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | COSTO TOTAL |
| CONSTRUCCIÓN DE CONTRAPESO | GLOBAL | 2 | Q 250.00 | Q 500.00 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | Q 500.00 |
| TRANSPORTE | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | COSTO TOTAL |
| TRANSPORTE DE MATERIALES | GLOBAL | 1 | Q 107.50 | Q 107.50 |
| TOTAL TRANSPORTE | | | | Q 107.50 |
| TOTALES | | | | |
| TOTAL MATERIALES | | | | Q 2,150.00 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | Q 500.00 |
| TOTAL TRANSPORTE | | | | Q 107.50 |
| COSTOS DIRECTOS | | | | Q 2,757.50 |
| CANTIDAD DE CONTRAPESOS | | | | 2 |
| PRECIO UNITARIO (Q/CONTRAPESO) | | | | Q 1,378.75 |
| COSTO UNITARIO COLUMNA | | | | |
| PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SILLÓN ARRIBA | | | | |
| RENGLÓN: COLUMNA DE 0.30 x 0.30 MT. | | | | |
| FECHA: MAYO 2008 | | | | |
| MATERIALES | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | COSTO TOTAL |
| CEMENTO | SACO | 6 | Q 60.00 | Q 360.00 |
| ARENA | M³ | 0.35 | Q 120.00 | Q 42.00 |
| PIEDRÍN | M³ | 0.35 | Q 200.00 | Q 70.00 |
| HIERRO No. 4 | VARILLA | 12 | Q 63.50 | Q 762.00 |
| HIERRO No. 3 | VARILLA | 6 | Q 35.00 | Q 210.00 |
| ALAMBRE DE AMARRE | LIBRA | 12 | Q 7.50 | Q 90.00 |
| PARAL DE 3"x3"x10' | PIE TABLA | 48 | Q 6.50 | Q 312.00 |
| TABLA DE 1"x12"x10' | PIE TABLA | 66 | Q 6.50 | Q 429.00 |
| CLAVO | LIBRA | 5 | Q 7.00 | Q 35.00 |
| TOTAL MATERIALES | | | | Q 2,310.00 |
| MANO DE OBRA | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | COSTO TOTAL |
| ARMADO HIERRO No. 4 | ML | 16 | Q 5.25 | Q 84.00 |
| ARMADO ESTRIBOS No.3 | UNIDAD | 40 | Q 6.00 | Q 240.00 |
| ENCOFRADO Y DEENCOFRADO | GLOBAL | 1 | Q 40.00 | Q 40.00 |
| FUNDICIÓN DE COLUMNA | M³ | 0.5 | Q 250.00 | Q 125.00 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | Q 489.00 |
| TRANSPORTE | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | COSTO TOTAL |
| TRANSPORTE DE MATERIALES | GLOBAL | 1 | Q 115.50 | Q 115.50 |
| TOTAL TRANSPORTE | | | | Q 115.50 |
| TOTALES | | | | |
| TOTAL DE MATERIALES | | | | Q 2,310.00 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | Q 489.00 |
| TOTAL TRANSPORTE | | | | Q 115.50 |
| COSTOS DIRECTOS | | | | Q 2,914.50 |
| NÚMERO DE COLUMNAS | | | | 2 |
| PRECIO UNITARIO (Q/COL) | | | | Q 1,457.25 |

| COSTO UNITARIO ZAPATAS | | | | |
|--------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|
| PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SILLÓN ARRIBA | | | | |
| REGLÓN: ZAPATA DE 1.00 x 1.00 MT. | | | | |
| FECHA: MAYO 2008 | | | | |

| MATERIALES | | | | |
|-------------------------|---------|----------|----------|-------------------|
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | COSTO TOTAL |
| CEMENTO | SACO | 3 | Q 60.00 | Q 180.00 |
| ARENA | M³ | 0.25 | Q 120.00 | Q 30.00 |
| PIEDRÍN | M³ | 0.30 | Q 200.00 | Q 60.00 |
| HIERRO No.4 | VARILLA | 19 | Q 63.50 | Q 1,206.50 |
| ALAMBRE DE AMARRE | LIBRA | 3 | Q 7.00 | Q 21.00 |
| TOTAL MATERIALES | | | | Q 1,497.50 |

| MANO DE OBRA | | | | |
|---------------------------------|--------|----------|----------|-----------------|
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | COSTO TOTAL |
| EXCAVACIÓN | M³ | 0.40 | Q 45.00 | Q 18.00 |
| RELLENO | M³ | 0.5 | Q 40.00 | Q 20.00 |
| COLOCADO Y CENTRADO DE ARMADURA | GLOBAL | 2 | Q 55.00 | Q 110.00 |
| FUNDICIÓN | M³ | 0.5 | Q 250.00 | Q 125.00 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | Q 273.00 |

| TRANSPORTE | | | | |
|--------------------------|--------|----------|---------|----------------|
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | COSTO TOTAL |
| TRANSPORTE DE MATERIALES | GLOBAL | 1 | Q 74.88 | Q 74.88 |
| TOTAL TRANSPORTE | | | | Q 74.88 |

| TOTAL DE ZAPATAS | |
|-----------------------------------|-----------------|
| TOTAL DE MATERIALES | Q 1,497.50 |
| TOTAL MANO DE OBRA | Q 273.00 |
| TOTAL TRANSPORTE | Q 74.88 |
| COSTOS DIRECTOS | Q 1,845.38 |
| CANTIDAD DE ZAPATAS | 2 |
| PRECIO UNITARIO (Q/UNIDAD) | Q 922.69 |

| CABLES | | | | |
|--------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|
| PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SILLÓN ARRIBA | | | | |
| REGLÓN: CABLES PASO AÉREO | | | | |
| FECHA: MAYO 2008 | | | | |

| MATERIALES | | | | |
|-------------------------|---------|----------|----------|-------------------|
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | COSTO TOTAL |
| CABLE Ø 1/2" | ML | 50 | Q 35.00 | Q 1,750.00 |
| CABLE Ø 3/8" | ML | 40 | Q 30.00 | Q 1,200.00 |
| ABRAZADERA Ø 3/8" | UNIDAD | 18 | Q 4.50 | Q 81.00 |
| ABRAZADERA Ø 1/2" | UNIDAD | 15 | Q 3.50 | Q 52.50 |
| GUARDACABLE Ø 3/8" | UNIDAD | 2 | Q 10.50 | Q 21.00 |
| GUARDACABLE Ø 1/2" | UNIDAD | 9 | Q 20.00 | Q 180.00 |
| HIERRO No. 3 | VARILLA | 2 | Q 35.00 | Q 70.00 |
| NIPLE HG 1 1/4" | UNIDAD | 2 | Q 10.50 | Q 21.00 |
| TUBO HG 1 1/4" | UNIDAD | 7 | Q 180.00 | Q 1,260.00 |
| TENSOR DE 5/8" | UNIDAD | 2 | Q 30.00 | Q 60.00 |
| MORDAZA DE 3/8" | UNIDAD | 54 | Q 7.50 | Q 405.00 |
| TOTAL MATERIALES | | | | Q 5,100.50 |

| MANO DE OBRA | | | | |
|----------------------------|--------|----------|---------|-------------------|
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | COSTO TOTAL |
| COLOCACIÓN DE CABLE Ø 1/2" | ML | 40 | Q 25.00 | Q 1,000.00 |
| COLOCACIÓN DE CABLE Ø 3/8" | ML | 90 | Q 45.00 | Q 4,050.00 |
| COLOCACIÓN DE TUBERÍA HG | UNIDAD | 8 | Q 35.00 | Q 280.00 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | Q 5,330.00 |

| TRANSPORTE | | | | |
|--------------------------|--------|----------|----------|-----------------|
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | COSTO TOTAL |
| TRANSPORTE DE MATERIALES | GLOBAL | 1 | Q 255.03 | Q 255.03 |
| TOTAL TRANSPORTE | | | | Q 255.03 |

| TOTALES DE CABLE | |
|-------------------------------|-----------------|
| TOTAL DE MATERIALES | Q 5,100.50 |
| TOTAL MANO DE OBRA | Q 5,330.00 |
| TOTAL TRANSPORTE | Q 255.03 |
| COSTOS DIRECTOS | Q 10,685.53 |
| NÚMERO DE METROS LINEALES | 40 |
| PRECIO UNITARIO (Q/ML) | Q 267.14 |

| | |
|---------------------------------------|--------------------|
| PRECIO UNITARIO (Q/PASO AÉREO) | Q 36,405.80 |
|---------------------------------------|--------------------|

2.8 Evaluación ambiental inicial

El estudio de impacto inicial es un documento en el cual describen detalladamente las características de un proyecto que se va a ejecutar o que sufre alguna modificación, en este se exponen diversas características como por ejemplo la información legal de la empresa que va a ejecutar el proyecto, la información general del proyecto, dentro de esto la etapa de operación, el área, las actividades colindantes al terreno, la proyección de consumo de recursos, transporte de los materiales, demanda y consumo de energía, efectos y riesgos derivados de la actividad, etc.

Para el caso específico de la construcción del proyecto de agua potable para la aldea Sillón Arriba se debe tener en cuenta la eliminación de vegetación, esto se da en el momento de abrir el camino para colocar la tubería, desde la conducción hasta la distribución del agua potable, así mismo otro aspecto a tomar en cuenta es la excavación del suelo al momento de colocar la tubería, ya que si no se compacta de una forma correcta se puede afectar el estado posterior del mismo.

En lo que respecta al impacto ambiental en la operación del sistema de agua potable es importante mencionar que la captación se diseñó de tal manera que capte el agua necesaria para la población en el periodo de diseño establecido, y que la colocación y ubicación de la misma fuera lo menos nociva posible, dejando que el agua superficial no sea captada siga su curso normal, además que esta no utiliza algún tipo de agente químico que pueda llegar a afectar el agua y a la población de la aldea.

De lo anterior se observa que el proyecto tiene aspectos negativos al ambiente, solamente en la etapa de construcción, pero éstos son fácilmente

manejables mediante la implementación de las medidas de mitigación como lo son planes de contingencia, programas de monitoreo ambiental, plan de seguridad humana, entre otros.

2.9 Evaluación socio-económica

2.9.1 Valor presente neto

La municipalidad de Chiquimula pretende invertir Q 339,114.32 en la ejecución del proyecto de la red de distribución de agua potable para la aldea Sillón Arriba. Se contratará un fontanero para el mantenimiento del sistema por Q 4,414.41, se estima tener los siguientes ingresos: la instalación de la acometida será un pago único de Q 628.09 por vivienda, también se pedirá un ingreso mensual por vivienda de Q 13.36. Suponiendo una tasa del 10% al final de los 21 años de vida útil, se determinará la factibilidad del proyecto por medio del valor presente neto, a continuación se presentan los costos del proyecto de agua potable para la aldea Sillón Arriba:

Costo inicial=Q 339,114.32

Ingreso inicial= (Q 628.09/ viv) x (57 viv)= Q 35,801.13

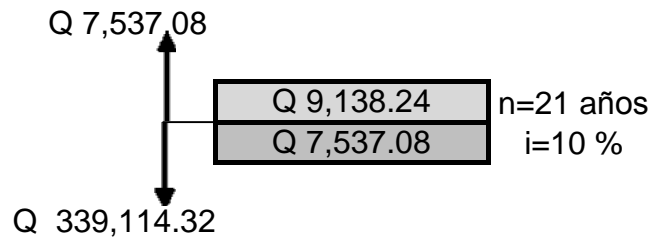
Costos anuales= (Q 628.09/mes) x (12 meses)= Q 7,537.08

Ingresos anuales= (Q 13.36/viv/mes) x (57 viv) x (12 meses)= Q 9,138.24

Vida útil= 21 años

Teniendo estos datos se procede a ubicarlos en la línea de tiempo los ingresos y egresos, para posteriormente pasarlos al valor presente neto, utilizando una tasa de interés del 10%, a continuación el diagrama de flujo para el valor presente neto.

Figura 2. Diagrama de flujo de efectivo agua potable



Utilizando signo negativo para los egresos y positivo para los ingresos, se tiene:

$$VPN = - \text{Costo Inicial} + \text{ingreso inicial} - \text{costos anuales} \cdot (1 + \text{tasa de interés})^{21} + \text{ingresos anuales} \cdot (1 + \text{tasa de interés})^{21}$$

$$VPN = -333,336.81 + 35,801.13 - 7,537.08 \cdot (1 + 0.10)^{21} + 9,138.24 \cdot (1 + 0.10)^{21}$$

$$VPN = -291464.21$$

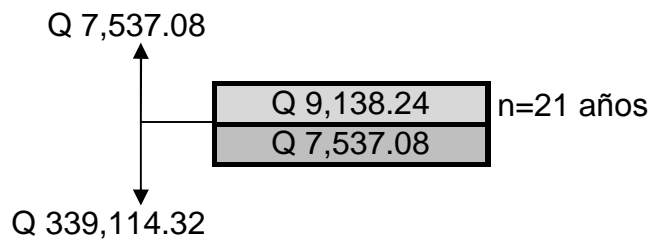
Se puede observar que el valor presente neto calculado es menor que cero, lo más recomendable es no aceptar el proyecto debido que existe mayor pérdida que ganancia. Es importante mencionar que esto es sólo el entorno matemático y que se deben tener en cuenta otros factores que influyen en la toma de decisiones, tales como el factor social, político o la naturaleza por la que se generó el proyecto. Es por ello que se debe tomar una decisión correcta.

2.9.2 Tasa interna de retorno

La empresa ejecutora propondrá a la alcaldía construir el sistema de agua potable para la aldea Sillón Arriba con un costo inicial aproximado de Q 339,114.32, la alcaldía necesita de Q 4414.41 cada año como costo de mantenimiento, además de Q 7,537.08 de cuota de amortización, también se tendrá un ingreso inicial por el derecho de cada conexión domiciliar, que será de Q 35,801.13 de un total de 57 viviendas existentes, con lo cual se pretende

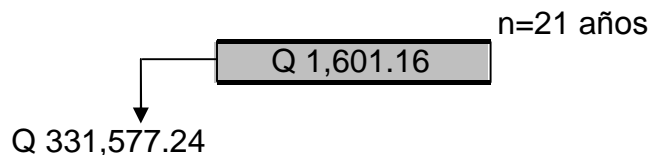
cubrir los gastos en el período de 21 años, el cual es la vida útil del sistema, a continuación se presenta el diagrama de flujo del para la tasa interna de retorno.

Figura 3. Diagrama de flujo para tasa interna de retorno agua



Debido a que los gastos de Q 9,138.24 y Q 7,537.08 se encuentran en el mismo período de tiempo, como también Q 7537.08 y Q 339,114.32, por lo que se puede simplificar la gráfica de la siguiente manera:

Figura 4. Resumen diagrama de flujo proyecto de agua



Después de esto se procede plantear y solucionar la fórmula de la tasa interna de retorno (TIR).

- ✓ Si se utiliza una tasa de interés del 10%

$$VPN = -331,577.24 + Q 1,601.16 \cdot (1+0.10)^{21} = -319,728.26$$

- ✓ Si se utiliza una tasa de interés del 30%

$$VPN = -331,577.24 + Q 1,601.16 * (1+0.30)^{21} = 64,012.64$$

Utilizando interpolación matemática, para encontrar la tasa de interés que se busca.

$$\left[\begin{array}{l} 10\% \longrightarrow -319,728.16 \\ i \longrightarrow 0 \\ 30\% \longrightarrow 64,012.64 \end{array} \right]$$

Se utiliza la proporción entre diferencias que corresponda, y se encuentra el valor de i de la siguiente manera:

$$\frac{10 - i}{10 - 30} = \frac{-319,728.16}{-319,728.16 - (64,012.64)} \quad i = 26.66\%$$

Por lo anterior, se tiene entonces que la tasa efectiva mensual es de $i=26.66\%$.

3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE ALDEA HACIENDA EL SANTO

3.1 Monografía del lugar

La aldea Hacienda El Santo pertenece al municipio de Chiquimula, departamento de Chiquimula, durante el período hispánico a este departamento se le conoció como “Corrimiento de Chiquimula” y de igual forma es mencionada en la constitución política de la república de Estado de Guatemala decretada el 11 de octubre de 1,825. Más tarde por decreto de la asamblea constituyente del 4 de noviembre del mismo año fue erigido como departamento, según Decreto del 12 de septiembre de 1,839: debido a lo extenso de su territorio, por Decreto del ejecutivo No. 30 del 10 de noviembre de 1,871, este se dividió en dos departamentos los cuales en la actualidad son Chiquimula y Zacapa.

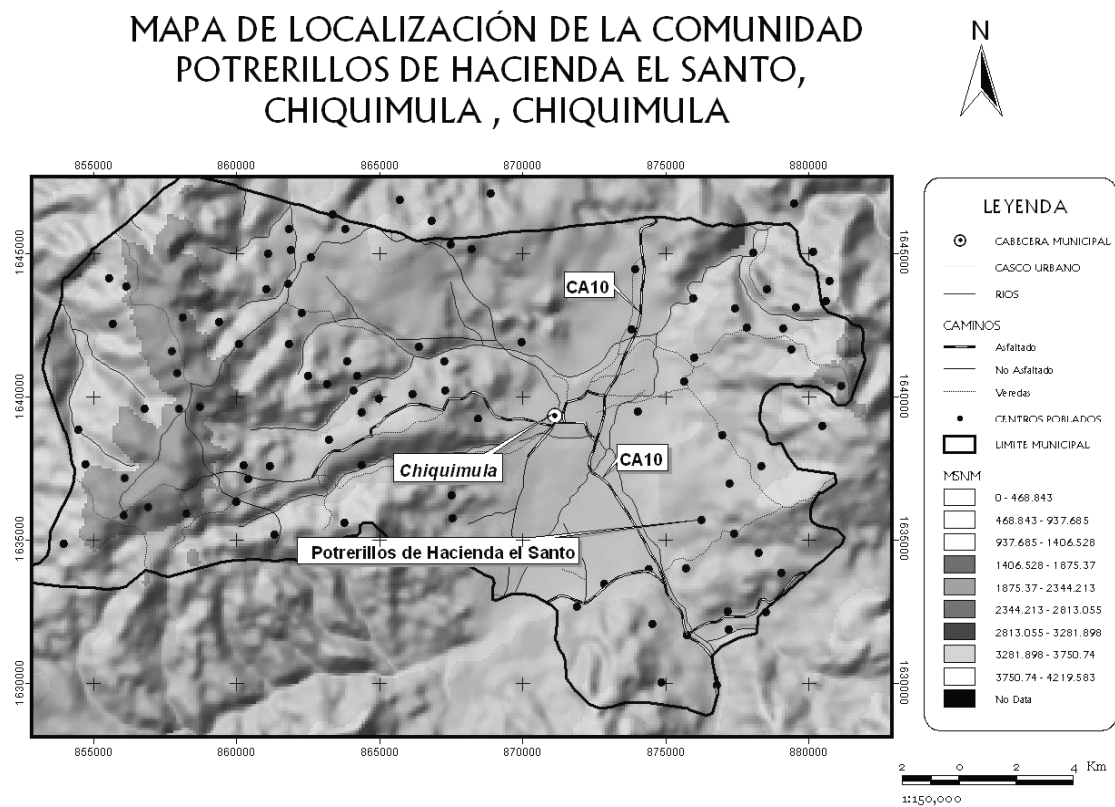
3.2 Características geográficas

3.2.1 Ubicación geográfica y colindancias

La aldea Hacienda El Santo está ubicada en el lado este del municipio de Chiquimula, la distancia de la cabecera departamental hacia la aldea es de aproximadamente 6.5 kilómetros y desde la ciudad de Guatemala a 173.5 kilómetros, dentro de sus colindancias están: al norte con la aldea Sillón Arriba, al sur con la aldea San Esteban, al este colinda con el municipio de Jocotán, al oeste colinda con la aldea Los Vidal Hacienda El Santo.

3.2.2 Localización

Figura 5. Mapa de localización de la comunidad Hacienda El Santo



Fuente: elaboración propia

3.2.3 Vías de acceso

Posee dos entradas, una por el lado de la carretera interamericana CA-10 que está aproximadamente a 0.5 kilómetros de esta, y otra del lado de la aldea Sillón Arriba que está aproximadamente a 0.5 kilómetros, la entrada principal se encuentra sobre la carretera interamericana CA-10 sobre el kilómetro 166 y la otra se entra por camino de terracería desde la aldea Sillón Arriba, los dos accesos a esta aldea son de terracería, en el cual se necesita de

un transporte de doble tracción ya que la pendiente del camino es bastante considerable y en época lluviosa se hace difícil el acceso a la misma.

3.2.4 Clima e hidrografía

La aldea Hacienda El Santo se encuentra en las montañas del este del municipio de Chiquimula, se ubica a una altura de 500 sobre el nivel del mar, debido a esto las temperaturas que se presentan en la aldea son un poco menores a las que se presentan en la cabecera departamental que está ubicada a 423 metros sobre el nivel del mar, de tal manera que en la aldea se presentan durante el año temperaturas que oscilan entre los 20 °C y 25 °C, en comparación con la cabecera departamental en la cual según el INSIVUMEH las temperaturas oscilan entre los 25 °C y 33 °C y una temperatura mínima de 20 °C.

3.2.5 Topografía

La topografía de la aldea Sillón arriba es en su mayoría quebrada, debido a que se encuentra en la parte de arriba de las montañas que se ubican en el este del municipio de Chiquimula.

3.3 Características económicas

3.3.1 Actividad comercial

La actividad comercial en la aldea Hacienda El Santo, se basa principalmente en la crianza de animales de corral como aves de corral, cerdos, y crianza de ganado en mayor cantidad, también se cultiva lo que es el maíz pero este cultivo es principalmente para el uso propio de las familias.

3.4 Características socioculturales

3.4.1 Población

La población actual de la aldea Hacienda El Santo es de aproximadamente 300 habitantes, contando con 45 familias, la mayoría de la población es indígena pertenece a la etnia chortí que se dedica a la agricultura, la aldea está organizada por medio de un consejo comunitario de desarrollo (COCODE), integrado por un presidente, vicepresidente, secretario, tesorero y vocales.

3.4.2 División política

El municipio de Chiquimula se divide en 37 aldeas y 50 caseríos, y la ciudad de Chiquimula es elevada como tal el 29 de junio de 1,821.

3.4.3 Servicios básicos existentes

Entre los servicios básicos existentes se encuentran el servicio de agua potable, alumbrado público, servicio de telefonía fija en los hogares, etc., estos servicios se describen de una mejor manera a continuación.

3.5 Servicios públicos

3.5.1 Educación

Actualmente en la aldea existe un edificio escolar llamado Escuela Oficial Rural Mixta Hacienda El Santo, donde se imparte el nivel pre-primario y primario en la jornada matutina a la cual asisten alrededor de cien alumnos.

3.5.2 Comunicación y transporte

Existen vías de comunicación entre la cabecera municipal y la aldea, aún cuando son caminos rurales en general; por ello se estima que cerca del 80 % de la población utiliza el transporte colectivo extra-urbano, un 10 % en vehículo particular pick-up, bestias y otros medios.

Los habitantes del municipio no cuentan con servicio de Correo, los habitantes de la aldea si cuentan con servicio de telefonía fija, además que una parte de la población cuenta con el servicio de telefonía celular.

3.5.3 Salud

Actualmente en la aldea no existe ningún Centro de Salud que atienda a la población de la misma, por lo que los habitantes tienen que dirigirse a la ciudad de Chiquimula para que sus necesidades sean atendidas, generando con esto una serie de problemas para atender los casos de emergencia que se presenten en la Aldea.

3.5.4 Agua potable y drenajes

Actualmente, la aldea cuenta con un sistema de agua potable que se encarga de dotar del vital líquido a toda la aldea.

Con respecto a los drenajes, la aldea no cuenta con un sistema definido de drenajes de aguas negras, la mayoría de la población que cuenta con letrinas en sus hogares, pero en el caso de las aguas servidas estas son vertidas directamente a los ríos que se encuentran en la aldea, y esto provoca la contaminación de los mismos.

3.5.5 Energía eléctrica

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

4. CONSIDERACIONES GENERALES PARA EL DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR DE CASERÍO POTRERILLOS, HACIENDA EL SANTO.

4.1 Preliminares

4.1.1 Descripción del proyecto a desarrollar

Se va a realizar el diseño de una escuela a nivel primario de 3 aulas, tomando en cuenta el factor económico, puesto que, se cuenta con poco aporte de la comunidad. Las medidas del terreno son de 20.70 metros de largo por 18.04 metros de ancho, dando como resultado 373.43 m²; la estructura es mampostería de block con una cubierta de lámina de zinc y costaneras de metal, llevará su cimiento corrido y zapatas; también sus columnas y soleras hidrófuga, intermedia y final. El piso de las aulas será de concreto, puertas de metal con sus respectivas ventanas y también y servicios sanitarios.

Se va a tomar en cuenta para la construcción de dichas aulas que las medidas a tomar por alumno son de 1.25 a 1.50 metros cuadrados por cada uno que es el espacio que debe tener el estudiante según el Ministerio de Educación. También se tomó en cuenta que el lugar donde estará ubicada la misma será un lugar donde está alejado de ruidos, malos olores, etc. Existe otro tipo de aspectos que tomamos en cuenta a la hora de diseñar una escuela, puesto que se debe considerar lo siguiente: la capacidad de alumnos por aula, el área por alumno, la superficie por nivel, la forma, el confort, etc.

4.1.2 Reconocimiento del terreno

La característica del suelo o del terreno donde se proyecta construir el edificio escolar tienen partes planas, libres de relleno y fallas geológicas, que pudieran afectar la estructura, el tipo de suelo es arcilloso, por esa razón la profundidad de la cimentación deberá ser por lo menos de 80 centímetros.

4.1.3 Tipo de estructura a diseñar

El tipo de estructura más recomendable a utilizar es el de mampostería de block, con techo de estructura metálica y lamina de zinc con sus respectivas columnas, soleras, cimiento corrido y zapatas. Es una manera muy confiable y segura de diseñar y construir, se reducen los costos y obtenemos una edificación de calidad. En el caso del presente proyecto utilizaremos esta opción, para reducir costos y obtener un beneficio con la construcción de la escuela, para poder tener un lugar donde impartir clases a los niños del caserío.

4.1.4 Distribución de arquitectónica

La distribución arquitectónica o prediseño del edificio escolar a diseñar se tomarán de 8 ambientes, entre los cuales se encuentra la dirección, la cocina, una bodega, tres aulas con un área de 37.78 m² cada una, más un corredor del lado de las aulas de 2 metros de ancho por 20.40 metros de largo, y otro del lado de la dirección de 1.50 de ancho y 14 metros de largo haciendo un área total de la escuela de 21 m², una dirección de 6.70 metros de largo por 3.30 metros de ancho, contando con un área de 22.11 m², una cocina de 3.27 metros de largo por 3.30 metros de ancho y un área de 10.80 m², una bodega de las mismas dimensiones que la cocina, y dejando al centro el patio el cual consta

de un área de 93.63 m² para el recreo de los niños, las instalaciones contarán con energía eléctrica.

4.1.5 Ensayo triaxial de suelo

El ensayo de compresión triaxial de suelo, se realiza con el propósito de determinar las características de esfuerzo- deformación y resistencia del suelo sujeto a esfuerzos cortantes, producidos cuando varían los esfuerzos principales que actúan sobre un espécimen cilindro del suelo que está en estudio, para el caso de este proyecto en específico se trato de un suelo con un ángulo de fricción interna $\phi = 26.47$, dando como resultado una capacidad soporte de 15 de Ton/m².

4.2 Normas de diseño para edificios educativos

Las normas que se presentan a continuación son requisitos mínimos que se han de satisfacer, varían de acuerdo a la actividad y la edad de los alumnos, en relación de los niveles educativos que existen: a) Pre-Primario b) Primario, El nivel educativo de este proyecto en estudio es el nivel Primario.

4.2.1 Criterios de iluminación

La iluminación puede ser natural o artificial, debe ser abundante y uniformemente distribuida, se debe evitar la proyección de sombra y contraste muy marcado, estudiando la relación entre las fuentes de iluminación y las posiciones de los alumnos, sobre todo en razón de que éstas pueden variar o por el carácter flexible de las actividades.

Es recomendable el aprovechamiento óptimo de la luz natural, por esta razón se recomienda que el área de ventanas sea del 25% a 30% de la superficie del piso. Para el proyecto en estudio el área de luz natural es del 29%.

El nivel de iluminación natural para la escuela es bueno, por ser las clases impartidas durante la mañana. El tipo de iluminación del proyecto en estudio es bilateral.

La iluminación artificial puede usarse como apoyo a la iluminación natural, en este caso es necesario asegurar un nivel de iluminación correcto para que los niños reciban sus clases.

4.2.2 Criterios de ventilación

La dirección de los vientos en Guatemala es de Norte-Sur y viceversa, por lo que el área de ventilación está orientada en este sentido para proveer una ventilación cruzada, el área de ventilación es del 50% del área de ventana.

4.2.3 Área requerida por alumno

Según normas de diseño, se sugiere un área requerida por alumno de 1.25 m² por alumno, en el área rural y 1 .50 m² por alumno, en área urbana. La zona de la escuela es área rural por lo que se tomará 1.25 m² por alumno.

4.2.4 Espacio educativo

Se denomina así al conjunto de espacios destinados al ejercicio de la acción educativa, la cual se desarrolla en forma gradual e integra por medio de

actividades tendientes al desarrollo psicomotor, socio emocional de la actividad creadora y de la sensibilidad estética, atendiendo a la naturaleza de las mencionadas actividades.

Lo anterior incide en la experiencia pedagógica que ha demostrado que las aulas de dimensión cuadrada, son las que mejor se adaptan a la forma educativa de los alumnos, tanto por la flexibilidad en su distribución como en el amueblamiento, por lo que presenta cualidades aceptables en cuanto a capacidad visual y auditiva.

Las dimensiones teóricas más adecuadas, tomando siempre el criterio de 30 alumnos por aula, con 1.25 m²/alumno en el área rural y 1.50 m²/alumno urbano, para el caso del presente proyecto se tomaron adoptaron dimensiones de 5.64 metros de ancho por 6.70 metros de largo, dando como resultado un área de 37.78 m² por aula.

Capacidad: El número de alumnos recomendables para desarrollar actividades en este tipo de locales educativos, es deseable que esté comprendido dentro de los siguientes valores:

| NIVELES | CAPACIDAD ÓPTIMA | CAPACIDAD MÁXIMA |
|--------------|------------------|------------------|
| Pre-Primario | 25 | 30 |
| Primario | 30 | 40 |

Para el proyecto del edificio escolar del caserío Potrerillos, Hacienda El Santo el nivel educativo es primario.

4.2.5 Tamaño del edificio

El establecimiento escolar, además de cubrir las proposiciones establecidas en relación al área construida y a la superficie total del terreno, debe cubrir el aspecto siguiente: Capacidad, el tamaño del edificio escolar, en cuanto a capacidad varía de acuerdo a las características de cada nivel educativo, a fin de mantener la disciplina de los educandos y los niveles de operación de la escuela.

4.3 Diseño estructural

4.3.1 Diseño de estructura de techo

El techo o cubierta es la parte de la edificación que cierra y protege superiormente al edificio, lo mismo que los muros perimetrales, contra las inclemencias del ambiente exterior, como son: el frío, el calor, la lluvia, etc.

La forma del techo a utilizar es de un agua, con lámina de zinc calibre 28.

La pendiente mínima es de 15% y la pendiente recomendada es de 27%, para este caso tenemos lo siguiente:

$$H = 1.35, \quad L = 5$$

$$\text{Pend.} = H / L = 1.35 / 5 = 0.27 = 27 \%$$

Por lo que la pendiente diseñada es igual a la pendiente recomendada y mayor que la mínima.

Distancia máxima entre apoyos: De acuerdo a la longitud de las láminas, tiene que existir un apoyo en el traslape de dos láminas, dicho traslape debe ser, como mínimo de 15 cm.

Lámina de 8', la longitud total de esta es de 2.44 m, menos el traslape que es de 0.15 m, indica que las costaneras deben estar separadas como máximo 2.29 m ($2.44 - 0.15 = 2.29$), la separación supuesta para el diseño es de $1.90 \text{ m} \leq 1.90 \text{ m}$, cumple con la separación máxima.

4.3.2 Diseño de muro

Se diseñará con refuerzo mínimo comparado con las normas del Instituto de Fomento de Hipotecas Aseguradas (FHA), las cuales recomiendan poner columnas principales con 4 varillas No 3, con estribos No 2 @ 0.20 m al centro de la luz. Asimismo colocar columna intermedia en marcos de puerta y ventanas.

$$A_{sv} = A_s \text{ mínimo vertical} = 0.0007 d \times t$$

$$A_{sh} = A_s \text{ mínimo horizontal} = 0.0013 d \times t$$

$$A_{st} = A_s \text{ mínimo total} = 0.002 d \times t$$

De acuerdo con los controles de calidad de Bloteca, la resistencia a compresión (f'_m) de block tipo A, pesado, oscila entre $50 \text{ kg} / \text{cm}^2$ y $70 \text{ kg} / \text{cm}^2$, en block de $15 \times 20 \times 40$ y $20 \times 20 \times 40$, el block a utilizar será de $15 \times 20 \times 40$. Se analizarán como muro típico el más crítico en altura y longitud, afectados por la flexión y corte, para diseñarlos; en este caso el muro ubicado entre los ejes 1 y 3.

4.3.2.1 Diseño a flexión

Área de acero vertical = $A_s = 0.0007 d \times t$

d = longitud del muro = 6.70 m

t = ancho pared muro = 15 cm

$A_s = 0.0007 \times 670 \text{ cm} \times 15 \text{ cm} = 7.03 \text{ cm}^2$

As varilla No 3 = 0.71 cm^2

$7.03 / 0.71 = 9.90 = 10$ varillas

Por ser muro de 7.00 m de longitud, se usarán tres columnas con cuatro varillas de hierro No 3 en cada columna, 4 col (4 varillas No 3) = $(4 \times 0.71 \text{ cm}^2) \times 4 = 11.36 > 7.03 \text{ cm}^2$ requeridos.

4.3.2.2 Diseño a corte

Área de acero horizontal = $0.0013 d \times t$

d = longitud del muro = 6.70 m

t = ancho de la pared ó muro = 15 cm

$A_s = 0.0013 \times 670 \text{ cm} \times 15 \text{ cm} = 13.06 \text{ cm}^2$

As varilla No 3 = 0.71 cm^2

$13.06 / 0.71 = 18.40 = 19$ varillas No 3

Se colocaran 4 soleras con 4 varillas No. 3 cada una y el cimiento corrido, que también trabaja como solera, completará el refuerzo horizontal, se colocaran eslabones No 2 @ 0.15 m.

4.3.3 Diseño de vigas

El edificio contará con vigas metálicas las cuales serán la unión de dos costaneras metálicas perfil "C" de 2" x 4".

En la siguiente tabla se muestran las características generales del perfil 10, que será el que se utilizarán en el proyecto de la escuela para el caserío Potrerillos, Hacienda El Santo.

DATOS: Luz entre paredes = 6.85 m
Carga viva = 100 kg / m²
Carga viento = despreciable
 $M = \text{momento} = \frac{W * L^2}{8}$

Tabla IX. Características generales lámina calibre 28

| Longitud | | Peso |
|----------|--------|-------|
| Pies | Metros | Libra |
| 3 | 0.91 | 22 |
| 4 | 1.22 | 30 |
| 5 | 1.52 | 37 |
| 6 | 1.83 | 44 |
| 7 | 2.13 | 52 |
| 8 | 2.44 | 60 |

Peso sobre costanera = P lámina + C viva + C viento

Peso lámina (ver tabla T 1)

Para L = 6 ' (1.83 m) peso = 44 lb

44 lb = 20 kg

En un área de 1.83 m x 0.98 m = 1.79 m²

$$\begin{array}{r} \text{Si } 1.79 \text{ m}^2 \text{ ____ } 20 \text{ kg} \\ 1 \text{ m}^2 \text{ ____ } X \end{array}$$

$X = 11.17 \text{ kg/m}^2$ (peso de lámina por unidad de área)

Peso sobre costanera = $11.17 + 100 = 111.17 \text{ kg/m}^2$

Distribuyendo P sobre costanera = $111.17 \text{ kg/m}^2 \times 1 \text{ m} = 111.17 \text{ m}$

Por lo tanto para hallar el valor del momento se tiene:

$$M = \frac{111.17 * 6.85^2}{8} = 652.04 \text{ kg - m}$$

Para este momento de flexión, corresponde haciendo trabajar el metal a 10 kg / mm^2 (1000 kg / cm^2) un momento resistente (W) es de:

$$W = \frac{65,204.68 \text{ kg - cm}}{1000 \text{ kg - cm}^3} = 65.20 \text{ cm}^3$$

Tabla X. Propiedades de perfiles tipo “C”

| Perfil | Dimensiones en mm | | AREA cm ² | PESO kg/m | Referido al eje x-x | | |
|--------|-------------------|----|-------------------------|--------------|---------------------|--------------------|-------|
| | h | b | | | Ix cm ⁴ | Zx cm ³ | Kx cm |
| 12 | 120 | 55 | 17 | 13.4 | 364 | 60.7 | 4.62 |
| 14 | 140 | 60 | 20.4 | 16.01 | 605 | 86.4 | 5.45 |
| 16 | 160 | 65 | 24 | 18.84 | 925 | 116 | 6.21 |
| 18 | 180 | 70 | 28 | 22 | 1350 | 150 | 6.95 |
| 20 | 200 | 75 | 32.2 | 25.3 | 1910 | 191 | 7.7 |

Utilizando la tabla X, se encuentra que el más aproximado es de 86.4 cm³ que corresponde al perfil 14 de 140 mm de altura = 14 cm = 5.51 " y de b = 60 mm = 6 cm = 2.36 " de ancho.

Aquí, el peso, de la costanera es de 16.01 kg / m², por lo que ahora se sumará el peso propio de la costanera, así, tendremos;

Peso sobre costanera = P lámina + C viva + C viento + Pp costanera

$$P = 11.17 + 100 + 0 + 16.01 = 127.18 \text{ kg / m}^2$$

$$W = 127.18 \times 1 \text{ m} = 127.18 \text{ kg / m}$$

$$M = \frac{127.18 * 6.85^2}{8} = 745.95 \text{ kg - m}$$

Haciendo trabajar el metal 10 kg / mm² = 1000 kg / cm²

$$W = \frac{74,595 \text{ kg - cm}}{1000 \text{ kg - cm}^3} = 74.59 \text{ cm}^3$$

El momento resistente es menor al del perfil encontrado (74.59 < 86.4), por lo que se utilizará costaneras de perfil 14, de sección 2" x 4".

4.3.4 Diseño de columnas

Longitud libre = 2.50 m (apoyo – base de concreto)

Sección asumida: 0.15 m x 0.15 m

d = 0.13 m por acabados

✓ **Tipo de columna**

K = Factor de pandeo de la columna

Lu = Longitud libre entre apoyos

r = radio de giro: $R = r$;

$r = 0.30 b$ para sección rectangular

$$r = 0.30 b = 0.30 \times 0.15 \text{ m} = 0.045 \text{ m}$$

$$K = \frac{0.702 * \sqrt{E}}{\text{carga}} = \frac{0.702 * \sqrt{0.8 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2}}{501.6 \text{ kg}} = 6.27$$

Si $K < Lu / d =$ columna corta, de donde $6.27 < 20$, indica que es columna corta.

✓ **Cálculo de la columna**

$$\frac{P}{A} = 0.329 * E * A * \left(\frac{L}{d}\right)^2 \quad \frac{L}{d} < 20$$

$$P = 0.329 \times 0.8 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2 \times (13.20 \text{ cm})^2 / 20^2$$

$$P = 11,120.2 \text{ kg}$$

Cálculo de la carga que llega a la columna donde:

Separación entre columnas = 3.42 mt.

W = peso carga muerta = 30.01 Kg/m²

CV = peso de la carga viva = 100 kg/m²

$W_{\text{viga}} = \text{peso de la viga} = 5.06 \text{ Kg/m}^2$

$w = \text{separación} * (\text{WC.M.} + \text{WC.V.}) + W_{\text{VIGA}}$

$w = 3.42 * (130.01 \text{ Kg/m}^2) + 5.06 \text{ Kg/m}$

$w=449.70 \text{ kg/m}$

Después se procede a calcular la carga puntual que actúa sobre la columna:

$$P = \frac{W * L}{2}$$

Sustituyendo datos: $P = \frac{449.70 * 6.70}{2} = 1,506.50 \text{ kg}$

La carga que resiste la columna se calcula por medio de la siguiente ecuación:

$$P_o = \theta * [0.85 * f'c * (A_g - A_s) + f_y * A_s]$$

Donde $\theta=0.70$

$\theta=0.75$

Para nuestro caso, por ser una columna con estribos se usará $\theta=0.75$

Sustituyendo datos se tiene:

$$P_o = 0.70 * [0.85 * 210 * (225 - 2.84) + 2810 * 2.84] = 33,345.17 \text{ kg.}$$

La sección asumida es correcta, ya que soporta 33,345.17 kg y solamente está trabajando con 1,506.50 kg.

4.3.5 Diseño de cimiento corrido

Se usará el muro de las aulas por ser el más crítico, se determinó que el peso de la estructura es de 49536 kg contribuyendo la mitad al muro del eje 1, 24768 kg.

$$W \text{ muerta} = 24768 \text{ kg} / 32 \text{ m} = 774 \text{ kg/m}$$

$$W \text{ viva} = 80 \text{ kg} / \text{m}$$

$$W \text{ total última} = 1.4 W_{\text{muerta}} + 1.7 W_{\text{viva}}$$

$$W_t = 1.4 (774) + 1.7 (80) \quad W_t = 1220 \text{ kg/m}$$

Para determinar el ancho se tiene:

$$b = \text{ancho}$$

$$f'_c = 210 \text{ kg} / \text{cm}^2$$

$$f'_y = 2810 \text{ kg} / \text{cm}^2$$

$$f'_s = \text{capacidad de soporte neta } 15 \text{ T} / \text{m}^2 = 15000 \text{ kg} / \text{m}^2$$

$$f'_s = P / A \text{ de donde } A = P / f'_s; A = b \times L$$

$$\text{de donde } b = P / f'_s = 1220 \text{ kg} / (15000 \text{ kg} / \text{m}^2) = 0.08 \text{ m} = 8 \text{ cm}$$

$$\text{Se asumirá } b = 0.30 \text{ m}$$

✓ Corte simple

$$f'_c = 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{f'_c} = 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{210} \text{ kg} / \text{cm}^2 \quad f'_c = 6.53 \text{ kg} / \text{cm}^2$$

$$f_a = \text{esfuerzo actuante, se asumirá } d = 20$$

$$f_a = P / A = 1220 \text{ kg} / b \times d = 1220 \text{ kg} / (30 \times 20)$$

$$f_a = 2.03 \text{ kg} / \text{cm}^2 < f'_c = 6.53 \text{ kg} / \text{cm}^2$$

$$d = 20 \text{ es correcto.}$$

✓ **Diseño a flexión**

Se asumirá la sección rectangular

$$h = 0.20 \text{ m} \quad P = 1220 \text{ kg}$$

$$W = P / b = 1220 \text{ kg} / 0.30 \text{ m} = 4067 \text{ kg/ m}$$

$$M = W * L^2 / 2 = 4067 \text{ kg / m} \times 0.175^2 / 2$$

$$M = 63 \text{ kg / m}$$

Refuerzo:

$$Mu = 63 \text{ kg} - \text{m}$$

$$\delta = 0.002$$

$$As / \text{varilla} = 0.71 \text{ cm}^2$$

$$b = 30 \text{ cm}$$

$$d = 20 \text{ cm}$$

$$\delta_{\text{min}} = 1.41 / f'y = 141 / 2810 = 0.05 \text{ cm}^2$$

$$\delta = As / b*d$$

$$As = \delta \times b \times d = 0.002 \times 30 \text{ cm} \times 20 \text{ cm} = 1.2 \text{ cm}^2 > 0.05 \text{ cm}^2$$

$$1.2 \text{ cm}^2 / (0.71 \text{ cm}^2 / \text{varilla}) = 1.44 \text{ varillas} = 1.7 \text{ varillas} = 2$$

Se usarán 3 varillas No. 3 con eslabones No. 2 @ 0.15 m

4.3.6 Diseño de zapata

Se diseñaran las zapatas tomando como columna crítica las que se localizan en los salones con una Sección de 0.15 m * 0.20 m y una altura de 3.45 metros.

Se toman como datos:

$$f'y = 2810 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

μ = capacidad de carga permisible del terreno = 15,000 Kg/mm²

INTEGRACIÓN DE CARGA

La integración de carga se toma para la columna crítica en el corredor.

Longitud del corredor = 32 metros

Peso total de la cubierta = 900 Kg

Total de peso de la columna = 0.15 m * 0.15 m * 3.45 m * 2400 kg/m³ = 186.3

Total de columnas del tramo calculado = 5

Peso sobre cada columna = 900 kg / 4 columnas = 225 Kg.

Peso total sobre la zapata = 225 Kg + 186.3 Kg = 411.30 Kg

Se asumen zapatas con las siguientes dimensiones: 0.60 mts. * 0.60 mts. * 0.20 mts.

$W_{zapata} = 0.60 \text{ mts.} * 0.60 \text{ mts.} * 0.20 \text{ mts.} * 2400 \text{ Kg/m}^3$

$W_{zapata} = 173 \text{ Kg}$

$W_{total} = W_{zapata} + W \text{ total sobre la zapata}$

$W_{total} = 173 + 411.30 = 584.30 \text{ kg}$

✓ Área De Zapata Requerida

$A = P/\mu$

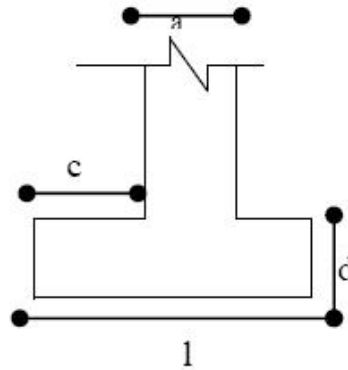
$A = 584.30 \text{ Kg} / 15,000 \text{ Kg/m}^2$

$A = 0.0395 \text{ m}^2$

Área propuesta = 0.60 mts. * 0.60 mts. = 0.36 m²

Se puede observar que el área propuesta es mucho mayor que el área requerida, por lo que las dimensiones asumidas son correctas.

Figura 6. Detalle de zapata.



Presión sobre el suelo.

$$Q = \frac{P}{Az}$$

Donde:

P= peso de la columna crítica

Az= área de la zapata

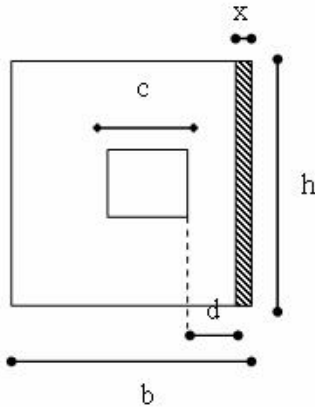
Sustituyendo datos:

$$Q = \frac{584.30}{0.36} = 1,623.06 \text{ kg/m}^2$$

Por lo tanto, la presión que se ejerce sobre el suelo es de 1,623.06 kg/m².

✓ **Chequeo a corte simple**

Figura 7. Área de chequeo a corte simple.



$$V_r = 0.85 * 0.53 * (b * d) * \sqrt{f'c}$$

$$V_{act} = x * h * Q$$

Donde:

X= distancia de chequeo de corte simple

H= base de la zapata

Q= presión del suelo

d= peralte=13 cm.

Determinando $x = \frac{b}{2} - \frac{c}{2} - d$

$$X = \frac{60}{2} - \frac{15}{2} - 13 = 9.5 \text{ cms.}$$

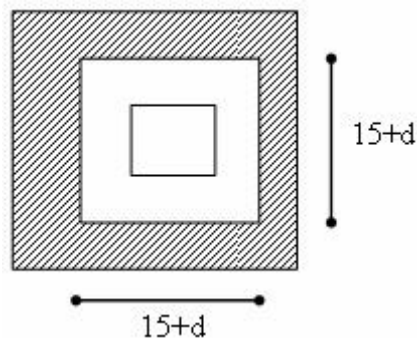
$$V_r = 0.85 * 0.53 * (60 * 13) * \sqrt{210} = 5,092.12 \text{ kg}$$

$$V_{act} = 0.95 * 0.60 * 1,623.06 = 925.14 \text{ kg}$$

Como $V_r > V_{act}$, las dimensiones asumidas de la zapata son las correctas y cumplen con el chequeo de corte simple.

✓ **Chequeo a corte punzonante**

Figura 8. Área de chequeo a corte por punzonamiento.



$$V_r = 0.85 * 0.53 * \sqrt{f'c} * b_o * d$$

Donde:

b_o = perímetro de sección crítica de punzonamiento.

$$b_o = 4 * (15+d)$$

$$b_o = 4 * (15+13)$$

$$b_o = 112 \text{ cm.}$$

Sustituyendo en la fórmula de corte resistente:

$$V_r = 0.85 * 0.53 * \sqrt{210} * 112 * 13 = 9,505.30 \text{ kg}$$

$$V_{act} = ((0.60)^2 - (0.28)^2) * (1,623.06) = 457.05 \text{ kg}$$

Como $V_r > V_{act}$, las dimensiones asumidas de la zapata son las correctas y cumplen con el chequeo de corte por punzonamiento.

✓ Chequeo a flexión

Datos:

b=60 cm.

d=13 cm.

$$M = \frac{W * L^2}{2}$$

$$M = \frac{Q * L^2}{2}, \text{ sustituyendo se tiene:}$$

$$M = \frac{1623.06 * 0.60^2}{2} = 292.15 \text{ kg - m}$$

Para el momento anterior se obtiene un área de acero de 0.84 cm².

La varilla No.3= 0.71 cm², entonces

$$\text{No. de varillas} = \frac{0.84}{0.71} = 1.14 \text{ varillas}$$

Por seguridad se colocarán 4 varillas No.3 en ambos sentidos de la zapata.

4.3.7 Diseño de instalación hidráulica

En el presente diseño del edificio escolar para el caserío Potrerillos, aldea Hacienda El Santo se tomaron en cuenta los servicios sanitarios respectivos, tanto para hombres como para mujeres, y así tener mejor comodidad al momento de utilizar los mismos.

La tubería de esta instalación será de P.V.C. (cloruro de polivinilo), que es la más apropiada para estos casos, para las conexiones hacia los artefactos sanitarios (sanitarios, urinal, y lavamanos) se harán con tubería de media pulgada de diámetro, el resto de conexiones se harán de tubería de tres cuartos de pulgada, además de contar con llave de compuerta, de cheque y contador.

4.3.8 Diseño de instalación sanitaria

Para la instalación sanitaria, se utilizó tubería de P.V.C. tanto para aguas negras como para aguas pluviales, en el caso de las aguas negras la tubería que conecta a los artefactos va a ser de diámetro de 2 pulgadas, el resto de conexiones será de P.V.C. de tres pulgadas de diámetro y en los casos donde el número de conexiones es mayor se utilizará tubería de seis pulgadas de diámetro.

Para el caso de la instalación de agua pluvial se utilizará tubería de p.v.c. de cuatro pulgadas y en los casos donde el número de conexiones sea mayor se utilizará tubería de seis pulgadas de diámetro.

4.3.9 Diseño de instalación eléctrica

Para el presente proyecto se colocaron cuatro lámparas de gas neón en cada aula, es importante mencionar que las clases serán impartidas en la mañana por lo que la luz artificial será utilizada únicamente en los días en los nublados, para el caso del resto de ambientes se colocaron también lámparas de gas neón, se colocaron cuatro tomacorrientes de 110 voltios en cada salón, tres tomacorrientes en cada pasillo, tres tomacorrientes en la dirección, tres en la cocina y tres en la bodega, en los servicios sanitarios no se colocaron tomacorrientes debido a que los niños pueden sufrir accidentes.

4.4 Desarrollo del proyecto

4.4.1 Presupuesto total

El tipo de cambio de la siguiente tabla de resumen de costos fue de Q. 7.53 por US\$ 1.00 correspondiente al mes de junio de 2008.

Tabla XI. Resumen de total de costos de edificio escolar

| RESUMEN DE COSTOS | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------|-------------|---------------------|---------------------|
| PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR CASERÍO POTRERILLOS, ALDEA HACIENDA EL SANTO, CHIQUIMULA | | | | | |
| FECHA: JUNIO 2008 | | | | | |
| RENLÓN/DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | TOTAL | TOTAL EN \$ |
| TRABAJOS PRELIMINARES | GLOBAL | 1 | Q 5,214.00 | Q 5,214.00 | \$ 692.43 |
| ZAPATA TIPO Z-1 | UNIDAD | 15 | Q 304.23 | Q 4,563.50 | \$ 606.04 |
| CIMIENTO CORRIDO | ML | 142 | Q 296.83 | Q 42,149.50 | \$ 5,597.54 |
| COLUMNAS | ML | 385 | Q 153.16 | Q 58,967.60 | \$ 7,831.02 |
| SOLERAS | ML | 484 | Q 132.48 | Q 64,122.50 | \$ 8,515.60 |
| LEVANTADO DE BLOCK | M ² | 438.2 | Q 114.16 | Q 50,024.68 | \$ 6,643.38 |
| ESTRUCTURA DE TECHO | M ² | 280 | Q 677.23 | Q 189,623.65 | \$ 25,182.42 |
| DRENAJE SANITARIO | GLOBAL | 1 | Q 12,007.75 | Q 12,007.75 | \$ 1,594.65 |
| DRENAJE PLUVIAL | BLOBAL | 1 | Q 6,546.05 | Q 6,546.05 | \$ 869.33 |
| INSTALACIÓN HIDRÁULICA | GLOBAL | 1 | Q 2,772.70 | Q 2,772.70 | \$ 368.22 |
| ARTEFACTOS SANITARIOS | GLOBAL | 1 | Q 10,980.00 | Q 10,980.00 | \$ 1,458.17 |
| ILUMINACIÓN Y FUERZA | GLOBAL | 1 | Q 27,074.65 | Q 27,074.65 | \$ 3,595.57 |
| PISO DE CONCRETO | M ² | 331 | Q 227.12 | Q 75,178.00 | \$ 9,983.80 |
| PUERTAS Y VENTANAS | GLOBAL | 1 | Q 21,087.00 | Q 21,087.00 | \$ 2,800.40 |
| TOTAL DEL PROYECTO: | | | | Q 570,311.58 | \$ 72,938.19 |

La construcción consta de 373.38 m², y por lo tanto el costo unitario de construcción será de Q 1,527.43/m².

4.4.2 Integración de costos de materiales y mano de obra

Tabla XII. Integración de costos de trabajos preliminares

| COSTO UNITARIO TRABAJOS PRELIMINARES | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------|-------------|-------------------|
| PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR CASERÍO POTRERILLOS, ALDEA HACIENDA EL SANTO, CHIQUIMULA | | | | |
| RENGLÓN: TRABAJOS PRELIMINARES | | | | |
| FECHA: JUNIO 2008 | | | | |
| MANO DE OBRA | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | TOTAL |
| TRAZO Y NIVELACIÓN | ML | 172 | Q 20.00 | Q 3,440.00 |
| DEMOLICIÓN | M³ | 10 | Q 50.00 | Q 500.00 |
| LIMPIEZA | M³ | 10 | Q 35.00 | Q 350.00 |
| MOVILIZACIÓN DE RIPIO | M³ | 10 | Q 45.00 | Q 450.00 |
| TOTAL MANO DE OBRA: | | | | Q 4,740.00 |
| TRANSPORTE | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | TOTAL |
| TRANSPORTE DE DESPERDICIOS | GLOBAL | 1 | Q 474.00 | Q 474.00 |
| TOTAL DE TRANSPORTE | | | | Q 474.00 |

Tabla XIII. Integración de costos de zapata

| RENGLÓN: ZAPATA DE 0.60 X 0.60 M. | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------|-------------|-------------------|
| PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR CASERÍO POTRERILLOS, ALDEA HACIENDA EL SANTO, CHIQUIMULA | | | | |
| FECHA: JUNIO 2008 | | | | |
| MATERIALES | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | TOTAL |
| CEMENTO PORTLAND | SACO | 13 | Q 60.00 | Q 780.00 |
| ARENA DE RÍO | M³ | 1 | Q 200.00 | Q 200.00 |
| PIEDRÍN | M³ | 1 | Q 230.00 | Q 230.00 |
| HIERRO No.3 | qq | 2 | Q 400.00 | Q 800.00 |
| ALAMBRE DE AMARRE | LIBRA | 25 | Q 7.00 | Q 175.00 |
| TOTAL MATERIALES | | | | Q 2,185.00 |
| MANO DE OBRA | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | TOTAL |
| EXCAVACIÓN | M³ | 1 | Q 60.00 | Q 60.00 |
| HACER ARMADURA No.3 | GLOBAL | 15 | Q 35.00 | Q 525.00 |
| COLOCADO Y CENTRADO DE ARMADURA | UNIDAD | 15 | Q 75.00 | Q 1,125.00 |
| FUNDICIÓN DE ZAPATA | M³ | 1.5 | Q 250.00 | Q 375.00 |
| RELLENO | M³ | 1.5 | Q 50.00 | Q 75.00 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | Q 2,160.00 |
| TRANSPORTE | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | TOTAL |
| TRANSPORTE DE MATERIALES | GLOBAL | 1 | Q 218.50 | Q 218.50 |
| TOTALES | | | | |
| TOTAL DE MATERIALES | | | | Q 2,185.00 |
| TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | Q 2,160.00 |
| TOTAL DE TRANSPORTE | | | | Q 218.50 |
| COSTO DIRECTO | | | | Q 4,563.50 |
| UNIDAD DE TRABAJO | | | | 15 |
| COSTO UNITARIO (Q/ZAPATA) | | | | Q 304.23 |

Tabla XIV. Integración de costos de cimiento corrido

| REGLÓN CIMENTO CORRIDO DE 0.40*0.205 M. | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------|--------------------------------------|--------------------|
| PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR CASERÍO POTRERILLOS, ALDEA HACIENDA EL SANTO, CHIQUIMULA | | | | |
| FECHA: JUNIO 2008 | | | | |
| MATERIALES | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | TOTAL |
| CEMENTO PORTLAND | SACO | 112 | Q 60.00 | Q 6,720.00 |
| ARENA DE RÍO | M³ | 7 | Q 200.00 | Q 1,400.00 |
| PIEDRÍN | M³ | 7 | Q 230.00 | Q 1,610.00 |
| HIERRO No.3 | qq | 6 | Q 400.00 | Q 2,400.00 |
| HIERRO No.2 | qq | 35 | Q 400.00 | Q 14,000.00 |
| ALAMBRE DE AMARRE | LIBRA | 170 | Q 7.00 | Q 1,190.00 |
| | | | TOTAL MATERIALES | Q 27,320.00 |
| MANO DE OBRA | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | TOTAL |
| EXCAVACIÓN | M³ | 62 | Q 60.00 | Q 3,720.00 |
| HACER ARMADURA No.3 | ML | 142 | Q 3.50 | Q 497.00 |
| HACER ESLABONES HIERRO No.2 | UNIDAD | 1042 | Q 1.50 | Q 1,563.00 |
| COLOCADO Y CENTRADO DE ARMADURA | ML | 142 | Q 2.50 | Q 355.00 |
| FUNDICIÓN | M³ | 11.4 | Q 250.00 | Q 2,850.00 |
| RELLENO | M³ | 62.25 | Q 50.00 | Q 3,112.50 |
| | | | TOTAL MANO DE OBRA | Q 12,097.50 |
| TRANSPORTE | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | TOTAL |
| TRANSPORTE DE MATERIALES | GLOBAL | 1 | Q 2,732.00 | Q 2,732.00 |
| TOTALES | | | | |
| | | | TOTAL DE MATERIALES | Q 27,320.00 |
| | | | TOTAL DE MANO DE OBRA | Q 12,097.50 |
| | | | TOTAL DE TRANSPORTE | Q 2,732.00 |
| | | | COSTO DIRECTO | Q 42,149.50 |
| | | | METROS LINEALES | 142 |
| | | | COSTO UNITARIO (Q/ML DE C.C.) | Q 296.83 |
| | | | TOTAL DE REGLÓN | Q 42,149.50 |

Tabla XV. Integración de costos de columnas

| RENGLÓN COLUMNAS | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------|---------------------------|--------------------|
| PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR CASERÍO POTRERILLOS, ALDEA HACIENDA EL SANTO, CHIQUIMULA | | | | |
| FECHA: JUNIO 2008 | | | | |
| MATERIALES | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | TOTAL |
| CEMENTO PORTLAND | SACO | 97 | Q 60.00 | Q 5,820.00 |
| ARENA DE RÍO | M³ | 8 | Q 200.00 | Q 1,600.00 |
| PIEDRÍN | M³ | 8 | Q 230.00 | Q 1,840.00 |
| HIERRO No.3 | qq | 43 | Q 400.00 | Q 17,200.00 |
| HIERRO No.2 | qq | 1 | Q 400.00 | Q 400.00 |
| ALAMBRE DE AMARRE | LIBRA | 215 | Q 7.00 | Q 1,505.00 |
| RENTA DE MADERA | PIE TABLAR | 2425 | Q 5.00 | Q 12,125.00 |
| CLAVO DE 3" | LIBRA | 168 | Q 7.00 | Q 1,176.00 |
| | | | TOTAL MATERIALES | Q 41,666.00 |
| MANO DE OBRA | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | TOTAL |
| ENCOFRADO | M² | 132 | Q 4.00 | Q 528.00 |
| HACER ARMADURA No.3 | ML | 385 | Q 3.50 | Q 1,347.50 |
| HACER ESTRIBOS HIERRO No.3 | UNIDAD | 4584 | Q 2.00 | Q 9,168.00 |
| HACER ESLABONES HIERRO No.2 | UNIDAD | 155 | Q 1.50 | Q 232.50 |
| COLOCADO Y CENTRADO DE ARMADURA | UNIDAD | 93 | Q 10.00 | Q 930.00 |
| FUNDICIÓN | M³ | 9.5 | Q 250.00 | Q 2,375.00 |
| DESENCOFRADO | M² | 132 | Q 3.50 | Q 462.00 |
| | | | TOTAL MANO DE OBRA | Q 15,043.00 |
| TRANSPORTE | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | TOTAL |
| TRANSPORTE DE MATERIALES | GLOBAL | 1 | Q 4,166.60 | Q 4,166.60 |
| TOTALES | | | | |
| TOTAL DE MATERIALES | | | | Q 41,666.00 |
| TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | Q 13,135.00 |
| TOTAL DE TRANSPORTE | | | | Q 4,166.60 |
| COSTO DIRECTO | | | | Q 58,967.60 |
| UNIDAD DE TRABAJO (ML) | | | | 385 |
| COSTO UNITARIO (Q/ML) | | | | Q 153.16 |

Tabla XVI. Integración de costos de soleras

| RENGLÓN SOLERAS | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------|----------------------------------------|--------------------|
| PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR CASERÍO POTRERILLOS, ALDEA HACIENDA EL SANTO, CHIQUIMULA | | | | |
| FECHA: JUNIO 2008 | | | | |
| MATERIALES | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | TOTAL |
| CEMENTO PORTLAND | SACO | 142 | Q 60.00 | Q 8,520.00 |
| ARENA DE RÍO | M³ | 10 | Q 200.00 | Q 2,000.00 |
| PIEDRÍN | M³ | 10 | Q 230.00 | Q 2,300.00 |
| HIERRO No.3 | qq | 27 | Q 400.00 | Q 10,800.00 |
| HIERRO No.2 | qq | 13 | Q 400.00 | Q 5,200.00 |
| ALAMBRE DE AMARRE | LIBRA | 180 | Q 7.00 | Q 1,260.00 |
| RENTA DE MADERA | PIE TABLAR | 3150 | Q 5.00 | Q 15,750.00 |
| CLAVOS | LB | 180 | Q 7.00 | Q 1,260.00 |
| | | | TOTAL MATERIALES | Q 47,090.00 |
| MANO DE OBRA | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | TOTAL |
| ENCOFRADO | M² | 189 | Q 3.50 | Q 661.50 |
| HACER ARMADURA No.3 | ML | 484 | Q 3.50 | Q 1,694.00 |
| HACER ESTRIBOS HIERRO No.2 | UNIDAD | 3144 | Q 1.50 | Q 4,716.00 |
| COLOCADO Y CENTRADO DE ARMADURA | ML | 484 | Q 2.00 | Q 968.00 |
| FUNDICIÓN | M³ | 14.7 | Q 250.00 | Q 3,675.00 |
| DESENCOFRADO | M² | 174 | Q 3.50 | Q 609.00 |
| | | | TOTAL MANO DE OBRA | Q 12,323.50 |
| TRANSPORTE | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | TOTAL |
| TRANSPORTE DE MATERIALES | GLOBAL | 1 | Q 4,709.00 | Q 4,709.00 |
| TOTALES | | | | |
| | | | TOTAL DE MATERIALES | Q 47,090.00 |
| | | | TOTAL DE MANO DE OBRA | Q 12,323.50 |
| | | | TOTAL DE TRANSPORTE | Q 4,709.00 |
| | | | COSTO DIRECTO | Q 64,122.50 |
| | | | METROS LINEALES | 484 |
| | | | COSTO UNITARIO (Q/ML DE SOLERA) | Q 132.48 |

Tabla XVII. Integración de costos de levantado de block

| RENGLÓN LEVANTADO DE BLOCK | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------|-------------|--------------------|
| PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR CASERÍO POTRERILLOS, ALDEA HACIENDA EL SANTO, CHIQUIMULA | | | | |
| FECHA: JUNIO 2008 | | | | |
| MATERIALES | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | TOTAL |
| CEMENTO PORTLAND | SACO | 148 | Q 60.00 | Q 8,880.00 |
| ARENA DE RÍO | M ³ | 21 | Q 200.00 | Q 4,200.00 |
| BLOCK DE 0.1*0.19*0.39 M. | UNIDAD | 5,311 | Q 3.75 | Q 19,916.25 |
| RENTA DE MADERA | PIE TABLA | 8 | Q 5.00 | Q 40.00 |
| CLAVO | LIBRA | 4 | Q 7.00 | Q 28.00 |
| TOTAL MATERIALES | | | | Q 33,064.25 |
| MANO DE OBRA | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | TOTAL |
| LEVANTADO DE MURO | M ² | 438.2 | Q 30.00 | Q 13,146.00 |
| HECHURA DE ANDAMIO | ML | 127 | Q 2.50 | Q 317.50 |
| DESHACER ANDAMIO | ML | 127 | Q 1.50 | Q 190.50 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | Q 13,654.00 |
| TRANSPORTE | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | TOTAL |
| TRANSPORTE DE MATERIALES | GLOBAL | 1 | Q 3,306.43 | Q 3,306.43 |
| TOTALES | | | | |
| TOTAL DE MATERIALES | | | | Q 33,064.25 |
| TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | Q 13,654.00 |
| TOTAL DE TRANSPORTE | | | | Q 3,306.43 |
| COSTO DIRECTO | | | | Q 50,024.68 |
| METROS CUADRADOS | | | | 438.2 |
| COSTO UNITARIO (Q/M²) | | | | Q 114.16 |

Tabla XVIII. Integración de costos de estructura de techo

| RENLÓN ESTRUCTURA DE TECHO | | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|------------------------------|--------------------|
| PROYECTO:EDIFICIO ESCOLAR CASERÍO POTRERILLOS, ALDEA HACIENDA EL SANTO, CHIQUIMULA | | | | |
| FECHA: JUNIO 2008 | | | | |
| MATERIALES | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | TOTAL |
| VIGA METÁLICA PERFIL DOBLE TIPO"C" DE 2"X4"X12' | UNIDAD | 36 | Q 450.00 | Q 16,200.00 |
| COSTANERA METÁLICA TIPO "C" DE 2"X4"X12' | UNIDAD | 75 | Q 350.00 | Q 26,250.00 |
| LÁMINA GALVANIZADA CALIBRE 28, 12' | UNIDAD | 135 | Q 150.00 | Q 20,250.00 |
| CANAL GALVANIZADO | ML | 51.3 | Q 55.00 | Q 2,821.50 |
| TORNILLOS PARA LÁMINA | UNIDAD | 900 | Q 4.50 | Q 4,050.00 |
| PLATINAS PORTACOSTANERA | UNIDAD | 675 | Q 45.00 | Q 30,375.00 |
| | | | TOTAL MATERIALES | Q 99,946.50 |
| MANO DE OBRA | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | TOTAL |
| COLOCACIÓN DE VIGAS | M² | 280 | Q 55.00 | Q 15,400.00 |
| COLOCACIÓN DE COSTANERAS (INCLUYE SOLDADURA) | M² | 280 | Q 190.00 | Q 53,200.00 |
| COLOCACIÓN DE LÁMINA | M² | 280 | Q 35.00 | Q 9,800.00 |
| COLOCACIÓN DE CANAL GALVANIZADO | ML | 51.3 | Q 25.00 | Q 1,282.50 |
| | | | TOTAL MANO DE OBRA | Q 79,682.50 |
| TRANSPORTE | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | TOTAL |
| TRANSPORTE DE MATERIALES | GLOBAL | 1 | Q 9,994.65 | Q 9,994.65 |
| TOTALES | | | | |
| | | | TOTAL DE MATERIALES | Q 99,946.50 |
| | | | TOTAL DE MANO DE OBRA | Q 79,682.50 |
| | | | TOTAL DE TRANSPORTE | Q 9,994.65 |
| | | | COSTO DIRECTO | Q 189,623.65 |
| | | | METROS CUADRADOS | 280 |
| | | | COSTO UNITARIO (Q/M²) | Q 677.23 |

Tabla XIX. Integración de costos de tubería de drenaje sanitario

| REGLÓN DRENAJES SANITARIOS DE 0.15*0.20 M. | | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------|------------------------------|-------------------|
| PROYECTO:EDIFICIO ESCOLAR CASERÍO POTRERILLOS, ALDEA HACIENDA EL SANTO, CHIQUIMULA | | | | |
| FECHA: JUNIO 2008 | | | | |
| TUBERÍA | | | | |
| MATERIALES | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | TOTAL |
| TUBERÍA PVC Ø 6" ASTM 3034 | UNIDAD | 4 | Q 810.00 | Q 3,240.00 |
| TUBERÍA PVC Ø 4" ASTM 3034 | UNIDAD | 3 | Q 500.00 | Q 1,500.00 |
| TUBERÍA PVC Ø 2" ASTM 3034 | UNIDAD | 2 | Q 210.00 | Q 420.00 |
| CODO PVC 45° Ø 2" | UNIDAD | 2 | Q 20.00 | Q 40.00 |
| CODO PVC 45° Ø 3" | UNIDAD | 1 | Q 30.00 | Q 30.00 |
| CODO PVC 45° Ø 4" | UNIDAD | 2 | Q 55.00 | Q 110.00 |
| CODO PVC 90° Ø 2" | UNIDAD | 5 | Q 15.00 | Q 75.00 |
| CODO PVC 90° Ø 3" | UNIDAD | 1 | Q 38.00 | Q 38.00 |
| CODO PVC 90° Ø 4" | UNIDAD | 6 | Q 65.00 | Q 390.00 |
| YEE 45° Ø 2" | UNIDAD | 4 | Q 35.00 | Q 140.00 |
| YEE 45° Ø 4" | UNIDAD | 4 | Q 90.00 | Q 360.00 |
| PEGAMENTO | GALÓN | 0.25 | Q 550.00 | Q 137.50 |
| | | | TOTAL MATERIALES | Q 6,480.50 |
| MANO DE OBRA | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | TOTAL |
| EXCAVACIÓN | M³ | 19 | Q 60.00 | Q 1,140.00 |
| INSTALACION DE TUBERÍA | ML | 40 | Q 8.00 | Q 320.00 |
| RELLENO | M³ | 20 | Q 50.00 | Q 1,000.00 |
| | | | TOTAL MANO DE OBRA | Q 2,460.00 |
| TRANSPORTE | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | TOTAL |
| TRANSPORTE DE MATERIALES | GLOBAL | 1 | Q 648.05 | Q 648.05 |
| TOTALES | | | | |
| | | | TOTAL DE MATERIALES | Q 6,480.50 |
| | | | TOTAL DE MANO DE OBRA | Q 2,460.00 |
| | | | TOTAL DE TRANSPORTE | Q 648.05 |
| | | | COSTO DIRECTO | Q 9,588.55 |
| | | | METROS LINEALES | 40 |
| | | | COSTO UNITARIO (Q/ML) | Q 239.71 |

Tabla XX. Integración de costos de cajas de registro

| CAJA DE REGISTRO DE 0.60 X 0.60 X 0.46 M. | | | | |
|--------------------------------------------------|---------------|-----------------|-------------|-------------------|
| MATERIALES | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | TOTAL |
| CEMENTO PORTLAND | SACO | 12 | Q 60.00 | Q 720.00 |
| ARENA DE RÍO | M³ | 0.75 | Q 200.00 | Q 150.00 |
| PIEDRÍN | M³ | 0.75 | Q 230.00 | Q 172.50 |
| LADRILLO TAYUYO DE 0.11X0.065X0.23 M. | UNIDAD | 30 | Q 3.75 | Q 112.50 |
| HIERRO No.2 | qq | 1 | Q 400.00 | Q 400.00 |
| ALAMBRE DE AMARRE | LIBRA | 9 | Q 7.00 | Q 63.00 |
| RENTA DE MADERA | PIE TABLAR | 40 | Q 5.00 | Q 200.00 |
| CLAVOS | LB | 2 | Q 7.00 | Q 14.00 |
| TOTAL MATERIALES | | | | Q 1,832.00 |
| MANO DE OBRA | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | TOTAL |
| ENCOFRADO | M² | 10 | Q 6.00 | Q 60.00 |
| HACER ARMADURA No.3 | ML | 59 | Q 3.50 | Q 206.50 |
| COLOCADO Y CENTRADO DE ARMADURA | GLOBAL | 10 | Q 3.50 | Q 35.00 |
| FUNDICIÓN | M³ | 0.25 | Q 250.00 | Q 62.50 |
| DESENCOFRADO | M² | 10 | Q 4.00 | Q 40.00 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | Q 404.00 |
| TRANSPORTE | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | TOTAL |
| TRANSPORTE DE MATERIALES | GLOBAL | 1 | Q 183.20 | Q 183.20 |
| TOTALES | | | | |
| TOTAL DE MATERIALES | | | | Q 1,832.00 |
| TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | Q 404.00 |
| TOTAL DE TRANSPORTE | | | | Q 183.20 |
| COSTO DIRECTO | | | | Q 2,419.20 |
| UNIDAD DE TRABAJO (CAJA) | | | | 10 |
| COSTO UNITARIO (Q/CAJA) | | | | Q 241.92 |

Tabla XXI. Integración de costos de drenaje pluvial

| DRENAJE PLUVIAL | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|----------|-----------------|
| PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR CASERÍO POTRERILLOS, ALDEA HACIENDA EL SANTO, CHIQUIMULA | | | | |
| FECHA: JUNIO 2008 | | | | |
| TUBERÍA | | | | |
| MATERIALES | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | TOTAL |
| TUBERÍA PVC Ø 4" ASTM 2241-93 | UNIDAD | 9 | Q 350.00 | Q 3,150.00 |
| CODO 90° Ø 4" | UNIDAD | 12 | Q 100.00 | Q 1,200.00 |
| TOTAL MATERIALES | | | Q | 3,150.00 |
| MANO DE OBRA | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | TOTAL |
| EXCAVACIÓN | M³ | 25 | Q 60.00 | Q 1,500.00 |
| INSTALACIÓN DE TUBERÍA | ML | 51.1 | Q 5.50 | Q 281.05 |
| RELLENO | M³ | 26 | Q 50.00 | Q 1,300.00 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | Q | 3,081.05 |
| TRANSPORTE | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | TOTAL |
| TRANSPORTE DE MATERIALES | GLOBAL | 1 | Q 315.00 | Q 315.00 |
| TOTALES | | | | |
| TOTAL DE MATERIALES | | | Q | 3,150.00 |
| TOTAL DE MANO DE OBRA | | | Q | 3,081.05 |
| TOTAL DE TRANSPORTE | | | Q | 315.00 |
| COSTO DIRECTO | | | Q | 6,546.05 |
| METROS LINEALES | | | | 51.1 |
| COSTO UNITARIO (Q/ML) | | | Q | 128.10 |

Tabla XXII. Integración de costos de instalación hidráulica

| RENGLÓN INSTALACIÓN HIDRÁULICA | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------|------------------------------|-------------------|
| PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR CASERÍO POTRERILLOS, ALDEA HACIENDA EL SANTO, CHIQUIMULA | | | | |
| FECHA: JUNIO 2008 | | | | |
| TUBERÍA | | | | |
| MATERIALES | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | TOTAL |
| TUBERÍA PVC Ø 3/4" ASTM 2241-00 | UNIDAD | 7 | Q 42.00 | Q 294.00 |
| TUBERÍA PVC Ø 1/2" ASTM 2241-00 | UNIDAD | 2 | Q 33.00 | Q 66.00 |
| CODO PVC 90° Ø 3/4" | UNIDAD | 7 | Q 3.50 | Q 24.50 |
| CODO PVC 90° Ø 1/2" | UNIDAD | 12 | Q 2.50 | Q 30.00 |
| TEE Ø 3/4" | UNIDAD | 12 | Q 15.00 | Q 180.00 |
| LLAVE DE CHORRO | UNIDAD | 1 | Q 40.00 | Q 40.00 |
| LLAVE DE PASO | UNIDAD | 1 | Q 45.00 | Q 45.00 |
| LLAVE DE CHEQUE VERTICAL | UNIDAD | 1 | Q 70.00 | Q 70.00 |
| VÁLVULA DE COMPUERTA | UNIDAD | 1 | Q 50.00 | Q 50.00 |
| PEGAMENTO | GALÓN | 0.25 | Q 550.00 | Q 137.50 |
| | | | TOTAL MATERIALES | Q 937.00 |
| MANO DE OBRA | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | TOTAL |
| EXCAVACIÓN | M ³ | 14 | Q 60.00 | Q 840.00 |
| INSTALACION DE TUBERÍA | ML | 38 | Q 4.00 | Q 152.00 |
| RELLENO | M ³ | 15 | Q 50.00 | Q 750.00 |
| | | | TOTAL MANO DE OBRA | Q 1,742.00 |
| TRANSPORTE | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | TOTAL |
| TRANSPORTE DE MATERIALES | GLOBAL | 1 | Q 93.70 | Q 93.70 |
| TOTALES | | | | |
| | | | TOTAL DE MATERIALES | Q 937.00 |
| | | | TOTAL DE MANO DE OBRA | Q 1,742.00 |
| | | | TOTAL DE TRANSPORTE | Q 93.70 |
| | | | COSTO DIRECTO | Q 2,772.70 |
| | | | METROS LINEALES | 38 |
| | | | COSTO UNITARIO (Q/ML) | Q 72.97 |

Tabla XXIII. Integración de costos de iluminación y fuerza

| RENGLÓN ILUMINACIÓN Y FUERZA | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------|---------------------------|--------------------|
| PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR CASERÍO POTRERILLOS, ALDEA HACIENDA EL SANTO, CHIQUIMULA | | | | |
| FECHA: JUNIO 2008 | | | | |
| MATERIALES | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | TOTAL |
| CABLE ELÉCTRICO CA-10 | ROLLO | 1 | Q 175.00 | Q 175.00 |
| CABLE ELÉCTRICO CA-12 | ROLLO | 1 | Q 150.00 | Q 150.00 |
| POLIDUCTO Ø 3/4" | ML | 50 | Q 55.00 | Q 2,750.00 |
| CURVAS ELÉCTRICAS | UNIDAD | 14 | Q 4.50 | Q 63.00 |
| LÁMPARAS SIMPLES | UNIDAD | 4 | Q 125.00 | Q 500.00 |
| LÁMPARAS DOBLES | UNIDAD | 4 | Q 300.00 | Q 1,200.00 |
| INTERRUPTOR SIMPLE | UNIDAD | 6 | Q 20.00 | Q 120.00 |
| INTERRUPTOR DOBLE | UNIDAD | 5 | Q 25.00 | Q 125.00 |
| CAJA ORTOGONAL | UNIDAD | 26 | Q 5.00 | Q 130.00 |
| TABLERO DE DISTRIBUCIÓN | UNIDAD | 1 | Q 210.00 | Q 210.00 |
| FLIPÓN DE 110 V. | UNIDAD | 1 | Q 90.00 | Q 90.00 |
| CINTA DE AISLAR | ROLLO | 15 | Q 15.00 | Q 225.00 |
| CABLE ELÉCTRICO CA-10 | ROLLO | 1 | Q 175.00 | Q 175.00 |
| CABLE ELÉCTRICO CA-12 | ROLLO | 1 | Q 150.00 | Q 150.00 |
| POLIDUCTO Ø 3/4" | ML | 98 | Q 110.00 | Q 10,780.00 |
| CURVAS ELÉCTRICAS | UNIDAD | 13 | Q 4.50 | Q 58.50 |
| TOMACORRIENTE DOBLE | UNIDAD | 24 | Q 35.00 | Q 840.00 |
| CAJA RECTÁNGULAR | UNIDAD | 24 | Q 10.00 | Q 240.00 |
| CINTA DE AISLAR | ROLLO | 10 | Q 25.00 | Q 250.00 |
| | | | TOTAL MATERIALES | Q 18,231.50 |
| MANO DE OBRA | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | TOTAL |
| COLOCACIÓN DE CABLE ELÉCTRICO | ML | 100 | Q 12.50 | Q 1,250.00 |
| COLOCACIÓN DE LÁMPARAS | UNIDAD | 22 | Q 45.00 | Q 990.00 |
| COLOCACIÓN DE INTERRUPTORES | UNIDAD | 100 | Q 25.00 | Q 2,500.00 |
| COLOCACIÓN DE TABLERO | UNIDAD | 1 | Q 150.00 | Q 150.00 |
| COLOCACIÓN DE CABLE ELÉCTRICO | ML | 100 | Q 10.50 | Q 1,050.00 |
| COLOCACIÓN DE TOMACORRIENTES | UNIDAD | 24 | Q 45.00 | Q 1,080.00 |
| | | | TOTAL MANO DE OBRA | Q 7,020.00 |
| TRANSPORTE | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | TOTAL |
| TRANSPORTE DE MATERIALES | GLOBAL | 1 | Q 1,823.15 | Q 1,823.15 |
| TOTALES | | | | |
| TOTAL DE MATERIALES | | | | Q 18,231.50 |
| TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | Q 7,020.00 |
| TOTAL DE TRANSPORTE | | | | Q 1,823.15 |
| COSTO DIRECTO | | | | Q 27,074.65 |
| METROS LINEALES | | | | 200 |
| COSTO UNITARIO (Q/ML) | | | | Q 135.37 |

Tabla XXIV. Integración de costos de piso de concreto

| RENGLÓN PISO DE CONCRETO | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------|------------------------------|--------------------|
| PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR CASERÍO POTRERILLOS, ALDEA HACIENDA EL SANTO, CHIQUIMULA | | | | |
| FECHA: JUNIO 2008 | | | | |
| MATERIALES | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | TOTAL |
| CEMENTO PORTLAND | SACO | 353 | Q 60.00 | Q 21,180.00 |
| ARENA DE RÍO | M³ | 25 | Q 200.00 | Q 5,000.00 |
| PIEDRÍN | M³ | 35 | Q 230.00 | Q 8,050.00 |
| | | | TOTAL MATERIALES | Q 34,230.00 |
| MANO DE OBRA | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | TOTAL |
| NIVELACIÓN DEL TERRENO | M² | 331 | Q 30.00 | Q 9,930.00 |
| COLOCACIÓN DE ARRASTRES | ML | 90 | Q 5.00 | Q 450.00 |
| FUNDICIÓN | M³ | 49 | Q 250.00 | Q 12,250.00 |
| ACABADO FINAL DE PISO | M² | 331 | Q 45.00 | Q 14,895.00 |
| | | | TOTAL MANO DE OBRA | Q 37,525.00 |
| TRANSPORTE | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | TOTAL |
| TRANSPORTE DE MATERIALES | GLOBAL | 1 | Q 3,423.00 | Q 3,423.00 |
| TOTALES | | | | |
| | | | TOTAL DE MATERIALES | Q 34,230.00 |
| | | | TOTAL DE MANO DE OBRA | Q 37,525.00 |
| | | | TOTAL DE TRANSPORTE | Q 3,423.00 |
| | | | COSTO DIRECTO | Q 75,178.00 |
| | | | METRO CUADRADO | 331 |
| | | | COSTO UNITARIO (Q/M²) | Q 227.12 |

Tabla XXV. Integración de costos de artefactos sanitarios

| RENLÓN ARTEFACTOS SANITARIOS | | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------|-------------|--------------------|
| PROYECTO:EDIFICIO ESCOLAR CASERÍO POTRERILLOS, ALDEA HACIENDA EL SANTO, CHIQUIMULA | | | | |
| FECHA: JUNIO 2008 | | | | |
| MATERIALES | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | TOTAL |
| INODORO COLOR BLANCO | UNIDAD | 5 | Q 500.00 | Q 2,500.00 |
| URINAL | UNIDAD | 1 | Q 1,500.00 | Q 1,500.00 |
| LAVAMANOS | UNIDAD | 5 | Q 500.00 | Q 2,500.00 |
| PILA | UNIDAD | 1 | Q 800.00 | Q 800.00 |
| TOTAL MATERIALES | | | | Q 7,300.00 |
| MANO DE OBRA | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | TOTAL |
| INSTALACIÓN DE INODORO | UNIDAD | 5 | Q 250.00 | Q 1,250.00 |
| INSTALACIÓN DE LAVAMANOS | UNIDAD | 5 | Q 150.00 | Q 750.00 |
| CONSTRUCCIÓN DE URINAL | UNIDAD | 1 | Q 600.00 | Q 600.00 |
| INSTALACIÓN DE PILA | UNIDAD | 1 | Q 350.00 | Q 350.00 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | Q 2,950.00 |
| TRANSPORTE | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | TOTAL |
| TRANSPORTE DE MATERIALES | GLOBAL | 1 | Q 730.00 | Q 730.00 |
| TOTALES | | | | |
| TOTAL DE MATERIALES | | | | Q 7,300.00 |
| TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | Q 2,950.00 |
| TOTAL DE TRANSPORTE | | | | Q 730.00 |
| COSTO DIRECTO ARTEFACTOS | | | | Q 10,980.00 |

Tabla XXVI. Integración de costos de puertas y ventanas

| RENGLÓN PUERTAS Y VENTANAS | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------|-------------|--------------------|
| PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR CASERÍO POTRERILLOS, ALDEA HACIENDA EL SANTO, CHIQUIMULA | | | | |
| FECHA: JUNIO 2008 | | | | |
| MATERIALES Y MANO DE OBRA | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | TOTAL |
| PUERTA DE ENTRADA PRINCIPAL | UNIDAD | 1 | Q 1,800.00 | Q 1,800.00 |
| PUERTA DE 1.45 X 2.10 M. | UNIDAD | 3 | Q 1,000.00 | Q 3,000.00 |
| PUERTA DE 1.00 X 2.10 M. | UNIDAD | 3 | Q 950.00 | Q 2,850.00 |
| PUERTA DE 0.85 X 2.10 M. | UNIDAD | 2 | Q 850.00 | Q 1,700.00 |
| PUERTA DE 1.00 X 1.80 M. | UNIDAD | 5 | Q 650.00 | Q 3,250.00 |
| VENTANA DE ALUMINIO Y VIDRIO DE 1.60 X 1.60 M. | M ² | 2.56 | Q 750.00 | Q 1,920.00 |
| VENTANA DE ALUMINIO Y VIDRIO DE 1.80 X 1.40 M. | M ² | 2.52 | Q 750.00 | Q 1,890.00 |
| VENTANA DE ALUMINIO Y VIDRIO DE 1.60 X 1.40 M. | M ² | 2.24 | Q 750.00 | Q 1,680.00 |
| VENTANA DE ALUMINIO Y VIDRIO DE 1.00 X 0.84 M. | M ² | 0.84 | Q 750.00 | Q 630.00 |
| VENTANA DE ALUMINIO Y VIDRIO DE 1.00 X 0.60 M. | M ² | 0.6 | Q 750.00 | Q 450.00 |
| TOTAL MATERIALES Y MANO DE OBRA | | | | Q 19,170.00 |

| TRANSPORTE | | | | |
|--------------------------|---------------|-----------------|-------------|-------------------|
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | TOTAL |
| TRANSPORTE DE MATERIALES | GLOBAL | 1 | Q 1,917.00 | Q 1,917.00 |

| TOTALES | |
|------------------------------------|--------------------|
| TOTAL DE MATERIALES Y MANO DE OBRA | Q 19,170.00 |
| TOTAL DE TRANSPORTE | Q 1,917.00 |
| COSTO DIRECTO | Q 21,087.00 |
| COSTO UNITARIO (GLOBAL) | Q 21,087.00 |

4.5 Evaluación ambiental inicial

El estudio de impacto inicial es un documento en el cual se describen detalladamente las características de un proyecto que se va a ejecutar o que sufre alguna modificación, en este se exponen diversas características como por ejemplo la información legal de la empresa que va a ejecutar el proyecto, la información general del proyecto, dentro de esto la etapa de operación, el área, las actividades colindantes al terreno, la proyección de consumo de recursos, transporte de los materiales, demanda y consumo de energía, efectos y riesgos derivados de la actividad, etc.

Para el caso específico de la construcción del proyecto del edificio escolar del caserío Potrerillos aldea Hacienda El Santo, el impacto ambiental en el momento de la construcción del proyecto se ve principalmente en el momento del transporte de los materiales, ya que se tienen que llevar desde la entrada a la aldea que está a aproximadamente 1 km de distancia y el transporte de los materiales puede afectar el ambiente y la salud de los pobladores, como es el caso de la generación de polvo y otros inconvenientes.

En el caso del impacto ambiental del proyecto en funcionamiento, el impacto ambiental es mínimo, ya que la escuela sólo generaría basura y esto no es muy importante para tener en consideración.

4.6 Evaluación socio-económica

4.6.1 Valor presente neto

La municipalidad de Chiquimula pretende invertir Q 570,311.58 en la ejecución del proyecto de construcción de edificio escolar para caserío Potrerillos, aldea Hacienda El Santo, se contratará a un conserje para que limpie las instalaciones el cual devengará un sueldo de Q 650.00 mensuales, y como ingresos se tiene la ayuda que va a dar la población de la aldea que es de Q 15.00 por vivienda, a continuación se presentan los costos del proyecto del edificio escolar para el caserío potrerillos:

Costo inicial=Q 570,311.58

Ingreso inicial= (Q 300.00/viv) x (45viv)= Q 13,500.00

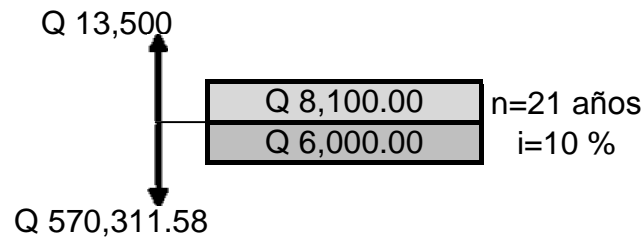
Costos anuales= (Q 500/mes) x (12 meses)= Q 6,000.00

Ingresos anuales= (Q 15.00/viv/mes) x (45 viv) x (12 meses)= Q 8,100.00

Vida útil= 21 años

Teniendo estos datos se procede a ubicarlos en la línea de tiempo los ingresos y egresos, para posteriormente pasarlos al valor presente neto, utilizando una tasa de interés del 10%, a continuación el diagrama de flujo para el valor presente neto.

Figura 9. Diagrama de flujo de efectivo



Utilizando signo negativo para los egresos y positivo para los ingresos, se tiene:

$$VPN = - \text{Costo Inicial} + \text{ingreso inicial} - \text{costos anuales} \cdot (1 + \text{tasa de interés})^{21} + \text{ingresos anuales} \cdot (1 + \text{tasa de interés})^{21}$$

$$VPN = - 570,311.58 + Q 13,500 - Q 6,000 \cdot (1 + 0.10)^{21} + 8,100 \cdot (1 + 0.10)^{21}$$

$$VPN = - 541,271.06$$

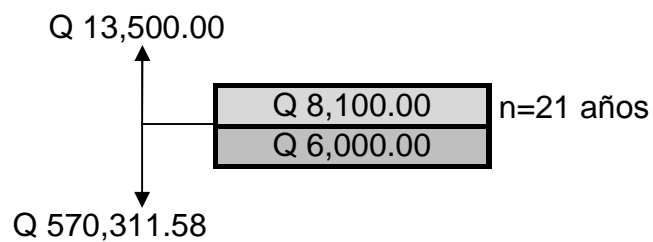
Se puede observar que el valor presente neto calculado es menor que cero, lo más recomendable es no aceptar el proyecto debido que existe mayor pérdida que ganancia. Es importante mencionar que esto es sólo el entorno matemático y que se deben tener en cuenta otros factores que influyen en la toma de decisiones, tales como el factor social, político o la naturaleza por la que se generó el proyecto. Es por ello que se debe tomar una decisión correcta.

2.9.3 Tasa interna de retorno

La empresa ejecutora propondrá a la alcaldía construir el sistema de agua potable para la aldea Sillón Arriba con un costo inicial aproximado de Q 570,311.58, se necesita de Q 6,000.00 cada año como costo de mantenimiento, además de Q 8,100.00 de cuota de amortización, también se tendrá un ingreso inicial que será de Q 13,500.00 de un total de 45 viviendas existentes, con lo

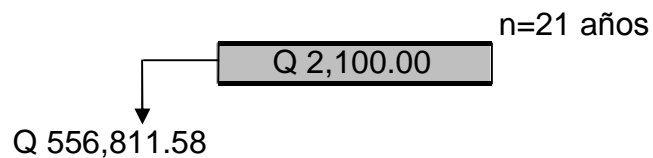
cual se pretende cubrir los gastos en el período de 21 años, el cual es la vida útil del sistema, a continuación se presenta el diagrama de flujo del para la tasa interna de retorno.

Figura 10. Diagrama de flujo para tasa interna de retorno



Debido a que los gastos de Q 8,100.00 y Q 6,000.00 se encuentran en el mismo período de tiempo, como también Q 13,500.00 y Q 570,311.58, por lo que se puede simplificar la gráfica de la siguiente manera:

Figura 11. Resumen diagrama de flujo



Después de esto se procede plantear y solucionar la fórmula de la tasa interna de retorno (TIR).

- ✓ Si se utiliza una tasa de interés del 10%

$$VPN = -556,811.58 + Q 2,100 * (1 + 0.10)^{21} = -541,271.06$$

✓ Si se utiliza una tasa de interés del 30%

$$VPN = -556,811.58 + Q 2,100 * (1 + 0.30)^{21} = -37,976.07$$

Utilizando interpolación matemática, para encontrar la tasa de interés que se busca.

$$\left[\begin{array}{l} 10\% \longrightarrow -541,271.06 \\ i \longrightarrow 0 \\ 30\% \longrightarrow -37,976.07 \end{array} \right]$$

Se utiliza la proporción entre diferencias que corresponda, y se encuentra el valor de i de la siguiente manera:

$$\frac{10 - i}{10 - 30} = \frac{-540,961.46}{-540,961.46 - (-37,666.47)} \quad i = 28.69\%$$

Por lo anterior, se tiene entonces que la tasa efectiva mensual es de $i = 28.69\%$.

CONCLUSIONES

PROYECTO AGUA POTABLE ALDEA SILLÓN ARRIBA:

1. El proyecto cuenta con un costo de Q 339,114.32, una longitud total de 3,442.56 metros lineales; obteniéndose un precio unitario de Q.98.50/ml, en Chiquimula este costo se encuentra en el rango de Q.90.00/ml a Q.120.00/ml, por lo que se concluye que este se encuentra dentro del promedio.
2. Las condiciones de la fuente no permiten que el agua sea apta para el consumo humano, según los resultados del examen bacteriológico realizado en la Jefatura de Salud Pública y Asistencia Social del municipio de Chiquimula.
3. El pago tarifario es de Q 13.36 por vivienda al mes, con este costo se cubren los gastos de operación y mantenimiento para que el sistema funcione correctamente dentro el período de diseño que está comprendido en 21 años.
4. El proyecto tiene impacto negativo al medio ambiente solamente en la etapa de construcción, esto se debe a la deforestación en el nacimiento al momento de construir la captación, la tala de árboles en el camino por donde pasará la tubería y la alteración del estado del suelo al momento de colocar la misma.

PROYECTO EDIFICIO ESCOLAR CASERÍO POTRERILLOS:

1. El proyecto tiene un área de 373.38 m², el costo total de la obra es de Q. 570,311.58, obteniéndose un precio unitario de Q.1,527.43/m², en Chiquimula este costo se encuentra en el rango de Q.1,300/m² a Q.1,600/m², por lo que se concluye que este se encuentra dentro del promedio.
2. El diseño arquitectónico se realizó cumpliendo con las sugerencias que hicieron las maestras, este consta de tres aulas, dirección, cocina para el desayuno escolar, bodega y servicios sanitarios, teniendo en cuenta el área de recreación de los niños.
3. El sistema constructivo utilizado es de mampostería reforzada, éste diseño realiza un análisis de techos, muros, mochetas y cimentación, todos estos elementos son afectados directamente por las cargas aplicadas a la estructura, se utilizó este sistema debido a que es un método constructivo muy utilizado en nuestro medio, económico y con alto grado de confiabilidad, que se puede utilizar como elemento sismo-resistente.
4. El proyecto tiene impacto negativo al medio ambiente solamente en la etapa de construcción, esto se debe al transporte de materiales hacia el lugar donde estará ubicada la edificación.

RECOMENDACIONES

1. Actualizar los precios que se presentan en los presupuestos, debido a que estos pueden variar significativamente, afectando el costo total de los proyectos.
2. Se recomienda al Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE) velar porque se cumpla con el pago de la tarifa, para así garantizar el buen funcionamiento del sistema de agua potable y de la misma manera cumplir con el período de diseño estipulado.
3. Mantener reforestado el nacimiento, así como mantener aislada el área de la captación por medio de una malla para evitar que personas y animales ingresen y produzcan contaminación.
4. Realizar un monitoreo en un período de tres meses para verificar la calidad del agua que están consumiendo los pobladores de la aldea, y de esta manera verificar que el sistema de tratamiento está cumpliendo a cabalidad con el objetivo por el cual se instaló.
5. Que el Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE) capacite a la población sobre el uso y cuidado del agua potable, para que las futuras generaciones de la aldea cuenten con el servicio de una manera constante y segura.
6. Permitir que el agua superficial que no será captada en el nacimiento, siga el curso que tenía antes de la construcción de la captación, y de esta manera no alterar las condiciones naturales del lugar.

7. Establecer medidas de supervisión y control de todas las fases de ejecución del proyecto de agua potable, así como realizar monitoreos a las áreas vulnerables, y tomar medidas preventivas para que el sistema no colapse en caso de que ocurran desastres naturales.
8. Crear planes de mitigación ambiental para reforestar las áreas que se verán afectadas en el momento de la ejecución del proyecto, así como monitorear las condiciones finales del suelo, y de esta manera lograr que este recupere su estado natural después de la construcción de la obra.
9. A las maestras del caserío Potrerillos hacer conciencia en los niños en cuidar las instalaciones, para preservar el estado de las mismas para contar con el servicio durante el período de vida estipulado a 21 años.
10. La supervisión del sistema constructivo es primordial y se deberá realizar para en todo el período de ejecución, y de esta manera garantizar la funcionalidad del mismo.

BIBLIOGRAFÍA

1. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (INE). Características Generales de Población y Habitación de Chiquimula. Año 2002.
2. Normas de abastecimiento de agua potable a zonas rurales. Año 1998.
3. CRESPO VILLALAZ, Carlos. Mecánica de suelos y cimentaciones. Editorial Limusa. México. 4ta. Edición. Año 2001.
4. OCHOA GARCÍA, Roberto Rudy. Estudio y diseño de la red de abastecimiento de agua potable para la aldea Las Lagunas, San Marcos, San Marcos. Trabajo de Graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala 1998.
5. CAMEROS MARROQUÍN, Leonel Orlando. Estudio para introducción de agua potable a las aldeas El Chile, La Laguna y Guaranjá, Gualán Zacapa. Trabajo de Graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala 1998.
6. BALDEMAR RIVERA Juan Carlos, normas de diseño de edificios escolares, ampliación en el diseño de la escuela para párvulos y diseño de muro en el municipio de San Miguel Tucurú Alta Verapaz. Trabajo de Graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala 1994.
7. AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. Código de diseño de concreto reforzado 318, año 1999.

APÉNDICES

Tabla XXVII. Tabla de diseño hidráulico

| D A T O S | | | |
|---------------------------------------------------|---------|----------------|---------|
| Población actual | 342 | habitantes | |
| Tasa de crecimiento | 2.52 | % | |
| Dotación | 100 | lt/hab/día | |
| Periodo de diseño | 21 | años | |
| Población futura | 577 | habitantes | |
| Qm | 0.67 | lt/seg | |
| F.M.D. | 1.5 | | |
| F.M.H. | 2.5 | | |
| TOTAL VIVIENDAS | 57 | | |
| CONDUCCIÓN DE ESTACIÓN 1 A ESTACIÓN 38 | | | |
| Q de conducción | 1.01 | | |
| Cota de terreno inicial | 1000 | | |
| Cota de terreno final | 905.13 | | |
| Carga dinámica | 40 | | |
| Carga disponible | 54.87 | | |
| Longitud del tramo | 1205.75 | | |
| Coeficiente "C" | 150 | | |
| PARTIENDO DE HAZEN WILLIAMS | | | |
| Diámetro | 1.31 | Ø | Clase |
| Diámetro 1 | 1.532 | 1 1/4" | 160 PSI |
| Diámetro 2 | 1.195 | 1" | 160 PSI |
| hf1 | 25.28 | | |
| hf2 | 84.76 | | |
| Longitud 2 | 599.83 | | |
| Longitud 1 | 605.92 | | |
| No. de tubos de diám.1 | 101 | | |
| No. de tubos de diám.2 | 100 | | |
| hf real 1 | 12.7 | | |
| hf real 2 | 42.17 | | |
| Sumatoria de perdidas | 54.87 | | |
| Cota piezometrica 1 | 987.30 | | |
| Cota piezometrica 2 | 945.13 | | |
| Velocidad 1 | 0.85 | | |
| Velocidad 2 | 1.4 | | |
| Presión dinámica | 40 | | |
| Volúmen del tanque | 30 | Metros cúbicos | |

| DISTRIBUCIÓN | | | |
|-------------------------------------------|--------|------|---------|
| TRAMO DE ESTACIÓN 38 A ESTACIÓN 45 | | | |
| Q de distribución | 1.68 | | |
| Viviendas totales | 57 | | |
| # Casas del tramo a diseñar | 32 | | |
| Longitud tramo | 376.06 | | |
| Caudal unitario | 0.03 | | |
| Caudal de Diseño 1 | 0.96 | | |
| Caudal de Diseño 2 | 0.84 | | |
| | | | |
| Cota de terreno inicial | 905.13 | | |
| Cota de terreno final | 835.58 | | |
| Carga dinámica | 30 | | |
| Carga disponible | 39.55 | | |
| Longitud del tramo | 376.06 | | |
| Coefficiente "C" | 150 | | |
| | | | |
| PARTIENDO DE HAZEN WILLIAMS | | | |
| | | | |
| Diámetro | 1.08 | Ø | Clase |
| Diámetro 1 | 1.161 | 1" | 250 PSI |
| Diámetro 2 | 0.926 | 3/4" | 250 PSI |
| | | | |
| hf1 | 27.7 | | |
| hf2 | 83.33 | | |
| | | | |
| Longitud 2 | 80.11 | | |
| Longitud 1 | 295.95 | | |
| | | | |
| No. de tubos de diám. 1 | 50 | | |
| No. de tubos de diám. 2 | 14 | | |
| | | | |
| hf real 1 | 21.8 | | |
| hf real 2 | 17.75 | | |
| | | | |
| Sumatoria de perdidas | 39.55 | | |
| | | | |
| Cota piezometrica 1 | 883.33 | | |
| Cota piezometrica 2 | 865.58 | | |
| | | | |
| Velocidad 1 | 2.47 | | |
| Velocidad 2 | 3.87 | | |
| | | | |
| Presión dinámica | 30 | | |

| DISTRIBUCIÓN | | | |
|-------------------------------------------|--------|--------|---------|
| TRAMO DE ESTACIÓN 45 A ESTACIÓN 81 | | | |
| Q de distribución | 1.68 | | |
| Viviendas totales | 57 | | |
| # Casas del tramo a diseñar | 32 | | |
| Longitud tramo | 987.98 | | |
| Caudal unitario | 0.03 | | |
| Caudal de Diseño 1 | 0.96 | | |
| Caudal de Diseño 2 | 0.84 | | |
| | | | |
| Cota de terreno inicial | 835.58 | | |
| Cota de terreno final | 767.45 | | |
| Carga dinámica | 30 | | |
| Carga disponible | 38.13 | | |
| Longitud del tramo | 987.98 | | |
| Coeficiente "C" | 150 | | |
| | | | |
| PARTIENDO DE HAZEN WILLIAMS | | | |
| | | | |
| Diámetro | 1.33 | Ø | Clase |
| Diámetro 1 | 1.532 | 1 1/4" | 160 PSI |
| Diámetro 2 | 1.195 | 1" | 160 PSI |
| | | | |
| hf1 | 18.86 | | |
| hf2 | 63.23 | | |
| | | | |
| Longitud 2 | 429.08 | | |
| Longitud 1 | 558.90 | | |
| | | | |
| No. de tubos de diám.1 | 94 | | |
| No. de tubos de diám.2 | 72 | | |
| | | | |
| hf real 1 | 10.67 | | |
| hf real 2 | 27.46 | | |
| | | | |
| Sumatoria de perdidas | 38.13 | | |
| | | | |
| Cota piezometrica 1 | 824.91 | | |
| Cota piezometrica 2 | 797.45 | | |
| | | | |
| Velocidad 1 | 1.42 | | |
| Velocidad 2 | 2.33 | | |
| | | | |
| Presión dinámica | 30 | | |

| DISTRIBUCIÓN | | | |
|--------------------------------------------|--------|------|---------|
| TRAMO DE ESTACIÓN 49 a 56 (Ramal 1) | | | |
| Q de distribución | 1.68 | | |
| Viviendas totales | 57 | | |
| # Casas del tramo a diseñar | 5 | | |
| Longitud tramo | 284.57 | | |
| Caudal unitario | 0.03 | | |
| Caudal de Diseño 1 | 0.15 | | |
| Caudal de Diseño 2 | 0.30 | | |
| | | | |
| Cota de terreno inicial | 832.22 | | |
| Cota de terreno final | 786.9 | | |
| Carga dinámica | 38 | | |
| Carga disponible | 7.32 | | |
| Longitud del tramo | 284.57 | | |
| Coefficiente "C" | 150 | | |
| PARTIENDO DE HAZEN WILLIAMS | | | |
| | | | |
| Diámetro | 0.93 | Ø | Clase |
| Diámetro 1 | 1.161 | 1 " | 250 PSI |
| Diámetro 2 | 0.926 | 3/4" | 250 PSI |
| | | | |
| hf1 | 2.44 | | |
| hf2 | 7.33 | | |
| | | | |
| Longitud 2 | 283.99 | | |
| Longitud 1 | 0.58 | | |
| | | | |
| No. de tubos de diám. 1 | 1 | | |
| No. de tubos de diám. 2 | 48 | | |
| | | | |
| hf real 1 | 0 | | |
| hf real 2 | 7.32 | | |
| | | | |
| Sumatoria de perdidas | 7.32 | | |
| | | | |
| Cota piezometrica 1 | 832.22 | | |
| Cota piezometrica 2 | 824.90 | | |
| | | | |
| Velocidad 1 | 3.87 | | |
| Velocidad 2 | 2.47 | | |
| | | | |
| Presión dinámica | 38 | | |

| DISTRIBUCIÓN | | | |
|--------------------------------------------|--------|-------|---------|
| TRAMO DE ESTACIÓN 58 a 61 (Ramal 2) | | | |
| Q de distribución | 1.68 | | |
| Viviendas totales | 57 | | |
| # Casas del tramo a diseñar | 3 | | |
| Longitud tramo | 105.57 | | |
| Caudal unitario | 0.03 | | |
| Caudal de Diseño 1 | 0.09 | | |
| Caudal de Diseño 2 | 0.21 | | |
| | | | |
| Cota de terreno inicial | 830.4 | | |
| Cota de terreno final | 793.9 | | |
| Carga dinámica | 35 | | |
| Carga disponible | 1.5 | | |
| Longitud del tramo | 105.57 | | |
| Coeficiente "C" | 150 | | |
| | | | |
| PARTIENDO DE HAZEN WILLIAMS | | | |
| | | | |
| Diámetro | 0.92 | Ø | Clase |
| Diámetro 1 | 0.926 | 3/4 " | 250 PSI |
| Diámetro 2 | 0.716 | 1/2" | 315 PSI |
| | | | |
| hf1 | 1.43 | | |
| hf2 | 5.01 | | |
| | | | |
| Longitud 2 | 2.06 | | |
| Longitud 1 | 103.51 | | |
| | | | |
| No. de tubos de diám.1 | 18 | | |
| No. de tubos de diám.2 | 1 | | |
| | | | |
| hf real 1 | 1.4 | | |
| hf real 2 | 0.1 | | |
| | | | |
| Sumatoria de perdidas | 1.5 | | |
| | | | |
| Cota piezometrica 1 | 829 | | |
| Cota piezometrica 2 | 828.90 | | |
| | | | |
| Velocidad 1 | 3.87 | | |
| Velocidad 2 | 6.47 | | |
| | | | |
| Presión dinámica | 35 | | |

| DISTRIBUCIÓN | | | |
|---------------------------------------------|--------|------|---------|
| TRAMO DE ESTACIÓN 63 a 71 (Ramal 3) | | | |
| Q de distribución | 1.68 | | |
| Viviendas totales | 57 | | |
| # Casas del tramo a diseñar | 13 | | |
| Longitud tramo | 386.01 | | |
| Caudal unitario | 0.03 | | |
| Caudal de Diseño 1 | 0.39 | | |
| Caudal de Diseño 2 | 0.52 | | |
| | | | |
| Cota de terreno inicial | 828.16 | | |
| Cota de terreno final | 780 | | |
| Carga dinámica | 35 | | |
| Carga disponible | 13.16 | | |
| Longitud del tramo | 386.01 | | |
| Coefficiente "C" | 150 | | |
| PARTIENDO DE HAZEN WILLIAMS | | | |
| | | | |
| Diámetro | 1.08 | Ø | Clase |
| Diámetro 1 | 0.926 | 3/4" | 250 PSI |
| Diámetro 2 | 1.195 | 1" | 160 PSI |
| | | | |
| hf1 | 27.48 | | |
| hf2 | 7.94 | | |
| | | | |
| Longitud 2 | 282.89 | | |
| Longitud 1 | 103.12 | | |
| | | | |
| No. de tubos de diám. 1 | 18 | | |
| No. de tubos de diám. 2 | 48 | | |
| | | | |
| hf real 1 | 7.34 | | |
| hf real 2 | 5.82 | | |
| | | | |
| Sumatoria de perdidas | 13.16 | | |
| | | | |
| Cota piezometrica 1 | 820.82 | | |
| Cota piezometrica 2 | 815.00 | | |
| | | | |
| Velocidad 1 | 3.87 | | |
| Velocidad 2 | 2.33 | | |
| | | | |
| Presión dinámica | 35 | | |

| DISTRIBUCIÓN | | | |
|-----------------------------------------------|--------|------|---------|
| TRAMO DE ESTACIÓN 73 a 74.2 (Ramal 4) | | | |
| Q de distribución | 1.68 | | |
| Viviendas totales | 57 | | |
| # Casas del tramo a diseñar | 4 | | |
| Longitud tramo | 96.63 | | |
| Caudal unitario | 0.03 | | |
| Caudal de Diseño 1 | 0.12 | | |
| Caudal de Diseño 2 | 0.26 | | |
| | | | |
| Cota de terreno inicial | 826.02 | | |
| Cota de terreno final | 795.15 | | |
| Carga dinámica | 30 | | |
| Carga disponible | 0.87 | | |
| Longitud del tramo | 96.63 | | |
| Coeficiente "C" | 150 | | |
| | | | |
| PARTIENDO DE HAZEN WILLIAMS | | | |
| | | | |
| Diámetro | 1.09 | Ø | Clase |
| Diámetro 1 | 1.195 | 1" | 160 PSI |
| Diámetro 2 | 0.926 | 3/4" | 250 PSI |
| | | | |
| hf1 | 0.55 | | |
| hf2 | 1.91 | | |
| | | | |
| Longitud 2 | 22.74 | | |
| Longitud 1 | 73.89 | | |
| | | | |
| No. de tubos de diám.1 | 13 | | |
| No. de tubos de diám.2 | 4 | | |
| | | | |
| hf real 1 | 0.42 | | |
| hf real 2 | 0.45 | | |
| | | | |
| Sumatoria de perdidas | 0.87 | | |
| | | | |
| Cota piezometrica 1 | 825.6 | | |
| Cota piezometrica 2 | 825.15 | | |
| | | | |
| Velocidad 1 | 2.33 | | |
| Velocidad 2 | 3.87 | | |
| | | | |
| Presión dinámica | 30 | | |

Tabla XXVIII. Libreta topográfica de línea de conducción

| LIBRETA TOPOGRÁFICA | | | | | | |
|---------------------|------|--------|----|----|-------|------------------------|
| LÍNEA DE CONDUCCIÓN | | | | | | |
| EST. | P.O. | AZIMUT | | | D.H. | OBSERVACIONES |
| | | ° | ' | " | | |
| A | 4 | 302 | 42 | 8 | 21.59 | Fuente |
| 4 | 5 | 304 | 52 | 36 | 24.62 | |
| 5 | 6 | 311 | 32 | 54 | 62.94 | |
| 6 | 7 | 298 | 18 | 12 | 56.25 | |
| 7 | 8 | 274 | 10 | 41 | 37.99 | |
| 8 | 9 | 243 | 1 | 22 | 9.86 | |
| 9 | 10 | 214 | 54 | 35 | 36.07 | |
| 10 | 11 | 236 | 25 | 43 | 42.90 | |
| 11 | 12 | 232 | 9 | 21 | 23.73 | |
| 12 | 13 | 213 | 6 | 12 | 18.80 | |
| 13 | 14 | 229 | 24 | 22 | 46.88 | Inicio de Zanjón |
| 14 | 14.1 | 213 | 6 | 12 | 23.44 | Fondo de Zanjón |
| 14 | 15 | 266 | 50 | 56 | 44.38 | Fin de Zanjón |
| 15 | 16 | 276 | 18 | 45 | 44.01 | |
| 16 | 17 | 271 | 55 | 0 | 49.38 | |
| 17 | 18 | 277 | 49 | 9 | 8.06 | |
| 18 | 19 | 268 | 39 | 14 | 43.94 | |
| 19 | 19.1 | 277 | 49 | 9 | 8.66 | |
| 19 | 20 | 266 | 57 | 56 | 17.32 | |
| 20 | 21 | 278 | 54 | 30 | 30.04 | |
| 21 | 22 | 255 | 38 | 21 | 23.73 | |
| 22 | 23 | 249 | 49 | 51 | 37.69 | |
| 23 | 24 | 259 | 5 | 8 | 28.99 | |
| 24 | 25 | 246 | 57 | 49 | 15.19 | |
| 25 | 26 | 227 | 22 | 44 | 36.25 | |
| 26 | 27 | 238 | 19 | 23 | 34.94 | |
| 27 | 27.1 | 227 | 22 | 44 | 21.89 | |
| 27 | 28 | 238 | 23 | 36 | 43.78 | |
| 28 | 29 | 231 | 58 | 10 | 17.23 | |
| 29 | 30 | 243 | 39 | 54 | 13.84 | Inicio de Zanjón |
| 30 | 30.1 | 243 | 39 | 54 | 23.00 | Fondo de Zanjón |
| 30 | 31 | 244 | 21 | 8 | 45.82 | Fin de Zanjón |
| 31 | 32 | 268 | 32 | 2 | 50.68 | |
| 32 | 33 | 271 | 6 | 40 | 22.62 | |
| 33 | 34 | 268 | 14 | 50 | 4.00 | |
| 34 | 35 | 264 | 29 | 14 | 24.36 | |
| 35 | 36 | 277 | 52 | 5 | 21.12 | |
| 36 | 37 | 294 | 49 | 36 | 65.28 | |
| 37 | 38 | 303 | 19 | 57 | 37.62 | Tanque de Distribución |

Tabla XXIV. Libreta topográfica de línea de distribución

| LIBRETA TOPOGRÁFICA | | | | | | |
|-----------------------|------|--------|----|----|--------|------------------------|
| LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN | | | | | | |
| EST. | P.O. | AZIMUT | | | D.H. | OBSERVACIONES |
| | | ° | ' | " | | |
| 38 | 39 | 305 | 29 | 44 | 41.08 | Tanque de Distribución |
| 39 | 40 | 17 | 7 | 16 | 90.51 | |
| 40 | 41 | 25 | 53 | 34 | 59.96 | |
| 41 | 42 | 344 | 43 | 0 | 34.38 | |
| 42 | 43 | 2 | 1 | 52 | 52.33 | |
| 43 | 44 | 312 | 51 | 34 | 24.63 | |
| 44 | 45 | 275 | 29 | 32 | 55.26 | |
| 45 | 46 | 267 | 42 | 31 | 28.30 | Caja Rompe Presiones |
| 46 | 47 | 326 | 45 | 16 | 42.34 | |
| 47 | 48 | 41 | 5 | 7 | 70.55 | |
| 48 | 49 | 328 | 5 | 48 | 37.70 | |
| 49 | 57 | 289 | 58 | 12 | 62.00 | |
| 57 | 58 | 323 | 41 | 4 | 28.21 | |
| 58 | 63 | 261 | 45 | 44 | 116.00 | |
| 63 | 72 | 279 | 5 | 33 | 31.60 | |
| 72 | 73 | 317 | 57 | 32 | 79.99 | |
| 73 | 75 | 12 | 55 | 57 | 27.39 | |
| 75 | 76 | 36 | 19 | 50 | 77.67 | |
| 76 | 77 | 357 | 7 | 13 | 64.73 | |
| 77 | 78 | 297 | 56 | 10 | 78.36 | |
| 78 | 79 | 290 | 46 | 58 | 81.78 | |
| 79 | 80 | 336 | 58 | 2 | 46.61 | |
| 80 | 81 | 333 | 0 | 5 | 67.7 | Fin de Proyecto |

Tabla XXX. Libreta topográfica de ramal 1

| LIBRETA TOPOGRÁFICA | | | | | |
|---------------------|------|--------|----|----|-------|
| RAMAL 1 | | | | | |
| EST. | P.O. | AZIMUT | | | D.H. |
| | | ° | ' | " | |
| 49 | 50 | 63 | 19 | 15 | 34.21 |
| 50 | 51 | 108 | 44 | 23 | 37.21 |
| 51 | 52 | 65 | 18 | 15 | 31.78 |
| 52 | 53 | 79 | 28 | 9 | 69.09 |
| 53 | 54 | 76 | 47 | 7 | 22.79 |
| 54 | 55 | 147 | 34 | 52 | 43.57 |
| 55 | 56 | 122 | 53 | 41 | 32.37 |

Tabla XXXI. Libreta topográfica de ramal 2

| LIBRETA TOPOGRÁFICA | | | | | |
|---------------------|------|--------|----|----|-------|
| RAMAL 2 | | | | | |
| EST. | P.O. | AZIMUT | | | D.H. |
| | | ° | ' | " | |
| 58 | 59 | 333 | 39 | 17 | 59.25 |
| 59 | 60 | 346 | 58 | 48 | 15.1 |
| 60 | 61 | 358 | 3 | 15 | 26.19 |

Tabla XXXII. Libreta topográfica de ramal 3

| LIBRETA TOPOGRÁFICA | | | | | |
|---------------------|------|--------|----|----|-------|
| RAMAL 3 | | | | | |
| EST. | P.O. | AZIMUT | | | D.H. |
| | | ° | ' | " | |
| 63 | 64 | 249 | 54 | 33 | 48 |
| 64 | 65 | 156 | 39 | 9 | 53.47 |
| 65 | 66 | 259 | 30 | 29 | 80.33 |
| 66 | 67 | 190 | 43 | 33 | 54.33 |
| 67 | 68 | 230 | 55 | 46 | 38.26 |
| 68 | 69 | 312 | 46 | 25 | 31.83 |
| 69 | 70 | 332 | 11 | 18 | 19.99 |
| 70 | 71 | 274 | 20 | 38 | 41.42 |

Tabla XXXIII. Libreta topográfica de ramal 4

| LIBRETA TOPOGRÁFICA | | | | | |
|---------------------|------|--------|----|----|-------|
| RAMAL 4 | | | | | |
| EST. | P.O. | AZIMUT | | | D.H. |
| | | ° | ' | " | |
| 73 | 74 | 276 | 52 | 39 | 47.75 |
| 74 | 74.2 | 276 | 42 | 39 | 44.28 |



MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL
SISTEMA INTEGRAL DE ATENCIÓN EN SALUD
DIRECCIÓN DE ÁREA DE SALUD DE CHIQUIMULA
LABORATORIO SANEAMIENTO AMBIENTAL

RESULTADO DEL ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO A 100 ML. DE AGUA.

REGISTRO : 5014 No. DE MUESTRA: 011-2007.
COMUNIDAD : ALDEA SILLÓN ARRIBA
MUNICIPIO : CHIQUIMULA
TIPO DE ACUEDUCTO : POR GRAVEDAD (PROYECTO)
TIPO DE SERVICIO : PREDIAL
NOMBRE Y TIPO DE FUENTE : NACIMIENTO GUATALÓN I
UBICACIÓN DE LA FUENTE : EN LA MISMA COMUNIDAD
SITIO DE CAPTACIÓN : EN VERTIENTE
FECHA DE CAPTACIÓN : 25-9-2007 HORA DE CAPTACIÓN: 10:39
CENTRO DE SALUD : CHIQUIMULA
FECHA DE SOLICITUD : 25-9-2007
RESPONSABLE : PROF. JUAN PABLO GUERRA HERNÁNDEZ
CARGO : EPESISTA ING. CIVIL OMP MUNICIPALIDAD CHIQUIMULA
FECHA ANÁLISIS : 26-9-2007
METODOLOGÍA : MEMBRANAS FILTRANTES
RESULTADOS : INCONTABLES COLONIAS DE BACTERIAS
COLIFORMES FECALES
COMENTARIOS : AGUA NO APTA PARA CONSUMO HUMANO
CON 2 COLONIAS EL AGUA NO ES APTA
SEGÚN COGUANOR (COMISION GUATEMALTECA
DE NORMAS) Y EL MSPAS.

PROF. FERNANDO RUANO GUERRA
ANALISTA



MINISTERIO DE SALUD PUBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL
SISTEMA INTEGRAL DE ATENCIÓN EN SALUD
DIRECCIÓN DE AREA DE SALUD DE CHIQUIMULA
LABORATORIO SANEAMIENTO AMBIENTAL

RESULTADO DEL ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO A 100 ML. DE AGUA.

REGISTRO : 5015 No. DE MUESTRA: 012-2007.
COMUNIDAD : ALDEA SILLÓN ARRIBA
MUNICIPIO : CHIQUIMULA
TIPO DE ACUEDUCTO : POR GRAVEDAD (PROYECTO)
TIPO DE SERVICIO : PREDIAL
NOMBRE Y TIPO DE FUENTE : NACIMIENTO GUATALÓN 2
UBICACIÓN DE LA FUENTE : EN LA MISMA COMUNIDAD
SITIO DE CAPTACIÓN : EN VERTIENTE
FECHA DE CAPTACIÓN : 25-9-2007 HORA DE CAPTACIÓN: 10:45
CENTRO DE SALUD : CHIQUIMULA
FECHA DE SOLICITUD : 25-9-2007
RESPONSABLE : PROF. JUAN PABLO GUERRA HERNÁNDEZ
CARGO : EPESISTA ING. CIVIL OMP MUNICIPALIDAD CHIQUIMULA
FECHA ANÁLISIS : 26-9-2007
METODOLOGÍA : MEMBRANAS FILTRANTES
RESULTADOS : NO LE APARECEN COLONIAS DE BACTERIAS
COLIFORMES FECALES
COMENTARIOS : AGUA APTA PARA CONSUMO HUMANO
CON 2 COLONIAS EL AGUA NO ES APTA
SEGÚN COGUANOR (COMISION GUATEMALTECA
DE NORMAS) Y EL MSPAS.

PROF. FERNANDO RUANO GUERRA
ANALISTA

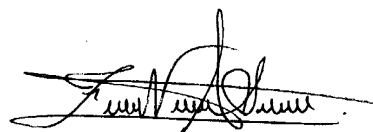
**MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
DELEGACIÓN CHIQUIMULA**

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE AGUA

Fecha de análisis: 03 de Diciembre de 2007
 Muestra: El Guatalón 1
 Localización: Municipio de Chiquimula
 Condiciones de Transporte: Bolsas Esterilizadas
 Tipo de Análisis: Agua Potable

| Parámetros | Coguanor NGO 29 001 :99 LMA | Coguanor NGO 29 001 :99 LMP | Datos obtenidos |
|---------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------|
| Dureza (CaCO ₃) | 100 mg/L | 500 mg/L | 793.65 mg/L |
| Nitrato (NO ₃) mg/l | ----- | 10.0 mg/l | 0.0 mg/l |
| Cloruro | 100 mg/L | 250 mg/L | 40 mg/l |
| Olor | No rechazable | No rechazable | No rechazable |
| Sabor | No rechazable | No rechazable | No rechazable |
| Cobre | 0.05 mg/L | 1.5 mg/L | 0.03 mg/Lt |
| Hierro (Fe) | 0.1 mg/L | 1.0 mg/L | 0.00 mg/Lt |

Clave:
 LMA = Límite Máximo Aceptable
 LMP = Límite Máximo Permisible
 ---- = No se tienen límite




Analizado por: Ing. Virginia Sagastume
 Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
 Delegación de Chiquimula

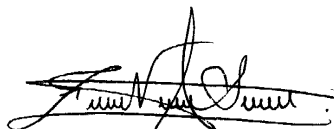
**MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
DELEGACIÓN CHIQUIMULA**

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE AGUA

Fecha de análisis: 03 de Diciembre de 2007
 Muestra: Guatalón 2
 Localización: Municipio de Chiquimula
 Condiciones de Transporte: Bolsas Esterilizadas
 Tipo de Análisis: Agua Potable

| Parámetros | Coguanor NGO 29 001 :99 LMA | Coguanor NGO 29 001 :99 LMP | Datos obtenidos |
|---------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------|
| Dureza (CaCO ₃) | 100 mg/L | 500 mg/L | 1058.21 mg/L |
| Nitrato (NO ₃) mg/l | ----- | 10.0 mg/l | 0.0 mg/l |
| Cloruro | 100 mg/L | 250 mg/L | 40 mg/l |
| Olor | No rechazable | No rechazable | No rechazable |
| Sabor | No rechazable | No rechazable | No rechazable |
| Cobre | 0.05 mg/L | 1.5 mg/L | 0.17 mg/Lt |
| Hierro (Fe) | 0.1 mg/L | 1.0 mg/L | 0.0 mg/Lt |

Clave:
 LMA = Límite Máximo Aceptable
 LMP = Límite Máximo Permisible
 ---- = No se tienen límite

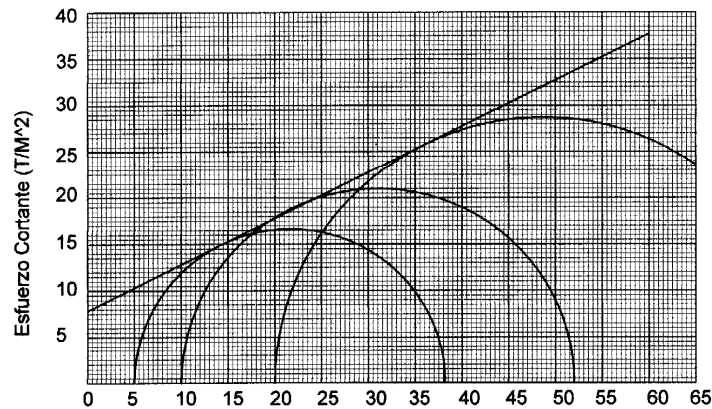



Analizado por: Ing. Virginia Sagastume
 Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
 Delegación de Chiquimula



ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

INFORME No.: 060 S.S. O.T.No.: 22.848
INTERESADO: Juan pablo Guerra Hernández
PROYECTO: Trabajo de Graduación -EPS-
UBICACIÓN: Caserío Potrerillos, aldea la hacienda El Santo, Chiquimula
pozo: 1 Profundidad: 2.00 m Muestra: 1



PARAMETROS DE CORTE:

ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA : $\phi = 26,47^\circ$ COHESIÓN: $C_u = 7,85 \text{ T/m}^2$

TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.
DESCRIPCION DEL SUELO: Limo arenoso color café
DIMENSION Y TIPO DE LA PROBETA: 2.5" X 5.0"
OBSERVACIONES: Muestra proporcionada por el interesado.

| PROBETA No. | 1 | 1 | 1 |
|-------------------------------------------|-------|-------|-------|
| PRESION LATERAL (T/m ²) | 5 | 10 | 20 |
| DESVIADOR EN ROTURA q(T/m ²) | 33.19 | 42.01 | 57.33 |
| PRESION INTERSTICIAL u(T/m ²) | x | x | x |
| DEFORMACION EN ROTURA Er (%) | 2.5 | 4.0 | 6.0 |
| DENSIDAD SECA (T/m ³) | 1.43 | 1.43 | 1.43 |
| DENSIDAD HUMEDA (T/m ³) | 1.68 | 1.68 | 1.68 |
| HUMEDAD (%H) | 18.0 | 18.0 | 18.0 |



Vo. Bo.

Ing. Oswaldo Remeo Escobar Álvarez
DIRECTOR. CIMISAC

Atentamente,

DIRECCION

Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

ANEXOS

PLANOS DEL PROYECTO
DISEÑO DEL SISTEMA DE
AGUA POTABLE PARA LA
ALDEA SILLÓN ARRIBA.

| SECCIONES TRANSVERSALES | | | | SECCIONES LONGITUDINALES | | | | SECCIONES TRANSVERSALES | | | | SECCIONES LONGITUDINALES | | | |
|-------------------------|------|------|----------------|--------------------------|------|------|----------------|-------------------------|------|------|----------------|--------------------------|------|------|----------------|
| SECCIONES TRANSVERSALES | | | | SECCIONES LONGITUDINALES | | | | SECCIONES TRANSVERSALES | | | | SECCIONES LONGITUDINALES | | | |
| EST. | P.F. | P.H. | OTROS P. NOTAS | EST. | P.F. | P.H. | OTROS P. NOTAS | EST. | P.F. | P.H. | OTROS P. NOTAS | EST. | P.F. | P.H. | OTROS P. NOTAS |

| EST. | P.F. | P.H. | OTROS P. NOTAS |
|------|------|------|----------------|
| 101 | 2.0 | 1.0 | |
| 102 | 2.0 | 1.0 | |
| 103 | 2.0 | 1.0 | |
| 104 | 2.0 | 1.0 | |
| 105 | 2.0 | 1.0 | |
| 106 | 2.0 | 1.0 | |
| 107 | 2.0 | 1.0 | |
| 108 | 2.0 | 1.0 | |
| 109 | 2.0 | 1.0 | |
| 110 | 2.0 | 1.0 | |

| EST. | P.F. | P.H. | OTROS P. NOTAS |
|------|------|------|----------------|
| 101 | 2.0 | 1.0 | |
| 102 | 2.0 | 1.0 | |
| 103 | 2.0 | 1.0 | |
| 104 | 2.0 | 1.0 | |
| 105 | 2.0 | 1.0 | |
| 106 | 2.0 | 1.0 | |
| 107 | 2.0 | 1.0 | |
| 108 | 2.0 | 1.0 | |
| 109 | 2.0 | 1.0 | |
| 110 | 2.0 | 1.0 | |

| EST. | P.F. | P.H. | OTROS P. NOTAS |
|------|------|------|----------------|
| 101 | 2.0 | 1.0 | |
| 102 | 2.0 | 1.0 | |
| 103 | 2.0 | 1.0 | |
| 104 | 2.0 | 1.0 | |
| 105 | 2.0 | 1.0 | |
| 106 | 2.0 | 1.0 | |
| 107 | 2.0 | 1.0 | |
| 108 | 2.0 | 1.0 | |
| 109 | 2.0 | 1.0 | |
| 110 | 2.0 | 1.0 | |

| EST. | P.F. | P.H. | OTROS P. NOTAS |
|------|------|------|----------------|
| 101 | 2.0 | 1.0 | |
| 102 | 2.0 | 1.0 | |
| 103 | 2.0 | 1.0 | |
| 104 | 2.0 | 1.0 | |
| 105 | 2.0 | 1.0 | |
| 106 | 2.0 | 1.0 | |
| 107 | 2.0 | 1.0 | |
| 108 | 2.0 | 1.0 | |
| 109 | 2.0 | 1.0 | |
| 110 | 2.0 | 1.0 | |

| EST. | P.F. | P.H. | OTROS P. NOTAS |
|------|------|------|----------------|
| 101 | 2.0 | 1.0 | |
| 102 | 2.0 | 1.0 | |
| 103 | 2.0 | 1.0 | |
| 104 | 2.0 | 1.0 | |
| 105 | 2.0 | 1.0 | |
| 106 | 2.0 | 1.0 | |
| 107 | 2.0 | 1.0 | |
| 108 | 2.0 | 1.0 | |
| 109 | 2.0 | 1.0 | |
| 110 | 2.0 | 1.0 | |

| SECCIONES TRANSVERSALES | | | | SECCIONES LONGITUDINALES | | | |
|-------------------------|------|------|----------------|--------------------------|------|------|----------------|
| EST. | P.F. | P.H. | OTROS P. NOTAS | EST. | P.F. | P.H. | OTROS P. NOTAS |

| SECCIONES TRANSVERSALES | | | | SECCIONES LONGITUDINALES | | | |
|-------------------------|------|------|----------------|--------------------------|------|------|----------------|
| EST. | P.F. | P.H. | OTROS P. NOTAS | EST. | P.F. | P.H. | OTROS P. NOTAS |

| SECCIONES TRANSVERSALES | | | | SECCIONES LONGITUDINALES | | | |
|-------------------------|------|------|----------------|--------------------------|------|------|----------------|
| EST. | P.F. | P.H. | OTROS P. NOTAS | EST. | P.F. | P.H. | OTROS P. NOTAS |

| SECCIONES TRANSVERSALES | | | | SECCIONES LONGITUDINALES | | | |
|-------------------------|------|------|----------------|--------------------------|------|------|----------------|
| EST. | P.F. | P.H. | OTROS P. NOTAS | EST. | P.F. | P.H. | OTROS P. NOTAS |

| SECCIONES TRANSVERSALES | | | | SECCIONES LONGITUDINALES | | | |
|-------------------------|------|------|----------------|--------------------------|------|------|----------------|
| EST. | P.F. | P.H. | OTROS P. NOTAS | EST. | P.F. | P.H. | OTROS P. NOTAS |

| SECCIONES TRANSVERSALES | | | | SECCIONES LONGITUDINALES | | | |
|-------------------------|------|------|----------------|--------------------------|------|------|----------------|
| EST. | P.F. | P.H. | OTROS P. NOTAS | EST. | P.F. | P.H. | OTROS P. NOTAS |

| SECCIONES TRANSVERSALES | | | | SECCIONES LONGITUDINALES | | | |
|-------------------------|------|------|----------------|--------------------------|------|------|----------------|
| EST. | P.F. | P.H. | OTROS P. NOTAS | EST. | P.F. | P.H. | OTROS P. NOTAS |

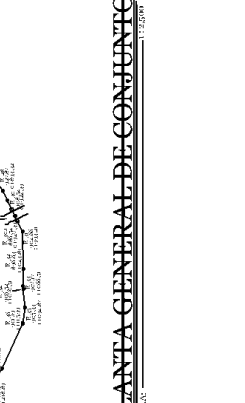
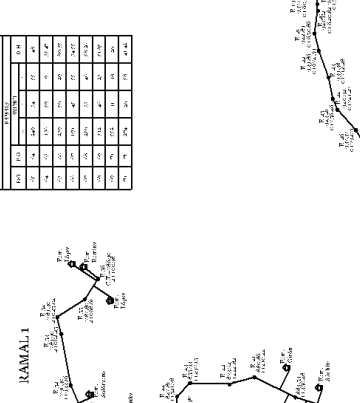
| SECCIONES TRANSVERSALES | | | | SECCIONES LONGITUDINALES | | | |
|-------------------------|------|------|----------------|--------------------------|------|------|----------------|
| EST. | P.F. | P.H. | OTROS P. NOTAS | EST. | P.F. | P.H. | OTROS P. NOTAS |

| SECCIONES TRANSVERSALES | | | | SECCIONES LONGITUDINALES | | | |
|-------------------------|------|------|----------------|--------------------------|------|------|----------------|
| EST. | P.F. | P.H. | OTROS P. NOTAS | EST. | P.F. | P.H. | OTROS P. NOTAS |

| SECCIONES TRANSVERSALES | | | | SECCIONES LONGITUDINALES | | | |
|-------------------------|------|------|----------------|--------------------------|------|------|----------------|
| EST. | P.F. | P.H. | OTROS P. NOTAS | EST. | P.F. | P.H. | OTROS P. NOTAS |

| SECCIONES TRANSVERSALES | | | | SECCIONES LONGITUDINALES | | | |
|-------------------------|------|------|----------------|--------------------------|------|------|----------------|
| EST. | P.F. | P.H. | OTROS P. NOTAS | EST. | P.F. | P.H. | OTROS P. NOTAS |

| SECCIONES TRANSVERSALES | | | | SECCIONES LONGITUDINALES | | | |
|-------------------------|------|------|----------------|--------------------------|------|------|----------------|
| EST. | P.F. | P.H. | OTROS P. NOTAS | EST. | P.F. | P.H. | OTROS P. NOTAS |



SIN RAMAL 1

PUNTO

Indicador

Válvula

Resaca

Control de nivel

Peso/Año

P.D. Índice presión dinámica

C.P. Índice Cota Piezométrica

C.T. Índice cota Aterramiento

PLANTA GENERAL DE CONJUNTO

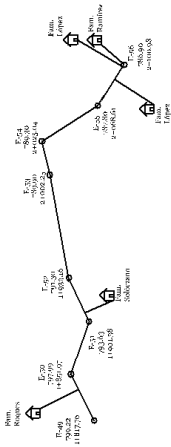
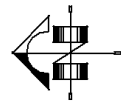
ESCALA: 1:2500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA Y TECNOLOGIA
INGENIERIA EN HIDRAULICA Y RIEGO

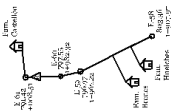
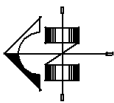
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA Y TECNOLOGIA
INGENIERIA EN HIDRAULICA Y RIEGO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA Y TECNOLOGIA
INGENIERIA EN HIDRAULICA Y RIEGO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA Y TECNOLOGIA
INGENIERIA EN HIDRAULICA Y RIEGO

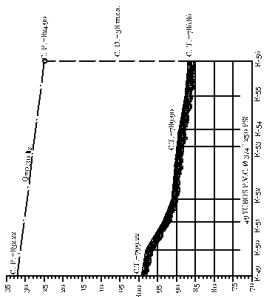


PLANTA RAMAL 1
Escala: 1:2500

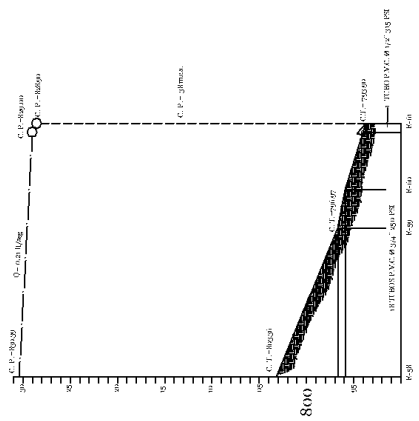


PLANTA RAMAL 2
Escala: 1:2500

| SIMBOLOGIA | |
|------------|---------------------------|
| | Node |
| | Branch |
| | Stationing |
| | Connection Node |
| | P.I. |
| | C.P. |
| | C.L. |
| | R.V. |
| | Stationing |
| | Index of level difference |
| | Index of elevation |

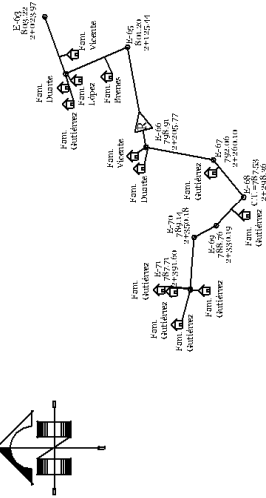
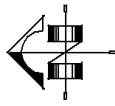


PERFIL RAMAL 1
Escala: 1:2500
VERTICAL: 1:2500
HORIZONTAL: 1:2500

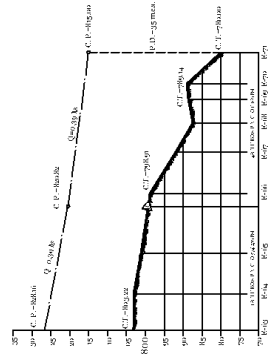


PERFIL RAMAL 2
Escala: 1:2500
VERTICAL: 1:2500
HORIZONTAL: 1:2500

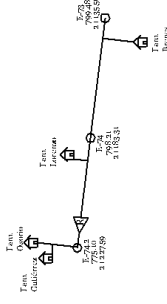
| | |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE COSTA RICA FACULTAD DE INGENIERÍA CARRERAS DE INGENIERÍA EN SISTEMAS DE INGENIERÍA INGENIERÍA DE SISTEMAS DE INGENIERÍA |
| | INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS DE INGENIERÍA INGENIERÍA DE SISTEMAS DE INGENIERÍA |
| | ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS DE INGENIERÍA INGENIERÍA DE SISTEMAS DE INGENIERÍA |
| | LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA DE SISTEMAS DE INGENIERÍA |
| | OFICINA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS DE INGENIERÍA |
| | DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE SISTEMAS DE INGENIERÍA |
| | OFICINA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS DE INGENIERÍA |
| | OFICINA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS DE INGENIERÍA |
| | OFICINA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS DE INGENIERÍA |



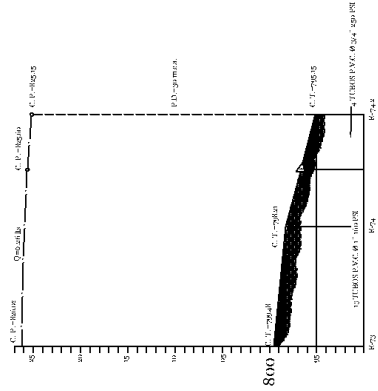
PIANTA RAMAL 3
ESCALA: 1:25000



PERFIL RAMAL 3
ESCALA: 1:500



PIANTA RAMAL 4
ESCALA: 1:25000



PERFIL RAMAL 4
ESCALA: 1:500

| | |
|---|--------------------------------|
| □ | SURCILLADA |
| □ | Redondeador |
| □ | Tubedia |
| □ | Cota Altimétrica |
| ○ | Estación |
| □ | Comercio/Hotel |
| □ | Indice presión atmosférica |
| □ | C.P. Indica cota planimétrica |
| □ | C.T. Indica cota diámetro |
| □ | Tubedia |
| □ | Est. Indica número de estación |
| □ | Indica cota de nivel diámetro |
| □ | Indica cumplimiento |

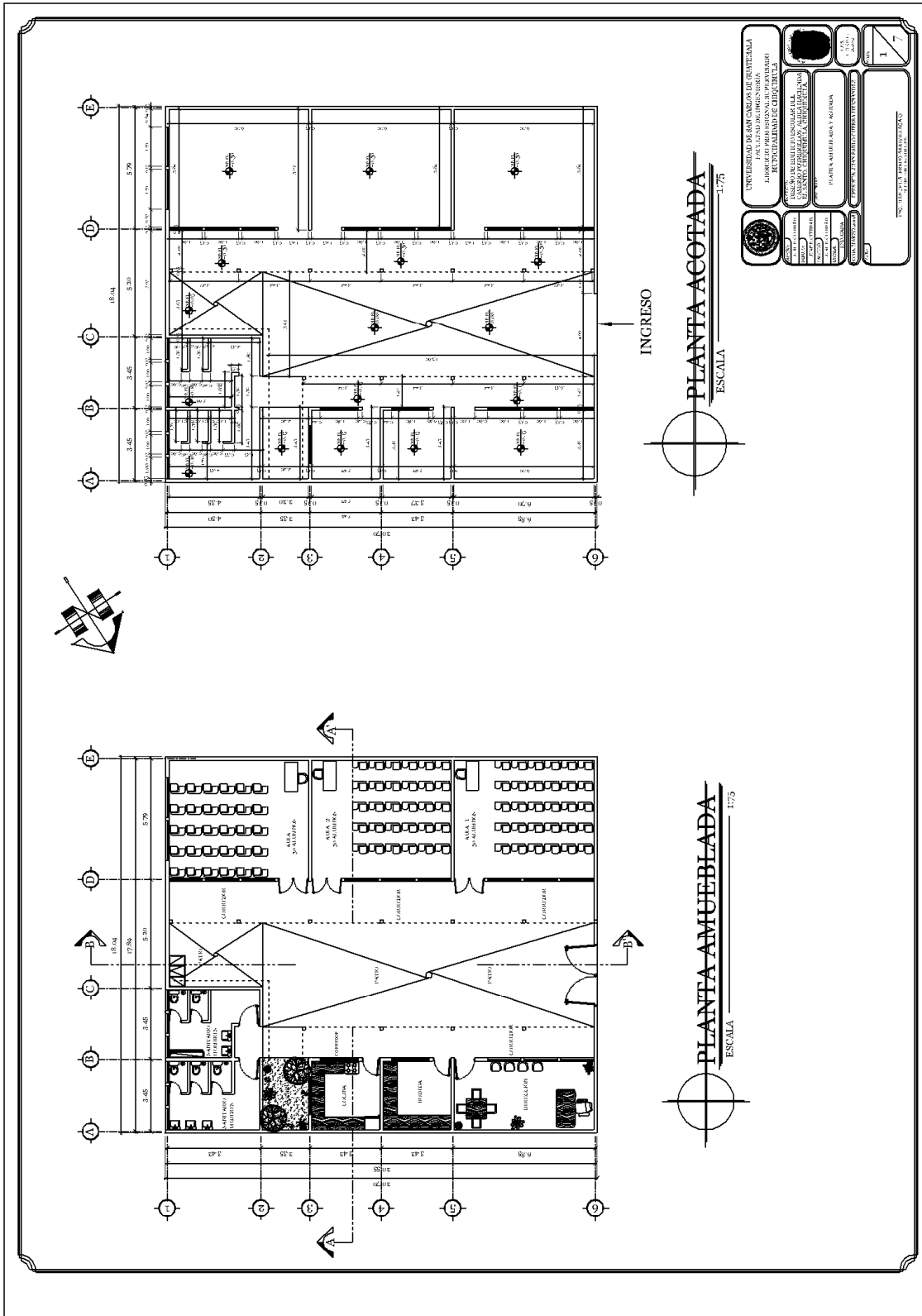
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
INSTITUTO DE INGENIERIA DE INFRAESTRUCTURA

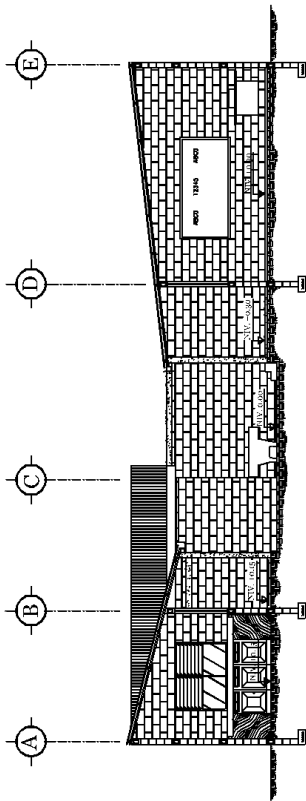
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
INSTITUTO DE INGENIERIA DE INFRAESTRUCTURA
PLANIFICACION Y DISEÑO DE OBRAS DE INGENIERIA CIVIL
PLANTA Y PERFIL DE RAMAL 3 Y 4
ALUMNO: []
FECHA: []

INSTITUTO DE INGENIERIA DE INFRAESTRUCTURA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

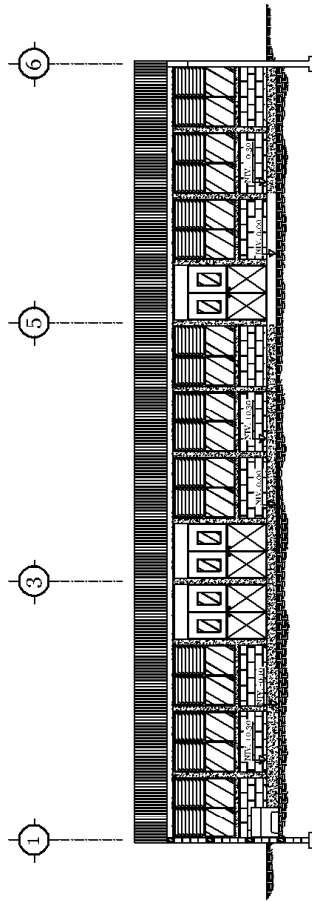
5 / 9

PLANOS DEL PROYECTO
DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR
DEL CASERÍO POTRERILLOS,
ALDEA HACIENDA EL SANTO.





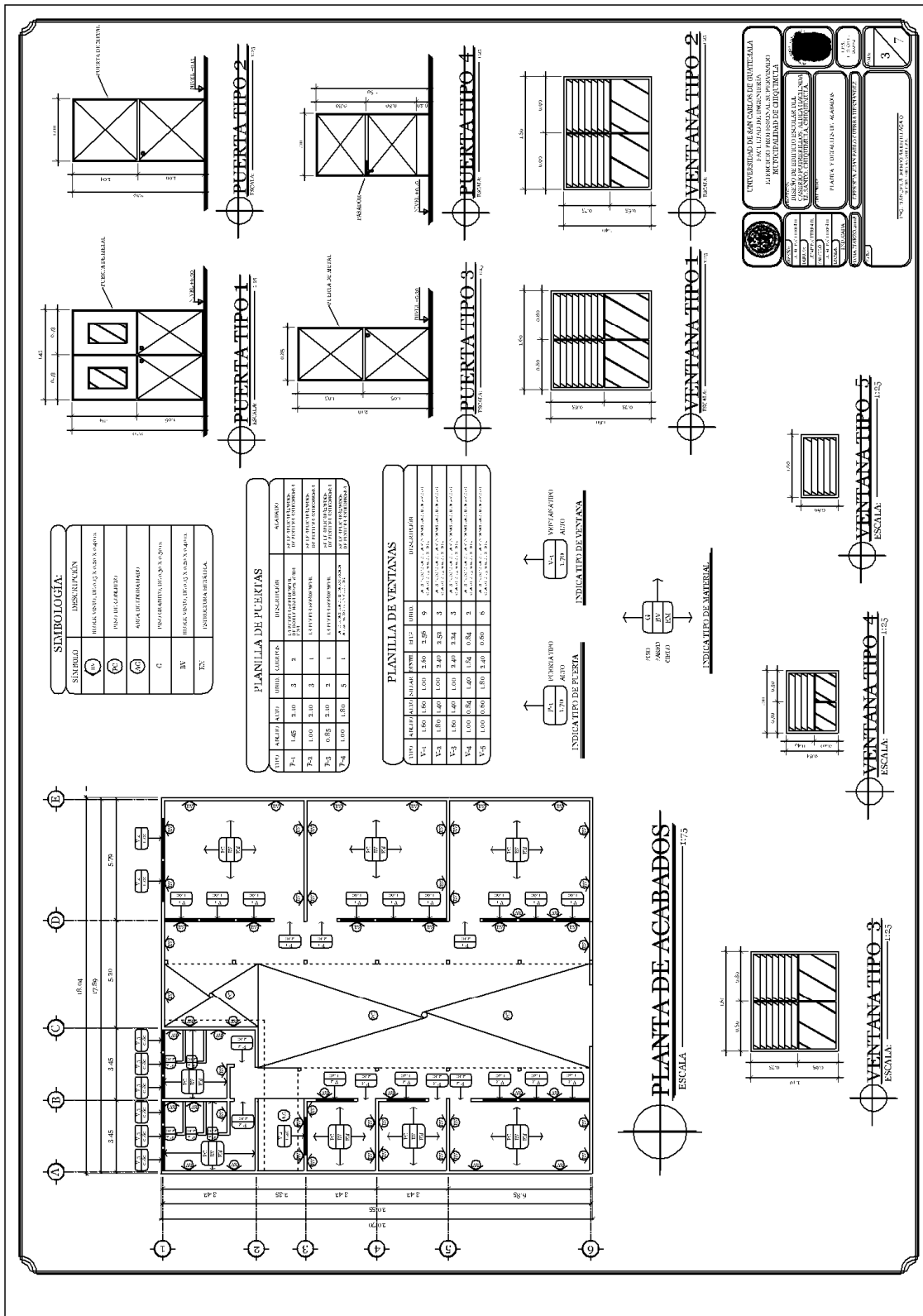


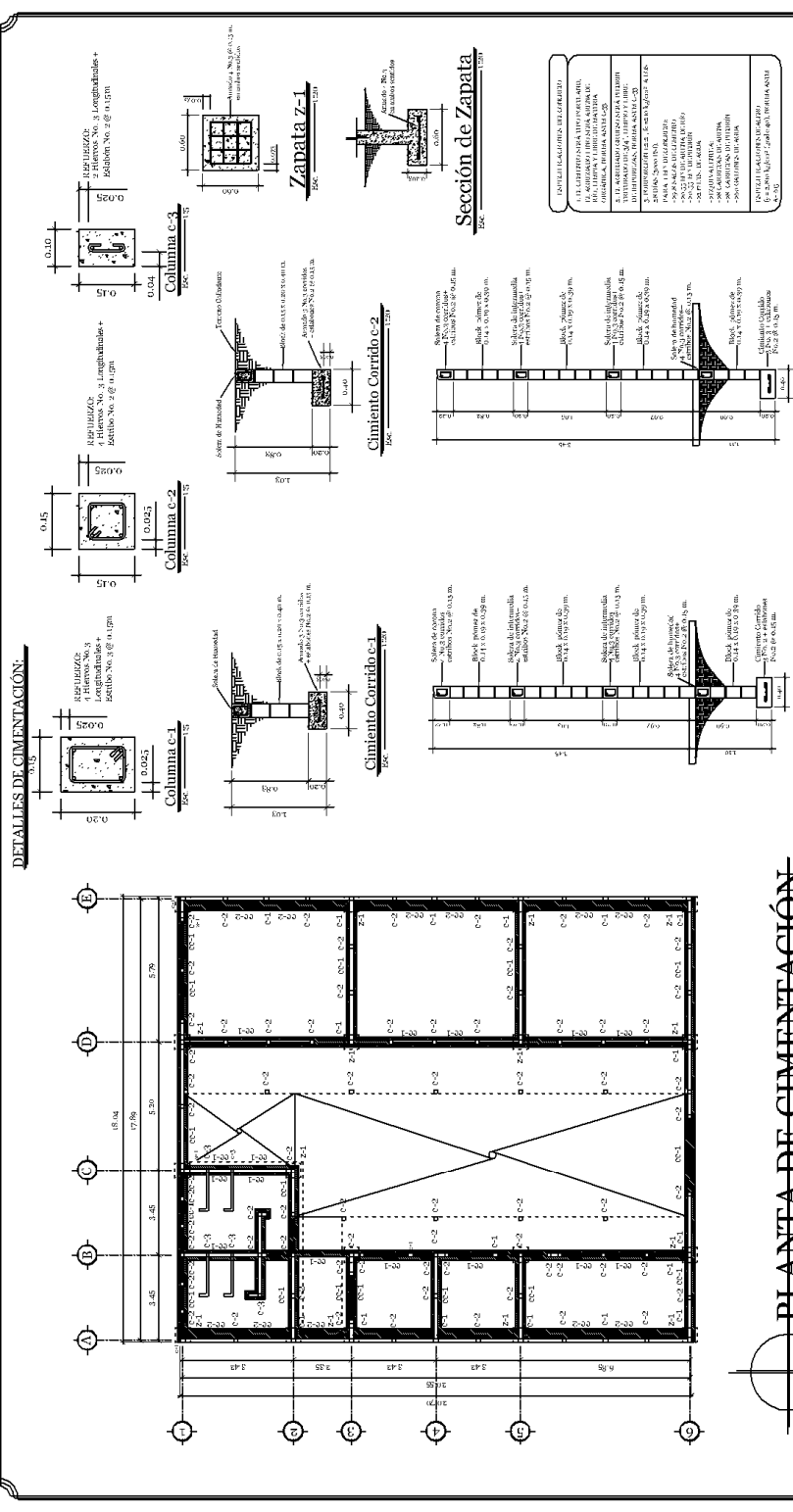

CORTE A-A'
 ESCALA 1:50




CORTE B-B''
 ESCALA 1:50

| | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------|
|  | UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES Y PROYECTOS DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA | |  | INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES Y PROYECTOS DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA AV. 14-90, ZONA 14, GUATEMALA, GUATEMALA TEL: (502) 2411 1111 WWW.INIPIA.IGU.GU | L. PARRAS INIPIA | 2 / 7 |
| | TÍTULO: PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UN CENTRO DE INVESTIGACIONES Y PROYECTOS DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA | | | | | |





Soleras
ESCALA 1:5

Requisitos:
4 Hierros No. 3 Longitudinales +
2 Babilon No. 2 @ 11.9cm

Solera Intermedia
ESCALA 1:5

Requisitos:
4 Hierros No. 3 Longitudinales +
2 Babilon No. 2 @ 11.9cm

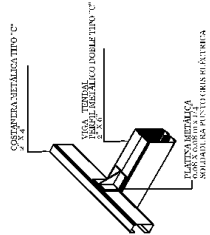
Solera de Humedad
ESCALA 1:5

Requisitos:
4 Hierros No. 3 Longitudinales +
2 Babilon No. 2 @ 11.9cm

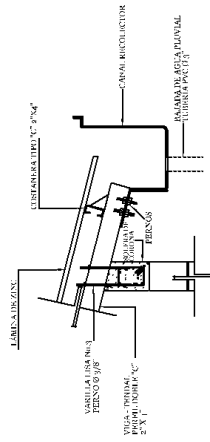
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
CARRERAS DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
INFORMACION GENERAL: INGENIERIA CIVIL
INFORMACION GENERAL: ARQUITECTURA
INFORMACION GENERAL: CONSTRUCCION DE OBRAS DE OBRAS CIVILES

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
CARRERAS DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
INFORMACION GENERAL: INGENIERIA CIVIL
INFORMACION GENERAL: ARQUITECTURA
INFORMACION GENERAL: CONSTRUCCION DE OBRAS DE OBRAS CIVILES

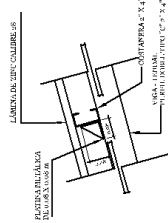
DETALLES:
Escala: 1/10



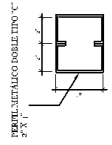
Isométrico



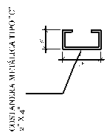
Detalle de Unión Viga-Costanera
Escala: 1/5



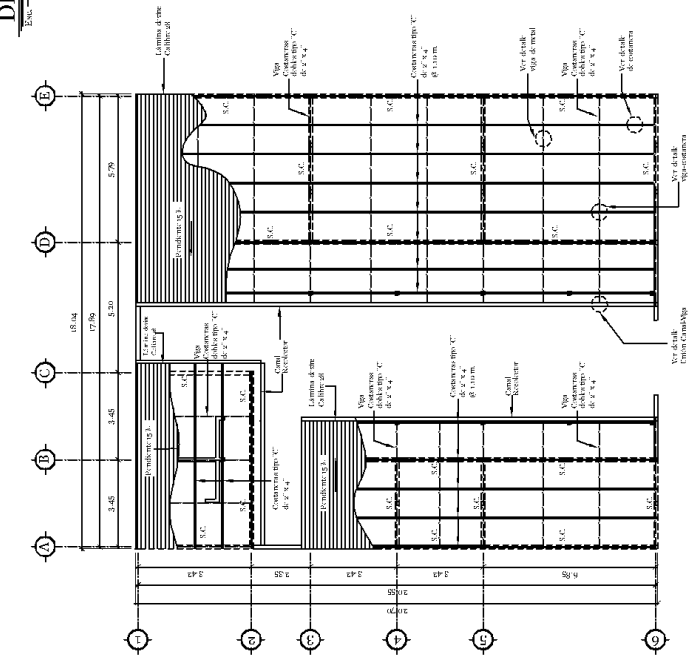
Detalle de Unión Canal-Viga Metálica
Escala: 1/10



Detalle Viga Metálica
Escala: 1/5



Detalle Costanera Metálica
Escala: 1/5

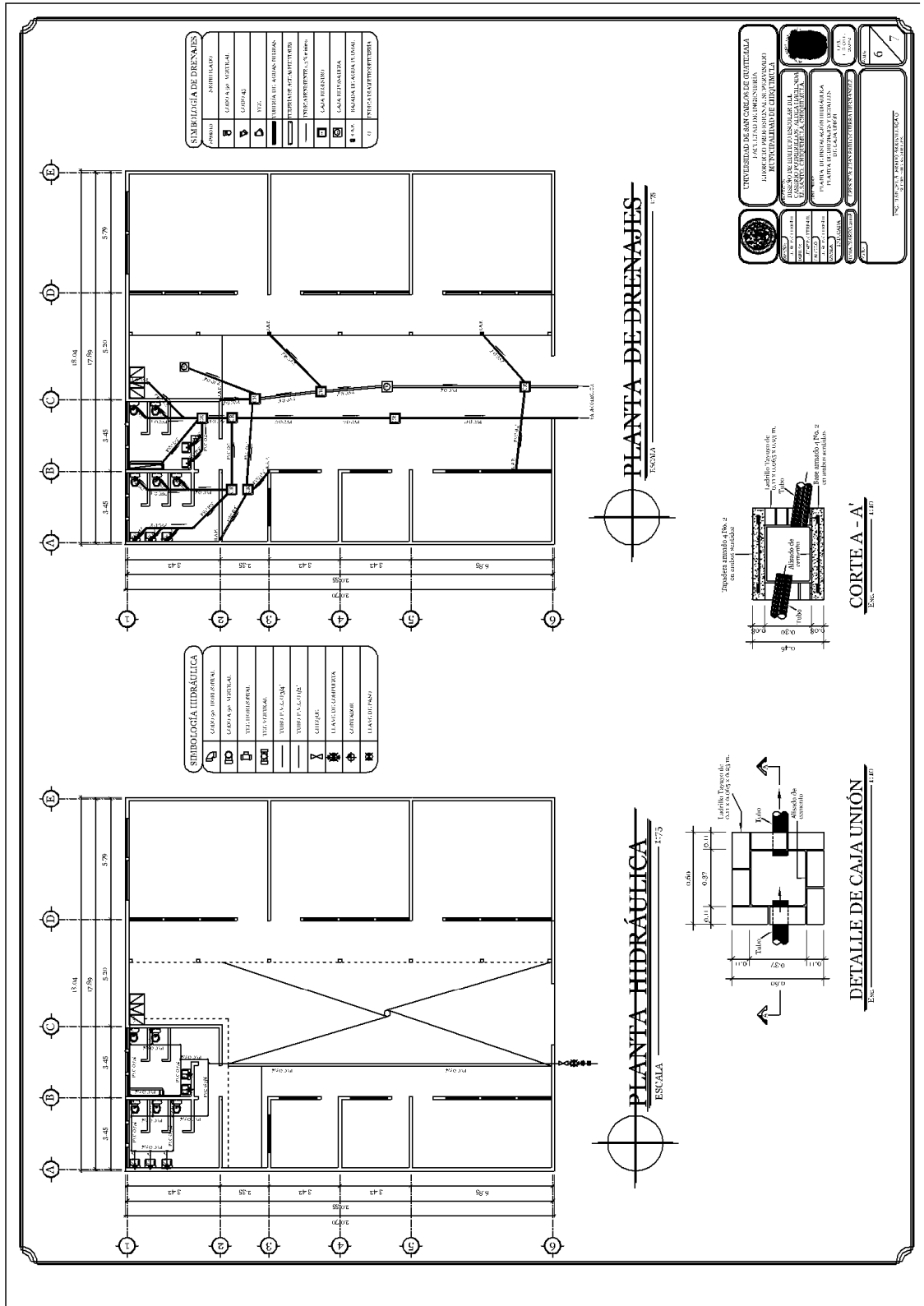


| SIMBOLOGÍA | |
|------------|-----------------------------------|
| | CHUBIERTO METALIZADO 'C' |
| | VIGA TRONCAL PROFUNDA DOBLE T 'C' |
| | VIGA PERALTE DOBLE T 'C' |
| | LÁMINA DE ZINC CALIBRE 18 |
| | BARRA BLOQUEO 'C' |
| | TUBERÍA DE AGUA PLUVIAL |

| ESPECIFICACIONES | |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | LA CUBIERTA DEBERÁ SER DE TIPO METALIZADO PARA PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN. TIPO DE COATEADO DEBE SER DE TIPO POLIURETANO. EL COATEADO DEBE SER DE COLOR NEGRO. TIPO DE COATEADO DEBE SER DE TIPO POLIURETANO. TIPO DE COATEADO DEBE SER DE TIPO POLIURETANO. TIPO DE COATEADO DEBE SER DE TIPO POLIURETANO. |
| 2. | LA VIGA TRONCAL DEBE SER DE TIPO PERALTE DOBLE T. TIPO DE VIGA TRONCAL DEBE SER DE TIPO PERALTE DOBLE T. TIPO DE VIGA TRONCAL DEBE SER DE TIPO PERALTE DOBLE T. TIPO DE VIGA TRONCAL DEBE SER DE TIPO PERALTE DOBLE T. |
| 3. | LA VIGA PERALTE DEBE SER DE TIPO DOBLE T. TIPO DE VIGA PERALTE DEBE SER DE TIPO DOBLE T. TIPO DE VIGA PERALTE DEBE SER DE TIPO DOBLE T. TIPO DE VIGA PERALTE DEBE SER DE TIPO DOBLE T. |



| | |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE CONSTRUCCIÓN |
| | FACULTAD DE INGENIERÍA DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE CONSTRUCCIÓN |
| | DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE CONSTRUCCIÓN |
| | CARRERA DE INGENIERÍA DE CONSTRUCCIÓN |
| | PROFESOR: DR. JOSÉ G. GARCÍA CATEDRÁTICO: DR. JOSÉ G. GARCÍA |
| | ASesor: DR. JOSÉ G. GARCÍA |
| | DIRECTOR DE TESIS: DR. JOSÉ G. GARCÍA |
| | TESIS: DISEÑO DE LA PLANTA DE TECHOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE CIENFUEGOS |
| | FECHA: 01 DE ABRIL DE 2021 |
| | AUTOR: ALVARO PÉREZ |
| | NÚMERO DE TESIS: 10000000000000000000 |
| | PÁGS.: 5 / 7 |



SIMBOLÓGIA HIDRÁULICA

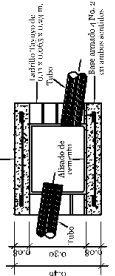
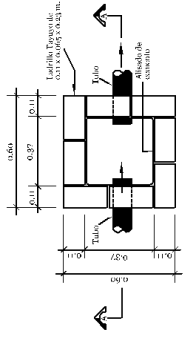
| | |
|---|---------------------|
| ○ | CAPA DE INSULACIÓN |
| □ | CAPA DE VENTILACIÓN |
| ▭ | TUBO HIDRÁULICO |
| ▭ | TUBO VENTILACION |
| ▭ | TUBO P.V.C. 100 |
| ▭ | TUBO P.V.C. 110 |
| ▭ | GRIFOS |
| ▭ | TOILETS |
| ▭ | W.C. |
| ▭ | BAÑOS |
| ▭ | WASHBASIN |

SIMBOLÓGIA DE DRENAJES

| | |
|---|------------------------|
| ○ | SIMBOLÓGIA |
| □ | CAPA DE VENTILACIÓN |
| ▭ | GRIFOS |
| ▭ | TOILETS |
| ▭ | W.C. |
| ▭ | BAÑOS |
| ▭ | WASHBASIN |
| ▭ | CAJAS RECEPTORAS |
| ▭ | REJILLA DE VENTILACIÓN |
| ▭ | REJILLA DE DRENAJE |

PLANTA HIDRÁULICA
ESCALA 1:75

PLANTA DE DRENAJES
ESCALA 1:75



| | |
|--------------------------------------------------------------------------|--|
| UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA | |
| FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA | |
| ESCUELA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS DE PLUMBADERÍA Y FONTANERÍA | |
| CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS DE PLUMBADERÍA Y FONTANERÍA | |
| PROYECTO DE DISEÑO DE UN SISTEMA DE DRENAJE PARA UN EDIFICIO DE OFICINAS | |
| AUTOR: [Nombre] | |
| FECHA: [Fecha] | |
| TÍTULO: [Título] | |
| N.º: [Número] | |
| PÁGINA: 6 | |
| TOTAL: 7 | |

Tabla XXXIV. Tabla de diámetros internos de tubería P.V.C.

| TABLA DE DIÁMETROS INTERNOS DE TUBERÍA PVC PARA AGUA POTABLE | | | | | |
|--------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Diámetro Comercial | Diámetro Interior 100 psi | Diámetro Interior 125 psi | Diámetro Interior 160 psi | Diámetro Interior 250 psi | Diámetro Interior 315 psi |
| 1/2" | | | | | 0.716 |
| 3/4" | | | | 0.926 | |
| 1" | | | 1.195 | 1.161 | |
| 1 1/4" | | | 1.532 | 1.464 | |
| 1 1/2" | | | 1.754 | 1.676 | |
| 2" | | | 2.193 | 2.095 | |
| 2 1/2" | | | 2.655 | 2.537 | |
| 3" | | 3.284 | 3.23 | 3.088 | |
| 4" | 4.280 | 4.224 | 4.154 | 3.97 | |
| 6" | 6.301 | 6.217 | 6.115 | 5.845 | |
| 8" | 8.205 | 8.095 | 7.961 | 7.609 | |

Tabla XXXV. Volúmenes de hipoclorito para lograr solución al 0.10%

| VOLUMEN DE SOLUCIÓN AL 0.1 % QUE TIENE QUE INGRESAR AL TANQUE PARA DOSIFICAR 1 mg/ lt. | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------|
| Caudal del sistema litro/seg | Cantidad necesaria de solución | |
| | litro/hora | litro/día |
| 0.5 | 1.8 | 43.2 |
| 0.6 | 2.16 | 51.84 |
| 0.7 | 2.52 | 60.48 |
| 0.8 | 2.88 | 69.12 |
| 0.9 | 3.24 | 77.76 |
| 1 | 3.6 | 86.4 |
| 1.1 | 3.96 | 95.04 |
| 1.2 | 4.32 | 103.68 |
| 1.3 | 4.68 | 112.32 |
| 1.4 | 5.04 | 120.96 |
| 1.5 | 5.4 | 129.6 |
| 1.6 | 5.76 | 138.24 |
| 1.7 | 6.12 | 146.88 |
| 1.8 | 6.48 | 155.52 |
| 1.9 | 6.84 | 164.16 |
| 2 | 7.2 | 172.8 |
| 2.1 | 7.56 | 181.44 |
| 2.2 | 7.92 | 190.08 |
| 2.3 | 8.28 | 198.72 |
| 2.4 | 8.64 | 207.36 |
| 2.5 | 9 | 216 |
| 2.6 | 9.36 | 224.64 |
| 2.7 | 9.72 | 233.28 |
| 2.8 | 10.08 | 241.92 |
| 2.9 | 10.44 | 250.56 |
| 3 | 10.8 | 259.2 |
| 3.3 | 11.88 | 285.12 |
| 3.5 | 12.6 | 302.4 |
| 3.8 | 13.68 | 328.32 |
| 4 | 14.4 | 345.6 |
| 4.5 | 16.2 | 388.8 |
| 5 | 18 | 432 |
| 5.5 | 19.8 | 475.2 |
| 6 | 21.6 | 518.4 |