



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA
EL CASERÍO EL CARMEN, SAN PABLO, SAN MARCOS**

Otto Roberto Orozco Barrios

Asesorado por el Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz

Guatemala, enero de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA
EL CASERÍO EL CARMEN, SAN PABLO, SAN MARCOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

OTTO ROBERTO OROZCO BARRIOS

ASESORADO POR EL ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, ENERO DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento 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 ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO EL CARMEN, SAN PABLO, SAN MARCOS

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha agosto de 2011.

Otto Roberto Orozco Barrios

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 23 de noviembre de 2011
REF.EPS.DOC.1500.11.11

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

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

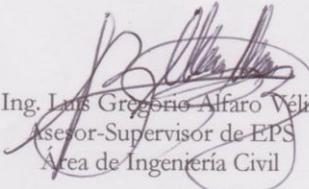
Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Otto Roberto Orozco Barrios** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **200611233**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO EL CARMEN, SAN PABLO, SAN MARCOS"**.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo
LGAV/ra

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 28 de noviembre de 2011
REF.EPS.D.1082.11.11

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

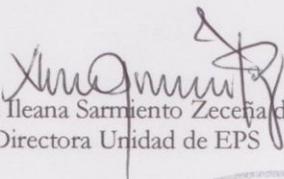
Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

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 ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO EL CARMEN, SAN PABLO, SAN MARCOS"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Otto Roberto Orozco Barrios**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

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 Todos"


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

NISZ/ra





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
www.ingenieria-usac.edu.gt



Guatemala,
25 de noviembre de 2011

Ingeniero
Hugo Leonel Montenegro Franco
Director Escuela Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos

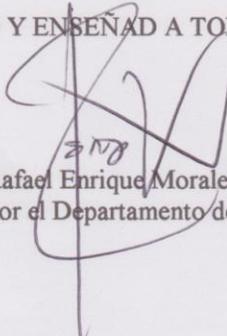
Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO EL CARMEN, SAN PABLO, SAN MARCOS**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Otto Roberto Orozco Barrios, quien contó con la asesoría del Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

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. Rafael Enrique Morales Ochoa
Revisor por el Departamento de Hidráulica



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/bbdeb.

Más de 130^{Años} de Trabajo Académico y Mejora Continua



PROGRAMA DE INGENIERÍA
CIVIL ACREDITADO POR
Agencia Centroamericana de
Acreditación de Programas de
Arquitectura e Ingeniería
PERÍODO 2009 - 2012



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
www.ingenieria-usac.edu.gt



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmientos Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Otto Roberto Orozco Barrios, titulado DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO EL CARMEN , SAN PABLO, SAN MARCOS da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
DIRECTOR
FACULTAD DE INGENIERÍA

Guatemala, enero 2012

/bbdeb.

Más de 130^{Años} de Trabajo Académico y Mejora Continua

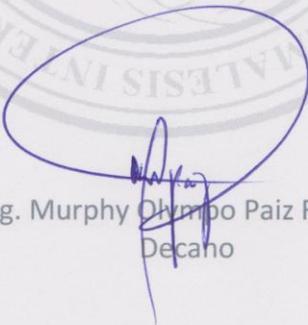




DTG. 010.2012

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 ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO EL CARMEN, SAN PABLO, SAN MARCOS**, presentado por el estudiante universitario **Otto Roberto Orozco Barrios**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, 13 de enero de 2011

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Fuente de inspiración que me guía y da la sabiduría en la realización de todos mis actos. Junto a Él todas mis metas han sido y seguirán siendo posibles.
- Mis padres** Ing. Otto René Orozco Castillo, Marilia Lisbeth Barrios Maldonado, por todo su amor, ejemplo vivo y apoyo a lo largo de mi vida y en éste nuevo logro de mi carrera. Los amo.
- Mis hermanos** Mónica, Diego, Kevin y Eduardo, núcleo de unidad, quienes me han ayudado y animado para seguir siempre adelante.
- Mi abuela** Profa. Alba Teresa Orozco Castillo (q.e.p.d.), gran ejemplo de amor y entrega, una escuela de vida que dejó una huella y un compromiso firme de continuar su legado.
- Mis abuelos** Profa. Carmen Graciela Maldonado de Barrios, Amado Arcángel Barrios, Profa. Alba Teresa Orozco Castillo (q.e.p.d.) y Prof. Alfonso Felipe Orozco López (q.e.p.d.), personas únicas en mi vida cuya enseñanza y ejemplo a lo largo de los años han trazado una ruta a seguir.

Mi familia

Tíos y primos, por mantener siempre la unión familiar y ese inmenso cariño, apoyo y sobre todo en los momentos difíciles.

AGRADECIMIENTOS A:

- Dios** Por cada una de las bendiciones derramadas y ser Él quien abrió puertas y puso a las personas indicadas para alcanzar esta meta.
- Mis padres** Ing. Otto René Orozco Castillo, Marilia Lisbeth Barrios Maldonado, en retribución de su amor y todos los sacrificios por ellos realizados. Los amo.
- Mis hermanos** Mónica, Diego, Kevin y Eduardo, por su gran apoyo para la realización de este trabajo.
- Mi hermano** Carlos Eduardo Orozco Barrios. Un especial agradecimiento por su gran ayuda en la realización de este trabajo.
- Mis abuelos** Profa. Carmen Graciela Maldonado de Barrios, Amado Arcángel Barrios, por recibirme en su casa y darme todo el amor y apoyo y hacerme sentir como en casa. Los amo.
- Mi familia** Tíos, tías, primos y primas de manera muy especial, por su ayuda y ánimos para concluir este trabajo.

Mis amigos	Por su amistad, compañerismo y apoyo durante los años de la carrera. Ustedes han sido vitales para alcanzar esta meta.
Mis asesores	Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz e Ing. Otto René Orozco Castillo, por su valiosa asesoría y ese gran apoyo para concluir con éxito esta etapa de la carrera.
Decano	Ing. Murphy Paiz, por su valioso apoyo en el proceso de entrega de este trabajo.
La municipalidad de San Pablo	Mi más sincero agradecimiento por permitir la realización del E.P.S.
Facultad de Ingeniería	Por darme la formación profesional y académica durante estos maravillosos años.
Universidad de San Carlos de Guatemala	Grandiosa casa del saber quien me acogió durante mis años de estudio.

ÍNDICE

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XIII
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. FASE DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Monografía	1
1.1.1. Aspectos generales.....	1
1.1.2. Localización del caserío El Carmen	1
1.1.3. Ubicación geográfica y colindancias	1
1.1.4. Clima.....	3
1.1.5. Turismo	4
1.1.6. Situación demográfica.....	4
1.1.7. Idioma	4
1.1.8. Religión	4
1.1.9. Aspectos económicos y actividades productivas	5
1.2. Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del caserío El Carmen, municipio de San Pablo, San Marcos.....	6
1.2.1. Descripción de las necesidades.....	6
1.2.2. Priorización de las necesidades.....	7

2.	SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	9
2.1.	Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, municipio de San Pablo, San Marcos	9
2.1.1.	Descripción del proyecto	9
2.1.2.	Tipo de fuentes	9
2.1.3.	Aforos	10
2.1.4.	Calidad de agua.....	11
2.1.4.1.	Examen bacteriológico.....	12
2.1.4.2.	Examen físico-químico.....	12
2.1.5.	Levantamiento topográfico	13
2.1.6.	Diseño del sistema	14
2.1.7.	Período de diseño.....	14
2.1.8.	Dotación	15
2.1.9.	Estimación de la población futura	15
2.1.10.	Determinación de caudales	16
2.1.10.1.	Caudal medio diario	16
2.1.10.2.	Caudal máximo horario	16
2.1.10.3.	Caudal de vivienda	17
2.1.10.4.	Caudal instantáneo	18
2.1.10.5.	Caudal máximo diario	18
2.1.11.	Parámetros de diseño.....	19
2.1.12.	Captación.....	19
2.1.13.	Diseño de la línea de conducción	20
2.1.14.	Diseño del sistema de desinfección.....	25
2.1.15.	Diseño de tanque de distribución.....	29
2.1.16.	Diseño de la red de distribución.....	46
2.1.17.	Diseño de obras hidráulicas.....	50

2.1.18.	Propuesta de operación y mantenimiento	51
2.1.18.1.	Mantenimiento del sistema de agua potable.....	52
2.1.18.2.	Propuesta de tarifa	56
2.1.19.	Presupuesto del sistema.....	60
2.1.20.	Evaluación socio-económica.....	61
2.1.20.1.	Valor presente neto	61
2.1.20.2.	Tasa interna de retorno (TIR).....	62
2.1.21.	Evaluación del impacto ambiental en sistemas de agua potable.....	63
3.	DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO EL CARMEN, MUNICIPIO DE SAN PABLO, SAN MARCOS	69
3.1.	Descripción del proyecto	69
3.2.	Aspectos Preliminares.....	69
3.3.	Levantamiento topográfico	70
3.4.	Diseño del sistema	70
3.4.1.	Descripción del sistema a utilizar	71
3.4.2.	Diseño del sistema hidráulico	71
3.4.3.	Período de diseño	72
3.4.4.	Población de diseño.....	72
3.4.5.	Dotación de agua potable	72
3.4.6.	Factor de retorno.....	73
3.4.7.	Caudal sanitario	73
3.4.8.	Caudal domiciliar.....	73
3.4.9.	Caudal de infiltración.....	74

3.4.10.	Caudal de conexiones ilícitas	74
3.4.11.	Caudal comercial e industrial.....	75
3.4.12.	Factor de Harmon.....	75
3.4.13.	Factor de caudal medio	76
3.4.14.	Caudal de diseño.....	76
3.4.15.	Diseño de secciones y pendientes	77
3.4.16.	Selección del tipo de tubería.....	78
3.4.17.	Velocidades máximas y mínimas.....	78
3.4.18.	Tirante (profundidad del flujo).....	78
3.4.19.	Cotas Invert	79
3.4.20.	Principios hidráulicos	79
3.4.21.	Relaciones hidráulicas.....	80
3.4.22.	Cálculo hidráulico	80
3.5.	Profundidad de tuberías.....	84
3.6.	Estructuras complementarias.....	84
3.6.1.	Pozos de visita.....	85
3.6.2.	Conexiones domiciliarias.....	85
3.6.3.	Caja o candela.....	86
3.6.4.	Tubería secundaria.....	86
3.7.	Volumen de excavación.....	86
3.8.	Propuesta de tratamiento.....	87
3.9.	Diseño de fosa séptica.....	88
3.10.	Dimensionamiento de los pozos de absorción.....	92
3.11.	Plan de operación y mantenimiento del sistema.....	96
3.12.	Elaboración de planos	97
3.13.	Presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario	97
3.14.	Evaluación socio-económica	98

3.14.1. Valor presente neto	98
3.14.2. Tasa interna de retorno (TIR).....	100
3.15. Evaluación de impacto ambiental.....	101
CONCLUSIONES	103
RECOMENDACIONES	105
APÉNDICES	109

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Mapa de ubicación del caserío El Carmen, San Pablo, San Marcos	02
2. Esquema de la losa del tanque de distribución.....	31
3. Esquema de los muros del tanque de distribución.....	36
4. Coeficientes de absorción del terreno.....	96

TABLAS

I. Aforo de la fuente	10
II. Momento estabilizante del muro	38
III. Propuesta de tarifa del sistema de agua potable.....	61
IV. Presupuesto integrado	62
V. Estimación de ingresos y egresos del sistema de agua	63
VI. Factores, impacto y medidas de mitigación ambiental	70
VII. Parámetros de diseño, alcantarillado sanitario	83
VIII. Profundidades mínimas de tuberías de drenaje	86
IX. Presupuesto integrado	100
X. Alteraciones y medidas de mitigación ambiental	104

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Q_B	Caudal de bombeo
$Q_{\text{Ilícitas}}$	Caudal de conexiones ilícitas
Q_d	Caudal de diseño
Q_v	Caudal de vivienda
Q_{dom}	Caudal domiciliar
Q	Caudal en litros por segundo
Q_{md}	Caudal máximo diario
Q_{mh}	Caudal máximo horario
Q_m	Caudal medio
PVC	Cloruro de polivinilo
C	Coefficiente de fricción
n	Coefficiente de rugosidad

Dn	Diferencia de niveles entre dos puntos
Fqm	Factor de caudal medio
FH	Factor de Harmon
FR	Factor de retorno
HG	Hierro galvanizado
psi	Libras por pulgada cuadrada
L/Hab./día	Litros por habitante al día
L/s	Litros por segundo
m.c.a.	Metro columna de agua
S%	Pendiente de terreno
Hs	Pérdidas menores en la tubería
Hf	Pérdidas por fricción en la tubería
Pf	Población futura en un tiempo (t_n)

q/Q

Relación de caudales

v/V

Relación de velocidades

d

Tirante hidráulico

GLOSARIO

Acueducto	Conducto artificial para conducir agua, que tiene por objeto suministrarla a una o varias poblaciones.
Aforo	Operación que consiste en medir un caudal de agua; es la producción de una fuente.
Agua potable	Agua sanitariamente segura, que debe ser, además inodora, insípida, incolora y agradable a los sentidos.
Aguas negras	Agua que se ha utilizado en actividades domésticas, comerciales o industriales.
ASPT	<i>American Standard for Piping Test</i>
ASTM	<i>American Standard for Testing of Materials</i>
Azimut	Ángulo formado por la dirección horizontal y la del norte verdadero, determinado astronómicamente. El azimut se mide en el plano horizontal en el sentido de las agujas del reloj.
Bacteria	Organismo microscópico sin clorofila, de varias de varias especies y algunas patógenas.

Caserío	Pueblo pequeño de escaso vecindario, por lo general no tiene autoridad para gobernar y juzgar.
Caudal	Volumen de agua que pasa por unidad de tiempo; su simbología es litros por segundo, metros cúbicos por segundo, galones por minuto.
Caudal de diseño	Suma de los caudales que se utilizarán para diseñar un tramo de alcantarillado.
Caudal doméstico	Caudal de aguas servidas que se descarga al sistema por medio de las viviendas.
Caudal industrial	Volumen de aguas servidas provenientes de industrias.
Clima	Conjunto de condiciones atmosféricas consideradas durante tiempos muy prolongados, que definen a una región.
COCODE	Consejo Comunitario de Desarrollo
Colector de agua	Conjunto de tuberías, pozos de visita y obras accesorias que se utilizarán para la descarga de aguas servidas o aguas de lluvia.
Consumo-agua	Cantidad de agua real que utiliza la persona, es igual a la dotación.

Cota de terreno	Altura de un punto de terreno, referido a un nivel determinado.
Cota piezométrica	Máxima presión dinámica en cualquier punto de la línea de conducción o distribución, es decir, la que alcanzaría una columna de agua si en dicho punto se colocara un manómetro.
CS	<i>California Standard.</i>
Dotación-agua	Es el volumen de agua consumido por una persona en el día.
INFOM	Instituto de Fomento Municipal.
Nivelación	Término general que se aplica a cualquiera de los diversos procedimientos altimétricos, por medio de los cuales, se determinan las elevaciones o niveles de puntos determinados.
NSF	<i>National Sanitation Foundation.</i>
Presión	Fuerza ejercida sobre un área determinada.
Presión estática	Distancia vertical que existe entre la superficie libre de la fuente de abastecimiento y la caja rompe presión o tanque de distribución; el punto de descarga libre se mide en metros columna de agua (m.c.a.).

Presión dinámica	Es la altura que alcanzaría el agua en un tubo piezométrico a partir del eje central a lo largo de una tubería con agua a presión.
Pozo de visita	Estructura subterránea que sirve para cambiar de dirección, pendiente, diámetro y para iniciar un tramo de tubería.
Salud	Es el estado de bienestar físico, mental y social.
UNEPAR	Unidad Ejecutora del Programa para Acueductos Rurales.

RESUMEN

A través del Ejercicio Profesional Supervisado, se atendieron las necesidades prioritarias del caserío El Carmen en el municipio de San Pablo, San Marcos. Para este sector se priorizó la planificación y construcción de un sistema de agua potable y paralelamente, el sistema de alcantarillado sanitario.

El sistema de abastecimiento de agua potable funcionará por gravedad en su totalidad. Los acueductos tienen una longitud de 2600 y 2500 metros de línea de conducción y red de distribución respectivamente. Se consideró una fuente de tipo superficial, la cual aporta un caudal suficiente para el abastecimiento de la comunidad durante el período de diseño. Con la ejecución del proyecto se beneficiarán a 66 familias lo cual reducirá al máximo la amenaza de enfermedades gastrointestinales en la población y a su vez mejorará la calidad de vida de los habitantes y el desarrollo de la comunidad.

El sistema de alcantarillado sanitario se diseñó con base a las Normas de Diseño de Alcantarillado Sanitario del INFOM – UNEPAR. Se propuso la utilización de tubería PVC y la construcción de 32 pozos de visita y su respectivo tratamiento con base a fosa séptica y pozos de absorción.

OBJETIVOS

General

Realizar el estudio técnico de los proyectos: sistema de abastecimiento de agua potable y diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el caserío El Carmen, municipio de San Pablo, San Marcos.

Específicos

1. Mejorar las condiciones sanitarias actuales, y por ende la calidad de vida de la población.
2. Capacitar a las autoridades de la comunidad para el manejo integral y autosostenible del sistema de agua potable y del sistema de alcantarillado sanitario.
3. Prevenir enfermedades gastrointestinales y la contaminación del recurso hídrico del caserío El Carmen a través de planes educacionales.

INTRODUCCIÓN

La calidad de vida de la población rural guatemalteca ha estado, desde tiempos coloniales, sujeta a una gran cantidad de factores adversos, pero específicamente a la carencia de servicios básicos de saneamiento. Ésta situación ha provocado durante muchos años epidemias, tales como: el cólera, malaria y otras enfermedades intestinales, que a largo plazo repercuten en el desarrollo económico y social del municipio.

Siendo Guatemala un país con abundante recurso hídrico, es preocupante que gran parte de la población aún no cuente con un sistema de saneamiento integral, siendo éstos, el agua potable y un sistema de alcantarillado sanitario. Si se le agrega que en la actualidad, el país cuenta con los recursos técnicos profesionales y la tecnología para la implementación de estos proyectos, la preocupación es aún mayor.

El presente trabajo plantea la planificación de un sistema de abastecimiento de agua potable y un sistema de alcantarillado sanitario para el caserío El Carmen, municipio de San Pablo, departamento de San Marcos, el cual pretende beneficiar de forma directa aproximadamente a 66 familias a lo largo de 6.5 kilómetros.

Con el fin de brindarle apoyo al municipio de San Pablo, del departamento de San Marcos y como parte del aporte del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) se dará prioridad al diseño de los dos proyectos antes mencionados, que contribuirán con al desarrollo de las comunidades, así como ayudarán a suplir las necesidades básicas que demanda el municipio.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía

1.1.1. Aspectos generales

El municipio de San Pablo se ubica al sur del departamento de San Marcos. Se encuentra dividido en 6 aldeas y 31 caseríos, los cuales están agrupados en microrregiones según la cuenca más próxima a cada comunidad. Entre los caseríos que lo conforman se encuentra El Carmen.

1.1.2. Localización del caserío El Carmen

El caserío El Carmen pertenece al municipio de San Pablo, departamento de San Marcos. La entrada al Caserío está ubicada a la altura del kilómetro 301 de la ruta CA-02-OCC.

1.1.3. Ubicación geográfica y colindancias

La comunidad se encuentra en el kilómetro 7,5 de la carretera que conduce de San Pablo hacia Malacatán. Está ubicado en las siguientes coordenadas geográficas: latitud 14° 57' 33,99" N, longitud 92° 0' 52,27" W. A una altura aproximada de 1327 metros sobre el nivel del mar.

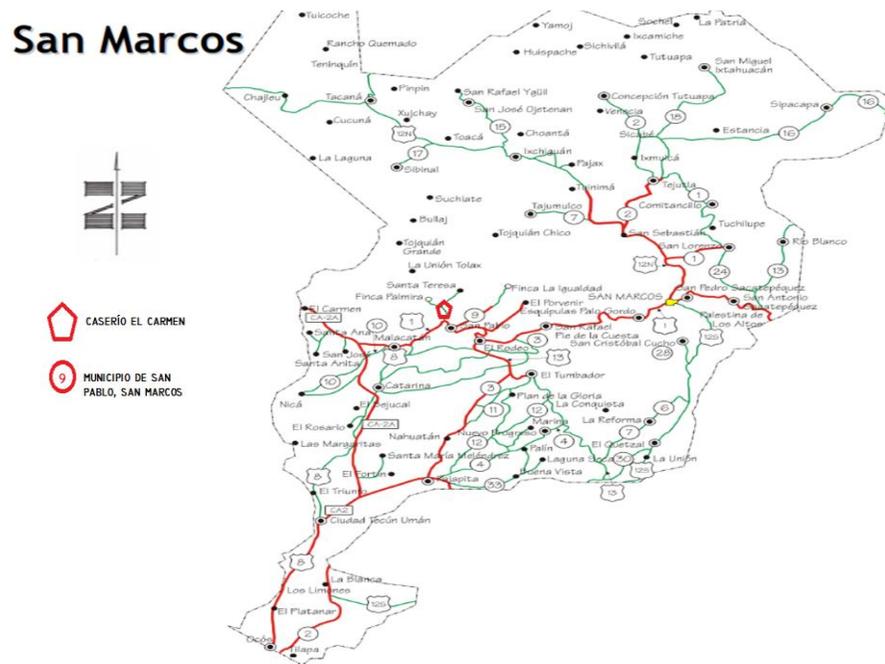
- Límites
 - Al norte con el municipio de Tajumulco
 - Al oriente con el caserío Nuevo San Carlos y cabecera municipal
 - Al sur con la aldea La Vega
 - Al poniente con Malacatán

- Distancias

La cabecera municipal de San Pablo, tiene con estos municipios, las siguientes distancias:

- Con la ciudad capital, 297 kilómetros
- Con la cabecera departamental, San Marcos 48 kilómetros
- Con el municipio de Malacatán, San Marcos, 9 kilómetros
- Con San José EL Rodeo, San Marcos, 10 kilómetros
- Con municipio El Carmen, frontera con México, 21 kilómetros

Figura 1. Mapa de ubicación caserío El Carmen, San Pablo, San Marcos



Fuente: COVIAL. Mapas de la red vial de la República de Guatemala.

1.1.4. Clima

El clima en el municipio, según la estación hidrológica más cercana del INSIVUMEH ubicada en el municipio de Malacatán, a 7 kilómetros del municipio de San Pablo, presenta las siguientes temperaturas durante el año:

- Temperatura máxima (promedio anual): 30° C
- Temperatura promedio (anual): 23,5° C
- Temperatura mínima (promedio anual): 17° C
- Precipitación normal anual: 1960,27 mm
- Estación lluviosa: mayo – octubre
- Estación seca: noviembre - abril

1.1.5. Turismo

El caserío cuenta con dos sitios importantes para el desarrollo del turismo:

- Piedra del Zope: ubicada a 2,2 kilómetros del centro de la comunidad y a 7.5 kilómetros de la cabecera municipal. El principal atractivo es una roca de aproximadamente 13 metros, de altura desde la cual se realizan saltos hacia la poza llamada del Zope.
- Turicentro La Vega: ubicado a 3,0 kilómetros del centro del municipio, el cual cuenta con áreas de piscinas, senderos para paseo en bicicleta y para la observación de aves.

1.1.6. Situación demográfica

En la comunidad existen 402 habitantes, distribuidos en 67 viviendas, La población en su mayoría es menor de 30 años, por lo que son comunidades poblacionales jóvenes progresivas.

1.1.7. Idioma

- Idioma: el 95% de los habitantes habla el español
- Lenguas: el 5% de los habitantes habla la lengua Mam

1.1.8. Religión

- Católica: el 55% de habitantes profesan esta doctrina
- Evangélica: el 40% son de esta doctrina

- El 5% de habitantes no pertenecen a ninguna de las doctrinas anteriores
- Iglesias
 - Existe una iglesia católica, en el centro de la comunidad
 - Cuentan con 1 templo evangélico

1.1.9. Aspectos económicos y actividades productivas

- Agrícolas: representa la principal fuente de ingresos y egresos de la población del caserío El Carmen. Se producen las siguientes especies agrícolas:
 - Café
 - Maíz
 - Aguacate
 - Limón
 - Mandarina

- Madereros: la comunidad produce los siguientes tipos de madera.
 - Conacaste
 - Tepemiste
 - Chonte
 - Ceiba
 - Kashaque

1.1.10. Servicios existentes

- Servicio energía eléctrica: el 100% de las viviendas cuentan con energía eléctrica.
- Condiciones de la vivienda: la mayoría de las viviendas son construcción de mampostería reforzada, piso de cemento líquido y techo de lámina de zinc.
- Condiciones de la educación: la comunidad cuenta con una escuela de educación preprimaria y primaria denominada Escuela Oficial Rural Mixta caserío El Carmen, San Pablo, San Marcos.
- Saneamiento ambiental: utiliza letrinas de hoyo seco tradicional.
- Abastecimiento de agua: en la actualidad no cuentan con un sistema de abastecimiento de agua potable por lo cual es necesario este proyecto, para solventar esta necesidad.

1.2. Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del caserío El Carmen, municipio de San Pablo, San Marcos

1.2.1. Descripción de las necesidades

- Sistema de abastecimiento de agua potable: actualmente la población se abastece de agua por medio del acarreo en cántaros, desde el río Cutzulchimá hasta la comunidad, recorriendo aproximadamente 1,2

kilómetros con el riesgo de contraer enfermedades gastrointestinales por el consumo del agua sin tratamiento de esta fuente.

- Sistema de alcantarillado sanitario: debido a que las descargas de aguas domésticas se realizan a flor de tierra, situación que genera malos olores, la proliferación de vectores; propagación o reproducción que pueden provocar daños a la salud, como también la contaminación del recurso hídrico y de futuras fuentes de abastecimiento.
- Mejoramiento del sistema vial: se requiere de una adecuada planificación y readecuación de las entradas a la comunidad, por medio de adoquín o asfalto.
- Construcción de un salón comunal: para que los habitantes de la comunidad cuenten con un lugar destinado al desarrollo socio-cultural.

1.2.2. Priorización de las necesidades

En consenso con autoridades municipales y miembros del COCODE se determinaron las necesidades prioritarias de la comunidad, siendo éstas:

- Construcción del sistema de abastecimiento de agua potable
- Sistema de alcantarillado sanitario
- Pavimentación de las calles
- Salón comunal

2. SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, municipio de San Pablo, San Marcos

2.1.1. Descripción del proyecto

Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable, para el caserío El Carmen. Con este proyecto se introducirá una línea de conducción hacia un tanque de almacenamiento nuevo, por gravedad, combinando tuberías de HG tipo liviano y PVC de 160 psi.

La red de distribución será por ramales abiertos con tuberías de PVC de 160 psi, que funcionará por gravedad, la cantidad de usuarios a beneficiar es de 396.

2.1.2. Tipo de fuentes

Para utilización humana sólo existen dos tipos de fuentes de agua, fuentes superficiales, tales como: lagos, ríos y captación de agua de lluvia; y fuentes subterráneas, las cuales: incluyen pozos, manantiales y galerías horizontales.

Para dotar a la comunidad de agua potable, se realizaron estudios en cuanto a cantidad, calidad y ubicación del nacimiento propuesto. El nacimiento es un afloramiento de tipo brote definido de ladera, conocido con el nombre

Mundo Nuevo, que se encuentra a 2,6 Km. de las primeras viviendas de la comunidad, y que aguas abajo se une al río el Camarón.

2.1.3. Aforos

Se realizó el aforo en la fuente, aplicando el método volumétrico, para determinar el caudal que produce. Se utilizó una cubeta de 12 litros, los resultados se describen en la tabla I.

Tabla I. **Aforo de la fuente**

No.	Tiempo de llenado de cubeta
1	1,63 seg.
2	1,57 seg.
3	1,58 seg.
4	1,62 seg.
5	1,55 seg.

Fuete: elaboración propia.

Para determinar el tiempo promedio del aforo, se tiene:

$$t = \frac{1,63 + 1,57 + 1,58 + 1,62 + 1,55}{5}$$

t = 1,59 segundos

El caudal de aforo se obtiene de:

$$Q = v/t \quad Q = 12 \text{ lt} / 1,59 \text{ seg.}$$

El caudal obtenido es de 7,63 lt/seg

2.1.4. Calidad de agua

El agua a suministrar debe ser sanitariamente segura, es decir, apta para consumo humano; esto se garantiza cumpliendo los límites sobre calidad establecidos por la Norma COGUANOR NGO 29001.

El análisis de calidad del agua realizado en el laboratorio del INFOM - UNEPAR, revela agua sin sabor, con sustancias en suspensión en ligera cantidad, con aspecto claro, sin presencia de cloro residual e inodora, con presencia de innumerables colonias de gérmenes desarrolladas. En la investigación de coliformes se presenta las pruebas presuntiva y confirmativa, de formación de gas a 35°C, que comprueba la existencia de microorganismos patógenos por medio del signo positivo. El resultado del ensayo bacteriológico determinó que el agua de la fuente estudiada, requiere de tratamiento previo para el consumo.

Desde el punto de vista físico-químico sanitario, el análisis del agua se encuentra en los límites máximos aceptables de normalidad; por lo que, el agua de la fuente puede ser utilizada.

2.1.4.1. Examen bacteriológico

Es fundamental, determinar las condiciones bacteriológicas del agua, desde el punto de vista sanitario, ya que los gérmenes patógenos de origen entérico y parásito intestinal son los que pueden transmitir enfermedades gastrointestinales, por lo tanto, el agua debe estar exenta de ellos.

Los exámenes bacteriológicos permiten obtener información sobre dos indicadores de presencia de microbios patógenos: la cuenta bacteriana y el índice coliforme.

- La cuenta bacteriana, es el número de bacterias que se desarrollan en agar nutritivo por 24 horas a una temperatura de 37°C (o un medio de temperatura y tiempo de incubación determinados).
- El índice coliforme consiste en la determinación del número de bacterias de origen animal.

La cuenta bacteriana y el índice coliforme permiten determinar la calidad sanitaria del agua.

2.1.4.2. Examen físico-químico

Los análisis físicos son los que se efectúan para determinar las características físicas del agua: color, turbiedad, olor, sabor y temperatura, las cuales son de menor importancia, desde el punto de vista sanitario.

Los análisis químicos son los que definen los límites mínimos de potabilidad para consumo humano. Las sustancias minerales contenidas en el

agua deben quedar comprendidas entre los límites que la experiencia ha encontrado necesario o tolerable para el consumo humano, los cuales en su mayor parte han sido fijados por normas.

Desde el punto de vista de potabilidad, el análisis químico se hace por dos razones:

- Para determinar si la concentración de los constituyentes químicos está conforme a las normas.
- Para determinar la presencia de varios productos del nitrógeno y relacionarlo con la contaminación de materia orgánica.

En términos generales, los análisis químicos determinan características del agua, tales como: la alcalinidad, dureza, cloruros, nitratos, nitratos de oxígeno disuelto, amoníaco libre, amoníaco albuminoideo, contenido de hierro, de manganeso, cloro residual y la acidez definida en términos de potencial hidrógeno.

2.1.5. Levantamiento topográfico

2.1.5.1. Altimetría

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

Se aplicó el método taquimétrico, el equipo utilizado fue teodolito T-20 y estatal. Los resultados de la altimetría se presentan en el plano topográfico.

2.1.5.2. Planimetría

La planimetría sólo toma en cuenta la proyección del terreno sobre un plano horizontal imaginario (vista en planta), que se supone es la superficie de la tierra. La ubicación de los diferentes puntos sobre la superficie de la tierra, se hace mediante la medición de ángulos y distancias, a partir de puntos y líneas de referencia proyectadas sobre un plano horizontal.

El levantamiento planimétrico de este proyecto se realizó por medio de una poligonal abierta, utilizando el método de conservación del azimut, el equipo utilizado fue teodolito T-20 y estatal.

2.1.6. Diseño del sistema

El funcionamiento del sistema será por gravedad, tomando en cuenta una línea de conducción de aproximadamente 2,60 kilómetros y la red distribución será por medio de conexiones prediales, a lo largo de 2,50 kilómetros. Se beneficiará a 396 personas distribuidas en 66 viviendas.

2.1.7. Período de diseño

Es el tiempo en el que el sistema de agua potable, prestará el servicio de forma eficiente en un 100% a la población, pasado este período es necesario rehabilitarlo. Para el presente proyecto se adoptó un período de 22 años.

2.1.7.1. Tasa de crecimiento poblacional

La tasa de crecimiento para el municipio de San Pablo, San Marcos es de 3,00%, según el Instituto Nacional de Estadística (INE).

2.1.8. Dotación

Los factores que influyen en la determinación de la dotación son: clima, nivel de vida, tamaño de la población, actividades productivas y costumbres. Para el presente diseño se estableció una dotación de 150 lt/hab/día, según especificaciones del INFOM-UNEPAR.

2.1.9. Estimación de la población futura

La estimación de la población de diseño, se determinó mediante el método geométrico:

$$P = P_i * (1 + R)^n$$

Donde:

P = población futura

P_i = población inicial

R = tasa de crecimiento

n = número de años (período de diseño)

$$P = 396 * (1 + 0,03)^{22}$$

$$P = 759 \text{ habitantes}$$

2.1.10. Determinación de caudales

2.1.10.1. Caudal medio diario

El consumo medio diario es el producto de la dotación adoptada por el número de habitantes que se estimen al final del período de diseño.

$$Q_m = \frac{Dot * población}{86\ 400}$$

Donde:

Q_m = caudal medio diario

Dot = dotación a servir

$$Q_m = \frac{150 * 759}{86\ 400}$$

$$Q_m = 1,31\ lts/seg$$

El caudal disponible es 7,63 lt/seg y el caudal medio 1,31 lt/seg, por lo que el caudal disponible sí está capacitado para proporcionar agua a toda la comunidad.

2.1.10.2. Caudal máximo horario

El consumo máximo horario se determina, multiplicando el consumo medio diario por el factor de hora máxima, el cual debe estar en el rango de 1,8 a 2,5 para poblaciones rurales. El factor utilizado para este proyecto es de 2,0

El caudal máximo horario se determina utilizando la fórmula:

$$Q_{maxH} = Q_m * FH_{max}$$

Donde:

Q_{maxH} = caudal máximo horario

Q_m = caudal medio diario

FH_{max} = factor de hora máxima

$$Q_{maxH} = 1,31 * 2,0$$

$$Q_{maxH} = 2,62 \text{ lts/seg}$$

Para el cálculo de ramales abiertos se determinan los siguientes caudales:

2.1.10.3. Caudal de vivienda

Se utiliza para establecer el consumo de agua en los distintos puntos de la red de distribución. El caudal asignado a cada vivienda es:

$$Q_v = \frac{Q_{maxH}}{No. \text{ viviendas futuras}}$$

Donde:

Q_v = caudal de vivienda

Q_{maxH} = caudal máximo horario

$$Qv = \frac{2,62}{66} = 0,040 \text{ lts/seg}$$

2.1.10.4. Caudal instantáneo

Es un valor con base a la probabilidad de que todas las viviendas de un ramal hagan uso simultáneamente del sistema. Se determina según la siguiente ecuación:

$$Qi = k \sqrt{n - 1}$$

Donde:

Qi = caudal instantáneo

K = coeficiente cuyo valor es de 0,15

n = número de viviendas al final del período

$$Qi = 0,15 \sqrt{127 - 1} = 1,68$$

2.1.10.5. Caudal máximo diario

El consumo máximo diario es el producto de multiplicar el consumo medio diario por el factor de día máximo, cuyo rango está entre 1,2 y 1,8 para poblaciones rurales según la Norma INFOM - UNEPAR. En este proyecto se determinó un factor de 1,5. El caudal máximo diario se determina según la fórmula:

$$QMD = Qm * FDM$$

Donde:

QMD = caudal máximo diario

Qm = caudal medio diario

FDM = factor día máximo

$$QMD = 1,31 * 1,5$$

$$QMD = 1,97 \text{ lts/seg}$$

2.1.11. Parámetros de diseño

El proyecto se diseñará, según la guía para el diseño de abastecimientos de agua potable a zonas rurales del Instituto de Fomento Municipal –INFOM-, y a las normas de diseño para acueductos rurales de la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales –UNEPAR-.

2.1.12. Captación

Consiste en una estructura colocada directamente en la fuente, a fin de captar el gasto deseado y conducirlo a la línea de conducción.

Para el presente proyecto se determinó el uso de una captación típica de bocatoma de fondo, con un lecho de filtro de piedra, sello sanitario, caja de captación y válvulas de salida, los muros de concreto ciclópeo, el piso y la tapadera de concreto reforzado, dispositivos de desagüe y rebalse con tuberías y accesorios de PVC; la cual será ubicada transversalmente al cauce de la fuente y estará protegida mediante rejas que evitarán el paso de sólidos

mayores que puedan obstruir la tubería. Detalle en apéndice D diseño captación típica UNEPAR-INFOM.

2.1.13. Diseño de la línea de conducción

Es un conjunto de tuberías forzadas o a presión, que viene desde las obras de captación al tanque de almacenamiento. De acuerdo a la naturaleza y características de la fuente de abastecimiento de agua, las conducciones pueden ser por bombeo o por gravedad.

El diseño de la línea de conducción por gravedad, deberá tener en cuenta lo siguiente:

- Carga disponible o diferencia de altura entre la captación y el tanque de distribución.
- La capacidad deberá ser suficiente para trasportar el caudal máximo diario de diseño.
- La selección de la clase y diámetro de la tubería a emplear, deberá ajustarse a la máxima economía.
- La línea de conducción deberá dotarse de los accesorios y obras de arte necesarios para su correcto funcionamiento, conforme a las presiones de trabajo específicas para la tubería, para su protección y mantenimiento.
- Tipo de tubería capaz de soportar las presiones hidrostáticas.

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

$$H_f = \frac{1\,743,811141 * L * Q_{md}^{1,852}}{C^{1,852} * D^{4,87}}$$

Donde:

- H_f = pérdida de carga por fricción (M.)
- Q_{md} = caudal máximo diario (lt/seg)
- L = longitud de la tubería más un factor de longitud del 5% por la topografía del terreno (M.)
- D = diámetro interno de la tubería (plg.)
- C = coeficiente de capacidad hidráulica, se usará C=150 para tubería de PVC y 100 para H.G.

Por último, se calcula la velocidad, la cual debe cumplir con el parámetro de velocidad para PVC de $0,40 \text{ m/s} \leq V \leq 3,00 \text{ m/s}$, según criterio de fabricantes y se obtiene con la siguiente fórmula:

$$V = \frac{1,974 * Q_{md}}{D^2}$$

Donde:

- V = velocidad (m/s)
- Q_{md} = caudal máximo diario (l/s)
- D = diámetro de la tubería (plg)

Luego se procede a calcular la cota piezométrica y las presiones dinámicas y estáticas para el tramo:

$$C_{p_{Entrada}} = C_{t_{Inicio}}$$
$$C_{p_{Salida}} = C_{p_{Entrada}} - H_{f_1}$$

A manera de ejemplo, se diseñará el tramo comprendido entre las estaciones E-0 y el tanque de almacenamiento (TA) ubicado en la estación E-96.

$$E-0 = 1000,00$$

$$TA = 963,00$$

$$\text{Diferencia de cotas} = 1000 - 963,00 = 37,00 \text{ m.}$$

$$\text{Longitud} = 2607,22 \text{ m.}$$

$$\text{Total de tubos} = 457,00$$

$$Q_{MD} = 1,97 \text{ lt/seg}$$

Cálculo del diámetro teórico

$$D = \left(\frac{1743.811 * L * Q_{md}^{1.852}}{C^{1.852} * hf} \right)^{1/4.87}$$

$$D = \left(\frac{1743,811 * 2607,22 * 1,05 * 1,97^{1.852}}{150^{1.852} * 37} \right)^{1/4.87} = 2.33$$

Se opta por los diámetros comerciales de 2 1/2", diámetro interno 2.655" y de 2", diámetro interno 2,193".

Cálculo de la pérdida para cada diámetro propuesto

$$Hf = \frac{1743.811 * L * Qmd^{1.852}}{C^{1.852} * D^{4.87}}$$

$$Hf_{2.5"} = \frac{1743,811 * 2607,22 * 1,05 * 1,97^{1.852}}{150^{1.852} * 2,655^{4.87}} = 18,19 m.$$

$$Hf_{2"} = \frac{1743,811 * 2607,22 * 1,05 * 1,97^{1.852}}{150^{1.852} * 2,193^{4.87}} = 53,93 m.$$

Cálculo de la longitud para cada diámetro propuesto

$$L_{2.5"} = \frac{2607,22 * 1,05(37 - 18,19)}{53,93 - 18,19} = 1291,27 m.$$

Se requieren 216 tubos de 2 1/2".

$$L_{2"} = (2607,22 * 1,05) - 1291,27 = 1315,95 m.$$

Se requieren 220 tubos de 2".

Cálculo de la pérdida real para cada diámetro propuesto

$$Hf_{2.5"} = \frac{1743,811 * 1291,27 * 1.97^{1.852}}{150^{1.852} * 2,655^{4.87}} = 8,58 \text{ m.}$$

$$Hf_{2"} = \frac{1743,811141 * 1315,95 * 1.97^{1.852}}{150^{1.852} * 2,193^{4.87}} = 25,92 \text{ m.}$$

Cálculo de la velocidad

$$V = \frac{1,974 * Qmd}{D^2}$$

$$V = \frac{1,974 * 1,97}{2,655^2}$$

$$V = 0,62 \frac{m}{s} > 0,40 \frac{m}{s}$$

Cálculo de la cota piezométrica

- Tramo de tubería de 2 ½"
Inicial = 1 000,00
Final = Cp Inicial – Hf
Final = 1 000,00 – 8,58 = 991,42 m.c.a.

- Tramo de tubería de 2 ½"
Inicial = 991,42 m.c.a.
Final = Cp Inicial – Hf
Final = 991,42 – 25,92 = 965,50 m.c.a.

Cálculo de la presión estática

Inicial = 0
Final = cota inicial – cota final
Final = 965,50 – 958,22 = 7,28 m.c.a.

2.1.14. Diseño del sistema de desinfección

Es el método que permite la destrucción de los agentes patógenos mediante la aplicación directa de medios químicos o físicos.

La cloración es el método más común para la desinfección del agua en sistemas de abastecimiento público. El cloro y sus compuestos son activos desinfectantes para la destrucción de la flora bacteriana que se encuentra en el agua, y en especial, las de origen entérico.

Siendo la cloración de fácil aplicación, bajo costo, efecto inocuo para el hombre en las dosis utilizadas en la desinfección del agua, facilidad para mantener un cloro residual en la red de distribución y su efectiva acción, hace que éste sea el sistema de mayor uso en los sistemas de abastecimiento de agua potable y es el que se propone para el presente proyecto.

El cloro es utilizado como gas o compuestos clorados. El compuesto de mayor uso es el hipoclorito de calcio. La aplicación de cloro se hace mediante equipos especiales. Dentro de los equipos más utilizados en el medio se pueden mencionar el clorador de inyección directa, el de solución y el hipoclorador.

- Clorador de inyección directa

Este tipo de cloración se emplea en sistemas que trabajan por gravedad. Se utiliza cuando se trabaja con presiones menores de 9,50 m.c.a., colocando el clorador cerca del tanque de distribución, ya que por lo regular en este punto, la presión es bastante baja o casi nula.

- Control de la dosis de cloro

Primero debe calcularse la dosificación de gas cloro o hipoclorito con base al caudal de entrada a los tanques de distribución, luego usando el comparador de cloro y después de un tiempo prudencial (30 a 60 minutos), se chequea el cloro residual en el tanque de distribución, en un punto intermedio y en el más lejano de la red de distribución.

Para determinar la dosis de cloro se pueden usar tres tipos de comparadores:

- Comparador de disco
- Comparador de placa
- D.P.D (N.N – DIETIL – p - fenilendiamina)

El procedimiento a seguir, para llevar a cabo este control es el siguiente:

- Tomar muestras de agua en el tanque de distribución, en un punto intermedio y en el más lejano de la red de distribución.
- Dejar correr el agua durante un tiempo prudencial (30 minutos a 1 hora) antes de tomar la muestra.

- El cloro residual debe estar entre 0,75 – 1,00 mg/L en el tanque de distribución y 0,34 mg/L en el punto más lejano de la red.
- Clorador de solución

Se utiliza mayormente en sistemas de bombeo, la razón principal es que el equipo de cloración se instala en la misma caseta de bombas para que funcionen juntos al apagarse o desconectarse el equipo de bombeo, ya que el equipo de cloración necesita de una bomba Booster para poder introducir el cloro en la tubería, por las presiones elevadas; por lo general mayores de 6,50 m.c.a., que existen en el punto de aplicación.

- Hipoclorador

Los hipocloradores pueden ser mecánicos o por gravedad. Este tipo se basa en el uso de hipoclorito de calcio, mezclado con agua para dar solución líquida, la cual se vierte al tanque de distribución, bajo un caudal que depende del caudal que produzca en la fuente de abastecimiento.

La alimentación de cloro se hará con tabletas de hipoclorito de calcio al 90% de ingrediente activo y con las siguientes dimensiones para cada tableta:

- Diámetro: 3"
- Espesor: 1"
- Peso: 200 gr.

Para determinar la cantidad de tabletas al mes para clorar el caudal de conducción se hace mediante la fórmula para hipocloritos, y ésta es:

$$G = \frac{C * M * D}{\%CL}$$

Donde:

G = gramos de tricloro

C = miligramos por litro deseados

M = litros de agua a tratarse por día

D = número de días

%CL = concentración de cloro

$$G = \frac{0,0007 * 226\ 368 * 30}{0,9}$$

$$G = 5\ 281,92$$

Se necesitan 27 tabletas de cloro mensuales. Éstas serán colocadas por el encargado de mantenimiento de forma gradual en el alimentador, cuidando su limpieza una vez al mes.

Funcionamiento: deberá ser por gravedad. Permitir el flujo de agua a través de las tabletas de hipoclorito de calcio para formar la solución.

Ubicación del hipoclorador: estará adentro de una caja, instalada a la entrada del tanque de distribución. Deberá graduarse el flujo para que permita que la cantidad de cloro residual en el punto más alejado de la red de distribución esté, entre 0,2 – 0,5 mg/L.

Caja para hipoclorador: tiene como finalidad proteger al clorador. Se construirá de concreto reforzado de 1 m. de ancho, 1m. de largo y 1 m. de altura con su respectiva tapadera de registro.

2.1.15. Diseño de tanque de distribución

Es un depósito que sirve para cubrir la demanda de agua en las horas de mayor consumo. Este tipo de obra es de suma importancia para el sistema de distribución de agua, tanto desde el punto de vista económico, como para funcionamiento hidráulico y del almacenamiento. Un tanque de distribución tiene los siguientes componentes:

- Depósito principal
 - Caja de válvula de entrada y de salida
 - Tapaderas de entrada
 - Dispositivo de desagüe y rebalse
 - Respiraderos
 - Circulación para protección del mismo
- Volumen del tanque de almacenamiento

El volumen de los tanques de distribución se calculará de acuerdo a la demanda real de la comunidad. Cuando no se tengan estos estudios de dichas demandas, se tomará en cuenta el criterio que propone UNEPAR, en sistemas por gravedad, se adoptará del 25% al 40% del consumo medio diario estimado de la población, y en sistemas por bombeo del 40% al 60% del consumo medio diario; para el presente caso se tomará el 35% del consumo medio diario.

$$Vol = \frac{35\% * Qmd * 86\ 400}{1000\ lts/m^3}$$

Donde:

Vol. = volumen del tanque en m³

Dot = dotación (150 lts/hab/día)

Pf = población futura

$$Vol = \frac{35\% * 1,31 * 86\ 400}{1000\ lts/m^3} = 39,62\ m^3$$

Aproximando el valor del volumen, y tomando en cuenta que este valor corresponde a un período de vida útil de 22 años, se propone un volumen de tanque de 40 m³ de volumen. Las dimensiones del tanque serán:

Altura: 1,50 (metros)

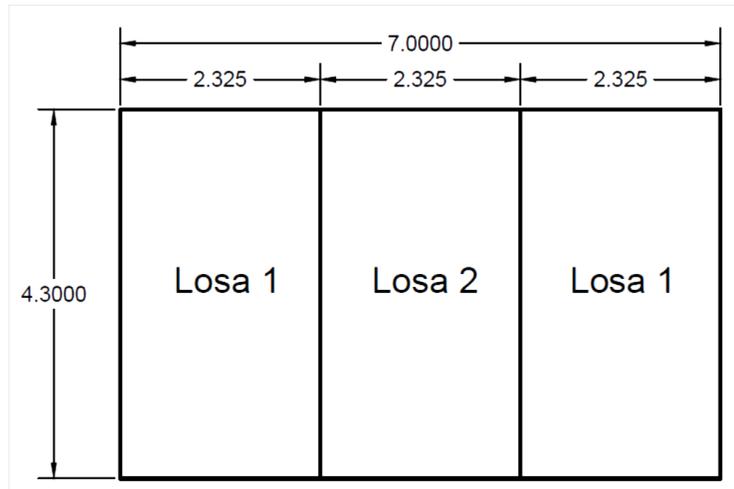
Largo: 6,70 (metros)

Ancho: 4,00 (metros)

- Diseño estructural del tanque de almacenamiento
 - Diseño de losa

La cubierta será una losa de concreto reforzado, diseñada por el método 3 del ACI-318, con las dimensiones siguientes:

Figura 2. Esquema de la losa del tanque



Fuente: elaboración propia.

❖ Cálculo de espesor de losa

$$m = \frac{a}{b}$$

Donde:

m = relación entre ancho y largo

a = ancho

b = largo

$$m = \frac{2,325}{4,300} = 0,54 \rightarrow \uparrow \text{ dos sentidos}$$

$$t = \frac{\text{perímetro}}{180}$$

Donde:

t = espesor de losa

$$t = \frac{2 * (2,325 * 4,300)}{180} = 0,070 \approx 0,10$$

❖ Integración de cargas

$$CM = \gamma_c * t$$

Donde:

CM = carga muerta

γ_c = peso específico del concreto

t = espesor de losa

$$CM = (2400) * (0,10) = 240 \text{ kg/m}^2$$

Sobrecarga

$$\text{Sobrecarga} = 50 \text{ kg/m}^2$$

Total carga muerta

$$CM = 290 \text{ kg/m}^2$$

CV = carga viva

$$CV = 200 \text{ kg/m}^2$$

❖ Carga última

$$CU = 1,7CV + 1,4 CM$$

Donde:

CU = carga última

CV = carga viva

CM = carga muerta

$$CMU = 1,4 * 290kg/m^2 = 406kg/m^2$$

$$CMU = 1,7 * 200kg/m^2 = 340kg/m^2$$

$$CU = 1,7(200) + 1,4(290) = 746 kg/m^2$$

- Losa 1

$$Ma^+ = Ca^+CVa^2 + Ca^+CMa^2$$

Donde:

Ma⁺ = momento positivo en a

Ca = coeficiente de tablas de ACI 318R-99 para momentos en a

Va² = carga última viva en a

Ma² = carga última muerta en a

$$Ma^+ = [(0,058 * 406) + (0,086 * 340)] * 2,325^2 = 285,35kg - m$$

$$Mb^+ = Cb^+CVb^2 + Cb^+CMb^2$$

Donde:

Mb^+ = momento positivo en b

Cb = coeficiente de tablas de ACI 318R-99 para momentos en b

Vb^2 = carga última viva en b

Mb^2 = carga última muerta en b

$$Mb^+ = [(0,004 * 406) + (0,006 * 340)] * 4,30^2 = 67,00kg - m$$

$$Ma^- = Ca^- CVa^2 + Ca^- CMa^2$$

Donde:

Ma^- = momento negativo en a

$$Ma^- = (0,096 * 746) * 2,325^2 = 387,00kg - m$$

Refuerzo de la losa

$$d = t - Rec - \frac{\phi}{2}$$

Donde:

d = peralte

t = espesor de losa

Rec = recubrimiento

\emptyset = diámetro de varilla #3

$$d = 10 - 2 - \frac{0,95}{2} = 7,52 \text{ cm}$$

❖ Área de acero mínima

$$A_{smin} = \left(\frac{14.1}{f_y} \right) * 100 * d$$

Donde:

A_{smin} = área de acero mínima

d = peralte

f_y = esfuerzo del acero

$$A_{smin} = \left(\frac{14,1}{2810} \right) * 100 * 7,52 = 3,77 \text{ m}^2$$

$$\begin{array}{l} 3,77 \text{ ----- } 100 \quad s = 18,8\text{cm} \\ 0,71 \text{ ----- } s \end{array}$$

$$M_{Asmin} = 0,9 \left[A_s(f_y) \left(d - \frac{A_{smin}(f_y)}{1,7(f'c)(b)} \right) \right] = 686,78 \text{ kg} - m$$

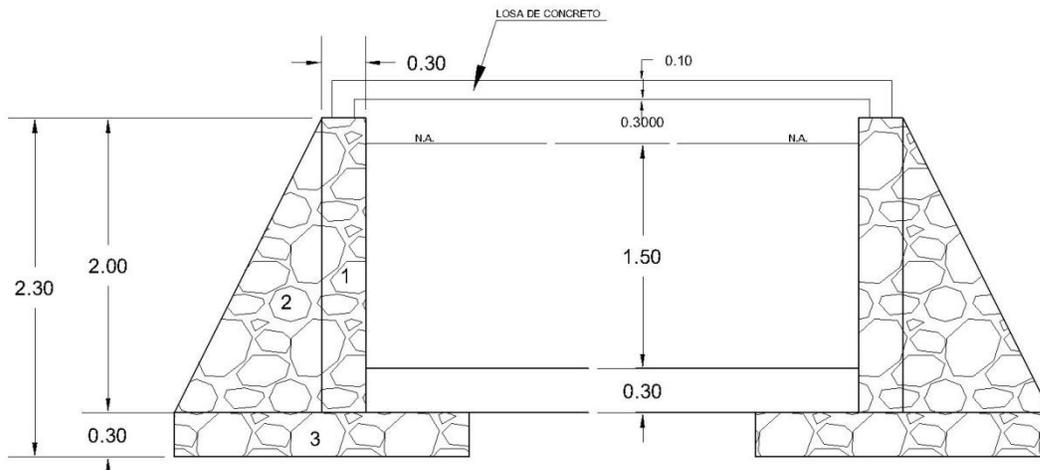
$$M_{Asmin} = 0,9 \left[3,77(2810) \left(7,5 - \frac{3,77(2810)}{1,7(210)(100)} \right) \right] = 686,78 \text{ kg} - m$$

Como M_{Asmin} es mayor que los momentos actuantes, se deberá colocar A_{smin} de lo forma: Ø #3 @ 25 cm. en ambos sentidos.

- Diseño de muro

El muro se puede diseñar de concreto reforzado, mampostería reforzada o concreto ciclópeo, en este caso se optó por utilizar el material de mayor acceso y económico a la comunidad, que es la piedra, por lo tanto se construirá de concreto ciclópeo.

Figura 3. Diagrama de muro del tanque



Fuente: elaboración propia.

- ❖ Peso específico del suelo

$$\gamma_s = 1,6 \text{ ton/m}^3$$

- ❖ Peso específico de concreto ciclópeo

$$\text{Concreto ciclópeo} = 2,3 \text{ ton/m}^3$$

❖ Capacidad de soporte del suelo (V_s)

$$V_s = 16 \text{ ton/m}^2 \text{ (asumido)}$$

Ángulo de fricción interna $F_i = 30^\circ$ (asumido)

$$K_a = [1 - \text{sen}(30)] / [1 + (\text{sen}30)] = 0,33$$

El empuje del suelo viene dado por:

$$P_s = \frac{\gamma S * H m^2}{2} * K_a$$

Donde:

P_s = empuje del suelo

γS = peso específico del suelo

H_m = altura del muro libre

K_a = coeficiente activo del suelo

$$P_s = \frac{1,6 * 2,30^2}{2} * 0,33 = 1,40 \text{ ton}$$

❖ Momento de empuje

$$M_s = P_s * \frac{H}{3}$$

Donde:

Ms = momento de empuje

Ps = empuje del suelo

H = altura total del muro

$$M_s = 1,40 * \frac{2,30}{3,00} = 1,07 \text{ ton} - m$$

Tabla II. **Momento estabilizante en el muro**

Figura	Área	γ_{cc}	P Wr	Brazo	Momento Mr
1	$(2,00)(0,30) = 0,60$	2,3	1,380	0,65	0,897
2	$(1/2)(2,00)(0,70) = 0,70$	2,3	1,610	1,03	1,664
3	$(1,6)(0,3) = 0,48$	2,3	1,035	0,75	0,776
4	0,15	2,3	0,345	0,25	0,086
		$\Sigma =$	4,37 kg.	----	3,424 kg-m

Fuente: elaboración propia.

Donde:

P Wr = área * γ_{cc}

PWr = peso por figura

γ_{cc} = peso específico concreto ciclópeo

❖ Peso de losa + viga

CU = Carga última

CU = 74 kg/m²

❖ Área tributaria

$$At = \frac{1}{2} * a * b$$

Donde:

At = área tributaria

a = largo del muro

b = ancho del muro

$$At = \frac{1}{2} * (4,30) * (1,70) = 3,68 \text{ m}^2$$

❖ Peso sobre el muro

$$Ws/m = \text{losa} + \text{viga}$$

$$Ws/m = CU * \frac{At}{a} + \gamma_c * A * 1,4$$

Donde:

W_s/m = peso sobre muro

CU = carga última

At = área tributaria

a = ancho del muro

γ_c = peso específico del concreto

A = área de viga

$$\frac{W_s}{m} = 746 * \frac{3,68}{4,30} + (2300 * 0,2 * 0,15)(1,4) = 0,42 \text{ ton/m}$$

❖ **Peso total del muro**

$$W_{tm} = W_r + W_{s/m}$$

Donde:

W_{tm} = peso total del muro

W_r = sumatoria de pesos de cada figura

$W_{s/m}$ = peso sobre el muro

$$W_{tm} = 4,37 + 0,42 = 4,79 \text{ ton /m}$$

- Momento que ejerce la carga concentrada

$$M_c = W_{s/m} * brazo$$

Donde:

M_c = momento que ejerce la carga concentrada

W_s/m = peso sobre el muro

$$M_c = 0,375 * (0,5 + 0,15) = 0,244 \text{ ton} - m$$

❖ Verificaciones

Estabilidad contra el volteo

$$F_{sv} = \frac{(M_r + M_c)}{M_s}$$

Donde:

F_{sv} = estabilidad contra el volteo

M_r = sumatoria de momentos de cada figura

M_c = momento que ejerce la carga concentrada

M_s = momento de empuje

$$F_{sv} = \frac{(3,424 + 1,07)}{0,71} = 4,52 > 1,5 \text{ la estructura resiste el volteo}$$

Deslizamiento

$$F_{sd} = \frac{(0,9tg * f_i * W_r)}{P_s}$$

Donde:

Fsd = deslizamiento

fi = ángulo de fricción interna

Wr = sumatoria del peso en cada figura

Ps = empuje del suelo

$$Fsd = \frac{(4,37 * 0,4 + 1,07)}{1,40} = 2,01 > 1,50$$

El resultado indica que no existe deslizamiento.

Presión en el suelo

$$a = \frac{(3,42 + 0,244 - 0,711)}{4,37 + 0,375} = 0,62$$

Donde:

a = presión del suelo

Mr = sumatoria de momentos en cada figura

Mc = momento que ejerce la carga concentrada

Ms = momento de empuje

Wrm = peso total del muro

Chequeo

$$A = 3aBm$$

Donde:

A = longitud

a = presión del suelo

$$A = 3(0,62) = 1,87 > 1,50$$

Excentricidad

$$e = Bm/2 - a$$

Donde:

e = excentricidad

Bm = base del muro

a = presión del suelo

$$e = \frac{1,50}{2} - 0,62 = 0,13$$

Módulo de sección

$$Sx = \frac{1}{6} * Bm^2 * L$$

Donde:

Sx = módulo de sección

Bm = base del muro

L = longitud de un metro

$$Sx = \frac{1}{6} * (1,50)^2 * 1 = 0,38$$

Las presiones vienen dadas por:

$$q = \frac{Wtm}{BmL} \pm \frac{Wtm * e}{Sx}$$

Donde:

q = presión

Wtm = peso total del muro

Bm = base del muro

L = longitud de un metro

e = excentricidad

Sx = módulo de sección

$$q = \frac{4,37 + 0,375}{1,50 * 1} \pm \frac{(4,37 + 0,375) * 0,62}{0,38}$$

$$q_{m\acute{a}x} = 5,29 < 16 \text{ Ton}/m^2$$

$$q_{m\acute{i}n} = 1,67 > 0$$

Se determina que la estructura resistirá las presiones de empuje del suelo.

- Diseño losa inferior

Volumen del tanque

$$V = L * A * H$$

Donde:

V = volumen

L = largo

A = ancho

H = altura

$$V = 6,7 * 4,0 * 2 = 53,6 \text{ m}^3$$

Peso de agua sobre losa (Pa)

$$Pa = H_2O * V$$

Donde:

Pa = peso de agua sobre la losa

H₂O = peso específico del agua

V = volumen

$$Pa = 1,0 * 53,6 = 53,6 \text{ Ton}$$

Peso del agua por metro cuadrado (Wa)

$$Wa = \frac{Pa}{\text{área de la losa}}$$

Donde:

W_a = peso del agua por metro cuadrado

P_a = peso de agua sobre la losa

$$W_a = \frac{53,6 \text{ Ton}}{4,0 * 6,70} = 2 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} < 16 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} \text{ (Valor soporte)}$$

- Diseño del refuerzo

$$d = 30 - 7,62 - \frac{0,95}{2} = 21,90$$

$$A_{smin} = \left(\frac{14,1}{2810} \right) * 100 * 21,90 = 10,98 \text{ m}^2$$

$$10,98 \text{ ----- } 100 \quad s = 18,8\text{cm}$$

$$0,71 \text{ ----- } s$$

Se deberá colocar hierro No. 3 a cada 20 centímetros en ambos sentidos en la cama superior e inferior.

2.1.16. Diseño de la red de distribución

La red de distribución es un sistema de tuberías unidas entre sí, que conducen el agua desde el tanque de distribución hasta el punto de consumo (conexión predial). La función principal es, brindar un luego con calidad sanitariamente aceptable. Para el diseño de la red de distribución se deben considerar los siguientes criterios:

- Garantizar el buen funcionamiento durante el período de diseño, de acuerdo con el máximo consumo horario.
- La distribución de caudales, debe hacerse mediante criterios que estén acordes con el consumo real de la localidad.
- Se debe dotar de accesorios y obras de arte, necesarias para garantizar el correcto funcionamiento del sistema, de acuerdo con las normas establecidas y facilitar su mantenimiento.
- Tomar en cuenta la carga disponible o diferencia de presiones
- Considerar el tipo de tubería para soportar las presiones hidrostáticas.
- Considerar diámetros mínimos para la economía del proyecto.

Para el diseño de las redes de distribución, se aplicó el método de redes abiertas, debido a que las viviendas están dispersas, se mostrará a continuación el cálculo de un tramo, luego se presentará el resumen hidráulico de la distribución completa.

- Diseño del ramal de T.D. A E-119

Cota del terreno TD = 958,22

Cota del terreno E-119 = 930,87

Diferencia de cotas = $958,22 - 930,87 = 27,35$ m

Longitud = 630,00

Total de tubos = 105

- Cálculo del caudal

Para el cálculo del caudal, primero se calcula el caudal de vivienda. Luego el caudal requerido y el instantáneo, y se utiliza el mayor de los dos para el caudal de diseño.

Caudal de vivienda

$$Qv = \frac{Q_{maxH}}{No. viviendas}$$

$$Qv = \frac{2,62}{66} = 0,040$$

Caudal tributario

$$Qd = \Sigma \text{tramos anteriores}$$

$$Qd = 0,040 * 45 = 1,80 \text{ lt/s}$$

Cálculo del diámetro teórico

$$D = \left(\frac{1743.811 * L * Q_{md}^{1,85}}{C^{1,85} * h_f} \right)^{1/4,87}$$

Donde:

Hf = pérdida de carga por fricción (m)

Qmd = caudal máximo diario (l/s)

L = longitud de la tubería más un factor de longitud del 5% (m)

D = diámetro interno de la tubería (plg)

C = coeficiente de capacidad hidráulica, se usará C=150 para tubería de PVC

$$D = \left(\frac{1743,811 * 630 * 1,05 * 1,80^{1,85}}{150^{1,85} * 5} \right)^{1/4,87}$$
$$D = 2,35''$$

Tomando en cuenta Φ_1 2 ½" y Φ_2 2"

Cálculo de la pérdida real

$$Hf = \frac{1743,811 * L * Qmd^{1,852}}{C^{1,85} * D^{4,87}}$$

$$Hf_{2,5''} = \frac{1743,811 * 630 * 1,05 * 1,08^{1,85}}{150^{1,85} * 2,5^{4,87}} = 3,72$$

$$Hf_{2''} = \frac{1743,811 * 630 * 1,05 * 1,08^{1,852}}{150^{1,85} * 2^{4,87}} = 11,03$$

Elegir para este tramo el diámetro de 2 ½", por ser el que presenta menor pérdida, lo cual mantiene una adecuada presión en la línea del presente tramo.

Cálculo de la velocidad

$$V = \frac{1,974 * Qmd}{D^2}$$

$$V = \frac{1,974 * 1,80}{2,655^2} = 0,49 \text{ m/s}$$

$0,40 < 0,49$ cumple con la velocidad mínima establecida en la norma de diseño.

- Cálculo de la cota piezométrica

Inicial = 958,22

Final = $Cp_{\text{inicial}} - H_f$

Final = $958,22 - 3,72 = 954,50$ m.c.a.

- Cálculo de la presión estática

Inicial = 0

Final = $Cp - \text{cota de terreno}$

Final = $954,50 - 930,50 = 23,63$

$10 \text{ m.c.a.} < P_{\text{estática}} < 40 \text{ m.c.a.}$

$10 \text{ m.c.a.} < 23,63 < 40 \text{ m.c.a.}$

2.1.17. Diseño de obras hidráulicas

- Válvulas de limpieza

Sirven para extraer los sedimentos que se pudieran depositar en las partes bajas de las tuberías. Éstos pueden representar un factor de importancia en el funcionamiento eficiente del sistema, ya que obstruyen la tubería con el correr del tiempo, por lo que la apertura de estas válvulas debe ser periódica. Se colocó una válvula de limpieza en la parte más baja de la línea de conducción.

- Válvulas de aire

Son válvulas, cuya función es permitir el escape del aire que se acumula en las tuberías. Si en un sistema no se permite la liberación del aire acumulado, creará una obstrucción al libre flujo del caudal. Se colocaron dos válvulas de aire en las partes más altas de la línea de conducción.

- Válvula de control

Las válvulas de control sirven para aislar en determinado momento alguna sección del sistema, con el fin de ejecutar alguna reparación, inspección o mantenimiento. Estarán enterradas y protegidas por cajas de mampostería de piedra con tapaderas de concreto reforzado. Se colocaron válvulas de control en la entrada y salida del tanque de almacenamiento y en la salida del drenaje.

- Pasos de zanjón

Se utilizan en sustitución de pasos aéreos, cuando las longitudes del paso son menores de 20 metros, para proteger la tubería que estaría a nivel superficial, debido a la topografía. Se colocaron dos pasos de zanjón, de la E-34 a la E-35 y de la E-62 a la E-62.2, de la línea de conducción.

2.1.18. Propuesta de operación y mantenimiento

Es importante considerar este aspecto, pues ningún sistema de agua potable puede funcionar por sí solo, ni de manera adecuada si se opera de forma incorrecta. Por otra parte, su mantenimiento es indispensable. Por tal razón se debe nombrar un encargado de aguas, para que resuelva los

problemas técnicos, operativos y administrativos, que se presenten durante el servicio del sistema de agua potable.

2.1.18.1. Mantenimiento del sistema de agua potable

- **Mantenimiento preventivo**

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

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

- **Mantenimiento correctivo**

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

- Accidentes naturales (crecidas de ríos, derrumbes, etc.)
- Deterioro (mal uso)
- Desgaste (daño de accesorios)
- Sabotaje

- **Mantenimiento del área de la captación:**

- Dos veces por mes, inspeccionar alrededor de la captación para:

- ❖ Verificar si hay fuentes de contaminación. (aguas negras, animales, basuras, desperdicios)
- ❖ Observar si hay deforestación (tala de árboles, incendios).
- Cada mes
 - ❖ Limpiar el área de plantas y piedras.
- Cada tres meses
 - ❖ Revisar el cerco de protección y repararlo, de ser necesario.
- Lecho filtrante
 - Dos veces por mes
 - ❖ Revisar la capa del sello, para verificar que no haya taponamiento.
 - ❖ Verificar si hay raíces de árboles y si éstas no se han introducido al sello sanitario.
- Muro y caja
 - Cada seis meses
 - ❖ Revisar las estructuras, para verificar si hay filtraciones, grietas, roturas
 - ❖ Observar si hay derrumbes sobre sellos, muros o cajas
 - ❖ Reparar las partes dañadas

- ❖ Retirar derrumbes
- ❖ Drenar el agua estancada
- Durante el invierno
 - ❖ Verificar el funcionamiento de la tubería de desagüe.
 - ❖ Limpiar el sello sanitario y contra cuneta (piedras, arena, hojas).
 - ❖ Limpiar y lavar caja de captación.
 - ❖ Verificar funcionamiento de la tubería de desagüe de la caja de captación.
- Tanque de distribución
 - Cada doce meses
 - ❖ Revisar estructuras y válvulas
 - ❖ Lavar el interior del tanque, de la siguiente forma:
 - ❖ Cerrar la válvula de hipoclorador
 - ❖ Cerrar válvula de salida de la captación
 - ❖ Abrir válvula de desagüe
 - ❖ Lavar el piso y pared con agua y cepillo de raíz o plástico
 - ❖ Aplicar suficiente agua al piso y paredes después de pasar el cepillo
 - ❖ Abrir válvula de salida de captación
 - ❖ Cerrar válvula de desagüe
 - ❖ Abrir válvula de hipoclorador
 - ❖ Abrir válvula de salida

- Mantenimiento de línea de distribución
 - Cada mes recorrer completamente las líneas, para:
 - ❖ Verificar la limpieza del caminamiento.
 - ❖ Verificar si hay roturas y fugas.
 - ❖ Verificar el estado de los pasos de zanjón
 - ❖ Verificar la correcta operación de: válvulas de limpieza y válvulas de aire.
 - ❖ Chapear y limpiar las líneas
 - ❖ Reparar roturas y fugas
 - ❖ Reparar posibles daños en pasos
 - ❖ Aplicar medidas correctivas en donde sea necesario

- Reparación de daños en tubería PVC, los instrumentos a utilizar son:
 - Sierra
 - Niple PVC
 - Brocha
 - Solvente o pegamento
 - Lija

- Para la reparación de la tubería PVC se procede de la siguiente forma:
 - Desenterrar el tubo uno o dos metros de ambos lados de la fuga.
 - Cortar un pedazo de treinta centímetros.

- Preparar la manga de la tubería en la siguiente forma:

- Cortar un niple de aproximadamente treinta y ocho centímetros.
 - Preparar fuego.
 - Calentar cada extremo del niple sobre el calor del carbón (no en llama).
 - Cuando el tubo se encuentra blando, introducirlo en el extremo de otro tubo para hacerle campana.
 - Hacer lo mismo con el otro extremo.
- Empalme de tubería: habiendo preparado el niple con las campanas, se procede de la siguiente manera:
 - Eliminar rebabas de los cortes.
 - Limpiar los extremos con un trapo.
 - Aplicar solvente alrededor de los extremos de la tubería.
 - Aplicar solvente dentro de la campana.
 - Mantener la presión y dejar secar.

2.1.18.2. Propuesta de tarifa

Para que el sistema cumpla su funcionamiento y sea auto sostenible, se requiere de un fondo de operación y mantenimiento, por lo que se determinó con base a los lineamientos del proyecto de agua y salud rural de CARE, emplear la metodología siguiente:

- Gastos de operación

Para la operación del sistema de agua es indispensable la contratación de los servicios de un fontanero, ya que será él quien brinde una adecuada operación al sistema, se estima un día a la semana (52 días al año), para mantenimiento preventivo y correctivo, con un salario de Q.80,00 por día,

contratado por servicios personales, por lo que no se aplican prestaciones laborales, el salario anual es de Q.4 160,00 y el salario mensual es de Q. 346,67.

- Gastos por mantenimiento

Para estos gastos, se debe considerar el mantenimiento preventivo, que servirá para cubrir reparaciones pequeñas, evitando daños mayores en el sistema. El mantenimiento correctivo se realizará por daños al sistema, debiendo adquirir materiales y accesorios en el menor tiempo posible, es importante que se tenga en bodega materiales y accesorios para cubrir fallas inmediatas en el sistema.

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

Para determinar el costo por mantenimiento se debe considerar el período de vida útil del sistema; mensualmente se requerirá de un 0.65% del total del proyecto.

$$Qm.m = \frac{(0,0065 * C.T.P)}{12}$$

Donde:

Qm.m = gasto por mantenimiento mensual

C.T.P = costo total del proyecto

$$Qm.m = \frac{(0,0065 * 1\,144\,444,52)}{12}$$

$$Qm.m = Q.619,90/mes$$

- Gastos de tratamiento

Éste se requiere para la compra y mantenimiento del método de desinfección, gasto mensual.

T = costo tableta en quetzales * número de tabletas a utilizar en un mes

$$T = Q. 9,75 * 27 tabletas = Q. 263,25 / mes$$

- Gastos de administración

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

El comité debe velar por el buen desarrollo de las actividades administrativas, las cuales incluyen gastos de papelería, mobiliario y equipo de oficina.

Deben realizarse pagos por concepto de viáticos, para los miembros del comité o de alguna otra persona, que tengan que realizar trámites relacionados con el sistema.

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

adicional del 2% de lo recaudado mensual, lo que se calculará de la siguiente forma:

$$Qa = 12\% (\text{operación, mantenimiento, tratamiento})$$

Donde:

Qa = gastos de administración.

$$Qa = 12\% (346,67 + 619,90 + 263,25) = Q.147,58$$

- Inflación

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

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

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

El cálculo de inflación se determina de la siguiente manera:

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

$$Qr = 10\% * (1229,82 + 147,58) = Q. 137,74$$

- Tarifa propuesta

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

Tabla III. **Propuesta de tarifa del sistema de agua potable**

Gastos de operación	Q. 346,67
Gastos de Mantenimiento	Q. 619,90
Gastos por tratamiento	Q. 263,25
Gastos por administración	Q. 147,58
Inflación	Q. 137,74
TOTAL	Q. 1515,15

No. Conexiones	66
Total / No. de conexiones	Q. 22,95
TARIFA MÍNIMA	Q 23,00

Fuente: elaboración propia.

2.1.19. Presupuesto del sistema

El presupuesto se integró con a base de precios unitarios, considerando materiales con precios que se manejan en la cabecera municipal. En lo que concierne a mano de obra, se aplicaron los salarios que la municipalidad asigna

para casos similares. En cuanto a costos indirectos, se contemplan administración, impuestos y utilidades. El costo total del proyecto se obtuvo realizando la sumatoria de todos los costos totales por renglón. Ver tabla IV.

Tabla IV. **Presupuesto integrado**

PRESUPUESTO INTEGRADO

PROYECTO:	ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA CASERIO EL CARMEN
MUNICIPIO:	SAN PABLO
DEPARTAMENTO:	SAN MARCOS.
FECHA:	NOVIEMBRE DE 2011
CÁLCULO:	OTTO ROBERTO OROZCO BARRIOS
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO, INGENIERÍA CIVIL	

No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	U	P.U	SUBTOTAL
1	TRABAJOS PRELIMINARES	4962,00	ML	Q 7,35	Q 36 470,70
2	EXCAVACION Y RELLENO DE ZANJA	4962,00	ML	Q 39,78	Q 197 385,87
3	TANQUE DE DISTRIBUCION DE 40.00 M ³	1,00	UNIDAD	Q 81 728,15	Q 81 728,15
4	PASO DE ZANJON AEREO DE 10 MTS	2,00	UNIDAD	Q 39 543,00	Q 79 086,00
5	CAJA VALVULA DE AIRE	8,00	UNIDAD	Q 4 795,88	Q 38 367,00
6	CAJA VALVULAS	10,00	UNIDAD	Q 5 189,17	Q 51 891,70
7	CAPTACION + CAJA DE VÁLVULAS	2,00	UNIDAD	Q 15 276,73	Q 30 553,46
8	LINEA DE CONDUCCION	2754,00	ML	Q 88,00	Q 242 353,00
9	LINEA DE DISTRIBUCION	2208,00	ML	Q 70,33	Q 155 287,00
10	CONEXIONES DOMICILIARES	66,00	UNIDAD	Q 1 578,40	Q 104 174,28
TOTAL DEL PROYECTO					Q 1 017 297,16

TOTAL EN LETRAS: UN MILLÓN DIECISIETE MIL DOSCIENTOS NOVENTA Y SIETE
QUETZALES CON DIECISEIS CENTAVOS

Fuente: elaboración propia.

2.1.20. Evaluación socio-económica

2.1.20.1. Valor presente neto

Se utiliza para comparar alternativas de inversión. Consiste en transformar todos los movimientos monetarios de un proyecto a través del tiempo, a valores actuales, para determinar la rentabilidad al término del

período de funcionamiento; la tasa de interés corresponde a la tasa de rendimiento mínima activa, que en el mercado actual es del 10%.

Costo inicial = Q. 1 014 769,72
 Ingreso inicial = Q. 300,00 * 66 = Q. 19 800,00

Tabla V. **Estimación de ingresos y egresos del sistema de agua potable**

RENGLÓN	INGRESOS MENSUALES	EGRESOS MENSUALES	TOTAL ANUAL
Gastos de operación y mantenimiento	---	Q. 1515,15	Q. -18 181,80
Ingreso por tarifa	Q. 1 518,00	---	Q. 18 216,00
Anualidad	--	--	Q. 34,20

Fuente: elaboración propia.

$$VPN = 19\,800 + 34,20 \left[\frac{(1 + 0,10)^{22} - 1}{(0,10) * (1 + 0,10)^{22}} \right] = Q. 19\,834,20$$

2.1.20.2. Tasa interna de retorno (TIR)

Es utilizada para evaluar el rendimiento de una inversión. Debido a que el presente proyecto es de carácter social, es imposible obtener una tasa interna de retorno atractiva; por lo que el análisis socioeconómico que se realiza a nivel municipal para este tipo de inversión es de costo/beneficio, éste se determina de la siguiente manera:

Costo = Inversión inicial – VPN
Costo = 1 014 769,72 – 19 834,20 = Q. 994 935,52
Costo / Beneficio = Q. 994 935,52 / 759 = Q. 1 310,85

Las instituciones de inversión social, toman las decisiones con base al valor anteriormente obtenido y las disposiciones económicas que posean.

2.1.21. Evaluación del impacto ambiental en sistemas de agua potable

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

Para el diseño y construcción, se deben identificar los factores que puedan causar impacto en el ambiente en el cual se rodeará. Además, se deben identificar por separado qué partes del ambiente se estarían afectando.

Al analizar el diseño del proyecto, se determinó que los elementos bióticos, abióticos y socioeconómicos que pueden ser impactados por el proyecto son:

- Agua: debido a que el proyecto consiste en tomar un caudal de agua de una fuente subterránea, ya iniciados los trabajos de construcción puede existir un impacto negativo en la calidad y sanidad del agua. Esto, debido a

movimientos del suelo y materiales a utilizar para la construcción de la captación; además el movimiento del suelo para el zanjeado, puede llegar a impactar pequeñas quebradas de agua que se formen en el transcurso del proyecto.

- El suelo: puede ser impactado negativamente si no se verifica la etapa del zanjeo, esto se debe a que habrá movimiento de tierra, solamente se dará en la etapa de construcción y sus efectos son fácilmente predecibles.
- Salud: habrá un impacto relativamente pequeño en la salud en la etapa de construcción. Debido al movimiento de tierra, se producirá polvo en las sucesivas etapas del proyecto, el cual puede afectar, principalmente a los trabajadores de la construcción.
- Flora: entre la flora presente a lo largo del proyecto se tiene:

Plantaciones de hule – *Hevea brasiliensis*

Plantaciones de café – *Coffea arabica*

Paterna – *Inga paterna*

Palo blanco – *Rosedendrom donell smitthii*

El impacto sobre la flora será nulo, ya que no se contempla la tala de ningún tipo de árbol.

- Fauna: entre la fauna que habita en la comunidad están las siguientes especies:
 - Aves: chocoyos, cenizontles y gorriones
 - Roedores: ardillas, tacuazines y ratones

El impacto sobre la fauna del lugar será nulo. Esto debido a que no se tendrá ningún tipo de alteración al ecosistema, durante, ni después de la ejecución del proyecto.

- Impactos negativos

Los impactos negativos analizados se presentan, principalmente en la etapa de construcción. En la etapa de operación podrán darse impactos negativos sobre el ambiente, si sufre daños la tubería que transporte agua, ya que el líquido podrá entrar en contacto con los elementos y contaminarse. En conclusión, los elementos con mayor impacto negativo son:

- El suelo
- El agua
- La salud

- Medidas de mitigación

- Para evitar la polvareda y voladuras de partículas de suelo, será necesario programar y ejecutar adecuadamente las labores de zanjeo, compactando adecuadamente las mismas. Para evitar el arrastre de partículas por el viento, es recomendable utilizar equipo de protección personal: gafas de seguridad, para proteger los ojos de partículas de polvo y voladuras de suelo, las mascarillas respiratorias evitan que el polvo ingrese al organismo de los trabajadores.
- Deberá capacitarse al personal encargado del mantenimiento del sistema, referirse al manejo de sistemas de agua potable y reparaciones menores para el este.

- Capacitar a la población sobre el adecuado uso del agua y el sistema, para evitar desperdicio, uso innecesario o inadecuado del mismo.
- Plan de contingencia
 - En áreas planas, ríos y riachuelos cercanos, es común que en épocas de lluvia ocurran inundaciones, con el consecuente arrastre de fango y otros materiales o cuerpos extraños, que pudieran dañar el proyecto.
 - Integrar un comité de emergencia contra inundaciones, azolvamiento o derrumbes que puedan afectar cualquier parte del sistema de agua potable del cual se beneficie la comunidad; además deben velar porque los lugares en donde se ubican las obras civiles se encuentran despejados de materiales o vegetación.
 - Elaborar un programa de capacitación para prevención de accidentes.
 - Capacitar para el mantenimiento y limpieza, al personal que laborará en el proyecto al momento de entrar en operación, para evitar que el sistema colapse.
- Programa de monitoreo ambiental
 - El personal que trabajará en la ejecución del proyecto, debe contar con el equipo adecuado, tal como mascarillas: guantes, overoles, botas, casco y gafas de seguridad, para minimizar el riesgo de accidentes en perjuicio de salud.

- Plan de capacitación al personal que laborará en la ejecución del proyecto sobre aspectos de salud y manejo del sistema, y del equipo adecuado a utilizar.
- Mantener en un lugar de fácil acceso, botiquín con medicamentos para primeros auxilios.
- Plan de seguridad ambiental
 - En el análisis de los impactos, se observa que el proyecto tiene aspectos negativos al ambiente, durante la etapa de construcción, pero éstos son fácilmente manejables mediante la implementación de las medidas de mitigación ya descritas.

- Impactos positivos

Uno de los impactos positivos que tendrá el proyecto en el ambiente, es evitar la proliferación de enfermedades gastrointestinales, pues el objetivo del proyecto es mejorar la calidad de vida de los miembros de la comunidad. Además, al implementar este proyecto, el factor socioeconómico de la comunidad mejorará, debido al desarrollo sustentable de los mismos.

- Factores que puedan causar impacto ambiental y sus medidas de mitigación

A continuación se presenta la tabla con el resumen de los impactos sobre cada uno de los componentes que tendrán influencia al ejecutar el proyecto, y las correspondientes medidas de mitigación.

Tabla VI. Factores, impacto y medidas de mitigación ambiental

Componentes	Impacto	Medida de mitigación
Suelos	Deslaves de material	Prevención durante la construcción
	Erosión de cortes	Prevención de erosión usando estabilización física
Recurso Hídrico	Alteración de fuente de abastecimiento de agua potable	Construcción durante estación seca, para evitar que el manto acuífero sea modificado o cambie de curso el caudal durante la construcción de la captación
	Contaminación de fuente de abastecimiento, por causa de los insumos utilizados durante la construcción	Depositar los desechos de insumos en un lugar fuera de la zona de brote de la fuente de abastecimiento, y darles el tratamiento adecuado luego de retirarlos del sitio de trabajo.
Calidad del aire	Contaminación del aire, por polvo generado en la construcción	Uso adecuado del agua para minimizar la cantidad de partículas sueltas que generen polvo y afecte la salud de los trabajadores.
Salud humana	Riesgos para la salud de los trabajadores	Desarrollar un plan de higiene y seguridad del sitio
	Generación de desechos sólidos, derivados de las actividades de los trabajadores de la obra	Establecer y construir un servicio sanitario provisional; colocar toneles para la basura para disposición posterior de la misma en una zona adecuada
Vegetación y fauna	Remoción y afectación de cobertura vegetal	Disponer adecuadamente el material orgánico para su posible reutilización
		Evitar el paso de maquinaria sobre el suelo con cobertura vegetal, fuera del área de la obra
		Restaurar las zonas afectadas con especies establecidas en el lugar
Población	Alteración de las costumbres y cultura de las comunidades cercanas	Evitar la interferencia entre el tránsito peatonal y/o vehicular y los frentes de trabajo
		Transportar el material de excavación sin superar la capacidad de carga del vehículo
	Incremento en los niveles de accidentes	Mantener una adecuada señalización en el área de la obra, en etapa de ejecución y operación e instalar cercos perimetrales en los frentes de trabajo
Paisaje	Impacto visual	Recuperar y restaurar el espacio público afectado una vez finalizada la obra, retirando todos los materiales y residuos provenientes de las actividades constructivas
Patrimonio cultural	Daño al patrimonio cultural	Suspender la obra, delimitar el área e informar a quién corresponda para una correcta evaluación, por eventualidad de hallazgos históricos y arqueológicos una vez realizadas estas actividades se puede continuar el trabajo

Fuente: elaboración propia.

3. DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO EL CARMEN, MUNICIPIO DE SAN PABLO, SAN MARCOS

3.1. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en diseñar el sistema de alcantarillado sanitario para el caserío El Carmen, estará conformado por una red con una longitud de 1121,00 m, 32 pozos de visita de diferentes profundidades, 49 conexiones domiciliarias y un tratamiento primario a base de la construcción de dos fosas sépticas. La disposición final se hará en pozos de absorción.

El diseño de este sistema se realizará bajo las Normas del INFOM, para un período de diseño de 30 años, con una dotación de 150 lt/hab/día y factor de retorno de 0,80. La cantidad de viviendas a servir es de 49 con una densidad de población de 6 habitantes por vivienda y una tasa de crecimiento del 3%.

3.2. Aspectos preliminares

Para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario se toman en cuenta factores como: derecho de paso, localización de los puntos de desfogue, pendiente del terreno y cantidad de familias beneficiadas.

3.3. Levantamiento topográfico

Debido a las condiciones topográficas en las que se encuentra ubicada la comunidad se realizó un levantamiento topográfico taquimétrico donde paralelamente se llevó a cabo un censo poblacional para establecer los parámetros básicos del diseño del sistema.

3.3.1. Altimetría

Se aplicó el método taquimétrico, el equipo utilizado fue teodolito T-20 y estadal. Los resultados de la altimetría se presentan en el plano de densidad de vivienda.

3.3.2. Planimetría

El levantamiento planimétrico de este proyecto, se realizó por medio de una poligonal abierta, aplicando el método de conservación del azimut, el equipo utilizado fue teodolito T-20 y estadal.

3.4. Diseño del sistema

Es necesario que las aguas servidas sean conducidas en sistemas adecuados, a través de conductos subterráneos para ser evacuados lejos de las áreas pobladas, reduciendo de esa forma la contaminación

3.4.1. Descripción del sistema a utilizar

En la región las necesidades son grandes y los recursos económicos escasos, el tipo de drenaje a utilizar será de tipo sanitario. Este sistema consiste en recoger las aguas servidas domiciliarias como: baños, concinas, lavabos e inodoros; residuos comerciales como los generados en la infiltración.

3.4.2. Diseño del sistema hidráulico

Varias son las fórmulas utilizadas para el cálculo hidráulico de drenajes, tales como: Chezy, Manning, entre otras; las que permiten determinar velocidades, caudales, diámetros, pendientes, etc. Siendo éstas:

- Fórmula de Chezy

$$V = C\sqrt{R * S}$$

Donde:

V = velocidad (m/s)

R= radio hidráulico

S= pendiente en %

C= coeficiente

- B. Fórmula de Manning

$$C = \frac{R^{1/6}}{n}$$

Donde:

C= coeficiente de Manning

R= radio hidráulico

n= coeficiente de rugosidad

3.4.3. Período de diseño

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

Para el presente proyecto se adoptó un período de 30 años, tomando como criterio las Normas de diseño del INFOM.

3.4.4. Población de diseño

Para el cálculo de la población existen diferentes métodos, entre los cuales están: incremento aritmético, incremento geométrico, gráfica y de comparación.

Para el presente proyecto se adoptó el método de incremento geométrico.

3.4.5. Dotación de agua potable

Es la cantidad de agua potable consumida por un habitante en un día. Para el presente proyecto se tomó una dotación de agua potable de 150

lt/hab/día, considerando principalmente factores como: consumo diario, clima y condición socio-económica.

3.4.6. Factor de retorno

Una parte del agua domiciliar utilizada no será llevada al alcantarillado, como la de los jardines, lavado de ropa y posterior secado, etc. de tal manera, que el valor del agua está afectada por un factor que varía entre 0,7 y 0,9.

Para este proyecto se tomó como criterio personal, un factor de retorno de 0,80.

3.4.7. Caudal sanitario

Resulta de la suma de los siguientes caudales: domiciliar, conexiones ilícitas, infiltración, comercial e industrial. Se determina de la siguiente manera:

$$Q_{\text{sanitario}} = Q_{\text{dom}} + Q_{\text{com}} + Q_{\text{ind}} + Q_{\text{con}} - Q_{\text{ilí}} + Q_{\text{inf}}$$

3.4.8. Caudal domiciliar

El caudal domiciliar es el agua que fue utilizada para la limpieza o producción de alimentos y e desechada y conducida a la red de alcantarillado; el agua de desecho doméstico está relacionada con la dotación y suministro de agua potable. Será calculado para cada tramo con base al número de conexiones futuras que contribuyan al tramo.

El caudal queda integrado de la siguiente manera:

$$Q_{dom} = \frac{No.Hab * Dot * FR}{86400}$$

Donde:

Dot = dotación (L/hab/día)

No. Hab = número de habitantes

Qdom = caudal domiciliar (L/s)

F.R. = factor de retorno

3.4.9. Caudal de infiltración

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

Este caudal no se calcula para tuberías de PVC.

3.4.10. Caudal de conexiones ilícitas

Es producido por las viviendas que conectan las tuberías del sistema de agua pluvial al alcantarillado sanitario.

Debido a que la mitad de las viviendas cuentan con bajadas de agua pluvial y la otra mitad utilizan techos de lámina, donde el agua pluvial es depositada en el suelo, se tomará el 30% del caudal domiciliar.

$$Q_{cilicitas} = 30\% * Q_{dom}$$

Donde:

$Q_{cilicitas}$ = caudal de conexiones ilícitas

Q_{dom} = caudal domiciliar

3.4.11. Caudal comercial e industrial

El caudal comercial está conformado por las aguas negras resultantes de la actividad de comercios, escuelas, mercados, hoteles, restaurantes, etc.

Para este diseño no se contó con ningún comercio, por lo que no se contempla ningún caudal.

3.4.12. Factor de Harmon

Es el valor estadístico que determina la probabilidad del número de usuarios que estarán haciendo uso simultáneo del servicio; está dado de la siguiente manera:

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

Donde:

P = población en miles

3.4.13. Factor de caudal medio

Este factor es la sumatoria de todos los caudales domésticos, conexiones ilícitas, infiltración, comercial e industrial, dividido entre la población a servir. Dicho factor regula la aportación del caudal en la tubería, el cual debe estar entre los rangos de 0,002 a 0,005; si se obtiene un valor menor, se tomará 0,002 y si fuera mayor, se tomará 0,005.

$$Fqm = \frac{Qs}{No. Hab. Futuro} = \frac{\Sigma(Qdom + Qciligicos + Qinfiltracion + Qcom + Qind)}{No. Hab. Futuro}$$

Donde:

Fqm = factor caudal medio

Qs = caudal sanitario

3.4.14. Caudal de diseño

Es el caudal total que transportará el sistema en cualquier punto, en todo el recorrido de la red. El caudal de diseño de cada tramo será igual a multiplicar el factor de caudal medio, con el factor de Harmon y número de habitantes a servir, que en este caso se calculó para la población actual y futura.

Este caudal establece las condiciones hidráulicas sobre las que se realizará el diseño del alcantarillado.

$$Qdis = No. Hab * Fqm * FH$$

Donde:

Q_{dis} = caudal de diseño

F_{qm} = factor de caudal medio

FH = factor de Harmon

3.4.15. Diseño de secciones y pendientes

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

$$q < Q$$

Donde:

Q = caudal a sección llena

q = caudal de diseño

$$0,10 < d/D < 0,75$$

Donde:

d = tirante

D = diámetro interno de la tubería

$$0,6 < v < 3$$

Donde:

V = velocidad del caudal de diseño

3.4.16. Selección del tipo de tubería

Se debe seleccionar la tubería que se adapte de mejor forma a las condiciones del terreno y de la cantidad de aguas servidas a transportar.

Han sido utilizadas para este tipo de proyectos, tanto tubería de concreto como tubería PVC, siendo la segunda la más aceptada debido al fácil manejo en construcción y transporte, así como la eficiencia para el flujo de las aguas servidas.

3.4.17. Velocidades máximas y mínimas

La velocidad máxima según la Norma de INFOM es de 3 m/s, y la velocidad mínima será de 0,60 m/s.

3.4.18. Tirante (profundidad del flujo)

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

3.4.19. Cotas Invert

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

Hmín = altura mínima, depende del tránsito que circule por las calles

CI = cota Invert inicial

CTi = cota del terreno inicial

CTf = cota del terreno final

CIS = cota invert de la tubería de salida

CIE = cota invert de la tubería de entrada

D = distancia horizontal

S% = pendiente del terreno o tubería

Et = espesor de la tubería

A continuación se enuncian las ecuaciones específicas:

$$CTf = CTi - (D * S\% \text{ terreno})$$

$$S\% = ((CTi - CTf) / D) * 100 = \%$$

$$Et = (\emptyset * 0,30) / 100 = (m)$$

$$CI = CTi - (H\text{mínima} + Et + \text{Diámetro})$$

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

3.4.20. Principios hidráulicos

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

la superficie del material del cual está constituido. La sección del canal puede ser abierta o cerrada.

En el caso de los sistemas de alcantarillado, se emplean canales cerrados circulares, en donde la superficie del agua está sometida a la presión atmosférica y, eventualmente, a presiones producidas por los gases que se forman en el canal.

3.4.21. Relaciones hidráulicas

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

Se deberá determinar los valores de la velocidad y caudal a sección llena, por medio de las ecuaciones ya establecidas. Se procederá a obtener la relación de caudales (q/Q). La relación de diámetros (d/D) y de velocidades (v/V) se encuentra mediante tablas, si no está el valor exacto, se toma el inmediato superior.

3.4.22. Cálculo hidráulico

Como ejemplo, se diseñará el tramo comprendido entre los pozos de visita: PV-4 Y PV-5.

Ejemplo de diseño. Tramo PV-4 a PV-5

Tabla VII. **Parámetros de diseño, alcantarillado sanitario**

DATOS DE DISEÑO		
TIPO DE PROYECTO :	SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO	
LUGAR	CASERÍO EL CARMEN, SAN PABLO, SAN MARCOS	
VIVIENDAS LOCALES	2	VIVIENDAS
DENSIDAD DE POBLACIÓN ASUMIDA:	6	HABITANTES/VIVIENDA
VIVIENDAS ACUMULADAS	10	VIVIENDAS
HABITANTES ACTUALES	60	HABITANTES
HABITANTES FUTUROS (30 años)	146	HABITANTES
PERIODO DE DISEÑO:	30	AÑOS
TASA DE CRECIMIENTO:	3,00%	PORCENTAJE
DOTACIÓN AGUA POTABLE:	150	LITROS/HABITANTE/DÍA
FACTOR DE RETORNO	80%	
Qdoméstico	0,585	LITROS/HABITANTE/DÍA
Qcomercial	0,000	LITROS/COMERCIO/DÍA
Qilícito	0,117	LITROS/COMERCIO/DÍA
Qmedio	0,711	lts/seg
FQmedio	0,002	
COEFICIENTE MANNING:	0,010	PARA TUBERÍA PVC
	0,014	PARA TUBERÍA CONCRETO

Fuente: elaboración propia.

Aplicando los datos anteriores y las fórmulas, se diseña el tramo PV-4 a PV-5.

$$C_{PV-1} = 931,79$$

$$C_{PV-2} = 932,30$$

$$\text{Long. tramo} = 58,49$$

$$S_{\text{terreno}} = \frac{(931,79 - 932,30)}{58,49} * 100 = -0,87\%$$

Viviendas:

Viviendas locales = 2

Viviendas acumuladas = 10

Habitantes

No. habitantes actuales = 60

No. habitantes futuros = $12 \cdot (1,03)^{30} = 146$

Factor de Harmon

$$FH_{\text{actual}} = \frac{18 + \sqrt{\left(\frac{12}{1000}\right)}}{4 + \sqrt{\left(\frac{12}{1000}\right)}} = 4,298$$

$$FH_{\text{futuro}} = \frac{18 + \sqrt{\left(\frac{30}{1000}\right)}}{4 + \sqrt{\left(\frac{30}{1000}\right)}} = 4,195$$

Caudal de diseño

$$Q_{\text{actual}} = 60 \cdot 0,002 \cdot 4,298 = 0,52 \text{ lt/s}$$

$$Q_{\text{futuro}} = 146 \cdot 0,002 \cdot 4,195 = 1,23 \text{ lt/s}$$

- Diámetro de la tubería

Utilizamos el diámetro el mínimo.

$$\Phi = 6''$$

- Pendiente de la tubería

$$S = 1,90\%$$

- Velocidad y caudal a sección llena

$$V_{\text{llena}} = \frac{0,03429 * 6^{2/3} * \sqrt{0,019}}{0,010} = 1,56 \text{ m/s}$$

$$Q_{\text{llena}} = 1,56 * \left(\left(6 * \frac{2,54}{100} \right)^2 * \frac{\pi}{4} \right) * 1000 = 28,47 \text{ lt/s}$$

- Relaciones hidráulicas

$$q/Q_{\text{actual}} = 0,01813$$

$$q/Q_{\text{futuro}} = 0,04303$$

$$d/D_{\text{actual}} = 0,100$$

$$d/D_{\text{futuro}} = 0,140$$

$$v/V_{\text{actual}} = 0,388$$

$$v/V_{\text{futuro}} = 0,495$$

- Velocidad de diseño

$$V_{\text{actual}} = 0,60 \text{ m/s}$$

$$V_{\text{futura}} = 0,77 \text{ m/s}$$

- Cotas Invert

$$C_{is} = 931,79 - 1,2 = 930,59 \text{ m.}$$

$$C_{ie} = 930,59 - (1,90\% * 58,49) = 929,48 \text{ m.}$$

- Altura de pozos

$$H_{\text{pozo inicio}} = 931,79 - 930,59 = 1,20 \text{ m.}$$

$$H_{\text{pozo final}} = 932,30 - 929,48 = 2,82 \text{ m.}$$

3.5. Profundidad de tuberías

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

Tabla VIII. **Profundidades mínimas de las tuberías de drenaje**

Diámetro de tubería [plg]	Profundidad para tránsito normal [m.]	Profundidad para tránsito pesado [m]
8	1,22	1,42
10	1,28	1,48
12	1,33	1,53
15	1,41	1,61
18	1,50	1,70

Fuente: elaboración propia.

3.6. Estructuras complementarias

Son las obras de arte que complementarán el conjunto de tuberías del sistema. Entre éstas están: pozos de visita, cajas de registro y conexiones domiciliarias.

3.6.1. Pozos de visita

Son estructuras que forman parte del sistema de un alcantarillado, son empleados como medios de inspección y limpieza.

Su construcción está predeterminada, según normas establecidas por instituciones encargadas de velar por la adecuada construcción de sistemas de alcantarillado. En el país los métodos más utilizados son los pozos de ladrillo de barro cocido con tapadera de concreto, y actualmente circulan en el mercado pozos prefabricados de cloruro de polivinilo.

Según Normas del INFOM, deben localizarse en los siguientes casos:

- En cambios de diámetro
- En cambios de pendiente
- En cambios de dirección horizontal para diámetros menor de 24"
- En las intersecciones de tuberías colectoras
- En los extremos superiores de ramales iniciales
- A distancias no mayores de 100 metros en línea recta

3.6.2. Conexiones domiciliarias

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

Consta de las siguientes partes:

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

3.6.3. Caja o candela

La conexión se realizará por medio de una caja de inspección, construida de mampostería o con tubos de concreto colocados verticalmente. El lado menor de la caja será de 45 cm. Si fuese circular, tendrá un diámetro no menor de 12 pulgadas. Debe estar impermeabilizada por dentro y tener una tapadera para realizar inspecciones. Para este proyecto se utilizó tubo de concreto de 12”.

3.6.4. Tubería secundaria

La conexión de la candela domiciliar con la tubería central se hará por medio de la tubería secundaria, la cual tiene un diámetro de 6 pulgadas en tubería de concreto y de 4 pulgadas en tubería de PVC. Debe tener una pendiente mínima de 2%, a efecto de evacuar adecuadamente el agua residual. La conexión con la alcantarilla central se hará en el medio diámetro superior, a un ángulo de 45 grados aguas abajo. En este caso se hará por medio de tubería de PVC de 4”.

3.7. Volumen de excavación

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

zanja, que depende del diámetro de la tubería a instalar y de la longitud entre pozos.

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

Donde:

- V = volumen de excavación
- H1 = profundidad del primer pozo
- H2 = profundidad del segundo pozo
- d = distancia entre pozos
- t = ancho de la zanja

3.8. Propuesta de tratamiento

La finalidad del tratamiento de las aguas residuales es evitar, en lo posible, la contaminación de ríos, lagos y mantos acuíferos, que son las fuentes primordiales del vital elemento como es el agua.

Luego de realizar el diseño de este proyecto, se propone un tratamiento primario para las aguas provenientes del sistema de alcantarillado, para proceder luego a su depuración o desfogue al medio ambiente, evitando con ello producir daños significativos a la naturaleza. Este tratamiento consiste en la implementación de fosas sépticas.

La fosa séptica es una unidad de tratamiento primario, consistente en una o varias cámaras, convenientemente construidas para retener las aguas residuales. Cumple con la función de sedimentar y digerir los sólidos, y permite la retención del material de grasas contenido en estas, transformándolos anaeróticamente en sustancias y compuestos más simples y estables.

El período de retención de las aguas residuales, en esta unidad varía de 12 a 24 horas, dependiendo del caudal a tratar. Para este estudio, se adoptó 12 horas, para dar suficiente tiempo a la sedimentación.

Será necesario construir 2 fosas sépticas, tomando como parámetros que la capacidad máxima por fosa séptica, es de 55-60 viviendas/fosa y que las condiciones topográficas obligan la separación de las descargas.

El parámetro de lodos acumulados, por habitante y período de limpieza es de 30 a 80 lt/hab/año, por lo que se tomará para este cálculo un valor medio de 65 lt/hab/año.

Para el mantenimiento, tomar en cuenta el tiempo para acciones de limpieza, que depende de la intensidad de su uso, en ese caso se deberá hacer una inspección cada seis meses y se realizará limpieza cada dos años, extrayendo el 90% de los lodos existentes, el 10% deberá permanecer en la fosa, ya que servirá para inocular las futuras aguas residuales.

3.9. Diseño de fosa séptica

Tramo 1: PV – 1 a PV – 13

Viviendas actuales: 22

Población actual: 132 habitantes

Población futura: 321 habitantes

Caudal de diseño para la fosa

$$Q_d = f_{qm} * F.H. * \text{No. habitantes}$$

$$Q_d = 0,002 * F.H. * \text{No. habitantes}$$

$$F.H._{\text{actual}} = 4,209$$

$$F.H._{\text{futura}} = 4,066$$

$$Q_d = 0,002 * 4,066 * 321$$

$$Q_d = 2,61 \text{ lt/seg} = 225,54 \text{ m}^3/\text{día}$$

Tiempo de retención 12-24 hrs.

Se asume un TR = 12 hrs.

- Volumen fosa séptica

Volumen de sedimentación

$$V_s = Q_d * P.R.$$

$$V_s = 225,54 \text{ m}^3/\text{día} * 0,5 \text{ días} = 112,77 \text{ m}^3.$$

Volumen de acumulación de lodos

V_d = volumen de acumulación de lodos

$$V_d = P_{ob} * T_{AL} * P.L.$$

Donde:

Pob = población servida

TAL = tasa de acumulación de lodos

P.L. = periodo de limpieza

Si se toma un requerimiento anual de acumulación de lodos de 65 lt/hab/año y un período de limpieza de 1 año:

$$Vd = (321 \text{ hab}) * (65 \text{ lt/hab/amo}) * (1 \text{ año}/1000)$$

$$Vd = 20,87 \text{ m}^3$$

Volumen total de fosa séptica

$$Vfs = Vs + Vd$$

$$Vfs = 112,77 + 20,87 = 133,64 \text{ m}^3$$

- Dimensionamiento

$$H_{fs} = 2 \text{ m.}$$

$$As = 133,64 / 2 = 66,82 \text{ m}^2$$

Profundidad máx. de espuma sumergida

$$He = \frac{0,6}{As}$$

$$He = \frac{0,6}{66,82} = 0,009 = 0,010 \text{ m.}$$

Profundidad libre de lodo

$$H_{o_{\min}} = 0,30 \text{ cm}$$

Profundidad mínima de sedimentación

$$H_s = \frac{V_s}{A_s}$$
$$H_s = \frac{112,77}{66,82} = 1,69 \text{ m.}$$

Profundidad espacio libre

H_{libre} : el mayor entre H_s y $H_o + 0,1$

$$H_o + 0,1 = 0,40 \text{ m.}$$

$$H_s = 1,69 \text{ m.}$$

$$H_l = 1,69 \text{ m.}$$

Profundidad digestión y almacenamiento de lodos

$$H_d = \frac{Vol}{A}$$

$$H_d = \frac{20,87}{66,82} = 0,31 \text{ m} = 0,30 \text{ m}$$

Profundidad efectiva

$$H_{te} = H_d + H_l + H_e.$$

$$H_{te} = 0,30 + 1,69 + 0,01 = 2 \text{ m}$$

- Relación largo/ancho : ½
 - ancho = 05, 80 m.
 - largo = 12, 15 m.
 - largo/ancho = 02,10

3.10. Dimensionamiento de los pozos de absorción

Es la última unidad de tratamiento, para evitar contaminar aguas subterráneas. Su diseño depende de la permeabilidad que presente el terreno en el cual se realizará el desfogue.

El pozo de absorción consiste en una excavación en el terreno, por lo general de 2,00 a 3,00 m. de diámetro.

Todo pozo de absorción debe tener una cubierta o losa de concreto armado de 0,20 m. de espesor descansando sobre un brocal o anillo de concreto. A la cubierta se le deja una tapa de inspección como mínimo de 0,60 x 0,60 m. y se conecta a un tubo de ventilación de 4" para la eliminación de gases.

Para calcular la dimensión del pozo no debe considerarse el fondo de la excavación como sección filtrante, porque se colmata rápidamente, sino la superficie de las paredes bajo la línea del agua, determinada por el nivel de la tubería de llegada. Conocido el coeficiente de absorción, la profundidad se determina con base en la siguiente fórmula:

$$H = \frac{\text{Área requerida}}{d * \pi}$$

Donde:

Área requerida = área requerida para la infiltración

D = diámetro del pozo

El área requerida está en función de la capacidad de absorción del suelo, y viene de la fórmula:

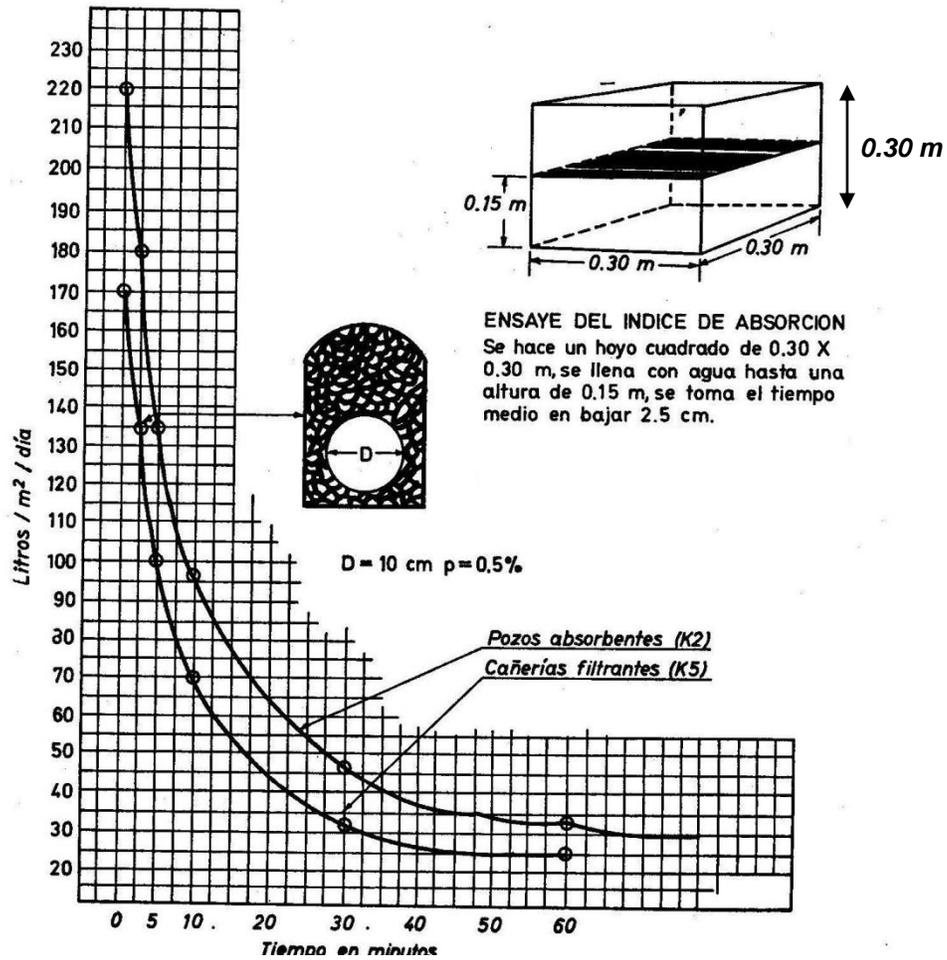
$$\text{Área requerida} = \frac{\text{Aporte de aguas negras} * \text{No. habitantes}}{q}$$

Donde:

Aporte de aguas negras = dotación de agua potable * factor de retorno

q = factor que depende de la capacidad de absorción del suelo

Figura 4. Coeficientes de absorción del terreno



Fuente: UNDA OPAZO, Francisco. Ingeniería sanitaria aplicada a saneamiento y salud pública.
p. 283.

El factor de filtración del suelo está en función de la velocidad que tarda en bajar el agua 2,5 cm. en el suelo saturado y viene dado por:

$$q = \frac{5}{\sqrt{t}}$$

Donde:

t = tiempo en minutos en que tarda en bajar el agua 2,50 cm. en la prueba de filtración del suelo.

- Dimensionamiento de los pozos

Fosa No. 1

Prueba de infiltración = 2,5 min, según se determina en la gráfica de la Figura 4.

$$q = \frac{5}{\sqrt{2,5}} = 3,20 \text{ gal/día} * \text{pie}^2$$

$$q = 178,53 \text{ lt / día} * \text{m}^2$$

Área de absorción

$$A_{\text{abs}} = \frac{A.AN.*No.Hab}{q}$$

$$A_{\text{abs}} = \frac{(120 \text{ lt/hab/día})*(321)}{178 \text{ lt/d-m}^2} = 215,76 \text{ m}^2$$

$$H = \frac{215,76}{3 * \pi} = 22,89 \text{ mt}$$

Se proponen 3 pozos de absorción de una profundidad de 7,63 m. con un diámetro de 3 m.

Pozos de absorción fosa No. 2

$$q = \frac{5}{\sqrt{1,3}} = 4,39 \text{ gal/día} * \text{pie}^2$$

$$178,53 \text{ lt / día} * \text{m}^2$$

Área de absorción

$$A_{req} = \frac{(120 \text{ lhd})(394 \text{ h})}{178,53} = 264,85 \text{ m}^2$$

Se proponen pozos de $\varnothing = 3\text{m}$.

$$H = \frac{264,85}{3 * \pi} = 28,10 \text{ mt}$$

Se establece el uso de 4 pozos de absorción de $\varnothing = 3\text{m}$ y $h = 7,05\text{m}$

3.11. Plan de operación y mantenimiento del sistema

El sistema trabaja por gravedad y no requiere de una operación específica diaria, sin embargo, se debe contemplar limpieza y revisión anual, previa al invierno, tanto de tubería, candelas domiciliarias y pozos de visita como de la caja distribuidora de caudales.

Para el mantenimiento y limpieza de la tubería, pozos de visita y fosas sépticas, los beneficiarios quedarán comprometidos a dar una cuota mensual de Q.10,00 por vivienda.

3.12. Elaboración de planos

Los planos constructivos para el sistema de alcantarillado sanitario se presentan en el apéndice, están conformados por:

- Planta de alcantarillado sanitario
- Planta-perfil de alcantarillado sanitario
- Planta-perfil de alcantarillado sanitario
- Detalle de conexiones domiciliarias
- Detalle de pozos de visita
- Detalle de fosa séptica

3.13. Presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario

Se elaboró siguiendo los criterios del proyecto de agua potable, integrando los costos de materiales, mano de obra no calificada, mano de obra calificada y los costos indirectos.

Tabla IX. Presupuesto integrado

PRESUPUESTO INTEGRADO

PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO CASERÍO EL CARMEN
 MUNICIPIO: SAN PABLO
 DEPARTAMENTO: SAN MARCOS.
 FECHA: NOVIEMBRE DE 2011
 CÁLCULO: OTTO ROBERTO OROZCO BARRIOS
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO, INGENIERÍA CIVIL

No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	U	P.U	SUBTOTAL
1	TRABAJOS PRELIMINARES	1220,00	ML	Q 7,35	Q 8 967,00
2	EXCAVACION Y RELLENO DE ZANJA	1586,00	ML	Q 95,72	Q 151 806,90
3	INSTALACIÓN DE TUBERÍA	1220,00	ML	Q 218,50	Q 266 565,43
4	POZO DE VISITA (H _{prom} =1.65 m.)	32,00	UNIDAD	Q 8 737,85	Q 279 611,15
5	CANDELAS DOMICILIARES	49,00	UNIDAD	Q 1 851,01	Q 90 699,35
6	FOSA SÉPTICA	2,00	UNIDAD	Q 82 577,59	Q 165 155,18
7	POZOS DE ABSORCIÓN	7,00	UNIDAD	Q 30 561,38	Q 213 929,63
TOTAL DEL PROYECTO					Q 1 176 734,63

TOTAL EN LETRAS: UN MILLÓN CIENTO SETENTA Y SEIS MIL SETECIENTOS
 TREINTA Y CUATRO QUETZALES CON SESENTA Y TRES CENTAVOS

Fuente: elaboración propia.

3.14. Evaluación socio-económica

3.14.1. Valor presente neto

El VPN designa una cantidad presente o actual de dinero, este valor se encuentra al comienzo del período inicial. El concepto del valor presente al igual que el de valor futuro, con base en la creencia de que el valor del dinero se ve afectado por el tiempo en que se recibe.

Sobre la escala de tiempo ocurre en el punto cero o en cualquier otro punto desde el cual se escoge medir el tiempo.

El valor presente neto puede desplegar tres posibles respuestas, las cuales pueden ser:

$$VPN < 0$$

$$VPN = 0$$

$$VPN > 0$$

Cuando el $VPN < 0$, y el resultado es un valor negativo muy grande alejado de cero, nos está alertando o previniendo que el proyecto no es rentable. Cuando el $VPN = 0$, está indicando que exactamente se está generando el porcentaje de utilidad que se desea, y cuando $VPN > 0$, está indicando que la opción es rentable, y que inclusive podría incrementarse el % de utilidad. Las fórmulas del VPN son:

$$P = F \left[\frac{1}{(1+i)^n - 1} \right]$$

$$P = A \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right]$$

Donde:

P = valor de pago único en el valor inicial a la operación, o valor presente

F = valor de pago único al final del período de la operación o valor de pago futuro.

A = valor de pago uniforme en un período determinado o valor de pago constante o renta de ingresos.

i = tasa de interés de cobro por la operación o tasa de unidad por la inversión a una solución.

n = período de tiempo que se pretende dure la operación

3.14.2. Tasa interna de retorno (TIR)

Es el método más utilizado para comparar alternativas de inversión. Se define como la tasa de descuento que iguala al valor presente de los flujos de efectivo con la inversión inicial en un proyecto. La TIR 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 egresos sean equivalentes a los ingresos.

Debido a que el proyecto es de carácter social, la municipalidad realizará un análisis de inversión de costo/beneficio, éste se determina de la siguiente manera:

Costo = inversión inicial – VPN

Beneficio = número de habitantes beneficiados (a futuro).

Para obtener un análisis más certero a cerca del beneficio y costo del presente proyecto se utilizará la siguiente fórmula:

$\frac{B}{c} > 1$ Donde el beneficio a obtenerse en el proyecto es mayor que el costo, entonces sí es rentable el mismo.

$\frac{B}{c} < 1$ Donde el beneficio a obtenerse en el proyecto es menor que el costo, entonces no es rentable el mismo.

3.15. Evaluación de impacto ambiental

El proyecto será sometido a una evaluación ambiental inicial, requerida por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. La actividad a desarrollar se caracteriza como proyecto nuevo.

Este proyecto se realizará en el área urbana de la aldea, el mayor riesgo podría estar en la ejecución del movimiento de tierras, por lo que se debe realizar un trabajo ordenado. En la tabla VIII se describen las alteraciones y medidas de restauración que se llevarán a cabo en este proyecto.

Tabla X. **Alteraciones y medidas de mitigación ambiental**

ALTERACIONES	MEDIDAS DE RESTAURACIÓN
Sistema atmosférico	
Presencia de partículas en suspensión y polvo	Riego permanente para humedecer las fuentes de emanación de partículas suspendidas
	Dotación de equipos de seguridad al personal
Modificación auditiva por generación de ruidos propios de las actividades	Realización de trabajos en horas hábiles.
Sistema lítico y edáfico	
Movimiento de tierra, corte y relleno, sin extracción del área de manejo.	Manejo ordenado de volúmenes extraídos.
	Compactación y nivelación adecuada en áreas de relleno.
Sociedad y cultura	
Inconvenientes en la circulación peatonal y vehicular	Señalización del área de trabajo.
	Tener un espacio libre, adecuado para circulación
Paisaje	
Modificación visual al área de tratamiento de aguas residuales	Implementación de siembra de árboles y arbustos adecuados en el área de tratamiento de aguas residuales.

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. La fuente de agua Mundo Nuevo del caserío El Carmen, produce un caudal mayor al requerido por la comunidad, ya que aún en época de estiaje el caudal aforado es mucho mayor que el caudal de diseño.
2. Los resultados de la encuesta socioeconómica realizada, obligan a esta comunidad a solicitar financiamiento para la construcción del sistema de agua potable y el alcantarillado sanitario, ya que se manifiesta un nivel de pobreza, reflejado en el bajo nivel de escolaridad, condiciones mínimas de vivienda y carencia de de servicios elementales, tales como: agua entubada y puesto de salud.
3. En virtud de que la distribución de viviendas en unos puntos está bastante concentrada y en otros dispersas, se determinó diseñar un servicio de agua potable compuesto por conexiones prediales. Por la misma razón para el sistema de alcantarillado sanitario se determinó la utilización de dos puntos de desfogue.
4. Los resultados de los exámenes de calidad del agua, revelan que la fuente desde el punto de vista bacteriológico, necesita tratamiento de desinfección por medio de cloro para garantizar la potabilidad de la misma.

RECOMENDACIONES

1. Capacitar y educar a la población por medio del Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE), la municipalidad y escuela en conjunto, para comenzar a crear cultura de ahorro de agua y mantenimiento de las fuentes de abastecimiento.
2. Velar porque el área perimetral, tanto del tanque y de captación, mantengan fuera del alcance de contaminantes como basura, ramas de árboles y lodo.
3. Mantener un control del sistema completo, tubería, tanque de distribución, cajas de válvulas, llaves, etc, para mantener el buen funcionamiento del sistema.
4. Revisar periódicamente el sistema de desinfección del agua, verificando la cantidad correcta de cloro en el tanque y en el punto más lejano de la distribución.
5. Realizar reuniones y campañas de concientización mensualmente para dar uso adecuado del agua.
6. No usar los artefactos sanitarios ni las candelas domiciliarias como basureros.
7. Dar parte a las autoridades de cualquier anomalía que se observe en los sistemas construidos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Instituto de Fomento Municipal, Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales. *Guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales*. Guatemala: UNEPAR; INFOM, 1997. 85 p.
2. GORDON, Fair; GEYER, John; OKUN, Daniel Alexander. *Ingeniería sanitaria y de aguas residuales*. México: Noriega. 2000. s.p.
3. Organización Panamericana de la Salud. *Especificaciones técnicas para la construcción de sistemas de alcantarillado sanitario*. Lima, Perú: OPS, , 54 p.
4. Organización Panamericana de la Salud. *Guía para el diseño de acueductos en zonas rurales*. Guatemala: OPS, 1994. 67 p.
5. CANTER, Larry Wagner. *Manual de evaluación de impacto ambiental*. 2a ed. Madrid: McGraw-Hill, 1998. S.p.
6. VALDES ROJAS, Ana Lucía. *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea El Salamo y ampliación al sistema de abastecimiento de agua potable de la aldea Plan de la Cruz, municipio de Monjas, departamento de Jalapa*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2009. 167 p.

7. MORALES CUSTODIO, Ana José. *Diseño de abastecimiento de agua potable, pavimento rígido, drenaje sanitario y pluvial del barrio El Recuerdo, y drenaje sanitario y pluvial para la colonia Las Victorias, municipio de Jocotenango, Sacatepéquez*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2008. 198 p.
8. FUENTES DE LEÓN, Hamilton Manuel. *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea San Sebastián, municipio de San Marcos, departamento de San Marcos*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2007. 173 p.
9. SIMMONS, C.S.; TÁRANO T.; PINTO, J.M. *Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala*. Guatemala: Instituto Agropecuario Nacional, 1959. 1000 p.
10. UNDA OPAZO, Francisco. *Ingeniería sanitaria aplicada a saneamiento y salud pública*. México: Unión Tipográfica Editorial Hispano-Americana, 1969. 978 p.

APÉNDICE A.

DISEÑO HIDRÁULICO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
POTABLE, CASERÍO EL CARMEN, SAN PABLO, SAN MARCOS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

DISEÑO DE LÍNEAS DE CONDUCCIÓN Y LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN
SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

PROYECTO:	DISEÑO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO AGUA POTABLE	DISEÑO:	OTTO ROBERTO OROZCO BARRIOS
UBICACIÓN:	CASERÍO EL CAMEN	MUNICIPIO:	SAN PABLO, SAN MARCOS
FECHA:	SEPTIEMBRE DE 2011		

LÍNEA DE CONDUCCIÓN

TRAMO		LONG. [MTS]	COTA DE TERRENO		HF [MTS]	Q [L/SEG]	CLASE [PSI]	DIÁMETRO [PLG.]	DIÁMETRO PROPUESTO		HF (por c/diámetro)		Long. (por c/diámetro)		HF (REALES)		HF [MTS]	TUBOS		Ø Elegido	COTA PIEZOMÉTRICA		COTA PIEZOMÉTRICA		PRESIÓN		Velocidad [fts/seg]		Observaciones
EST.	P.O.		Inicial	Final					Ømenor	Ømayor	Ømenor	Ømayor	2	2 1/2	Ømenor	Ømayor		Ømenor	Ømayor		Ømenor	Ømayor	plg	Inicial	Final	Inicial	Final	Dinámica	
E-0	E-18	383,43	1 000,00	996,05	3,95	1,97	160,00	2,31	2	2 1/2	7,93	2,68	-	402,60	-	-	OK	-	68,00	2 1/2	1 000,00	997,32	-	-	1,27	3,95	0,53	-	E-0 a E-18 TUBERÍA Ø2 1/2"
E-18	E-26	206,42	996,05	961,34	34,71	1,97	160,00	1,30	2	2 1/2	4,27	1,44	-	216,74	-	-	OK	-	37,00	2 1/2	997,32	995,88	-	-	34,54	34,71	0,53	-	E-18 a E-26 TUBERÍA Ø2 1/2"
E-26	E-96	2017,37	961,34	958,22	31,61	1,97	160,00	2,12	2	2 1/2	41,73	14,08	1328,51	789,73	26,18	5,25	OK	222	132	2 DIÁMETROS	995,88	990,63	990,63	964,45	6,23	3,12	0,83	0,53	E-26 a E-51 Ø2 1/2"; E-51 a E-96 Ø2"; E-96 CONSTRUIR TANQUE DISTRIBUCIÓN

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

DISEÑO DE LÍNEAS DE CONDUCCIÓN Y LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN
SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

PROYECTO:	DISEÑO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO AGUA POTABLE	DISEÑO:	OTTO ROBERTO OROZCO BARRIOS
UBICACIÓN:	CASERÍO EL CAMEN	MUNICIPIO:	SAN PABLO, SAN MARCOS
FECHA:	SEPTIEMBRE DE 2011		

LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN

TRAMO		LONG. [MTS]	COTA DE TERRENO		HF [MTS]	Q [L/T/SEG]	CLASE [PSI]	DIÁMETRO [PLG.]	DIÁMETRO PROPUESTO		HF (por c/diámetro)		Long. (por c/diámetro)		HF (REALES)		HF [MTS]	TUBOS		Φ Elegido	COTA PIEZOMÉTRICA		COTA PIEZOMÉTRICA		PRESIÓN		Velocidad [fts/seg]		Observaciones
EST.	P.O.	Inicial	Final					Φmenor	Φmayor	Φmenor	Φmayor	Φmenor	Φmayor	Φmenor	Φmayor	Φmenor	Φmayor	Φmenor	Φmayor	plg	Inicial	Final	Inicial	Final	Dinámica	Estática	Φmenor	Φmayor	
RAMAL PRINCIPAL																													
E-96	E-119	630,00	958,22	930,87	5,00	1,80	160,00	2,35	2	2 1/2	11,03	3,72	-	661,50	-	-	OK	-	111,00	2 1/2	958,22	954,50	-	-	23,63	27,35	0,49	-	E-96 a E-119 TUBERÍA Φ 2 1/2"
E-119	E-137	625,00	930,87	872,34	58,53	1,80	160,00	1,42	1 1/4	1 1/2	107,92	44,41	-	656,25	-	-	OK	-	110,00	1 1/2	954,50	910,09	-	-	37,75	58,53	1,35	-	E-119 a E-137 TUBERÍA Φ 1 1/2"
RAMAL No. 2																													
E-119	E-119.1	12	930,87	932,03	1,00	0,16	160,00	0,58	3/4	1	0,28	0,07	-	-	-	-	OK	-	3	3/4	954,50	954,22	-	-	22,19	23,00	0,48	-	E-119.1 CONSTRUIR CAJA PARA VÁLVULAS.
E-119.1	E-123	100,5	932,03	935,05	5,00	0,16	160,00	0,64	3/4	1	2,37	0,58	-	-	-	-	OK	-	18	3/4	949,22	946,85	-	-	11,80	15,69	0,48	-	E-119.1 a E-123 TUBERÍA Φ 3/4"
RAMAL No. 3																													
E-96	E-76	530	958,22	930,55	10,15	0,44	160,00	1,15	1	1 1/4	20,03	6,76	141,90	414,60	5,11	5,04	OK	24	70	2 DIÁMETROS	958,22	953,18	953,18	948,07	17,52	27,67	0,74	0,48	E-96 a E-80 Φ 1 1/4". E-80 a E-76 Φ 1". E-82.1 CONSTRUIR CAJA PARA VÁLVULAS
RAMAL No. 4																													
E-82	E-82.7	188,12	934,59	920,77	5,12	0,24	160,00	0,85	-	3/4	-	9,40	-	-	-	-	OK	-	32	3/4	953,85	944,45	-	-	23,68	13,82	0,48	-	E-82 a E-82.7 Φ 3/4".

APÉNDICE B.

PRESUPUESTO DESGLOSADO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO
DE AGUA POTABLE, CASERÍO EL CARMEN, SAN PABLO, SAN MARCOS

PRESUPUESTO DESGLOSADO

PROYECTO: ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA CASERIO EL CARMEN
MUNICIPIO: SAN PABLO
DEPARTAMENTO: SAN MARCOS.
FECHA: NOVIEMBRE DE 2011
CÁLCULO: OTTO ROBERTO OROZCO BARRIOS
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO, INGENIERÍA CIVIL

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
TRABAJOS PRELIMINARES	4 962,00	ML	Q 7,35	Q 36 470,70
MATERIALES				
----	-	ML	-	-
TOTAL MATERIALES				Q -
MANO DE OBRA				
Trazo y replanteo de la línea	4 962,00	ML	Q 2,50	Q 12 405,00
SUB - TOTAL MANO DE OBRA				Q 12 405,00
	AYUDANTE		45,00%	Q 5 582,25
	PRESTACIONES		65,00%	Q 8 063,25
TOTAL MANO DE OBRA				Q 26 050,50
TOTAL COSTO DIRECTO				Q 26 050,50
TOTAL COSTO INDIRECTO				Q 10 420,20
TOTAL DEL RENGLON				Q 36 470,70

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
EXCAVACION Y RELLENO DE ZANJA	4 962,00	ML	Q 39,78	Q 197 385,87
MATERIALES				
---	-	-	Q -	Q -
---	-	M3	Q -	Q -
TOTAL MATERIALES				Q -
MANO DE OBRA				
Excavación de la zanja	2 580,00	M3	Q 16,00	Q 41 280,00
Relleno de la Zanja	2 451,00	M3	Q 10,55	Q 25 858,05
SUB - TOTAL MANO DE OBRA				Q 67 138,05
	AYUDANTE		45,00%	Q 30 212,12
	PRESTACIONES		65,00%	Q 43 639,73
TOTAL MANO DE OBRA				Q 140 989,91
TOTAL COSTO DIRECTO				Q 140 989,91
TOTAL COSTO INDIRECTO				Q 56 395,96
TOTAL DEL RENGLON				Q 197 385,87

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
TANQUE DE DISTRIBUCION DE 40.00	1,00	U	Q 81 728,15	Q 81 728,15
MATERIALES				
Cemento	200	BOLSAS	Q 75,00	Q 15 000,00
Arena de Río	5	m3	Q 200,00	Q 1 000,00

Piedrín	6	m3	Q	250,00	Q	1 500,00
Piedra Bola	60	m3	Q	180,00	Q	10 800,00
Tablas de 1"x12"x9'	6	doc	Q	300,00	Q	1 800,00
Parales de 3"x3"x9'	4	doc	Q	300,00	Q	1 200,00
Clavo de 3" para madera	42	Lbs.	Q	7,50	Q	315,00
Alambre de amarre	35	Lbs.	Q	7,50	Q	262,50
Hierro de 1/4"	54	Var.	Q	13,50	Q	729,00
Hierro de 3/8"	90	Var.	Q	35,00	Q	3 150,00
Hierro de 1/2"	4	Var.	Q	65,00	Q	260,00
Válvula de compuerta de 2 1/2"	2	U	Q	650,00	Q	1 300,00
Válvula de compuerta de 3 "	1	U	Q	850,00	Q	850,00
Tubería pvc de drenaje de 3"	3	tubos	Q	110,00	Q	330,00
Codos pvc de 4" x 90°	6	U	Q	12,00	Q	72,00
Adaptador hembra pvc de 2 1/2"	2	U	Q	15,00	Q	30,00
Adaptador macho pvc de 2 1/2"	2	U	Q	20,00	Q	40,00
Pichacha plástica de 2 1/2"	2	U	Q	250,00	Q	500,00
Aceite de 3 en 1	1	Bote	Q	90,00	Q	90,00
Candados de 60 mm	2	U	Q	90,00	Q	180,00
Tubo HG de 3"	0,25	tubos	Q	560,00	Q	140,00
Codo HG de 3"	2	u	Q	30,00	Q	60,00
TOTAL DE MATERIALES					Q	39 608,50
MANO DE OBRA						
Excavación	42	M3	Q	30,00	Q	1 260,00
Fundición de piso	27	M2	Q	50,00	Q	1 350,00
Muros perimetrales por gravedad	24	M3	Q	80,00	Q	1 920,00
Armado de tapadera	30	M2	Q	35,00	Q	1 050,00
Fundición de tapadera	3,15	M3	Q	50,00	Q	157,50
Vigas intermedias	2	U	Q	600,00	Q	1 200,00
Instalación de accesorios PVC	1	GLOBAL	Q	2 000,00	Q	2 000,00
SUB - TOTAL MANO DE OBRA					Q	8 937,50
AYUDANTE				45,00%	Q	4 021,88
PRESTACIONES				65,00%	Q	5 809,38
TOTAL MANO DE OBRA					Q	18 768,75
TOTAL COSTO DIRECTO					Q	58 377,25
TOTAL COSTO INDIRECTO				40,00%	Q	23 350,90
COSTO TOTAL DEL RENGLON					Q	81 728,15

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
PASO DE ZANJON AEREO DE 10 MTS	2,00	U	Q 39 543,00	Q 79 086,00
Cemento	50,00	Saco	Q 75,00	Q 3 750,00
Arena de río	6,00	m3	Q 200,00	Q 1 200,00
Piedrín	6,00	m3	Q 250,00	Q 1 500,00
Tabla de 12" x 1" x 8'	3,00	doc	Q 425,00	Q 1 275,00
Regla de 3" x 3" x 9'	3,00	doc	Q 425,00	Q 1 275,00
Clavo de 2"	10,00	Libras	Q 7,50	Q 75,00
Alambre de Amarre	14,00	Libras	Q 7,50	Q 105,00
Hierro de 1/2"	8,00	Varillas	Q 65,00	Q 520,00
Hierro de 3/8"	26,00	Varillas	Q 35,00	Q 910,00
tubería Hg. de 2 1/2"	4,00	tubo	Q 1 250,00	Q 5 000,00
Uniones universales HG de 2 1/2"	8,00	unidad	Q 950,00	Q 7 600,00
Niples HG de 2 1/2" de 0.38 m.	4,00	unidad	Q 300,00	Q 1 200,00
Codo HG de 2 1/2" x 45 grados	8,00	unidad	Q 1 100,00	Q 8 800,00

Cable galvanizado para tirante de 3/8"	50,00	ml	Q	30,00	Q	1 500,00	
Cable galvanizado de suspension de 3/8"	320,00	ml	Q	2,00	Q	640,00	
Mordazas de 3/8"	60,00	unidad	Q	13,00	Q	780,00	
Mordazas de 1/4"	120,00	unidad	Q	9,00	Q	1 080,00	
Guardacables de 3/8"	180,00	unidad	Q	15,00	Q	2 700,00	
Guardacables de 1/4"	20,00	unidad	Q	10,00	Q	200,00	
TOTAL DE MATERIALES					Q	40 110,00	
MANO DE OBRA							
Fundición de muertos	1	M3	Q	700,00	Q	700,00	
Instalación de tubería HG 2 1/2"	2	U	Q	1 550,00	Q	3 100,00	
Instalación de cableado	2	U	Q	2 000,00	Q	4 000,00	
			Q	-	Q	-	
SUB - TOTAL MANO DE OBRA					Q	7 800,00	
AYUDANTE				45,00%	Q	3 510,00	
PRESTACIONES				65,00%	Q	5 070,00	
TOTAL MANO DE OBRA					Q	16 380,00	
TOTAL COSTO DIRECTO					Q	56 490,00	
TOTAL COSTO INDIRECTO					40,00%	Q	22 596,00
TOTAL DEL RENGLON					Q	79 086,00	

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL	
CAJA VALVULA DE AIRE	8,00	U.	Q 4 795,88	Q 38 367,00	
cemento	56,00	sacos	Q 75,00	Q 4 200,00	
arena de rio	4,00	m3	Q 200,00	Q 800,00	
piedrín	4,00	m3	Q 250,00	Q 1 000,00	
piedra bola	12,00	m3	Q 180,00	Q 2 160,00	
tablas de 1" * 12" * 9'	4,00	doc	Q 425,00	Q 1 700,00	
clavo de 3"	4,00	doc	Q 7,50	Q 30,00	
alambre de amarre	40,00	libras	Q 7,50	Q 300,00	
hierro No.3	12,00	varillas	Q 35,00	Q 420,00	
valvula de aire de 2 1/2"	8,00	u	Q 425,00	Q 3 400,00	
tee pvc de 2 1/2"	26,00	u	Q 225,00	Q 5 850,00	
candados de 50 mm	8,00	u	Q 90,00	Q 720,00	
SUB- TOTAL DE MATERIALES				Q 20 580,00	
MANO DE OBRA					
Excavación	1	M3	Q 50,00	Q 50,00	
Encofrado	8,00	U	Q 15,00	Q 120,00	
Fundición de piso	8,00	U	Q 90,00	Q 720,00	
Fundición de caja	8,00	U	Q 175,00	Q 1 400,00	
Tapadera	8,00	U	Q 120,00	Q 960,00	
SUB - TOTAL MANO DE OBRA					Q 3 250,00
AYUDANTE				45,00%	Q 1 462,50
PRESTACIONES				65,00%	Q 2 112,50
TOTAL MANO DE OBRA					Q 6 825,00
TOTAL COSTO DIRECTO					Q 27 405,00
TOTAL COSTO INDIRECTO					40,00% Q 10 962,00
TOTAL DEL RENGLON					Q 38 367,00

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
CAJA VALVULAS	10,00	U	Q 5 189,17	Q 51 891,70
cemento	60,00	sacos	Q 75,00	Q 4 500,00

arena de rio	12,00	m3	Q	200,00	Q	2 400,00	
piedrin	12,00	m3	Q	250,00	Q	3 000,00	
piedra bola	30,00	m3	Q	180,00	Q	5 400,00	
tablas de 1" * 12" * 9'	5,00	doc	Q	425,00	Q	2 125,00	
clavo de 3"	15,00	libras	Q	7,50	Q	112,50	
alambre de amarre	40,00	libras	Q	7,50	Q	300,00	
hierro No.3	15,00	varillas	Q	35,00	Q	525,00	
valvula de compuertade 2 1/2"	10,00	u	Q	650,00	Q	6 500,00	
adaptador hembra pvc de 2 1/2"	20,00	u	Q	25,00	Q	500,00	
tee pvc de 2 1/2"	30,00	u	Q	50,00	Q	1 500,00	
candados de 50 mm	10,00	u	Q	90,00	Q	900,00	
SUB- TOTAL DE MATERIALES					Q	27 762,50	
MANO DE OBRA							
Excavación	2	M3	Q	50,00	Q	100,00	
Encofrado	10,00	U	Q	35,00	Q	350,00	
Fundición de piso	10,00	U	Q	103,00	Q	1 030,00	
Fundición de caja	10,00	U	Q	175,00	Q	1 750,00	
Tapadera	10,00	U	Q	120,00	Q	1 200,00	
SUB - TOTAL MANO DE OBRA					Q	4 430,00	
AYUDANTE				45,00%	Q	1 993,50	
PRESTACIONES				65,00%	Q	2 879,50	
TOTAL MANO DE OBRA					Q	9 303,00	
TOTAL COSTO DIRECTO					Q	37 065,50	
TOTAL COSTO INDIRECTO					40,00%	Q	14 826,20
TOTAL DEL RENGLON					Q	51 891,70	

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
CAPTACION + CAJA DE VÁLVULAS	2,00	U	Q 15 276,73	Q 30 553,46
cemento	80,00	sacos	Q 75,00	Q 6 000,00
arena de rio	10,00	m3	Q 200,00	Q 2 000,00
piedrin	5,00	m3	Q 250,00	Q 1 250,00
piedra bola	2,00	m3	Q 180,00	Q 360,00
tablas de 1" * 12" * 9'	1,00	doc	Q 425,00	Q 425,00
clavo de 3"	6,00	libras	Q 7,50	Q 45,00
alambre de amarre	6,00	libras	Q 7,50	Q 45,00
hierro No.4	30,00	varillas	Q 65,00	Q 1 950,00
hierro No.3	20,00	varillas	Q 35,00	Q 700,00
hierro No.2	6,00	varillas	Q 18,00	Q 108,00
valvula de compuerta de 2 1/2"	2,00	u	Q 650,00	Q 1 300,00
adaptador hembra pvc de 2 1/2"	4,00	u	Q 85,00	Q 340,00
Pichacha de 2 1/2"	2,00	u	Q 150,00	Q 300,00
Codo pvc para drenaje de 2"	6,00	u	Q 25,00	Q 150,00
Codo pcv de 90grados * 2"	2,00	u	Q 65,00	Q 130,00
Tee pvc de 2"	2,00	u	Q 65,00	Q 130,00
Adaptador macho de 2"	2,00	u	Q 25,00	Q 50,00
candados de 50 mm	2,00	u	Q 90,00	Q 180,00
SUB- TOTAL DE MATERIALES				Q 15 463,00
MANO DE OBRA				
Excavación	2,00	M3	Q 12,00	Q 24,00
Fundición de muros	7,00	m3	Q 80,00	Q 560,00
Colocación de rejilla y lecho para filtro	1,00	Global	Q 575,00	Q 575,00
Fundición de caja	2,00	U	Q 320,00	Q 640,00

Tapadera	2,00	U	Q	265,00	Q	530,00
Instalación de accesorios	1,00	Global	Q	700,00	Q	700,00
SUB - TOTAL MANO DE OBRA					Q	3 029,00
				AYUDANTE	45,00%	Q 1 363,05
				PRESTACIONES	65,00%	Q 1 968,85
TOTAL MANO DE OBRA					Q	6 360,90
TOTAL COSTO DIRECTO					Q	21 823,90
TOTAL COSTO INDIRECTO					40,00%	Q 8 729,56
TOTAL DEL RENGLON					Q	30 553,46

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL	
LINEA DE CONDUCCION	2 754,00	ML	Q 88,00	Q 242 352,02	
MATERIALES					
tubería pvc de 2 1/2" PVC/160 psi	237,00	tubo	Q 218,20	Q 51 713,40	
tubería pvc de 2" PVC/160 psi	222,00	tubo	Q 141,28	Q 31 364,16	
Accesorios	1,00	Global	Q 35 000,00	Q 35 000,00	
SUB- TOTAL DE MATERIALES				Q 118 077,56	
MANO DE OBRA					
Instalación de tubería PVC 2 1/2"	237,00	U	Q 57,00	Q 13 509,00	
Instalación de tubería PVC 2"	222,00	U	Q 57,00	Q 12 654,00	
Compactación de selecto	13,00	M3	Q 3,25	Q 42,25	
				Q -	
				Q -	
				Q -	
SUB - TOTAL MANO DE OBRA				Q 26 205,25	
				AYUDANTE 45,00%	Q 11 792,36
				PRESTACIONES 65,00%	Q 17 033,41
TOTAL MANO DE OBRA				Q 55 031,03	
TOTAL COSTO DIRECTO				Q 173 108,59	
TOTAL COSTO INDIRECTO				40,00% Q 69 243,43	
TOTAL DEL RENGLON				Q 242 352,02	

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL	
LINEA DE DISTRIBUCION	2 208,00	ML	Q 70,33	Q 155 286,79	
tubería pvc de 2 1/2" PVC/160 psi	111,00	tubo	Q 218,20	Q 24 220,20	
tubería pvc de 2" PVC/160 psi	110,00	tubo	Q 141,28	Q 15 540,80	
tubería pvc de 1 1/2" PVC/160 psi	93,00	tubo	Q 90,67	Q 8 432,31	
tubería pvc de 3/4" PVC/250 psi	20,00	tubo	Q 41,63	Q 832,60	
tubería pvc de 1" PVC/160 psi	34,00	tubo	Q 51,20	Q 1 740,80	
Accesorios	1,00	Global	Q 25 000,00	Q 25 000,00	
SUB- TOTAL DE MATERIALES				Q 75 766,71	
MANO DE OBRA					
Instalación de tubería PVC 2 1/2"	20,00	U	Q 57,00	Q 1 140,00	
Instalación de tubería PVC 2"	34,00	U	Q 57,00	Q 1 938,00	
Compactación de selecto	13,00	M3	Q 3,25	Q 42,25	
Instalación de tubería 3/4"	20,00	U	Q 57,00	Q 1 140,00	
Instalación de tubería de 1 1/2"	93,00	U	Q 57,00	Q 5 301,00	
Instalación de tubería de 1"	34,00	U	Q 57,00	Q 1 938,00	
Instalación de accesorios	1,00	Global	Q 5 240,00	Q 5 240,00	
SUB - TOTAL MANO DE OBRA				Q 16 739,25	
				AYUDANTE 45,00%	Q 7 532,66
				PRESTACIONES 65,00%	Q 10 880,51
TOTAL MANO DE OBRA				Q 35 152,43	
TOTAL COSTO DIRECTO				Q 110 919,14	
TOTAL COSTO INDIRECTO				40,00% Q 44 367,65	
TOTAL DEL RENGLON				Q 155 286,79	

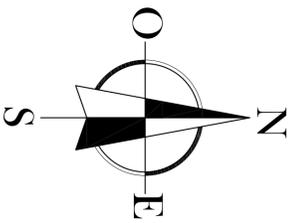
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
CONEXIONES DOMICILIARES	66,00	U	Q 1 578,40	Q 104 174,28
cemento	132,00	sacos	Q 73,00	Q 9 636,00
arena de rio	10,00	m3	Q 250,00	Q 2 500,00
piedrin	15,00	m3	Q 250,00	Q 3 750,00
piedra bola	30,00	m3	Q 180,00	Q 5 400,00
tablas de 1" * 12" * 9'	2,00	doc	Q 425,00	Q 850,00
clavo de 3"	20,00	libras	Q 7,50	Q 150,00
alambre de amarre	25,00	libras	Q 7,50	Q 187,50
hierro No.2	16,00	varillas	Q 35,00	Q 560,00
Llaves de chorro de bronce 1/2"	66,00	u	Q 75,00	Q 4 950,00
Tubo PVC 1/2" 315 psi	396,00	u	Q 32,80	Q 12 988,80
Codos de pvc 1/2 90°	122,00	u	Q 4,00	Q 488,00
Llaves de paso de bronce 1/2"	66,00	u	Q 75,00	Q 4 950,00
Accesorios	1,00	global	Q 3 000,00	Q 3 000,00
Niples HG 1/2 largo 1.50	66,00	u	Q 60,00	Q 3 960,00
SUB- TOTAL DE MATERIALES				Q 53 370,30
MANO DE OBRA				
Instalación de tubería PVC 1/2"	70,00	U	Q 57,00	Q 3 990,00
Fundición + armado de caja	66,00	U	Q 79,00	Q 5 214,00
Instalación de accesorios	1,00	Global	Q 815,00	Q 815,00
		U	Q -	Q -
		U	Q -	Q -
		U	Q -	Q -
		Q	Q -	Q -
SUB - TOTAL MANO DE OBRA				Q 10 019,00
		AYUDANTE	45,00%	Q 4 508,55
		PRESTACIONES	65,00%	Q 6 512,35
TOTAL MANO DE OBRA				Q 21 039,90
TOTAL COSTO DIRECTO				Q 74 410,20
TOTAL COSTO INDIRECTO			40,00%	Q 29 764,08
TOTAL DEL RENGLON				Q 104 174,28
COSTO TOTAL DEL PROYECTO				Q 1 017 297,16

APÉNDICE C.

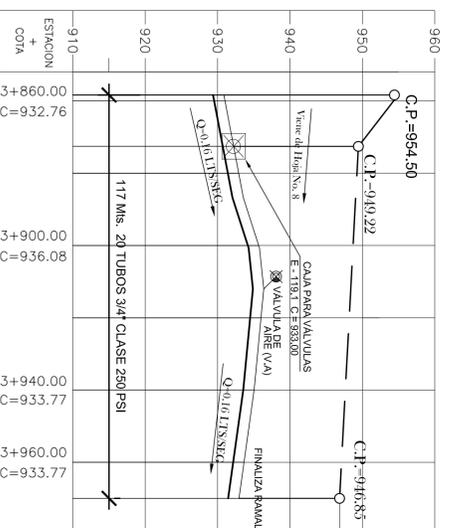
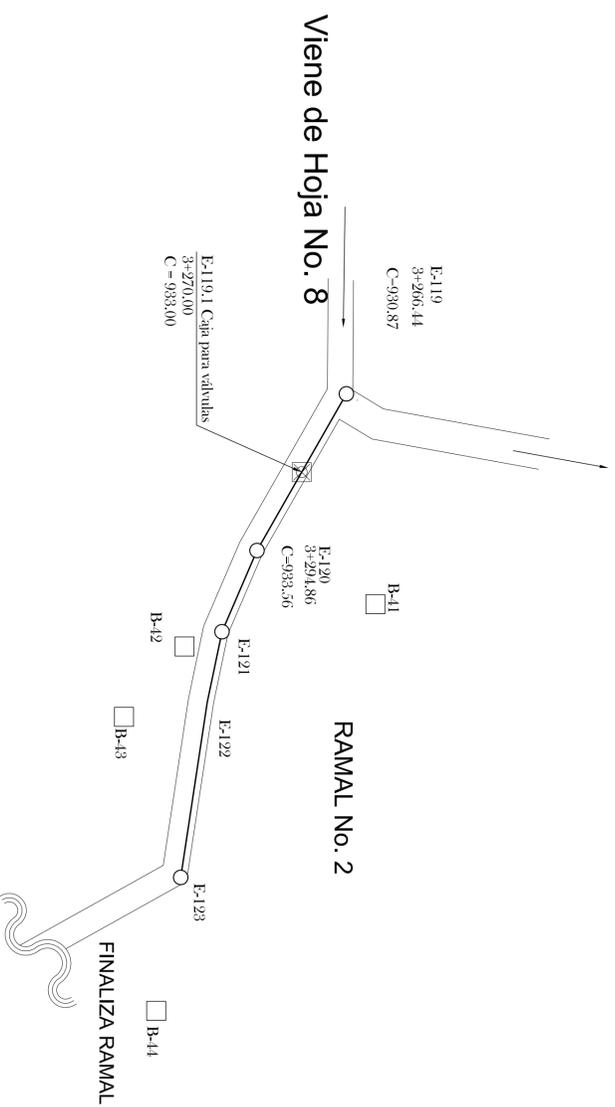
- EXAMEN BACTERIOLÓGICO
- EXAMEN FÍSICO-QUÍMICO

APÉNDICE D.

PLANOS SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE,
CASERÍO EL CARMEN, SAN PABLO, SAN MARCOS

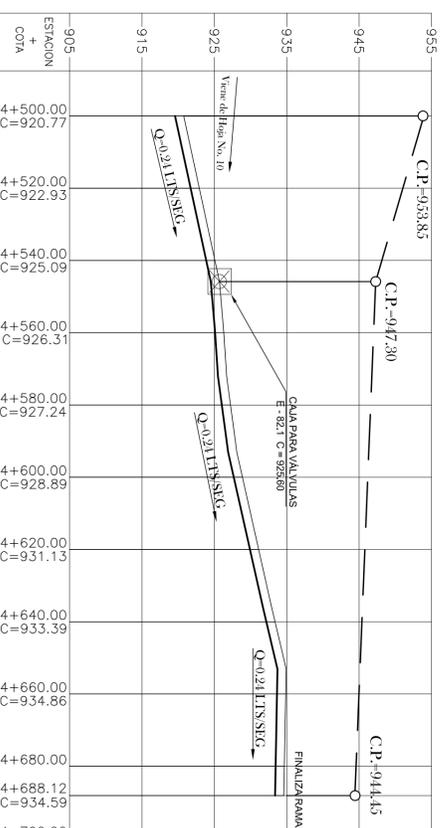
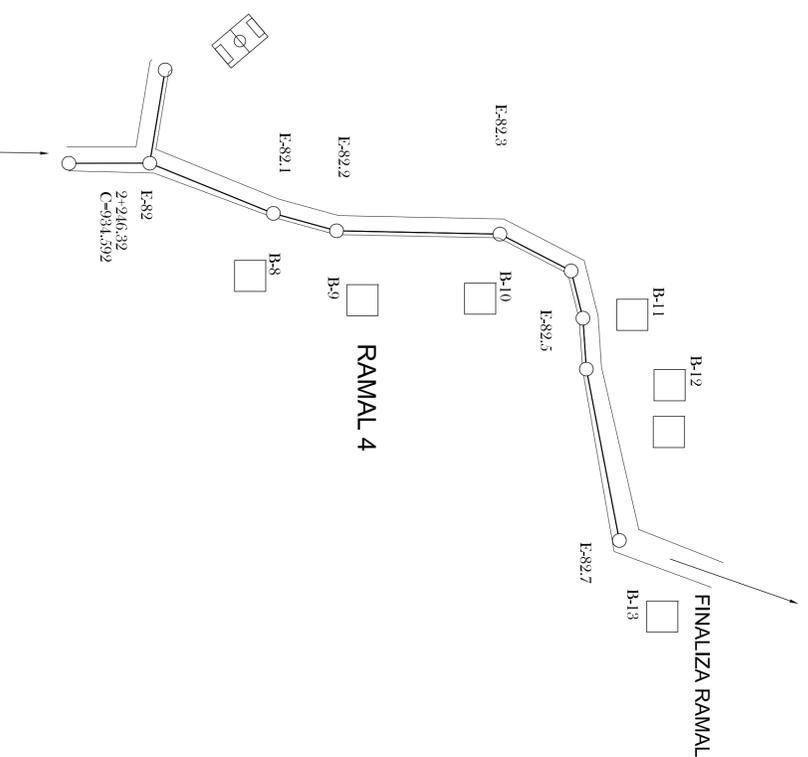


Va a Hoja No. 9



Hacia Coserío Nuevo San Corrios

Viene de Hoja No. 10



SIMBOLOGIA	
	REDUCTOR BUSHING
	TEE
	GPR - V/F
	TANQUE DISTRIBUCION
	CASA, IGLESIA, ESCUELA
	CAJA ROMPE PRESION SIN V.F.
	VALVULA DE AIRE (VA)
	VALVULA DE LIMPIEZA
	VALVULA DE COMPLETADA DE MANEJO SIN INDICADOR
	GPR 90° o 45°
	VALVULA DE COMPLETADA DE MANEJO SIN INDICADOR
	VALVULA DE COMPLETADA (VCI)
	VALVULA DE CILINDRO (VCI)
	CAJA PARA VALVULAS
	PIEZOMETRICA - O-113589
	CARRETERA ASPHALTADA

PLANTA-PERFIL RAMAL No. 2

RAMAL No. 2 < E-119 A E-123 >

ESC. HORIZONTAL: 1:1,000
ESC. VERTICAL: 1:500

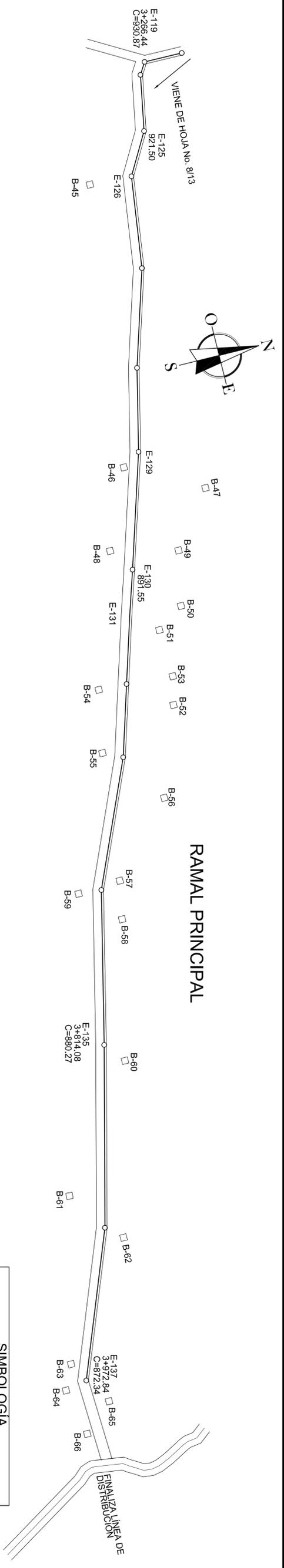
PLANTA-PERFIL RAMAL No. 4

RAMAL No. 2 < E-82 A E-82.7 >

ESC. HORIZONTAL: 1:1,000
ESC. VERTICAL: 1:500

PROYECTOR:	
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	
CONTENIDO:	
PLANTA - PERFIL LINEA DISTRIBUCION	TOROSERIAL
UBICACION: CASERIO EL CARMEN, OTTO OROZCO BARRIOS	OTTO OROZCO BARRIOS
PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SAN PABLO, SAN MARCOS.	OTTO OROZCO BARRIOS
MUNICIPALIDAD DE SAN PABLO, SAN MARCOS	REVISOR:
	ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ
	OCTUBRE 2011 INDICADA
	ESCALA:

PROYECTOR:	
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	
CONTENIDO:	
PLANTA - PERFIL LINEA DISTRIBUCION	TOROSERIAL
UBICACION: CASERIO EL CARMEN, OTTO OROZCO BARRIOS	OTTO OROZCO BARRIOS
PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SAN PABLO, SAN MARCOS.	OTTO OROZCO BARRIOS
MUNICIPALIDAD DE SAN PABLO, SAN MARCOS	REVISOR:
	ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ
	OCTUBRE 2011 INDICADA
	ESCALA:

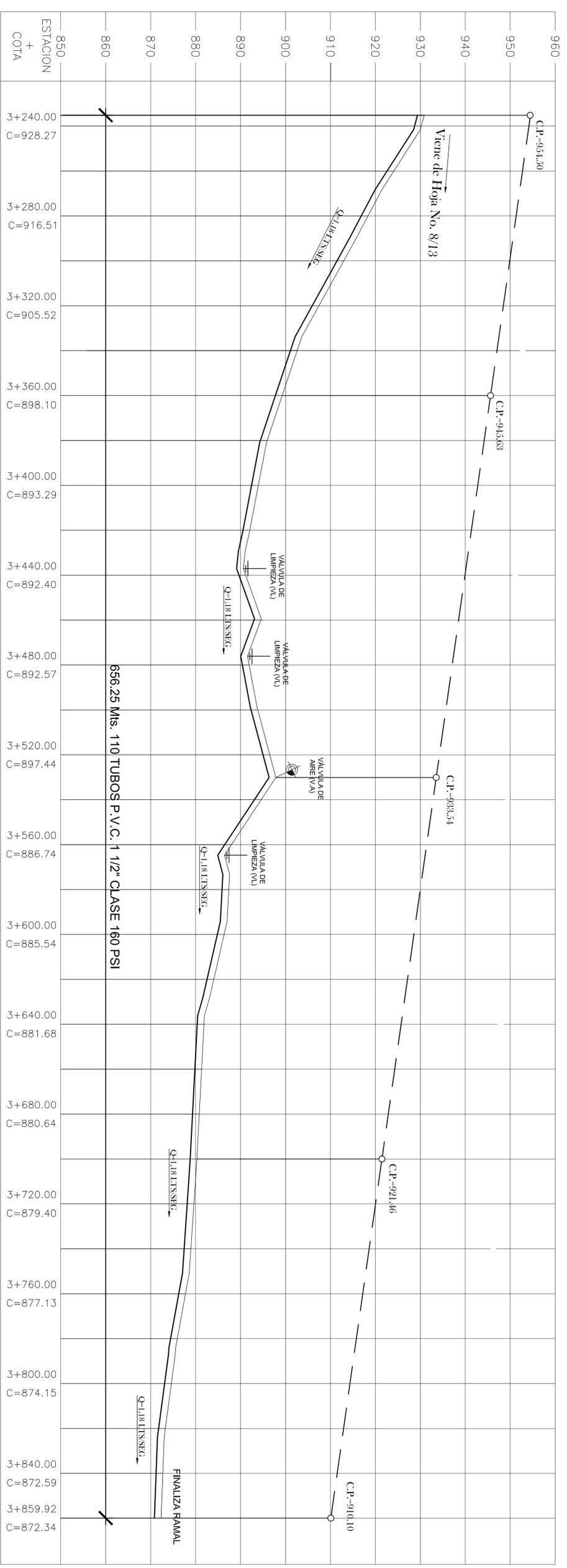


PLANTA - PERFIL DISTRIBUCIÓN RAMAL PRINCIPAL

RAMAL PRINCIPAL < E-119 A E-137 >

ESC. HORIZONTAL: 1:1,000

SIMBOLOGÍA	
REDUCTOR BUSHING	TEE
GRUPO V.F.	TAPON DE TUBERIA
TANQUE DISTRIBUCION	CASA IGLESIA, ESCUELA
CAJA ROMPE PRESION SIN V.F.	TUBERIA DE CONDUCCION
VALVULA DE AIRE (VA)	TUBERIA DE DISTRIBUCION
VALVULA DE LIMPIEZA	MACHETEO
VALVULA DE COMPLETAMIENTO	CAPTACION
GRUPO P.V.C.	VALVULA DE COMPUERTA (V)
QUERREDA RIO	VALVULA DE GLOBO (V)
CAMINO	CAJA PASA VALVULAS
PASO DE ZANON O PASO ABIERTO	PERIMETRICA Q-LTSS/SG
	CARRITERA ASFALTADA



PLANTA - PERFIL DISTRIBUCIÓN RAMAL PRINCIPAL

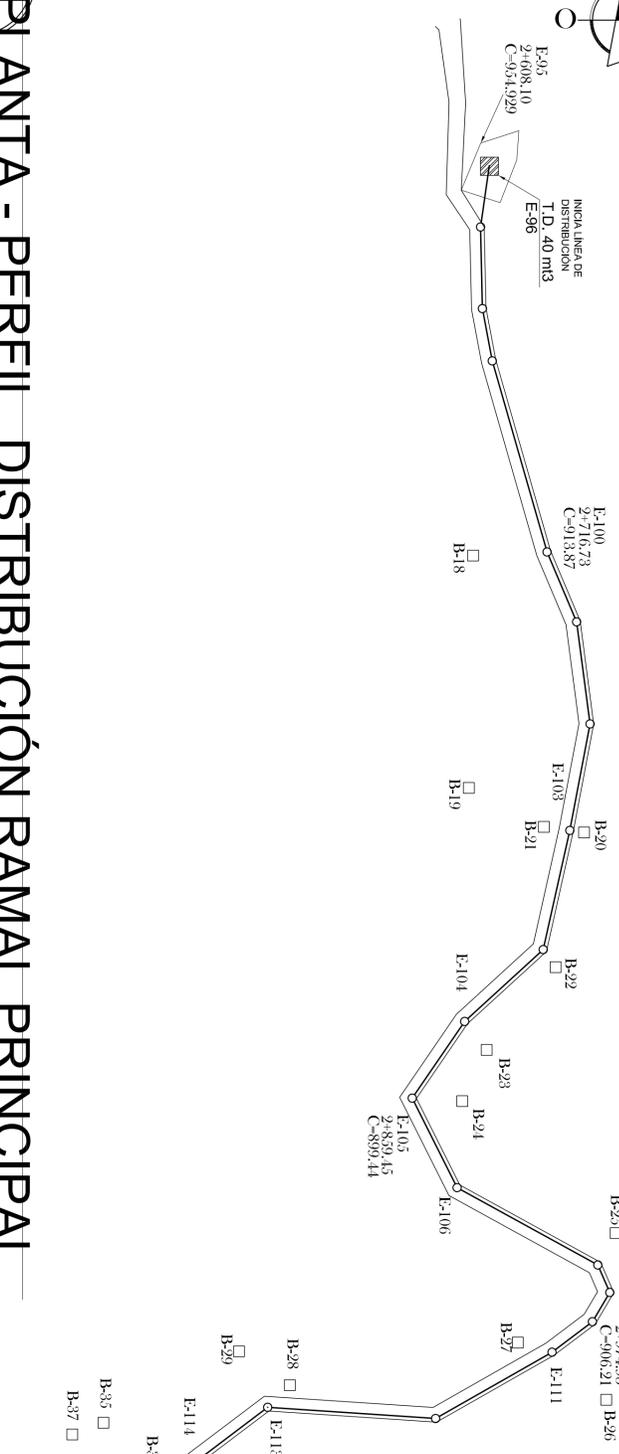
RAMAL PRINCIPAL < E-119 A E-137 >

ESC. HORIZONTAL: 1:1,000
ESC. VERTICAL: 1:500

PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	
CONTENIDO: PLANTA - PERFIL LINEA DISTRIBUCION	
UBICACION: CASERIO EL CARMEN, MUNICIPIO DE SAN PABLO, SAN MARCOS.	
PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN PABLO, SAN MARCOS	
INGENIERO: ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ	PROYECTOR: ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ
ASISTENTE: ASSESOR - SUPERVISOR E.P.S.	ALCALDE MUNICIPAL: ALCALDE MUNICIPAL
HOJA No.: 9 / 14	FECHA: OCTUBRE 2011



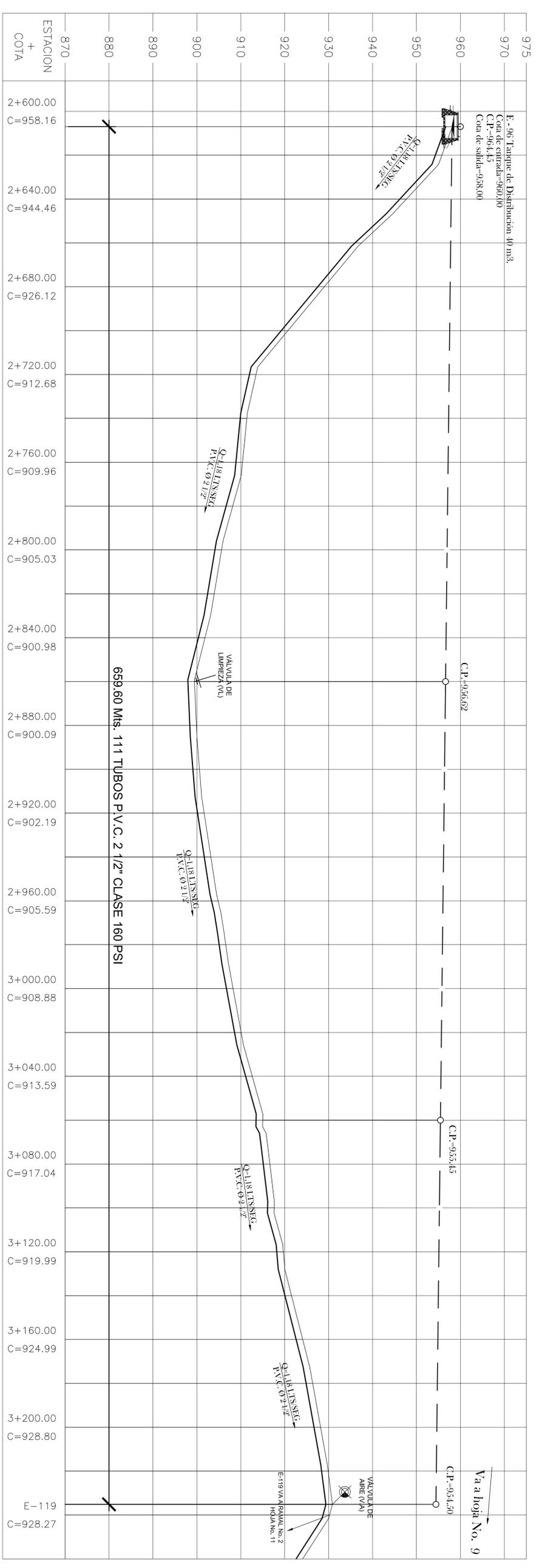
RAMAL PRINCIPAL



ESC. HORIZONTAL: 1:1.000
ESC. VERTICAL: 1:500

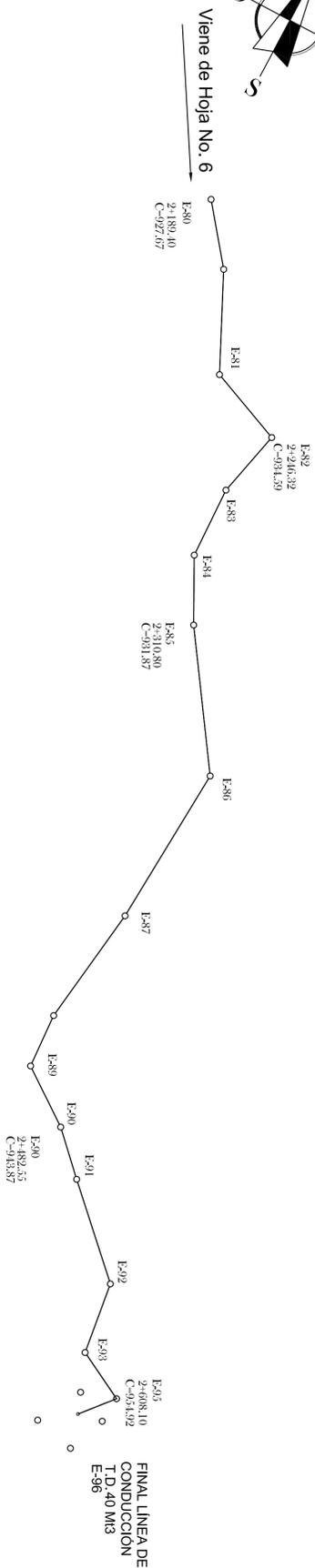
PLANTA - PERFIL DISTRIBUCIÓN RAMAL PRINCIPAL

RAMAL PRINCIPAL < E-96 A E-119 >



SIMBOLOGÍA	
	REDUCTOR BURSTIN
	C.P. + V.F.
	TANQUE DISTRIBUCIÓN
	CASA INGESTA ESFERA
	VALVULA DE ANE (VA)
	VALVULA DE LIMPIEZA
	VALVULA DE COMPUERTA DE BRONCE DE DIAMETRO INDICADO
	CRUZ P.V.C.
	CODO 90° o 45°
	QUESERA, RIO
	CAMINO
	PASO DE ZANJÓN O PASO ABIERTO
	TEE
	TAPON DE TUBERÍA
	CASA INGESTA ESFERA
	TUBERÍA DE CONDUCCIÓN
	TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN
	NACIMIENTO
	CAPTACIÓN
	VALVULA DE COMPUERTA (VC)
	VALVULA DE CODO (VC)
	CAJA PARA VALVULAS
	PIEZOMÉTRICA o LTISSIG
	CAMBRERA ASFÁLTICA

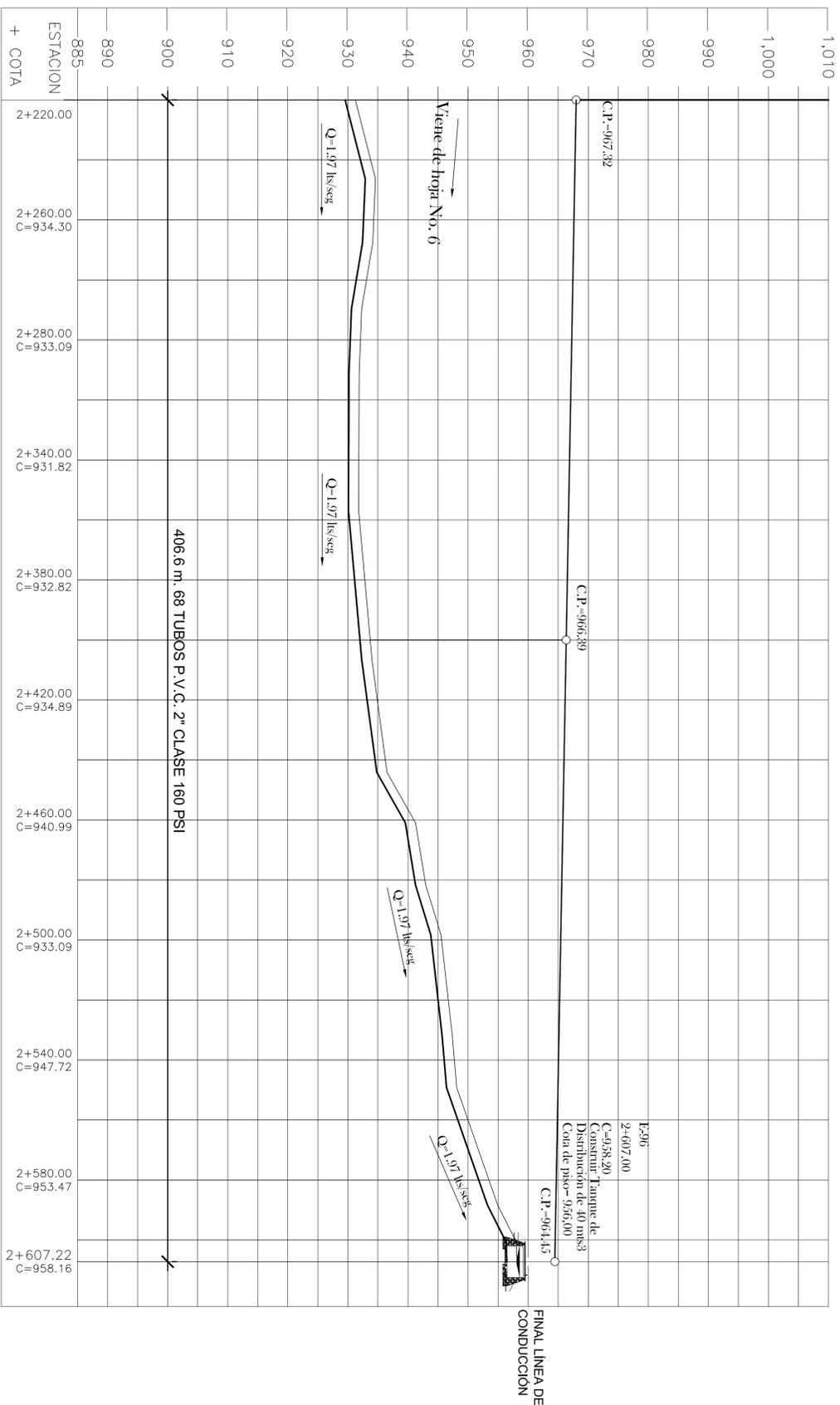
PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	
CONTENIDO: PLANTA - PERFIL LINEA DISTRIBUCIÓN	
UBICACIÓN: CASERIO EL CARMEN, MUNICIPIO DE SAN PABLO, SAN MARCOS.	TERRITORIALES: OTTO OROZCO BARRIOS OSISNO Y CALZULU OTTO OROZCO BARRIOS
PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN PABLO, SAN MARCOS.	REVISOR: ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ
FECHA: OCTUBRE 2011	ESCALA: INDICADA
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ ASesor - SUPERVISOR E.P.S.	ING. BRUNO ALCALDE MUNICIPAL
HOJA No.: 8 / 14	



PLANTA - PERFIL LÍNEA DE CONDUCCIÓN

LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE E-80 A E-96

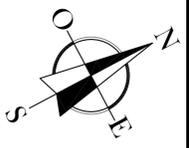
ESC. HORIZONTAL: 1:1,000
ESC. VERTICAL: 1:500



SIMBOLOGÍA	
	REDUCTOR BYPASSING
	CRP + V.F.
	TANQUE DISTRIBUCIÓN
	CAJA ROMPE PRESIÓN SIN V.F.
	VALVULA DE AÑETE (VA)
	VALVULA DE LIMPIEZA
	VALVULA DE COMPUERTA DE BRONCE DIÁMETRO NOMINAL
	CRUZ P.V.C.
	OVEJERÍA 90° 0.45°
	OVEJERÍA 90°
	CAMINO
	PASO DE ZANJÓN O PASO AEREO
	TEE
	TAPON DE TUBERÍA
	CASA, IGLESIA, ESCUELA
	TUBERÍA DE CONDUCCIÓN
	TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN
	NACIMIENTO
	CAPTACIÓN
	VALVULA DE COMPUERTA (V)
	VALVULA DE ALABRO (V)
	CAJA PARA VALVULAS
	PIEZOMÉTRICA 0+1 T.S.S.E.G.
	CARRETERA ASFÁLTICA

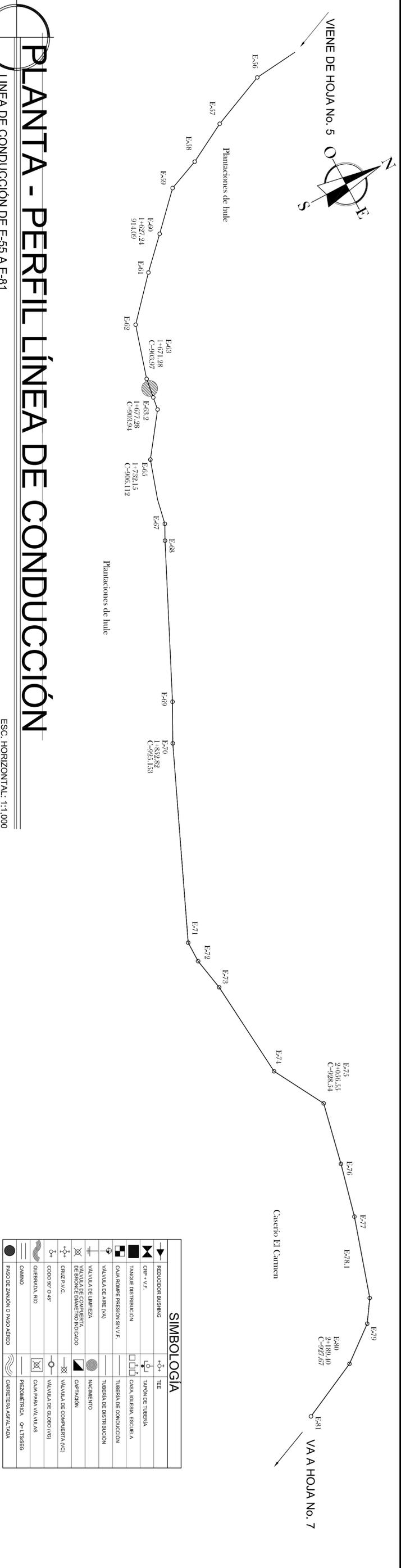
PROYECTO:	SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
CONTENIDO:	OTTO DREZCO BARRIOS
PLANTA - PERFIL LÍNEA DE CONDUCCIÓN	DISEÑO Y CÁLCULO:
UBICACIÓN:	CASERIO EL CARMEN
	MUNICIPIO DE SAN PABLO, SAN MARCOS.
	MUNICIPALIDAD DE SAN PABLO, SAN MARCOS
PROYETADO:	ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELEZ
REVISÓ:	ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELEZ
FECHA:	OCTUBRE 2011
INDICADA:	ESCALA

ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELEZ	VA. RR.
COL. EJIDO N.º 5383	ALCALDE MUNICIPAL
ASESOR - SUPERVISOR E.P.S.	
HOJA No.:	7 / 14



VIENE DE HOJA NO. 5

VA A HOJA NO. 7

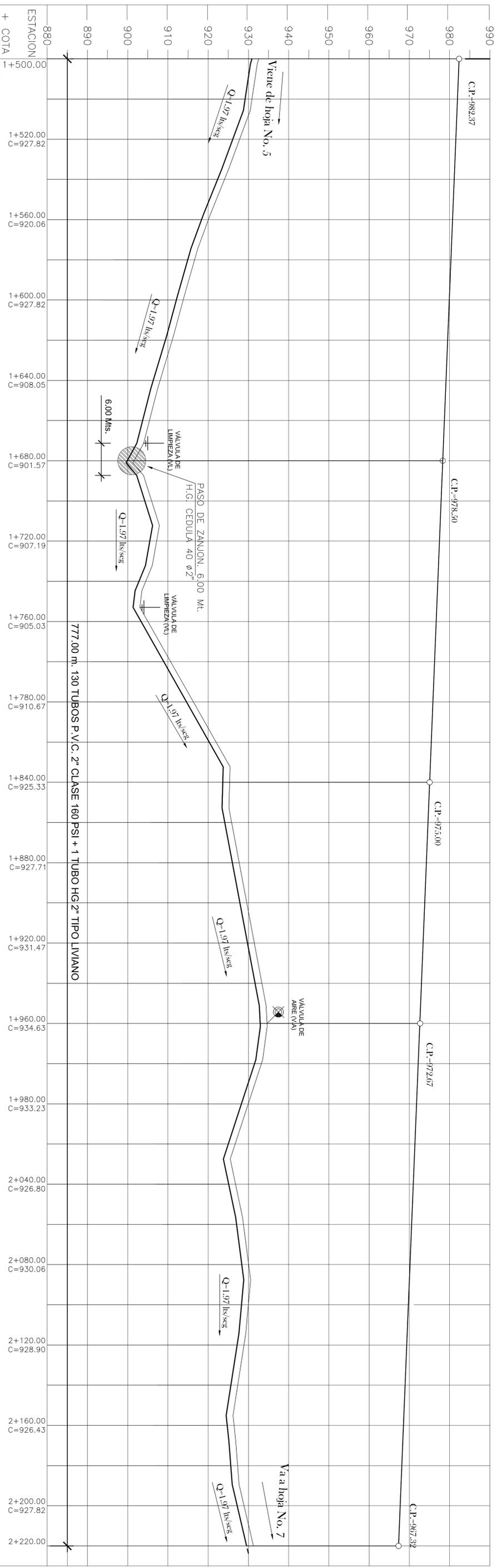


PLANTA - PERFIL LÍNEA DE CONDUCCIÓN

LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE E-55 A E-81

ESC. HORIZONTAL: 1:1.000
ESC. VERTICAL: 1:500

SIMBOLOGÍA	
	REDUCTOR BUSHING
	C/P + V/E
	TANQUE DISTRIBUCIÓN
	CAJA ROMPE PRESIÓN SIN V/E
	VALVULA DE AIRE (VA)
	VALVULA DE LIMPIEZA
	VALVULA DE COMPUERTA DE BRONCE DIMENSIONADO
	CRUZ P.V.C.
	COUDO 90° O.45°
	QUEBRADA NO
	CAMINO
	PASO DE ZANUJÓN O PASO AÉREO
	TEE
	TAPON DE TUBERÍA
	CASA INGRESA ESQUINA
	TUBERÍA DE CONDUCCIÓN
	TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN
	NACIMIENTO
	CAPTACIÓN
	VALVULA DE COMPUERTA (V/C)
	VALVULA DE GLOBO (V/G)
	CALZA PARA VALVULAS
	PREZOMETRÍA O-TISSES
	CARRERA ASFÁLTICA



PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	
CONTENIDO:	
PLANTA - PERFIL LÍNEA DE CONDUCCIÓN	TOPOGRAFÍA
OTRO DISEÑO BARRIOS	DISEÑO Y CÁLCULO:
CASERIO EL CARMEN	OTRO DISEÑO BARRIOS
MUNICIPIO DE SAN PABLO, SAN MARCOS.	DIBUJO:
OTRO DISEÑO BARRIOS	OTRO DISEÑO BARRIOS
PROPIETARIO:	REVISÓ:
MUNICIPALIDAD DE SAN PABLO, SAN MARCOS	ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELEZ
FECHA:	ESCALA:
OCTUBRE 2011	INDICADA
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELEZ <small>COL. EJIDO N.º 5383</small> <small>ASESOR - SUPERVISOR E.P.S.</small>	VA. RR. CC. <small>ALCALDE MUNICIPAL</small>
HOJA No.:	6
14	

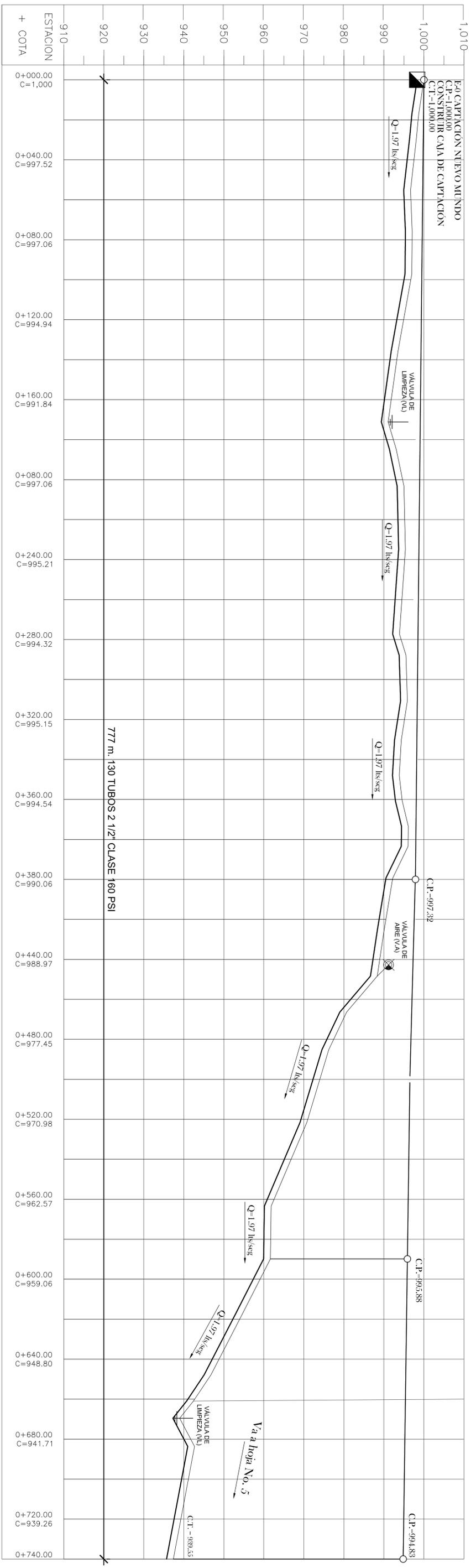


**CAPTACION
NUEVO MUNDO**

E-0
0+000
C=-1,000.00



PLANTA - PERFIL LINEA DE CONDUCCION
LINEA DE CONDUCCION DE E-0 A E-31
ESC. HORIZONTAL: 1:1,000
ESC. VERTICAL: 1:500



DIMENSION DEL PROYECTO

LÍNEA DE CONDUCCION	2,607.30 m.
LÍNEA DE DISTRIBUCION	2,093.00 m.
LÍNEA DE DISTRIBUCION DOMICILIAR	1,138.17 m.
LONGITUD TOTAL DEL PROYECTO	5,838.47 m.

SIMBOLOGIA

	REDUCTOR BISING		TEE
	CSE - V/E		TAPON DE TUBERIA
	TANQUE DISTRIBUCION		CASA, IGLESIA, ESCUELA
	CAJA ROMPE PRESION SIN V/E		TUBERIA DE CONDUCCION
	VALVULA DE AIRE (VA)		TUBERIA DE DISTRIBUCION
	VALVULA DE LIMPIEZA		MCHIMENTO
	VALVULA DE COMPUERTA DE BRONCE INDICADOR		CAPTACION
	GRIZ P.V.C.		VALVULA DE COMPUERTA (V)
	CODO 90° 0.45°		VALVULA DE EGRESO (V)
	QUEBRADA NO.		CAJA PARA VALVULAS
	CAMINO		PIEZOMETRICA
	PASO DE ZANJÓN O PASO AEREO		CARRETERA ASFALTADA

PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

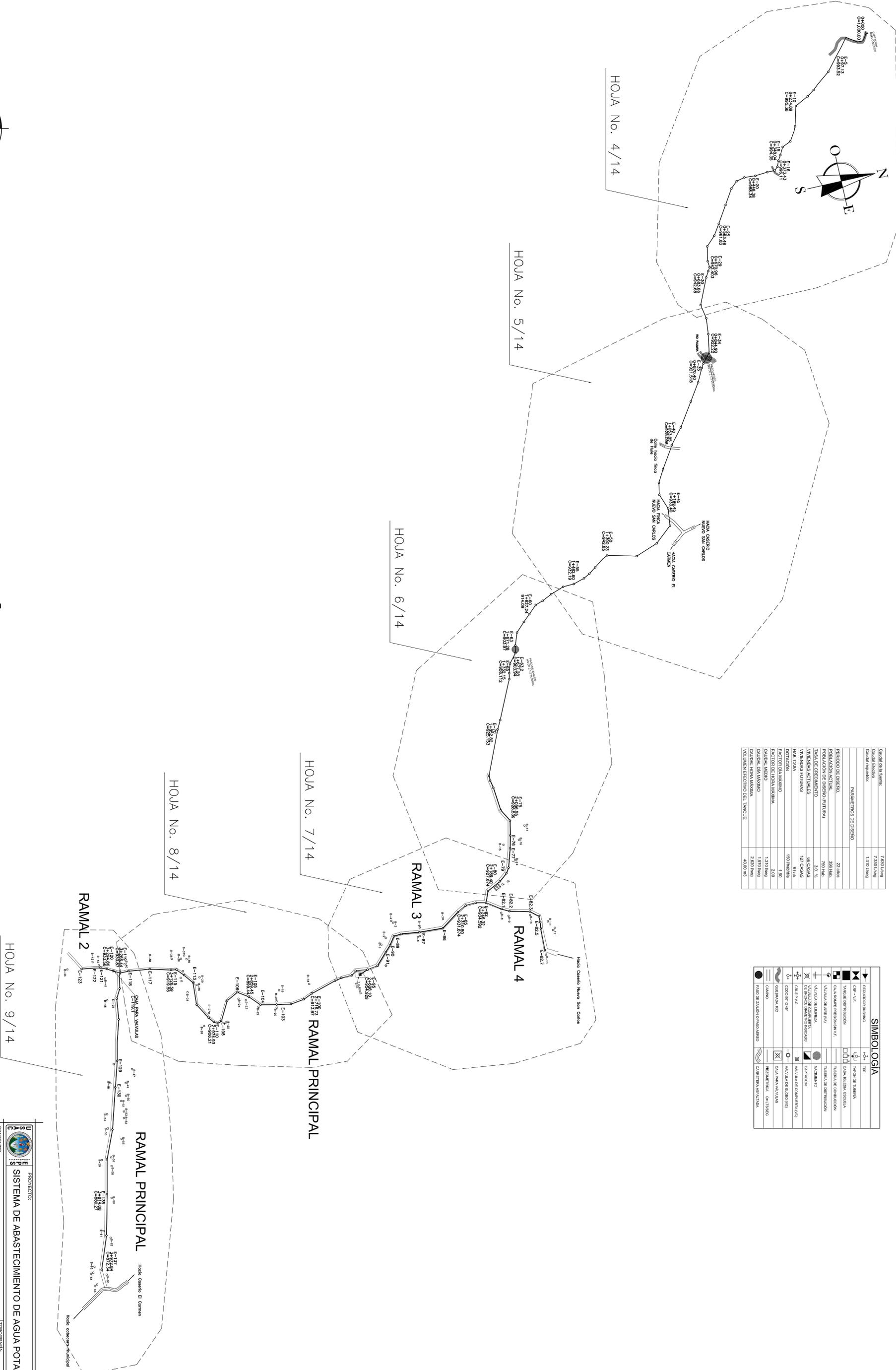
CONTENIDO: PLANTA - PERFIL LINEA DE CONDUCCION

UBICACION:	CASERIO EL CARMEN, MUNICIPIO DE SAN PABLO, SAN MARCOS.
PROPIETARIO:	MUNICIPALIDAD DE SAN PABLO, SAN MARCOS
INGENIERO:	ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELEZ
ALCALDE MUNICIPAL:	

HOJA No.: 4 / 14

Capital de la obra:	7.830 Livros
Capital estimado:	7.350 Livros
Capital disponible:	1.310 Livros
PARAMETROS DE DISEÑO	
PERIODO DE DISEÑO:	22 años
POBLACION ACTUAL:	398 Hab.
POBLACION DE DISEÑO (FUTURA):	799 Hab.
TASA DE CRECIMIENTO:	3,0 %
TIPO DE CONSUMO:	60 L/CASAS
VALORES ESTIMADOS:	120 L/DIA
TIPO DE TUBERIA:	8 HBS
TIPO DE TUBERIA:	160 Inchiada
DOTACION:	1,50
FACTOR DE DIA MAXIMO:	2,00
CAUDAL DE HORA MAXIMA:	1.310 l/mg
CAUDAL MEDIO:	1.970 l/mg
CAUDAL HORAS MAXIMA:	2.607 l/mg
VOLUMEN EFECTIVO DEL TANQUE:	40.000 m ³

SIMBOLOGIA	
RECONSTRUCCION EXISTENTE	TIPO DE TUBERIA
PIPE - V.F.	CANA, KOLEBA, ESCUELA
TANQUE DE DISTRIBUCION	TUBERIA DE CONDUCCION
CANA POR DE PRESION SAN V.F.	TUBERIA DE DISTRIBUCION
VALVULA DE AIRE (VA)	VALVULO
VALVULA DE BARRERA	RENOVO DE BARRERA INUNDADO
VALVULO DE BARRERA	VALVULO DE COMERTERIA (V)
RENOVO DE BARRERA INUNDADO	CAJA PARA MANUALES
PIPE - P.V.C.	CAJA PARA MANUALES
CAUDAL 900 l/mg	RECONSTRUCCION - CA TRESGO
CAUDAL 1000 l/mg	CARRETERA AVANZADA
CAUDAL 1100 l/mg	
CAUDAL 1200 l/mg	
CAUDAL 1300 l/mg	
CAUDAL 1400 l/mg	
CAUDAL 1500 l/mg	
CAUDAL 1600 l/mg	
CAUDAL 1700 l/mg	
CAUDAL 1800 l/mg	
CAUDAL 1900 l/mg	
CAUDAL 2000 l/mg	
CAUDAL 2100 l/mg	
CAUDAL 2200 l/mg	
CAUDAL 2300 l/mg	
CAUDAL 2400 l/mg	
CAUDAL 2500 l/mg	
CAUDAL 2600 l/mg	
CAUDAL 2700 l/mg	
CAUDAL 2800 l/mg	
CAUDAL 2900 l/mg	
CAUDAL 3000 l/mg	
CAUDAL 3100 l/mg	
CAUDAL 3200 l/mg	
CAUDAL 3300 l/mg	
CAUDAL 3400 l/mg	
CAUDAL 3500 l/mg	
CAUDAL 3600 l/mg	
CAUDAL 3700 l/mg	
CAUDAL 3800 l/mg	
CAUDAL 3900 l/mg	
CAUDAL 4000 l/mg	

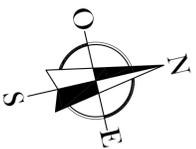


PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE HOJAS

ESC. HORIZONTAL: 1:2.500

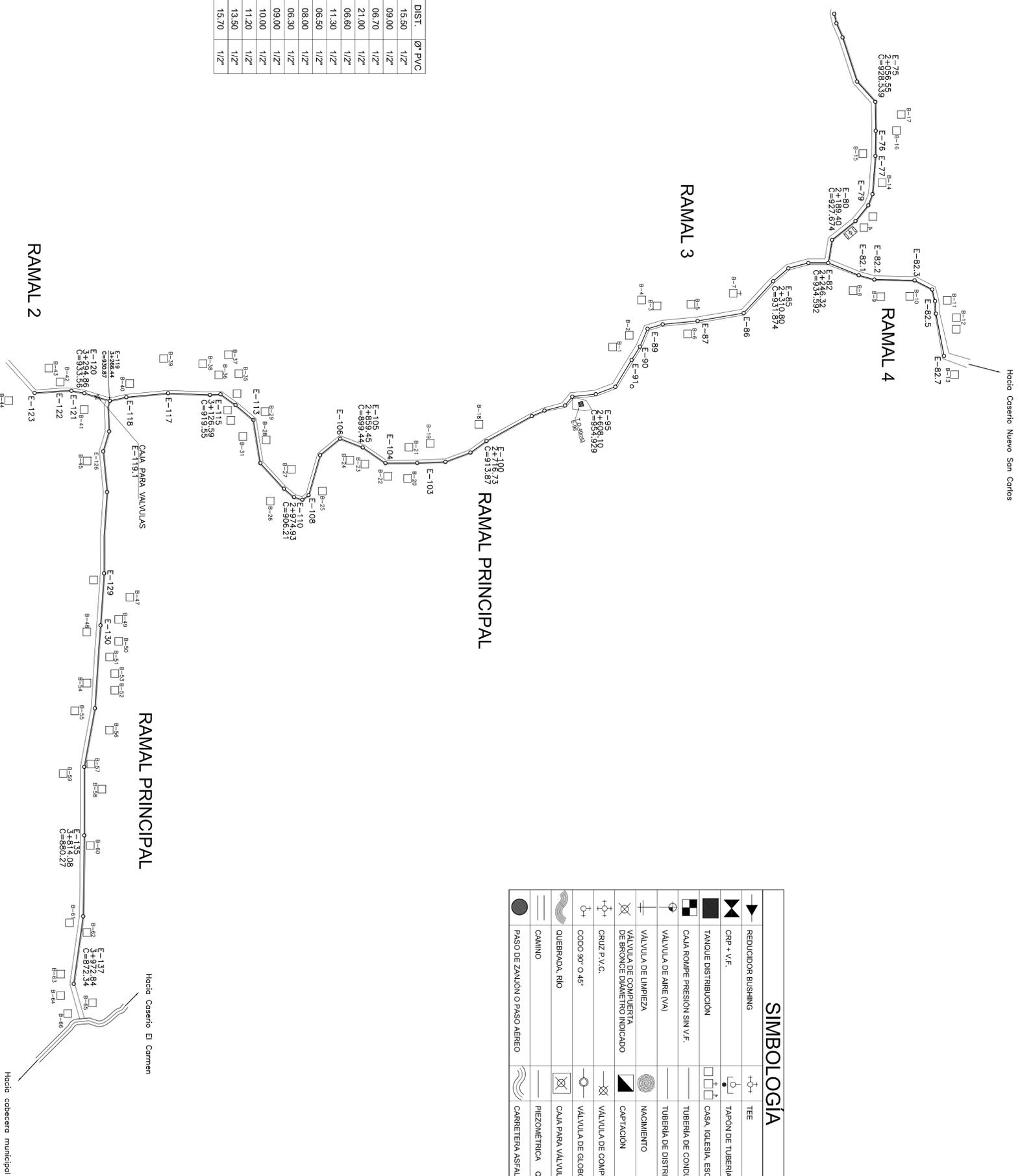
PROYECTO:	SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
CONTENIDO:	PLANTA DE CONJUNTO HIDRÁULICO
UBICACION:	CASERIO EL CARMEN, MUNICIPIO DE SAN PABLO, SAN MARCOS.
PROPIETARIO:	MUNICIPALIDAD DE SAN PABLO, SAN MARCOS
REVISOR:	ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELZ
FECHA:	OCTUBRE 2011
INDICADA:	

ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELZ	ALCALDE MUNICIPAL
ASESOR - SUPERVISOR E.P.S.	
HOJA No. 3	14



No.	NOMBRE	DIST.	Ø" PVC
B-01	Rosa Ramirez López	11.94	1/2"
B-02	Gustavo Pérez Morales	11.70	1/2"
B-03	Tito Emanuel Chihel López	19.70	1/2"
B-04	Jesús Hernández Rodas	19.90	1/2"
B-05	Emilia Martina Vicente H.	5.70	1/2"
B-06	Fausto Pérez	04.50	1/2"
B-07	Iglesia Católica	17.90	1/2"
B-08	Lucinda Rodríguez Hernández	4.50	1/2"
B-09	Ignacio Chihel	5.70	1/2"
B-10	Margarita Pérez Ramírez	02.80	1/2"
B-11	Domingo López Ventura	09.80	1/2"
B-12	Catalino Matias	16.60	1/2"
B-13	Juanita Rosibel Chihel R.	06.00	1/2"
B-14	Lilian Janet Chihel	09.30	1/2"
B-15	Rolando Almaraz Rivas	09.20	1/2"
B-16	Victor Isaias Ramos Chávez	16.20	1/2"
B-17	Escuela Oficial Rural Mikia	25.00	1/2"
B-18	Hernán Vicente	13.00	1/2"
B-19	Armando Chihel Pérez	19.20	1/2"
B-20	Victor López	02.00	1/2"
B-21	Natalia Chávez Marín	03.00	1/2"
B-22	Arturo Hernández	03.00	1/2"
B-23	Valerio López	05.50	1/2"
B-24	Aldino Antibal Martínez Barros	09.70	1/2"
B-25	Iglesia Evangelio Completo	07.70	1/2"
B-26	Juana María López Chávez	13.00	1/2"
B-27	Arnulfo René Hernández	06.55	1/2"
B-28	Yanira Rodríguez López	13.70	1/2"
B-29	Rosa López Chávez	11.50	1/2"
B-30	Antonio Pérez Celada	18.55	1/2"
B-31	Seleny Rodríguez Chihel	16.60	1/2"
B-32	Marcelo Rodríguez Chihel	07.40	1/2"
B-33	Leovardo Chihel	07.60	1/2"
B-34	Arnoldo Rodríguez Chihel	6.00	1/2"
B-35	Baudilio López	10.10	1/2"
B-36	Escelstico López Chihel	10.00	1/2"
B-37	Concepción Pérez Pérez	06.50	1/2"
B-38	Ricardo Escobar Maldonado	12.00	1/2"
B-39	Haroldo Méndez	12.00	1/2"
B-40	Elmer López Chávez	11.50	1/2"
B-41	Juana Mansol García	14.00	1/2"
B-42	Reina España Lucas	05.00	1/2"
B-43	Guillermo Chihel	9.00	1/2"
B-44	Erasmo de León	21.00	1/2"
B-45	Moisés Enrique Chihel Pérez	13.40	1/2"
B-46	Rosa García	07.00	1/2"
B-47	Eduardo Nolasco	23.70	1/2"
B-48	Sarmuel De León	11.50	1/2"
B-49	Gunterardo Gómez Pérez	15.70	1/2"
B-50	Siraco René Ovalle Rodríguez	16.60	1/2"
B-51	Felipa Feilisa Rivas Ramírez	10.00	1/2"
B-52	Carmelina Chávez Chihel	16.80	1/2"

No.	NOMBRE	DIST.	Ø" PVC
B-53	Pilar Galindo Pérez Chávez	15.50	1/2"
B-54	Alfonso Alfredo López Gómez	09.00	1/2"
B-55	Gladis Noemi López Gómez	06.70	1/2"
B-56	Marujá Jerónimo López	21.00	1/2"
B-57	Alfredo Rodríguez	06.60	1/2"
B-58	Jaime López	11.30	1/2"
B-59	Baldero Emilio López Gómez	06.50	1/2"
B-60	Victoria López Pérez	08.00	1/2"
B-61	Romero Orozco	06.30	1/2"
B-62	Consuelo Violeta Matias Chihel	09.00	1/2"
B-63	Juan Coronado Vásquez	10.00	1/2"
B-64	Leandro López Gómez	11.20	1/2"
B-65	Enrique Vicente Ramos	13.50	1/2"
B-66	José Ovalle Rodríguez	15.70	1/2"



SIMBOLOGÍA	
	REDUCTOR BUSHING
	CRP + V.F.
	TANQUE DISTRIBUCIÓN
	CAJA ROMPE PRESIÓN SIN V.F.
	VALVULA DE AIRE (VA)
	VALVULA DE LIMPIEZA
	VALVULA DE COMPUESTA DE BRONCE DIÁMETRO INDICADO
	CRUZ P.V.C.
	CODO 90° O 45°
	QUEBRADA, RÍO
	CAMINO
	PASO DE ZANJÓN O PASO AEREO
	TEE
	TAPÓN DE TUBERIA
	CASA, IGLESIA, ESCUELA
	TUBERIA DE CONDUCCION
	TUBERIA DE DISTRIBUCION
	NACIMIENTO
	CAPTACION
	VALVULA DE COMPUESTA (VC)
	CAÑA PARA VALVULAS
	PIEZOMÉTRICA Q-LTSSEG
	CARRETERA ASFALTADA

PLANO DE DENSIDAD DE VIVIENDA

ESCALA HORIZONTAL 1 : 1500

		PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
CONTENIDO: PLANO DE DENSIDAD DE VIVIENDA		TOPOGRAFIA: DISEÑO Y CALCULO OTTO OROZCO BARRIOS
UBICACION: CASERIO EL CARMEN, MUNICIPIO DE SAN PABLO, SAN MARCOS.		DIBUJO: OTTO OROZCO BARRIOS
PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN PABLO, SAN MARCOS		REVISÓ: ING. LUIS OREGO ALFARO VELZ
FECHA: OCTUBRE 2011	ESCALA: INDICADA	ALCALDE MUNICIPAL:
ING. LUIS OREGO ALFARO VELZ ASesor - SUPERVISOR E.P.S.		VICE ALCALDE:
No. 2 Hoja 14		

APÉNDICE E.

DISEÑO HIDRÁULICO SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO,
CASERÍO EL CARMEN, SAN PABLO, SAN MARCOS

APÉNDICE F.

PRESUPUESTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO,
CASERÍO EL CARMEN, SAN PABLO, SAN MARCOS

PRESUPUESTO DESGLOSADO

PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO CASERÍO EL CARMEN
MUNICIPIO: SAN PABLO
DEPARTAMENTO: SAN MARCOS.
FECHA: NOVIEMBRE DE 2011
CÁLCULO: OTTO ROBERTO OROZCO BARRIOS
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO, INGENIERÍA CIVIL

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	SUB TOTAL
TRABAJOS PRELIMINARES	1 220,00	ML	Q 7,35	Q -
MATERIALES				
TOTAL MATERIALES				Q -
MANO DE OBRA				
Trazo y replanteo de la línea	1 220,00	ML	Q 2,50	Q 3 050,00
SUB - TOTAL MANO DE OBRA				Q 3 050,00
	AYUDANTE		45,00%	Q 1 372,50
	PRESTACIONES		65,00%	Q 1 982,50
TOTAL MANO DE OBRA				Q 6 405,00
TOTAL COSTO DIRECTO				Q 6 405,00
TOTAL COSTO INDIRECTO				Q 2 562,00
TOTAL DEL RENGLON				Q 8 967,00

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	SUB TOTAL
EXCAVACION Y RELLENO DE ZANJA	1 586,00	M3	Q 95,72	Q -
MATERIALES				
			Q -	Q -
			Q -	Q -
			Q -	Q -
			Q -	Q -
TOTAL MATERIALES				Q -
MANO DE OBRA				
Excavación de la zanja	1 586,00	M3	Q 18,50	Q 29 341,00
Flete ripio	7,00	VIAJES	Q 150,00	Q 1 050,00
Selecto	39,50	M3	Q 80,00	Q 3 160,00
Relleno de la Zanja	1 507,00	M3	Q 12,00	Q 18 084,00
SUB - TOTAL MANO DE OBRA				Q 51 635,00
	AYUDANTE		45,00%	Q 23 235,75
	PRESTACIONES		65,00%	Q 33 562,75
TOTAL MANO DE OBRA				Q 108 433,50
TOTAL COSTO DIRECTO				Q 108 433,50
TOTAL COSTO INDIRECTO				Q 43 373,40
TOTAL DEL RENGLON				Q 151 806,90

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	SUB TOTAL
INSTALACIÓN DE TUBERÍA	1 220,00	ML	Q 218,50	Q -
MATERIALES				
TUBO P.V.C 6" ASTM F949	111	U	Q 401,79	Q 44 598,69

TUBO P.V.C. 8" ASTM F949	87	U	Q	660,80	Q	57 489,60
Accesorios	1	Global	Q	30 626,49	Q	30 626,49
TOTAL MATERIALES						Q 132 714,78
MANO DE OBRA						
Instalación P.V.C. 6"	666,00	ML	Q	17,50	Q	11 655,00
Instalación P.V.C. 8"	522,00	ML	Q	28,00	Q	14 616,00
Instalación de accesorios	1,00	Global	Q	1 200,00	Q	1 200,00
				Q	-	Q -
SUB - TOTAL MANO DE OBRA						Q 27 471,00
				AYUDANTE	45,00%	Q 12 361,95
				PRESTACIONES	65,00%	Q 17 856,15
TOTAL MANO DE OBRA						Q 57 689,10
TOTAL COSTO DIRECTO						Q 190 403,88
TOTAL COSTO INDIRECTO						40,00% Q 76 161,55
COSTO TOTAL DEL RENGLON						Q 266 565,43

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	SUB TOTAL		
POZO DE VISITA (Hprom=1.65 m.)	32,00	U	Q 8 737,85	Q -		
MATERIALES						
Cemento	405,00	Saco	Q 67,00	Q 27 135,00		
Arena de rio	26,00	M3	Q 180,00	Q 4 680,00		
Piedrin	38,00	M3	Q 250,00	Q 9 500,00		
Madera para formaleta	0,50	Docena	Q 390,00	Q 195,00		
Clavo de 2"	10,00	Libras	Q 7,50	Q 75,00		
Alambre de Amarre	12,00	Libras	Q 7,50	Q 90,00		
Hierro de 1/2"	41,00	Varillas	Q 61,00	Q 2 501,00		
Hierro de 3/8"	85,00	Varillas	Q 35,00	Q 2 975,00		
Selecto	1,00	M3	Q 80,00	Q 80,00		
Ladrillo tayuyo 0.066x0.11x0.23	30 356,00	U	Q 2,50	Q 75 890,00		
Acarreo	249,00	M3	Q 200,00	Q 49 800,00		
SUB- TOTAL DE MATERIALES				Q 172 921,00		
MANO DE OBRA						
Fundición de piso	9,00	M3	Q 17,50	Q 157,50		
Levantado de muro	249,00	M2	Q 37,00	Q 9 213,00		
Fundición de tapadera	32,00	U	Q 60,00	Q 1 920,00		
Brocal	32,00	U	Q 46,00	Q 1 472,00		
SUB - TOTAL MANO DE OBRA				Q 12 762,50		
				AYUDANTE	45,00%	Q 5 743,13
				PRESTACIONES	65,00%	Q 8 295,63
TOTAL MANO DE OBRA						Q 26 801,25
TOTAL COSTO DIRECTO						Q 199 722,25
TOTAL COSTO INDIRECTO						40,00% Q 79 888,90
TOTAL DEL RENGLON						Q 279 611,15

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	SUB TOTAL
CANDELAS DOMICILIARES	49,00	U	Q 1 851,01	Q -
MATERIALES				
Cemento	49,00	Saco	Q 67,00	Q 3 283,00

Arena de rio	4,00	m3	Q	180,00	Q	720,00
Piedrin	5,00	m3	Q	250,00	Q	1 250,00
Hierro de 1/4"	490,00	Varillas	Q	21,75	Q	10 657,50
Hierro de 3/8"	10,00	Varillas	Q	35,00	Q	350,00
Clavo de 2"	24,00	Libras	Q	7,50	Q	180,00
Alambre de Amarre	24,00	Libras	Q	7,50	Q	180,00
Tubo de concreto de 12"	49,00	U	Q	110,00	Q	5 390,00
Silleta Yee 45°	49,00	U	Q	147,90	Q	7 247,10
Tubo PVC 4"	49,00	U	Q	280,00	Q	13 720,00
Pegamento PVC 1/4 GAL	2,00	U	Q	290,00	Q	580,00
Acarreo	8,00	m3	Q	200,00	Q	1 600,00
SUB- TOTAL DE MATERIALES					Q	45 157,60
MANO DE OBRA						
Instalación tubo de concreto 12"	49,00	U	Q	17,50	Q	857,50
Instalación de accesorios	1,00	Global	Q	2 769,00	Q	2 769,00
Fundición de tapadera	49,00	U	Q	60,00	Q	2 940,00
Instalación a colector principal	1,00	Global	Q	2 780,00	Q	2 780,00
SUB - TOTAL MANO DE OBRA					Q	9 346,50
	AYUDANTE			45,00%	Q	4 205,93
	PRESTACIONES			65,00%	Q	6 075,23
TOTAL MANO DE OBRA					Q	19 627,65
TOTAL COSTO DIRECTO					Q	64 785,25
TOTAL COSTO INDIRECTO					40,00%	Q 25 914,10
TOTAL DEL RENGLON					Q	90 699,35

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	SUB TOTAL
FOSA SÉPTICA				
	2,00	U		
Cemento	368,00	Sacos	Q 67,00	Q 24 656,00
Arena	23,00	M3	Q 180,00	Q 4 140,00
Piedrin	33,00	M3	Q 250,00	Q 8 250,00
Piedra bola	24,00	M3	Q 180,00	Q 4 320,00
Hierro de 3/8	47,00	U	Q 425,00	Q 19 975,00
Hierro de 1/4"	25,00	U	Q 7,50	Q 187,50
Tubo de salida de 6"	6,00	U	Q 7,50	Q 45,00
tubo de ventilacion de 4"	2,00	U	Q 65,00	Q 130,00
Madera para formaleta	14,00	Docena	Q 390,00	Q 5 460,00
Excavación	268,00	M3	Q 50,00	Q 13 400,00
SUB- TOTAL DE MATERIALES				Q 80 563,50
Mano de calificada	1,00	GLOBAL	Q 48 338,10	Q 48 338,10
Mano de obra no calificada	1,00	GLOBAL	Q 12 084,53	Q 12 084,53
Gastos indirectos	1,00	GLOBAL	Q 24 169,05	Q 24 169,05
TOTAL DEL RENGLON				Q 165 155,18

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	SUB TOTAL
POZOS DE ABSORCIÓN				
	7,00	U		
Excavación	441,00	M3	Q 190,00	Q 83 790,00
Brocal de pozo	7,00	global	Q 2 000,00	Q 14 000,00
Tapadera de pozo	7,00	Unidad	Q 850,00	Q 5 950,00

Tubo de ventilacion de 4"	7,00	Unidad	Q	65,00	Q	455,00
Piedrín	22,05	M3	Q	250,00	Q	5 512,50
					Q	-
					Q	-
					Q	-
SUB- TOTAL DE MATERIALES					Q	109 707,50
Mano de calificada	1,00	GLOBAL	Q	54 853,75	Q	54 853,75
Mano de obra no calificada	1,00	GLOBAL	Q	16 456,13	Q	16 456,13
Gastos indirectos	1,00	GLOBAL	Q	32 912,25	Q	32 912,25
TOTAL DEL RENGLON					Q	213 929,63

COSTO TOTAL DEL PROYECTO					Q	1 176 734,63
---------------------------------	--	--	--	--	----------	---------------------

APÉNDICE G.

PLANOS DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, CASERÍO EL
CARMEN, SAN PABLO, SAN MARCOS

ESPECIFICACIONES

MATERIALES:

MAESTRERA: 1/3% CONCRETO EN PROPORCIÓN 1:2:3,
6/7% DE PIEDRA Y 53% CONCRETO EN PROPORCIÓN 1:2:3,
CEMENTO, ARENA DE RIO, PIEDRA 1/2"
CONCRETO:
SE USARÁ CONCRETO CON ESFUERZO DE RUPURA A
COMPRESION DE 210 Kg/cm (3000 lbf/pq2) A LOS 28 DIAS.
ACERO DE REFUERZO:
SE USARÁ ACERO DE REFUERZO DE fy = 2810 Kg/cm (64000 lbf/in²)
ESTRIPADO 1/2" X 1/4" X 1/8"

VIARIOS:

LOS MUROS ESTAN DISEÑADOS PARA TRABAJAR TANTO SOBRE
COMO BAJO TIERRA.

TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS.

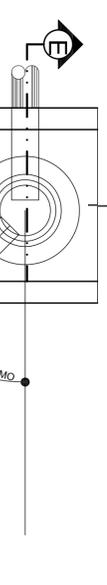
LOS RECURBIMIENTOS SERAN DE 30cm EXCEPTO DONDE SE
INDIQUE LO CONTRARIO Y ESTE SE MEDIRA ENTRE EL ROSTRO DE
LA BARRA Y LA SUPERFICIE DE CONCRETO.

EL TERRENO BAJO LA LOSA DEL PISO DEBERA SER
PERFECTAMENTE APISONADO.

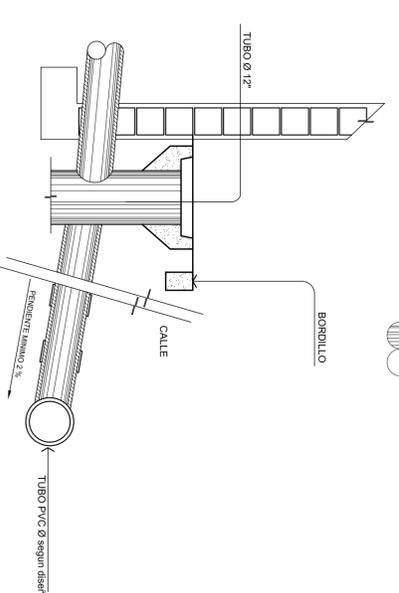
LA LOSA DEL TECHO DEBERA TENER UNA PENDIENTE DE 1% HACIA
LOS LADOS.

LOS MUROS DE PIEDRA DEBERAN IMPERMEABILIZARSE EN SUS
CARAS INTERIORES POR MEDIO DE UN CAÑA DE SABLETA DE
CEMENTO ARENA PROPORCIÓN (1:2), DEBIDAMENTE ALISADA.

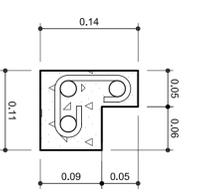
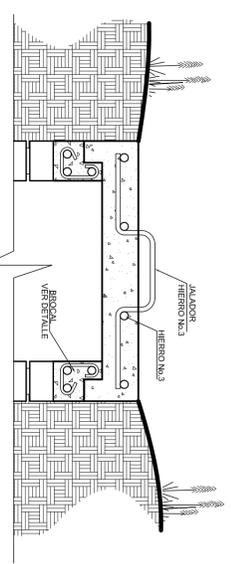
LA SUPERFICIE DE LAS LOSAS DE CONCRETO DEBERAN QUEDAR
CERNIDAS CON CEMENTO ARENA.
EL RECUBRIMIENTO EN LA LOSA SERA DE 0.03 cms.



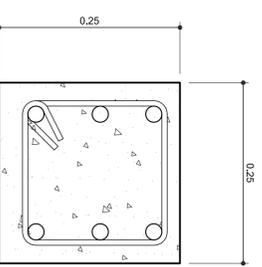
PLANTA. CONEXION DOMICILIAR.



Seccion E-E. CONEXION DOMICILIAR.

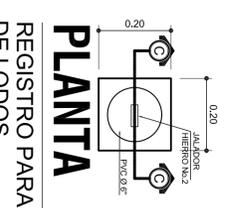


HIERRO No.3 +
Esl. No. 2 a/c 0.15
ESCALA 1/10

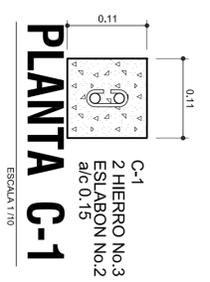


VIGA
6 HIERRO No.4
ESTRIBOS No.2
10 CONFINADOS
a/c 0.075 RESTO
a/c 0.15 AMBOS
EXTREMOS
ESCALA 1/10

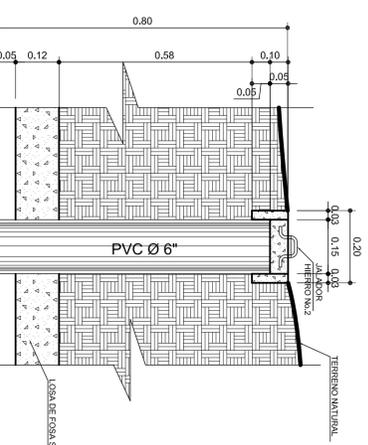
DETALLE VIGA



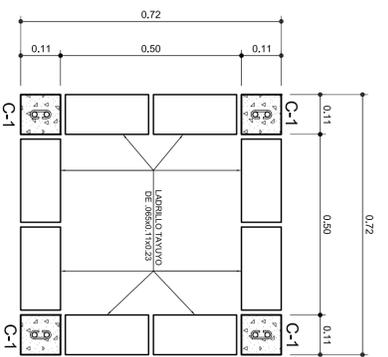
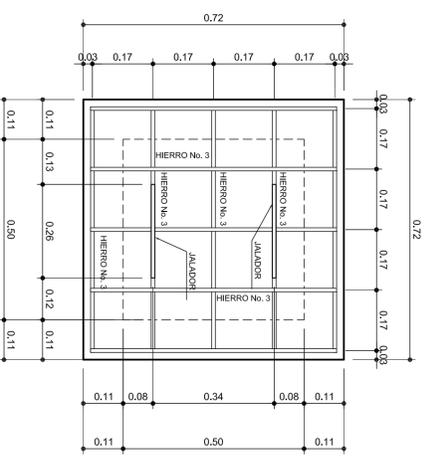
PLANTA
REGISTRO PARA NIVEL
DE LODOS
ESCALA 1/10



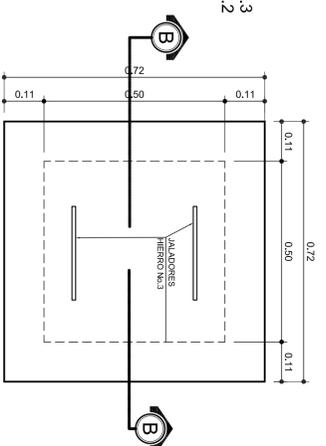
C-1
2 HIERRO No.3
ESLABON No.2
a/c 0.15
ESCALA 1/10



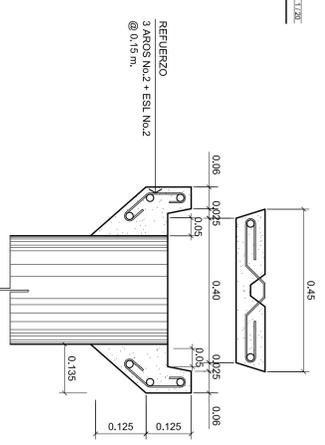
SECCION C-C REGISTRO PARA NIVEL DE LODOS



C-1
2 HIERRO No.3
ESLABON No.2
a/c 0.15



Seccion F-F. CANDELA DOMICILIAR.



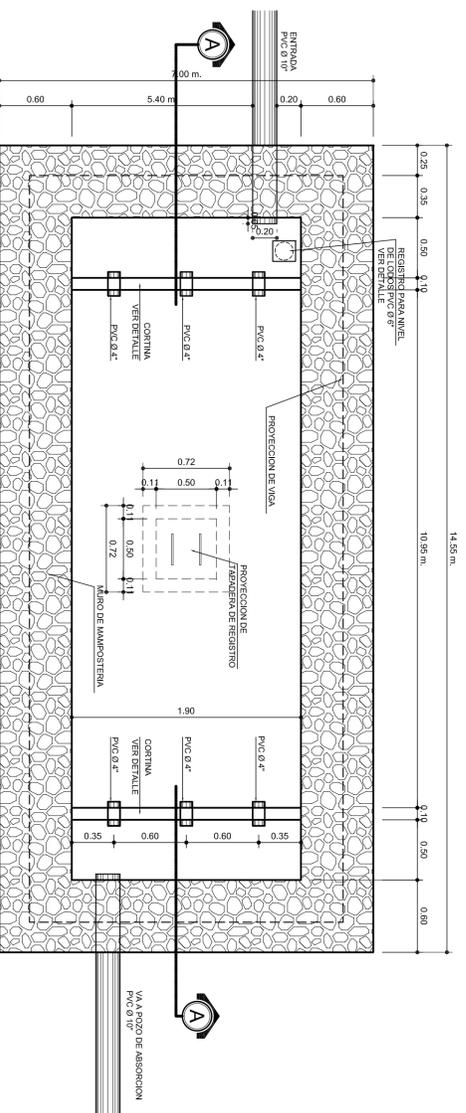
REFUERZO
3 BARRAS No.2 + ESL. No.2
@ 0.15 m.

DETALLES.

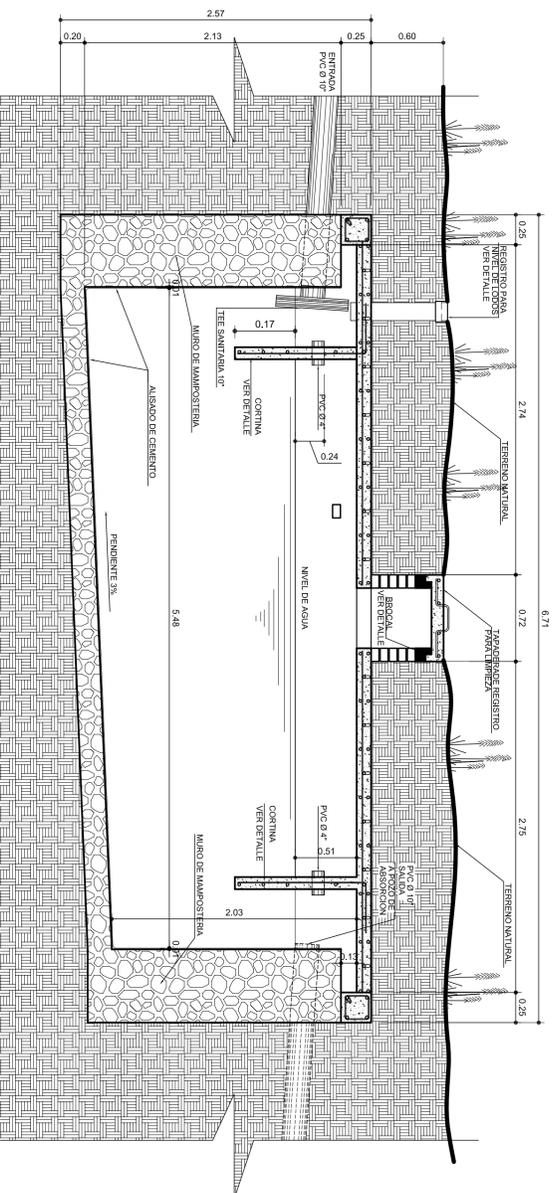
TAPADERA DE REGISTRO, ARMADO DE LOSA, LOCALIZACION DE COLUMNAS Y SECCION B-B.

SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO

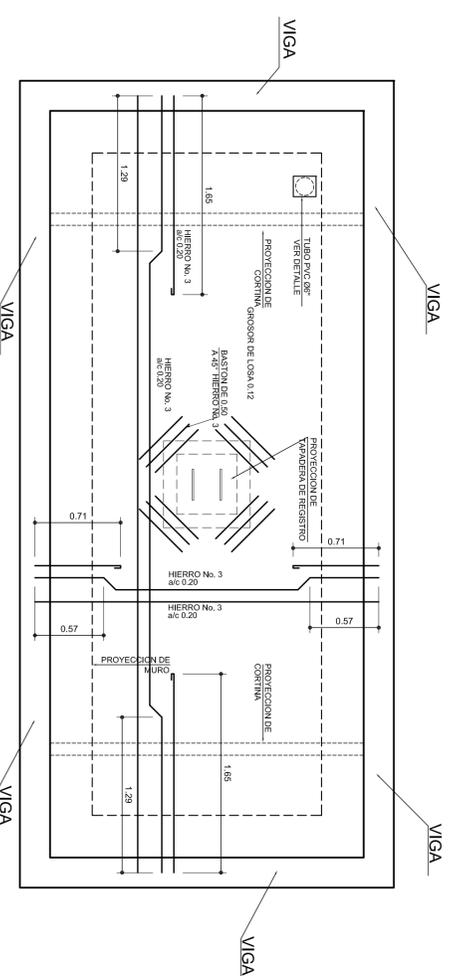
		PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO
CONTENIDO: DETALLE FOSA SÉPTICA + ESPECIFICACIONES	TOSERREAR: OTTO ORGEO BARRIOS	
UBICACION: CASERIO EL CARMEN, MUNICIPIO DE SAN PABLO, SAN MARCOS.	DISEÑO Y CALCULO: OTTO ORGEO BARRIOS	
PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN PABLO, SAN MARCOS	DIBUJO: OTTO ORGEO BARRIOS	
	REVISO: ING. LUIS SANCHEZ ALVARO VELAZ	
	FECHA: OCTUBRE 2011	ESCALA: INDICADA
ING. LUIS SANCHEZ ALVARO VELAZ ASESOR - SUPERVISOR E. P. S.	VO. BO. ALCALDE MUNICIPAL	HOJA No. 08 / 08



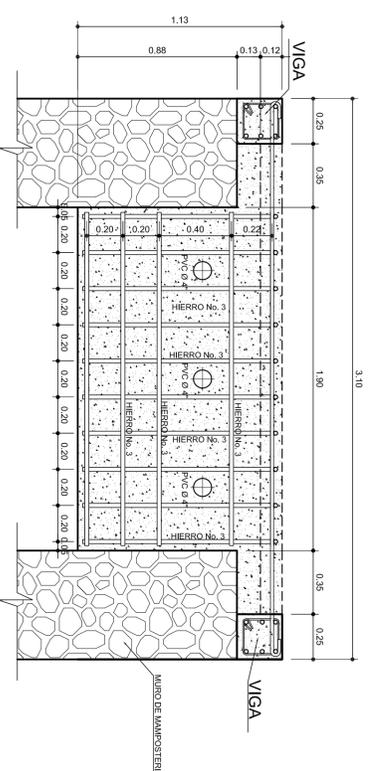
PLANTA.
FOSA SEPTICA.



SECCION A-A.
FOSA SEPTICA.



PLANTA.
ESTRUCTURA DE LOSA.



DETALLE.
CORTINA.

ESPECIFICACIONES

MATERIALES:

MAMPONESTERÍA:
67% DE HIERRA Y 33% CONCRETO EN PROPORCIÓN 1:2:3.
CEMENTO ARENA DE RIO. PIEDRIN. 3^o

CONCRETO:
SE USARÁ CONCRETO CON ESFUERZO DE RUPTURA A COMPRESIÓN DE 210 Kg/cm (3000 LBS/PG2) A LOS 28 DIAS.

ACERO DE REFUERZO:
SE USARÁ ACERO DE REFUERZO DE Y = 2810 Kg/cm (39400 LBS) ESPECIFICACION ASTM A615.

VARIOS:

LOS MUROS ESTÁN DISEÑADOS PARA TRABAJAR TANTO SOBRE COMO BAJO TIERRA.

TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN DADAS EN METROS.

LOS RECUBRIMIENTOS SERÁN DE 3cm. EXCEPTO DONDE SE INDIQUE LO CONTRARIO Y ESTE SE MEDIDA ENTRE EL ROSTRO DE LA BARRA Y LA SUPERFICIE DE CONCRETO.

EL TERRENO BAJO LA LOSA DEL PISO DEBERÁ SER PERFECTAMENTE APISONADO.

LA LOSA DEL TECHO DEBERÁ TENER UNA PENDIENTE DE 1% HACIA LOS LADOS.

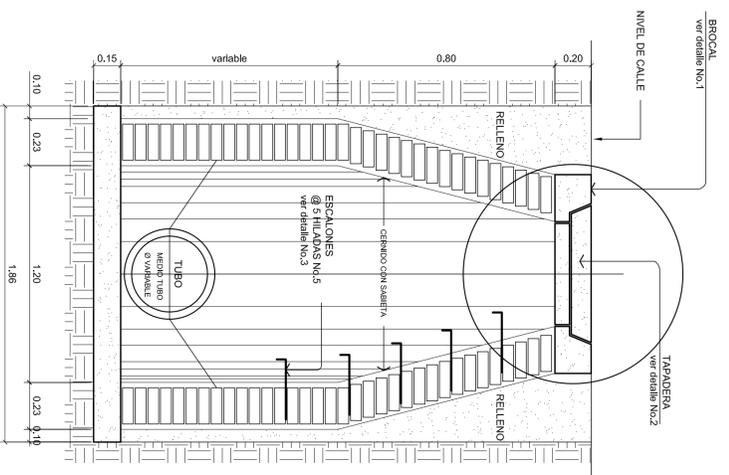
LOS MUROS DE PIEDRA DEBERÁN IMPERMEABILIZARSE EN SUS COMENS INFERIORES POR MEDIO DE UNA CAPA DE SABER FUE DE CEMENTO ARENA PROPORCIÓN (1:2). DEBIDAMENTE ALISADA.

LA SUPERFICIE DE LAS LOSAS DE CONCRETO DEBERÁN QUEDAR CERRADAS CON CEMENTO ARENA.

EL RECUBRIMIENTO EN LA LOSA SERÁ DE 0.03 mms.

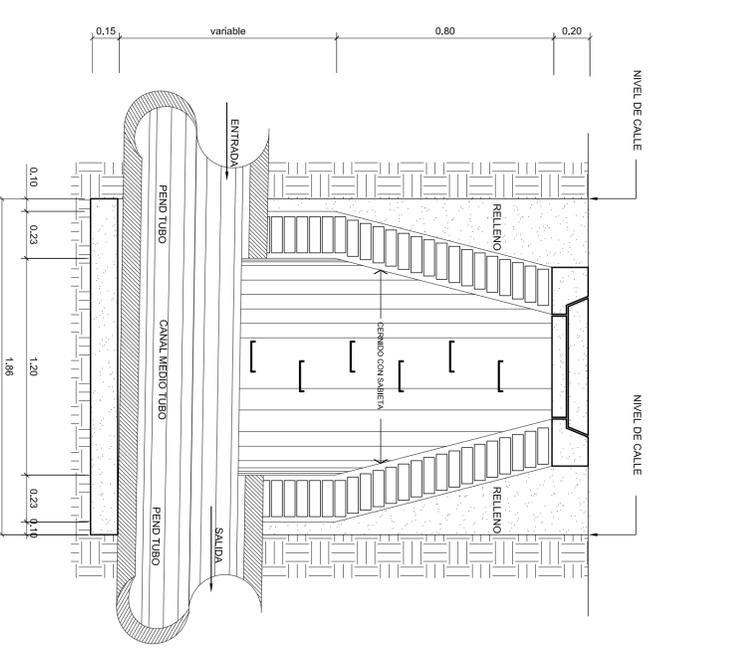
		PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO
CONTENIDO: DETALLE FOSA SEPTICA + ESPECIFICACIONES	TOSCARERAS: OTTO ORCIZO BARRIOS	
UBICACION: CASERIO EL CARMEN, MUNICIPIO DE SAN PABLO, SAN MARCOS, MUNICIPALIDAD DE SAN PABLO, SAN MARCOS	DISEÑO Y CALCULO: OTTO ORCIZO BARRIOS	
PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN PABLO, SAN MARCOS	DIBUJO: OTTO ORCIZO BARRIOS	
REVISOR: ING. LUIS SANCHEZ ALVARO VELAZQUEZ	FECHA: OCTUBRE 2011	INDICADA: 07 08

ING. LUIS SANCHEZ ALVARO VELAZQUEZ ASesor - SUPERVISOR E.P.S.	ING. BO. ALCALDE MUNICIPAL
HOJA No. 07 08	



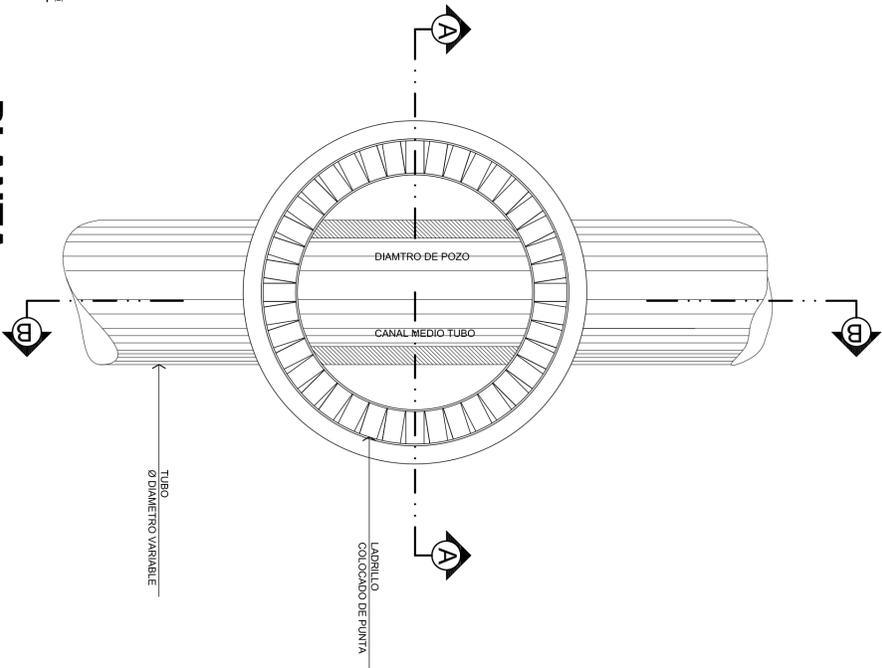
Seccion A-A.

POZO DE VISITA TIPOICO.



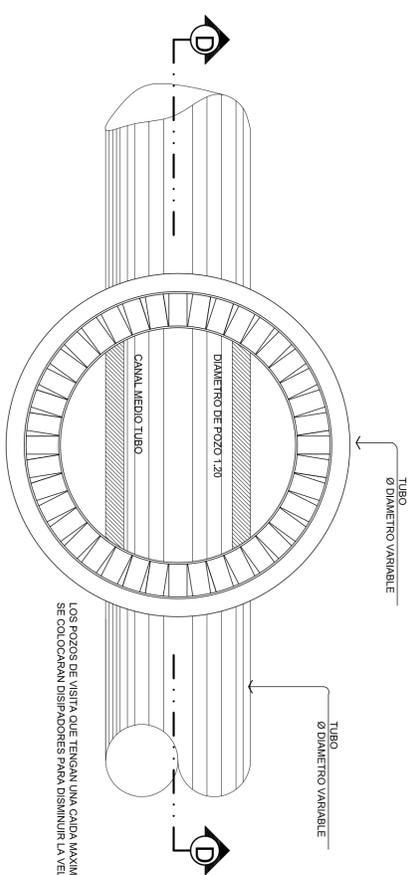
Seccion b-b.

POZO DE VISITA TIPOICO.



PLANTA.

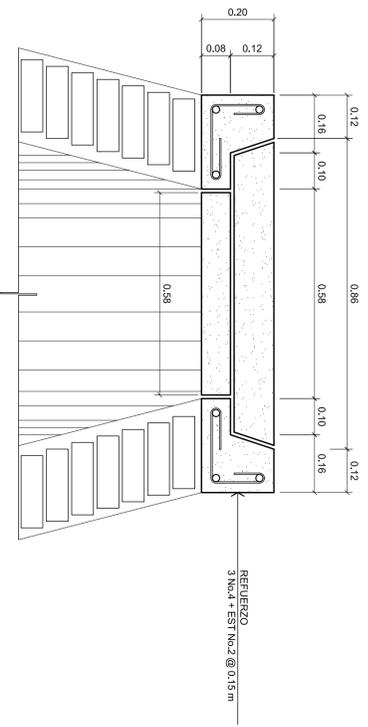
POZO DE VISITA TIPOICO.



PLANTA.

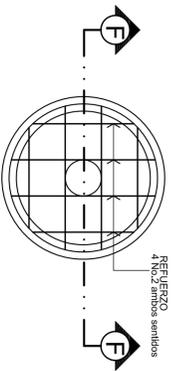
POZO DE VISITA CON DISIPADORES.

LOS POZOS DE VISITA QUE TENGAN UNA CADA MAXIMA DE 1.50 m SE COLUCAN DISIPADORES PARA DISMINUIR LA VELOCIDAD.



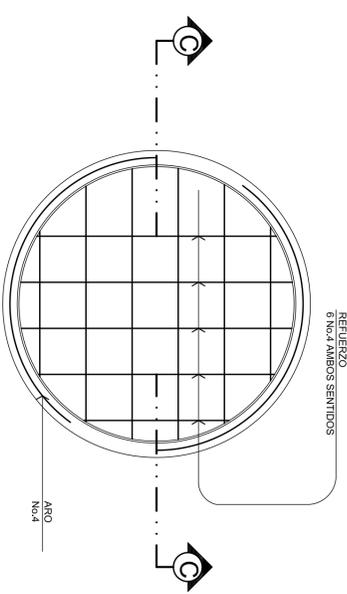
DETALLE.

BROCAL.



DETALLE.

ARAMADO DE TAPADERA.

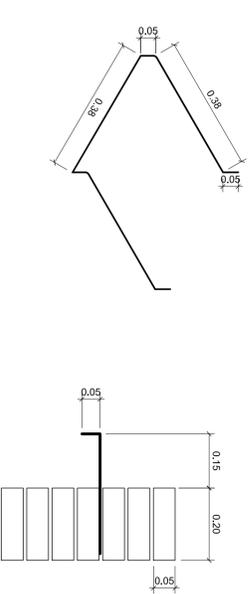
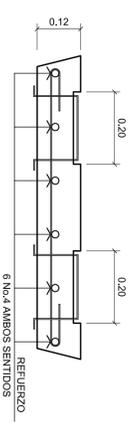


DETALLE.

ARMADO DE TAPADERA.

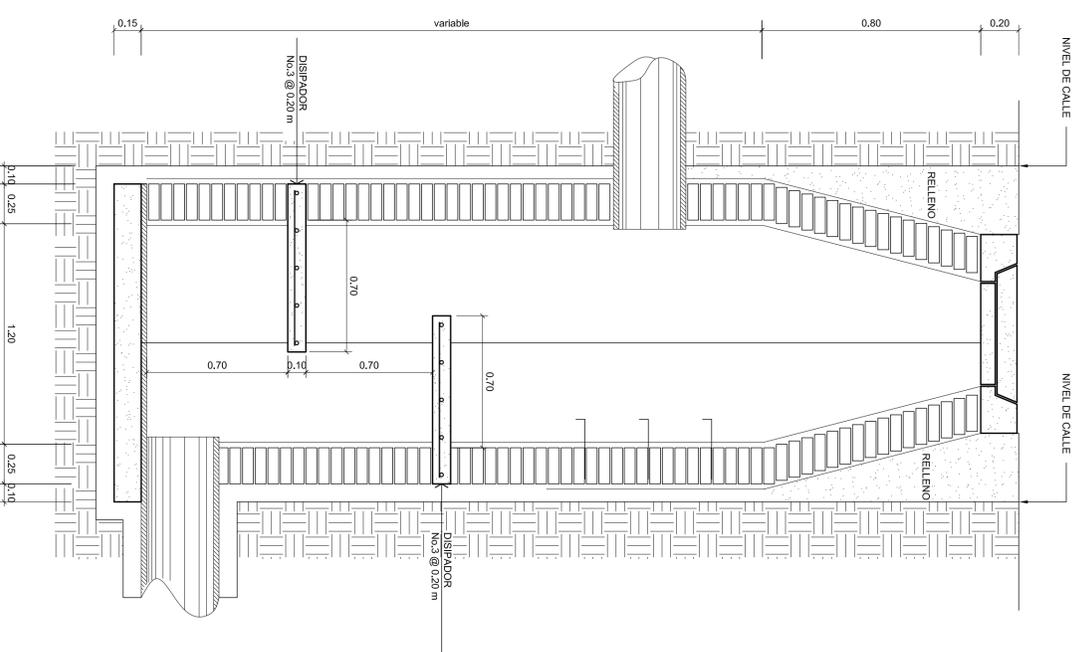
Seccion C-C.

ARMADO DE TAPADERA.



DETALLE.

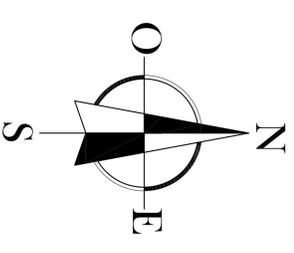
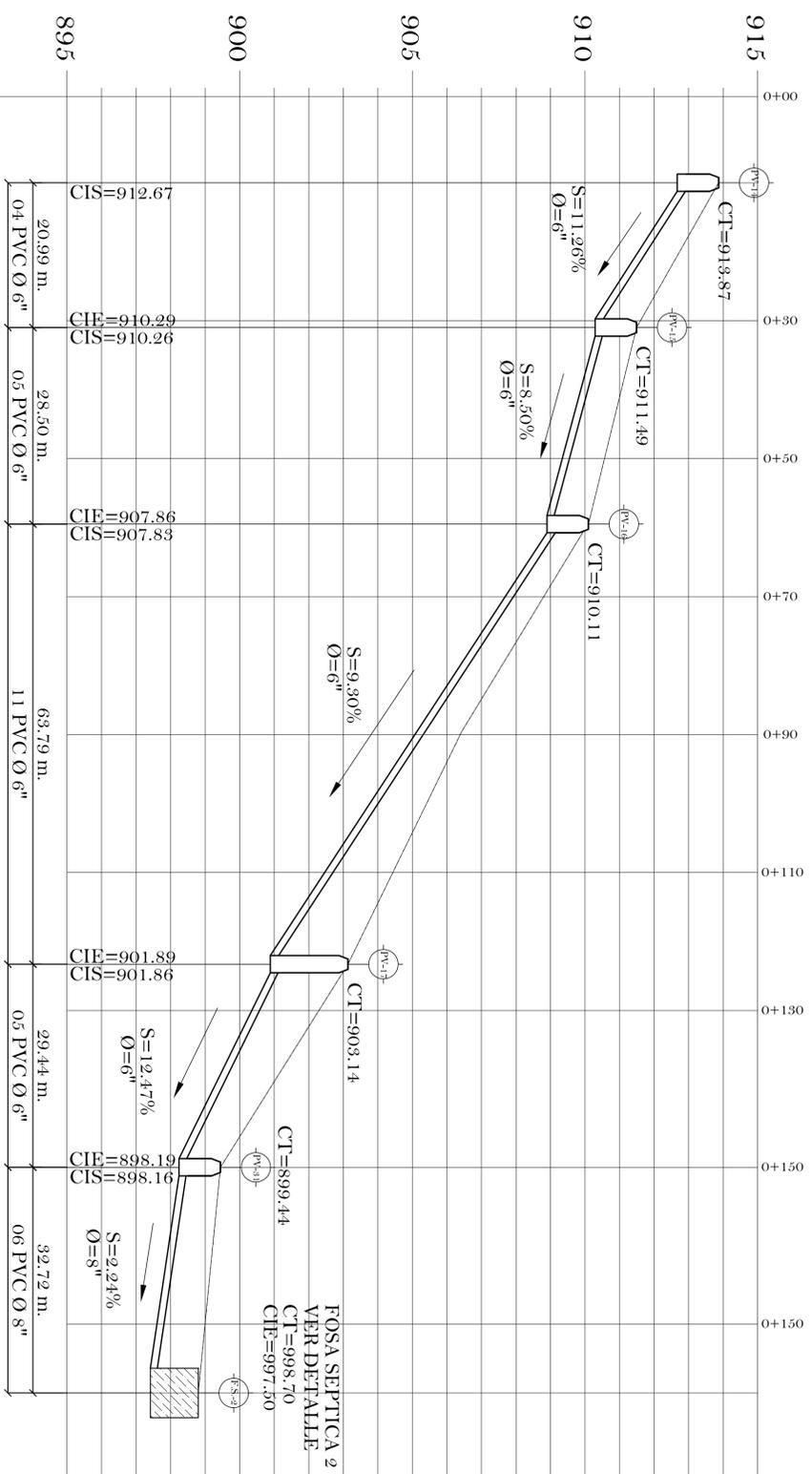
ESCALON.



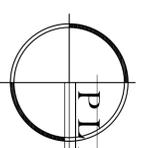
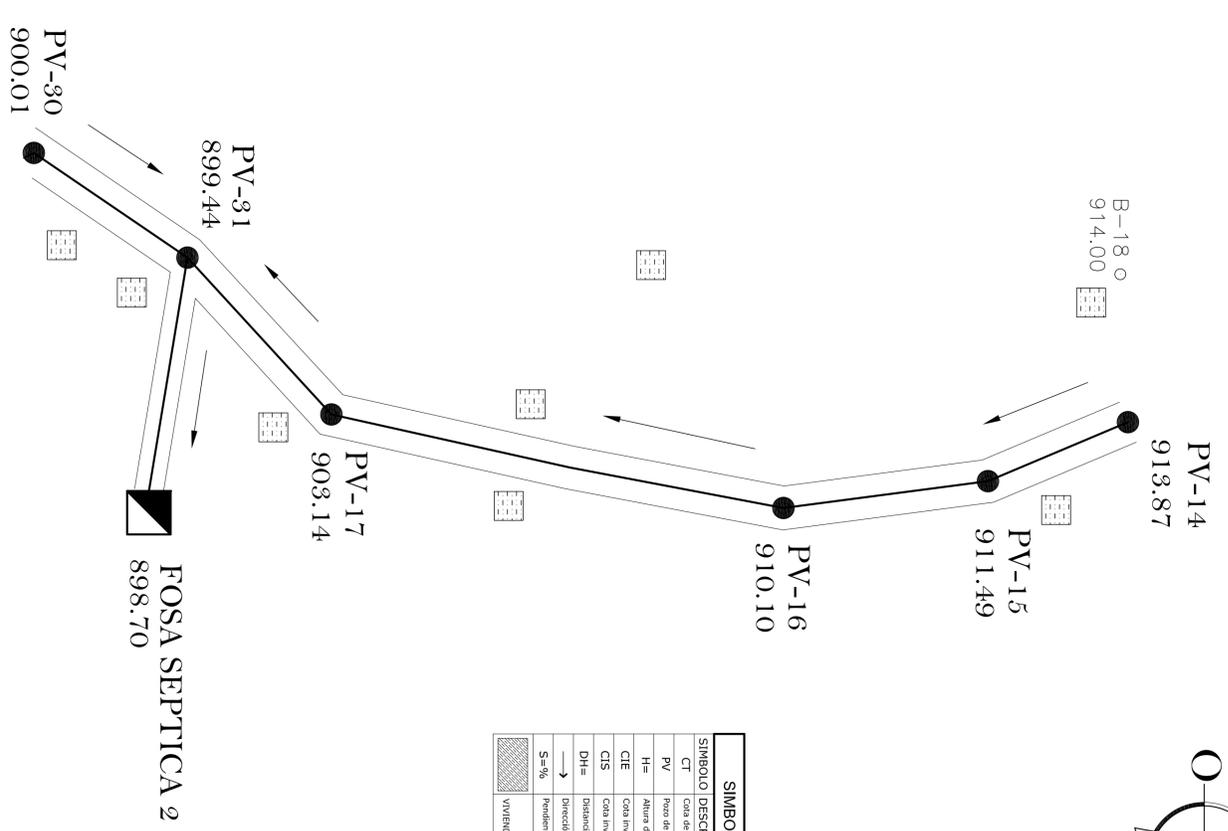
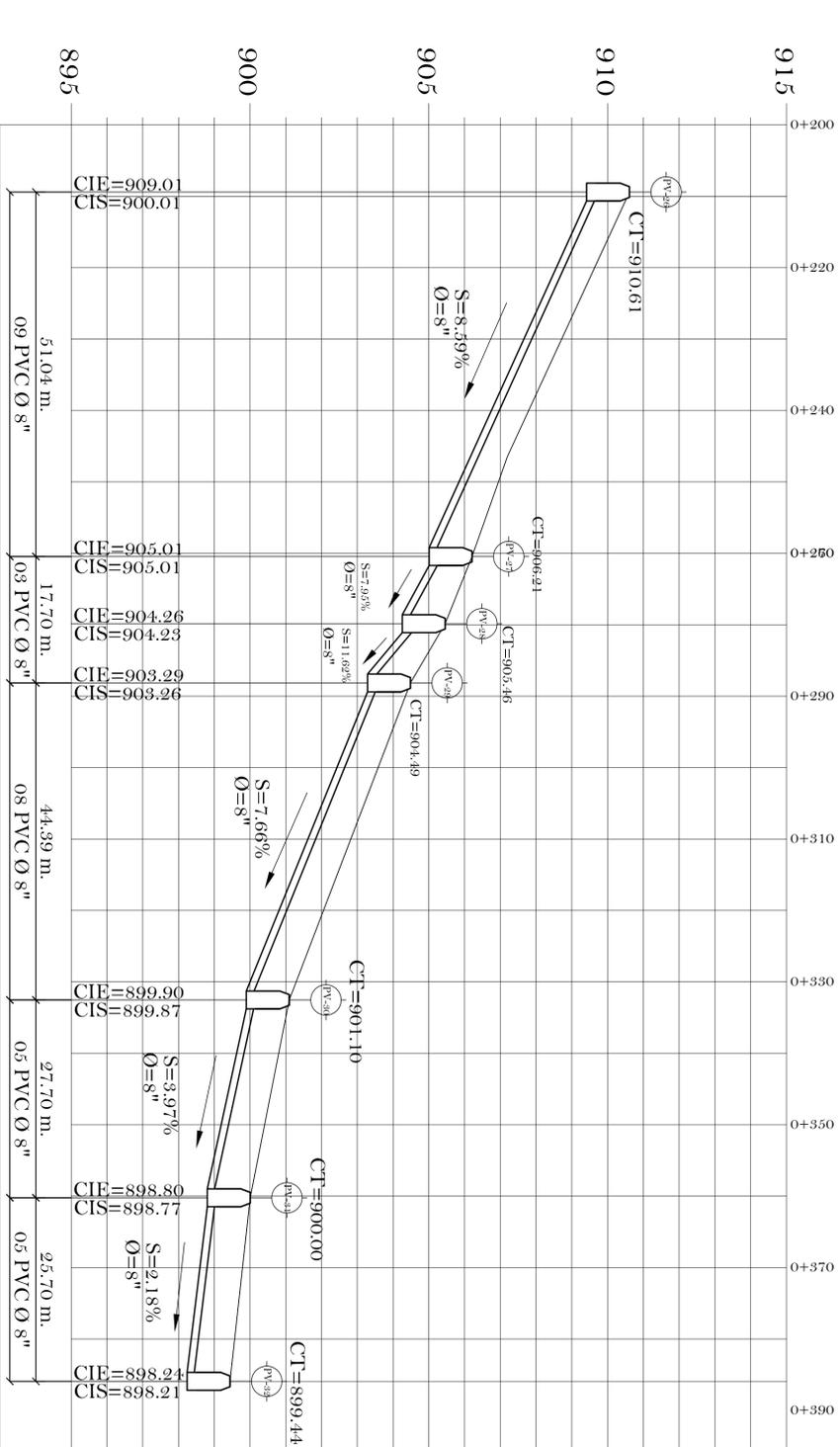
Seccion D-D.

POZO DE VISITA CON DISIPADORES.

		PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO
CONTENIDO: DETALLES POZO DE VISITA + CONEXIÓN DOMICILIAR		TORRESALES: OTTO ORCIZO BARRIOS
UBICACION: CASERIO EL CARMEN, MUNICIPIO DE SAN PABLO, SAN MARCOS.		DISEÑO Y CALCULO: OTTO ORCIZO BARRIOS
PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN PABLO, SAN MARCOS		DEBIDO A: OTTO ORCIZO BARRIOS
FECHA: OCTUBRE 2011		REVISADO: ING. LUIS GREGORIO ALVARO VELTZ
INDICADA: ALCALDE MUNICIPAL		FECHA: OCTUBRE 2011
HOJA No. 06		INDICADA: 08

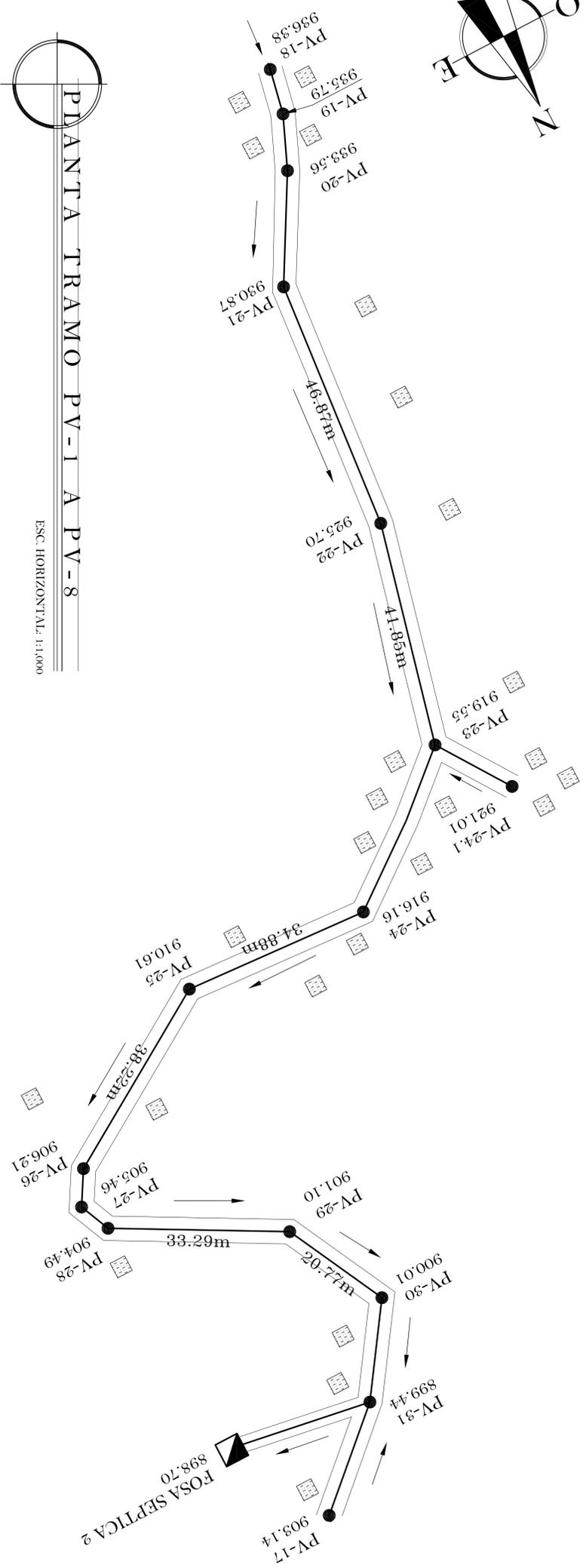
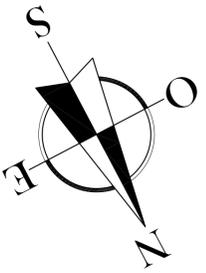


SIMBOLOGIA	
CT	Cota de terreno
PV	Pozo de visita
H=	Altura de pozo de visita
CIE	Cota invert de entrada
CIS	Cota invert de salida
DH=	Distancia horizontal
→	Dirección de flujo
S=%	Pendiente de tubería
[Hatched Box]	VIVIERA



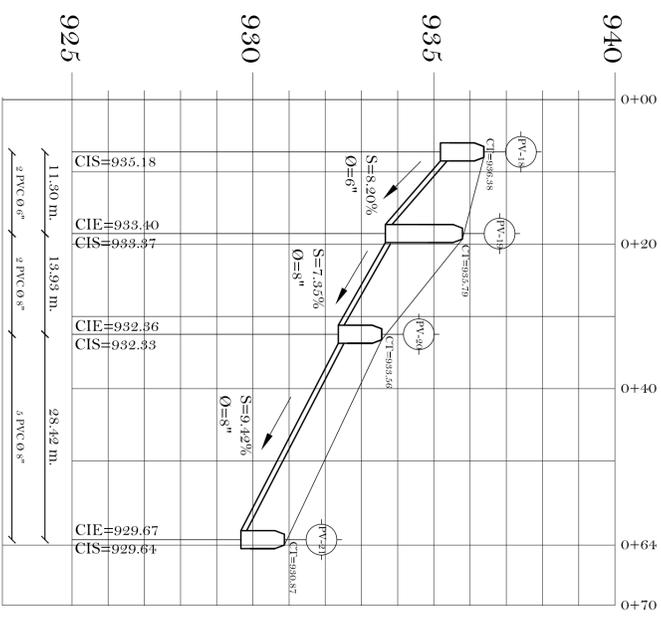
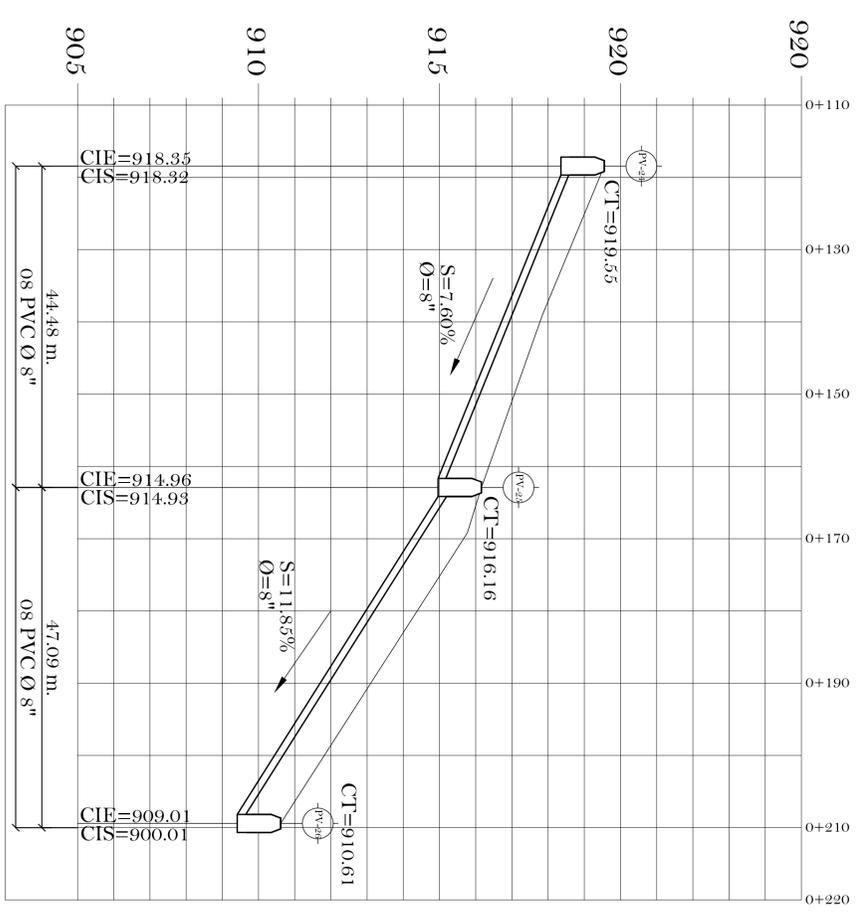
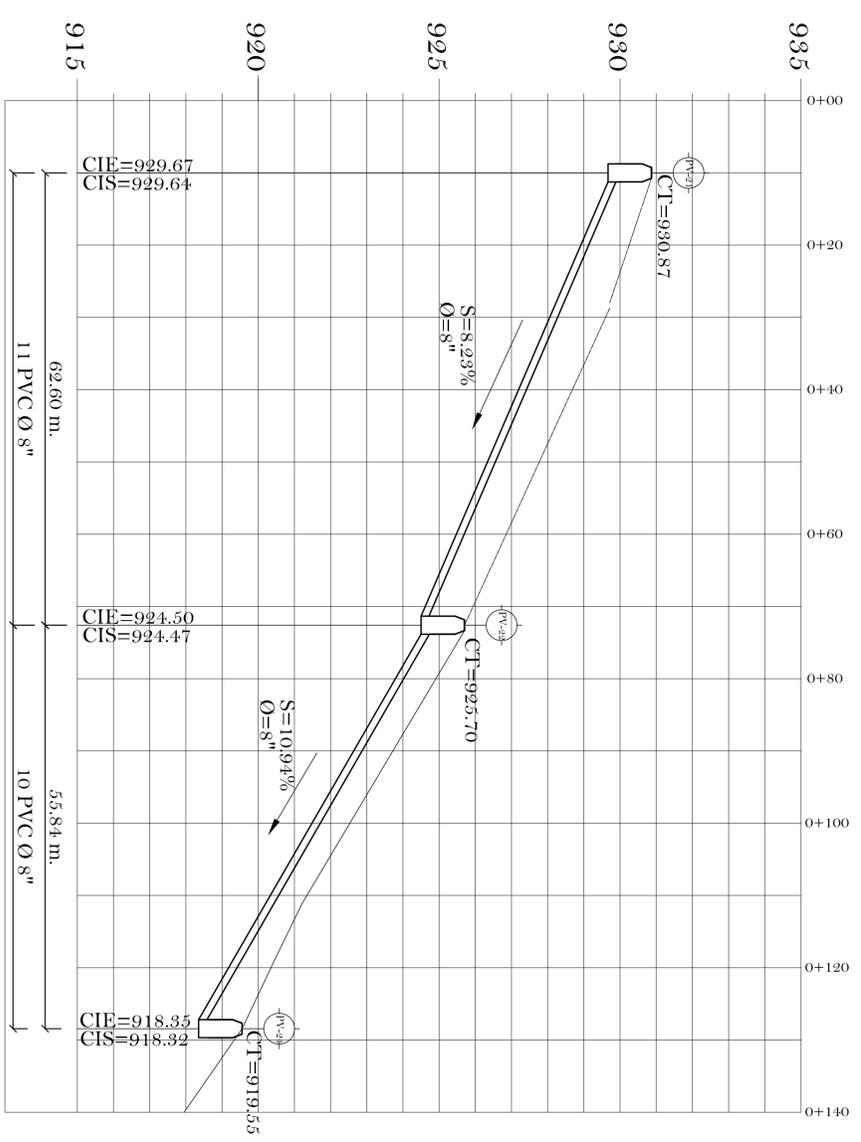
PLANTA TRAMO PV-1 A PV-8
 ESC. HORIZONTAL: 1:1,000

CONTENIDO:	
PROYECTOR:	SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO
TITULO:	PLANTA - PERFIL PV - 14 A PV - 31 + F.S. 2
UBICACION:	CASERIO EL CARMEN, MUNICIPIO DE SAN PABLO, SAN MARCOS, MUNICIPALIDAD DE SAN PABLO, SAN MARCOS
PROPIETARIO:	MUNICIPALIDAD DE SAN PABLO, SAN MARCOS
REVISOR:	ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELAZ
FECHA:	OCTUBRE 2011
ESCALA:	INDICADA
HOJA No.:	5
ALCALDE MUNICIPAL:	08



SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
CT	Casa de numero
PV	Pozo de visita
H=	Altura de pozo de visita
CIE	Casa invert de entrada
CIS	Casa invert de salida
DH=	Distancia horizontal
→	Dirección de flujo
S=%	Pendiente de tubería
[Hatched Box]	VIVEREDA

PLANTA TRAMO P-V-1 A P-V-8
ESC. HORIZONTAL: 1:1,000



PV-21 A PV-24

ESCALA HORIZONTAL 1 : 500
ESCALA VERTICAL 1 : 100

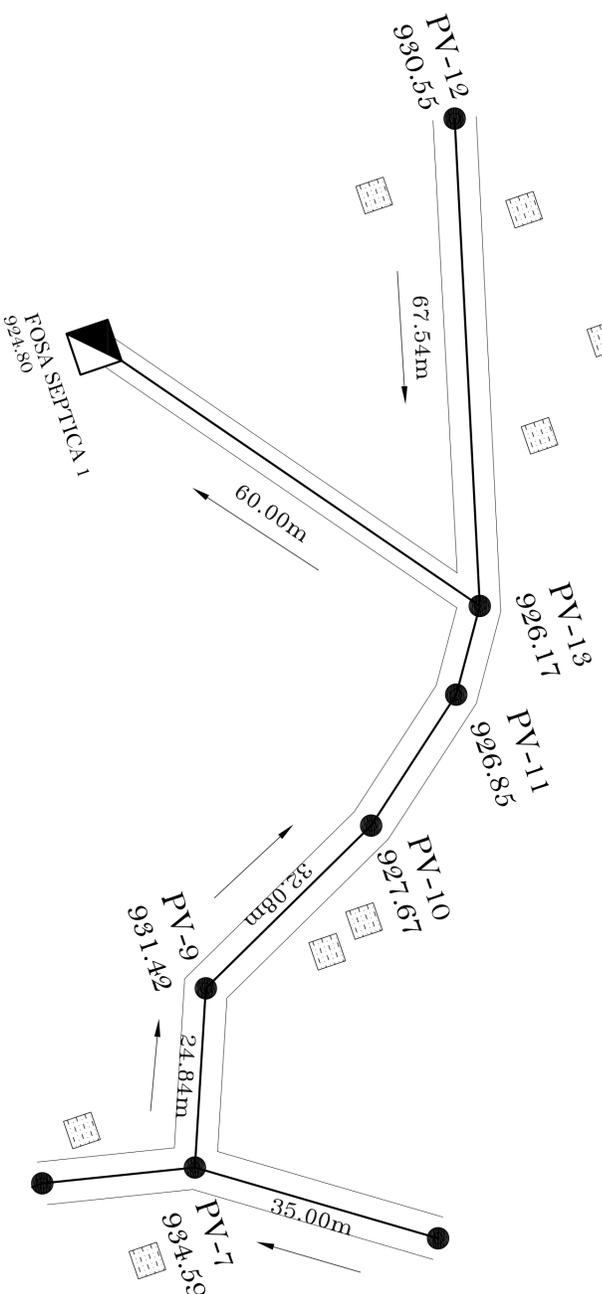
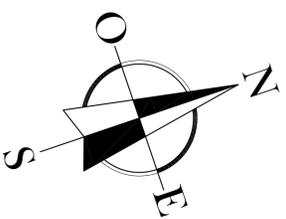
PV-24 A PV-26

ESCALA HORIZONTAL 1 : 500
ESCALA VERTICAL 1 : 100

PV-18 A PV-21
ESCALA HORIZONTAL 1 : 500
ESCALA VERTICAL 1 : 100

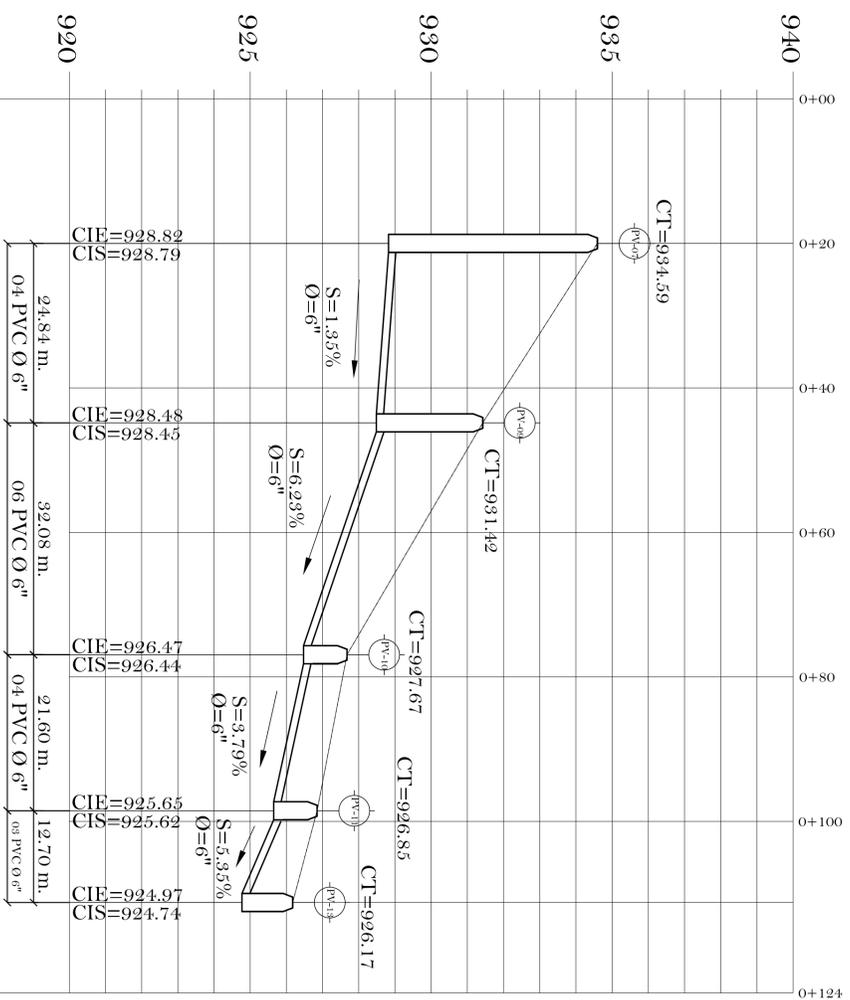
PROYECTOR:	SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO
CONTENIDO:	PLANTA - PERFIL PV - 18 A PV - 26 + F.S. 2
UBICACION:	CASERIO EL CARMEN, MUNICIPIO DE SAN PABLO, SAN MARCOS,
PROPIETARIO:	MUNICIPALIDAD DE SAN PABLO, SAN MARCOS
FECHA:	OCTUBRE 2011
INDICADA:	ESCALA:

ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELAZ	ALCALDE MUNICIPAL
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELAZ	ANSESOR - SUPERVISOR E.P.S.
ING. OTTO OROZCO BARRIOS	DISEÑO Y CALCULO
ING. OTTO OROZCO BARRIOS	DRIBLU
ING. OTTO OROZCO BARRIOS	REVISOR
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELAZ	INDICADA
HOJA No.:	4
	08



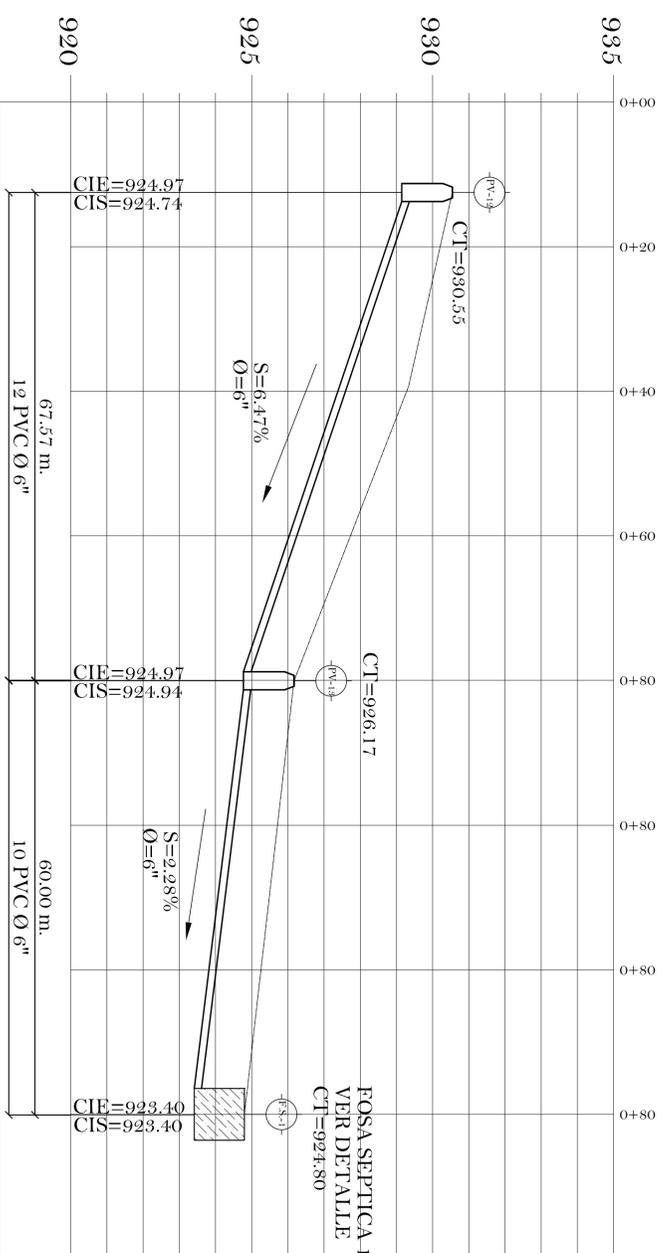
SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
CT	Cota de terreno
PV	Pozo de visita
H=	Altura de pozo de visita
CIE	Cota invert de entrada
CIS	Cota invert de salida
DH=	Distancia horizontal
→	Dirección de flujo
S=%	Pendiente de tubería
[Hatched Box]	VIVEREDA

PLANTA TRAMO PV-7 A PV-12
ESC. HORIZONTAL: 1:1,000



E-82 A E-78

ESCALA HORIZONTAL 1 : 500
ESCALA VERTICAL 1 : 100

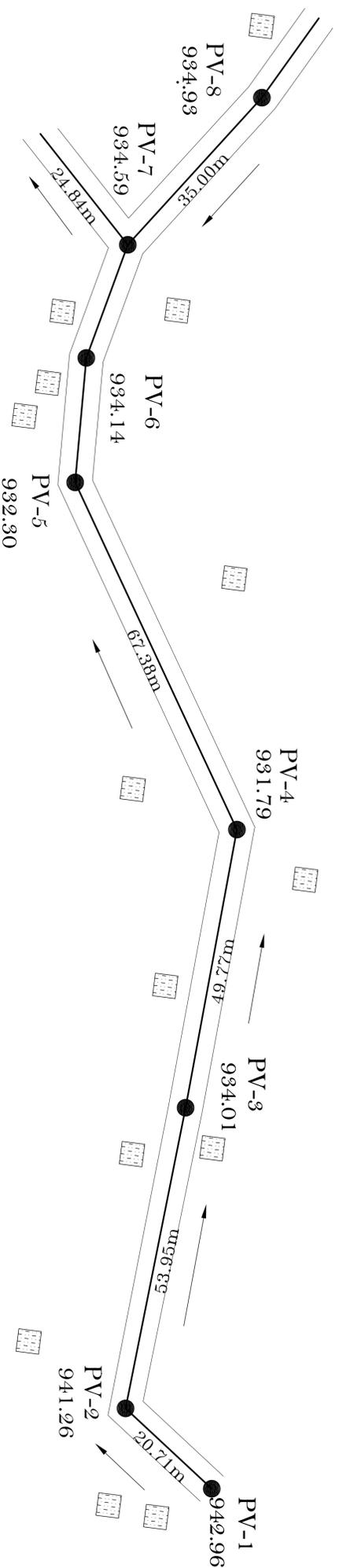
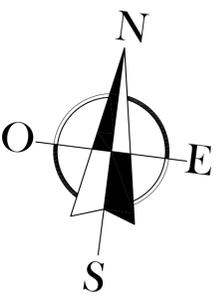


E-76 A FOSA SEPTICA

ESCALA HORIZONTAL 1 : 500
ESCALA VERTICAL 1 : 100

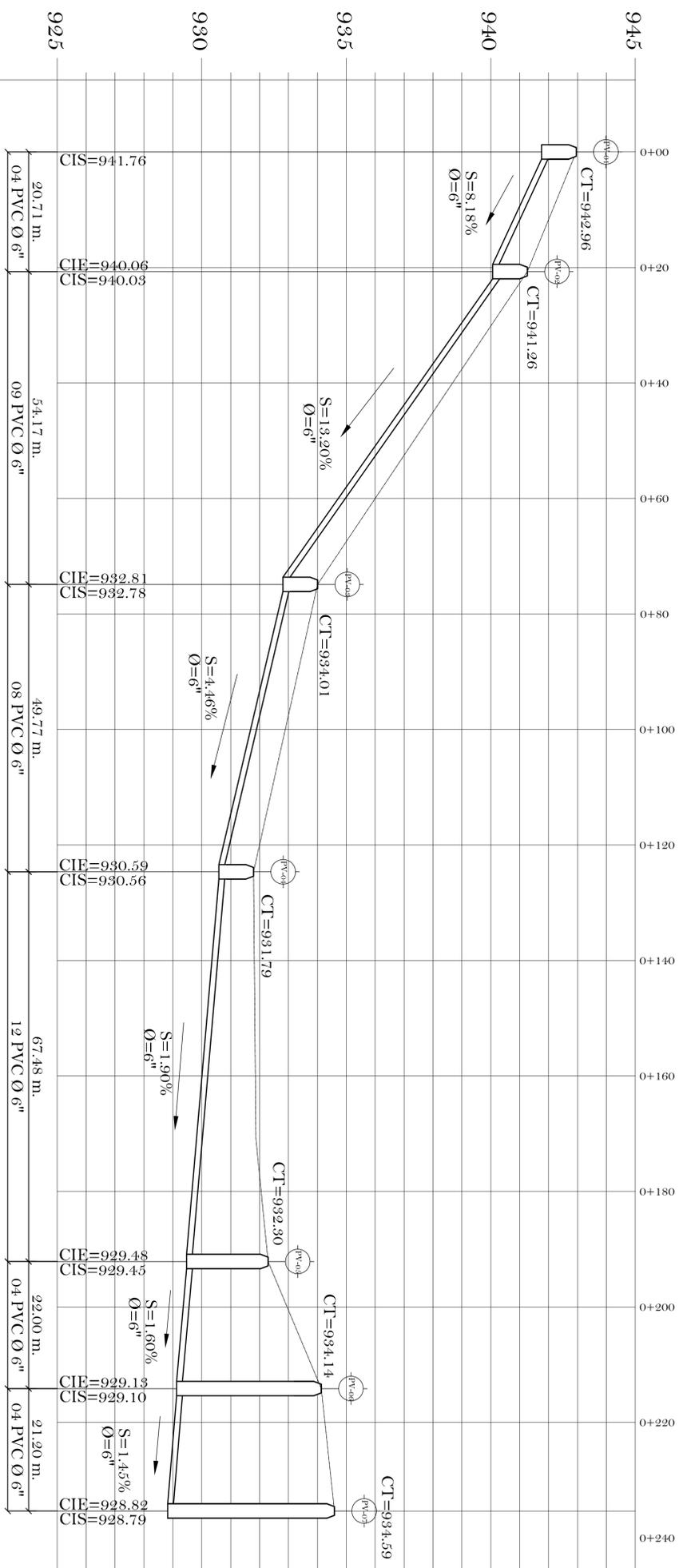
	PROYECTOR:
	SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO

CONTENIDO:	PROYECTOR:
PLANTA - PERFIL PV-07 A PV-13 + F.S. 1	
UBICACION:	PROPIETARIO:
CASERIO EL CARMEN, MUNICIPIO DE SAN PABLO, SAN MARCOS,	MUNICIPALIDAD DE SAN PABLO, SAN MARCOS
DISEÑO Y CALCULO:	FECHA:
OTTO OROZCO BARRIOS	OCTUBRE 2011
INDICADA	
REVISOR:	HOJA No.:
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELZ	3
ALCALDE MUNICIPAL	08

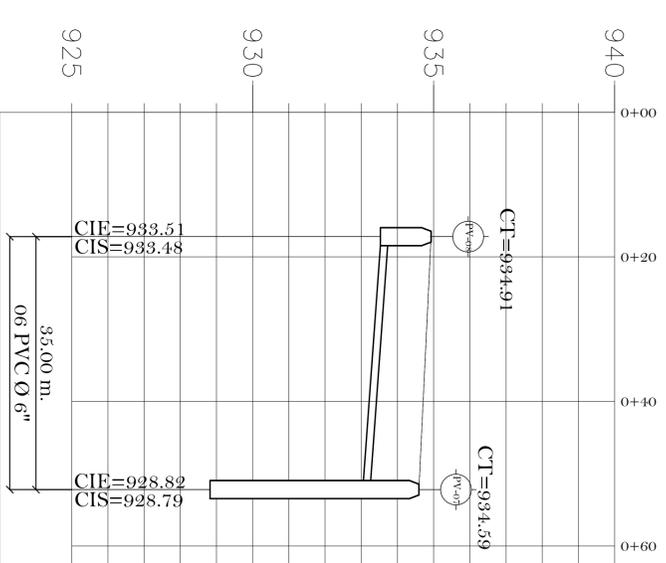


SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
CT	Cota de tuberio
PV	Pozo de visita
H=	Altura de pozo de visita
CIE	Cota invert de entrada
CIS	Cota invert de salida
DH=	Distancia horizontal
→	Direccion de flujo
S=%	Pendiente de tuberia
[Hatched Box]	VIVEREDA

PLANTA TRAMO P-V-1 A P-V-8
ESC. HORIZONTAL: 1:1,000



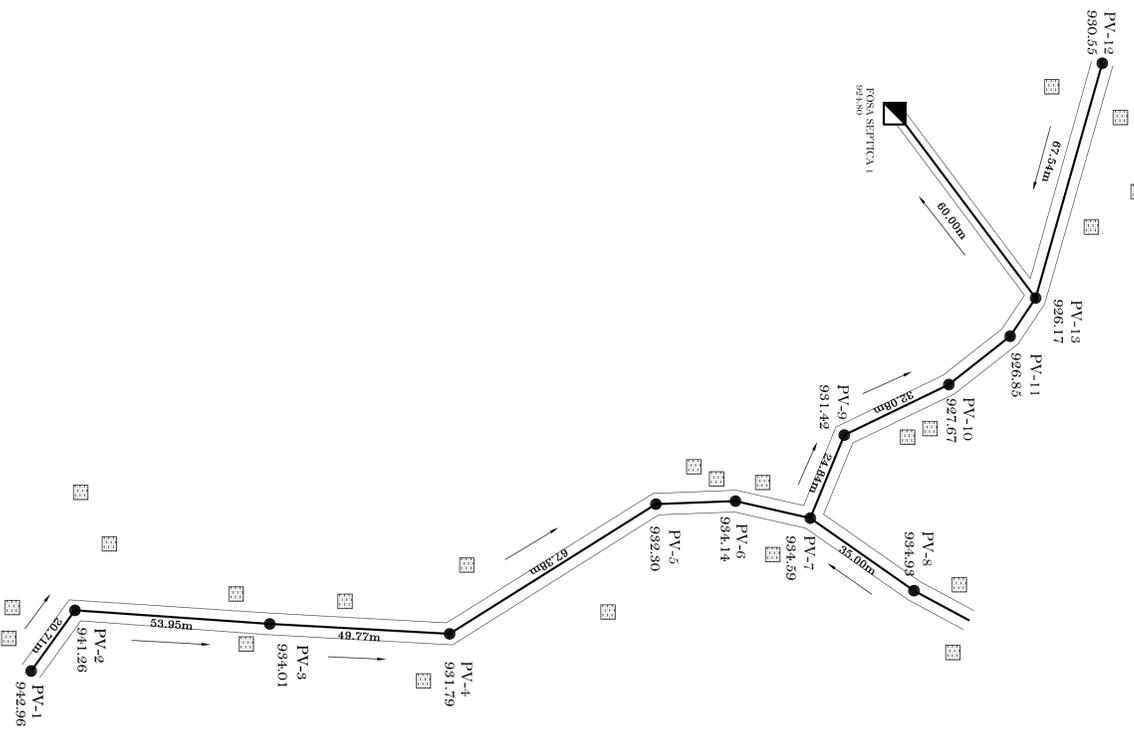
PERFIL P-V-8 A P-V-7
TRAMO 1 < E-90 A E-82 >
ESC. HORIZONTAL: 1:500
ESC. VERTICAL: 1:100



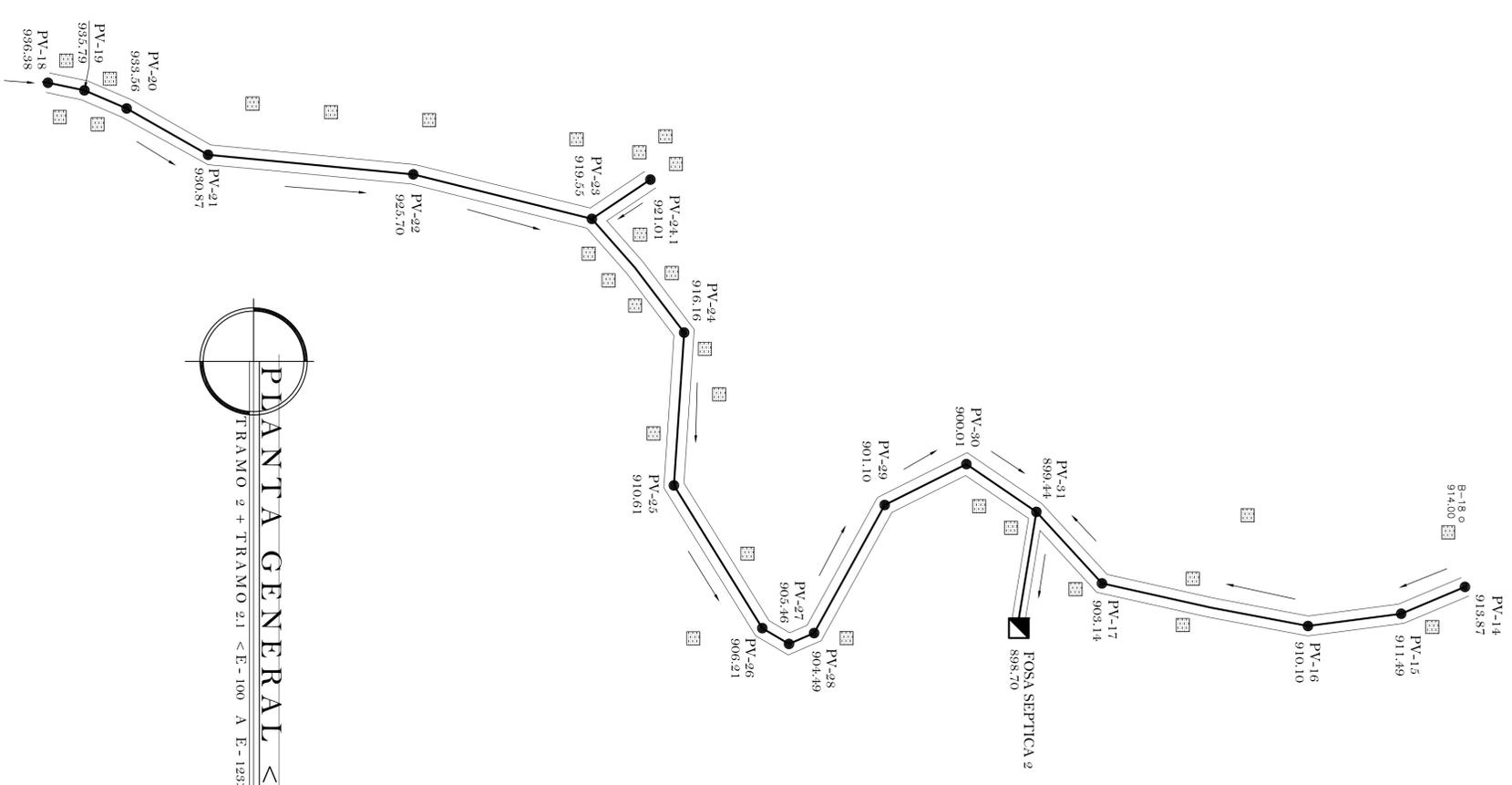
PERFIL P-V-1 A P-V-7
TRAMO 1 < E-90 A E-82 >
ESC. HORIZONTAL: 1:500
ESC. VERTICAL: 1:100

CONTENIDO:	PROYECTOR:
	SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO
TITULO:	PROYECTO:
	PLANTA - PERFIL P-V-01 A P-V-08
UBICACION:	DISEÑO Y CALCULO:
	CASERIO EL CARMEN, MUNICIPIO DE SAN PABLO, SAN MARCOS, MUNICIPALIDAD DE SAN PABLO, SAN MARCOS
PROPIETARIO:	DEBIDO:
	OTTO OROZCO BARRIOS
FECHA:	REVISO:
	OCTUBRE 2011 INDICADA
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELZ	ESCALA:
	INDICADA

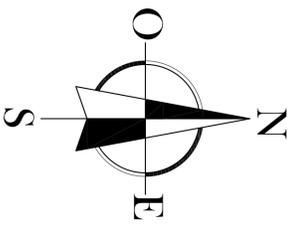
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELZ	ALCALDE MUNICIPAL
ANSESOR - SUPERVISOR E.P.S.	
HOJA No.:	2
	08



PLANTA GENERAL <P.V. 01 - P.V. 13>
 TRAMO 1 + TRAMO 1.1 <E-90 A E-7.81>
 ESC. HORIZONTAL. 1:1,000



PLANTA GENERAL <P.V. 18 - P.V. 31>
 TRAMO 2 + TRAMO 2.1 <E-100 A E-123>
 ESC. HORIZONTAL. 1:1,000



PARAMETROS DE DISEÑO	
PERIODO DE DISEÑO	30 años
POBLACION ACTUAL	294 Hab.
POBLACION DE DISEÑO (FUTURA)	714 Hab.
TASA DE CRECIMIENTO	3.0 %
VIVIENDAS ACTUALES	49 CASAS
VIVIENDAS FUTURAS	119 CASAS
HAB. CASA	6 hab.
DOTACION	1.50 l/hab/día
FACTOR DIA RETORNO	85%
FACTOR DE CAUDAL MEDIO	0.002
CANTIDAD DE POZOS DE VISTA	32 Pozos de Vista
FOSAS SEPTICAS	2 FOSAS SEPTICAS

DIMENSION DEL PROYECTO

TRAMO 1 + TRAMO 1.1	300,00 m.
TRAMO 2 + TRAMO 2.2	680,00 m.
LONGITUD TOTAL DEL PROYECTO	1,180,00 m.

	PROYECTOR:
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO	
PLANTA GENERAL	TITULARIA:
OTTO OROZCO BARRIOS	DISEÑO Y CALCULO:
CASERIO EL CARMEN,	OTTO OROZCO BARRIOS
MUNICIPIO DE SAN PABLO, SAN MARCOS,	OTTO OROZCO BARRIOS
MUNICIPALIDAD DE SAN PABLO, SAN MARCOS	REVISOR:
	ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ
	FECHA:
	OCTUBRE 2011
	ESCALA:
	INDICADA
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ	ALCALDE MUNICIPAL
HOJA No.:	
1	08