

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
INGENIERIA CIVIL

**DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO
BARRIO EL TAMARINDO CABECERA MUNICIPAL Y SISTEMA
DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR BOMBEO,
ALDEA LA MAJADA, MUNICIPIO DE SAN JACINTO,
DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA.**

ELINK ROLANDO JUNIOR VELASQUEZ SAMAYOA

CHIQUIMULA, GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
INGENIERIA CIVIL

**DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO
BARRIO EL TAMARINDO CABECERA MUNICIPAL Y SISTEMA
DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR BOMBEO,
ALDEA LA MAJADA, MUNICIPIO DE SAN JACINTO,
DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

Sometido a consideración del Honorable Consejo Directivo

Por

ELINK ROLANDO JUNIOR VELASQUEZ SAMAYOA

Al conferírsele el título de

INGENIERO CIVIL

En el grado académico de

LICENCIADO

CHIQUIMULA, GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2017

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
INGENIERÍA CIVIL**



**RECTOR
Dr. CARLOS GUILLERMO ALVARADO CEREZO**

CONSEJO DIRECTIVO

Presidente:	M.Sc. Nery Waldemar Galdámez Cabrera
Representante de Profesores:	M.Sc. José Leonidas Ortega Alvarado
Representante de Profesores:	Lic. Zoot. Mario Roberto Suchini Ramírez
Representante de Graduados:	Lic. Zoot. Oscar Augusto Guevara Paz
Representante de Estudiantes:	P.C. Diana Laura Guzmán Moscoso
Representante de Estudiantes:	M.E.P. José Roberto Martínez Lemus
Secretaria:	Licda. Marjorie Azucena González Cardona

AUTORIDADES ACADÉMICAS

Coordinador Académico:	Ing. Agr. Edwin Filiberto Coy Córdón
Coordinador de Carrera:	M.Sc. Luis Fernando Quijada Beza

ORGANISMO COORDINADOR DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN

Presidente:	MSc. Luis Fernando Quijada Beza
Secretario:	M.B.A. René Estuardo Alvarado González
Vocal:	Ing. Elder Avildo Rivera López

TERNA EVALUADORA

M.Sc Luis Fernando Quijada Beza
M.Sc Jorge Mauricio López Vanegas
M.Sc Jorge Gustavo Velásquez Martínez



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE -CUNORI-
CARRERAS DE INGENIERÍA



LFQB.04.17

Chiquimula, 6 de noviembre de 2017.

Ingeniero Civil

Elder Avildo Rivera López

Coordinador de EPS de la Carrera de Ingeniería Civil

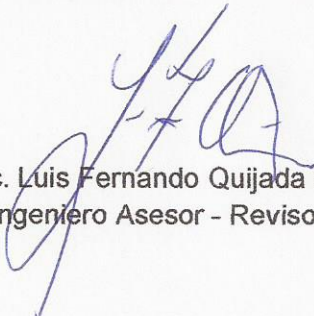
CUNORI – USAC

Respetado Ingeniero:

Atentamente me dirijo a usted para hacer de su conocimiento que he revisado y efectuado las correcciones del caso al trabajo de graduación: **“DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO BARRIO EL TAMARINDO CABECERA MUNICIPAL Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR BOMBEO, ALDEA LA MAJADA, MUNICIPIO DE SAN JACINTO, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA”**, presentado por el estudiante Elink Rolando Junior Velásquez Samayoa.

Habiendo llenado dicho trabajo los requisitos, me permito aprobarlo en calidad de Asesor - Revisor del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


M.Sc. Luis Fernando Quijada Beza
Ingeniero Asesor - Revisor

C.c. archivo



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE -CUNORI-
CARRERAS DE INGENIERÍA



JMLV.02.17

Chiquimula, 08 de noviembre de 2017.

Ingeniero Civil

Elder Avildo Rivera López

Coordinador de EPS de la Carrera de Ingeniería Civil

CUNORI - USAC

Respetable Ingeniero:

Atentamente me dirijo a usted para hacer de su conocimiento que he revisado y efectuado las correcciones del caso al trabajo de graduación: **"DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO BARRIO EL TAMARINDO CABECERA MUNICIPAL Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR BOMBEO, ALDEA LA MAJADA, MUNICIPIO DE SAN JACINTO, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA"**, presentado por el estudiante Elink Rolando Junior Velásquez Samayoa.

Habiendo llenado dicho trabajo los requisitos, me permito aprobarlo en calidad de Asesor - Revisor del mismo.

"ID Y ENSEÑAR A TODOS"

Ing. Jorge Mauricio López Vanegas
Ingeniero Asesor - Revisor

C.c. archivo



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE -CUNORI-
CARRERAS DE INGENIERÍA



CEPSIC.06.2017

Chiquimula, 10 de noviembre de 2017.

M.Sc. Luis Fernando Quijada Beza
Coordinador Carreras de Ingeniería
CUNORI - USAC

Respetable M.Sc. Quijada:

Atentamente me dirijo a usted para informarle que he revisado el trabajo de graduación titulado: **"DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO BARRIO EL TAMARINDO CABECERA MUNICIPAL Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR BOMBEO, ALDEA LA MAJADA, MUNICIPIO DE SAN JACINTO, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA"**, elaborado por el estudiante Elink Rolando Junior Velásquez Samayoa, quien contó con la asesoría de los Ingenieros Luis Fernando Quijada Beza y Jorge Mauricio López Vanegas.

Considero que el trabajo desarrollado por el estudiante Elink Rolando Junior Velásquez Samayoa, satisface los requisitos exigidos, por lo cual recomiendo su aprobación.

Agradezco a usted la atención a la presente, atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Elder Avildo Rivera López
Coordinador del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S)
Carrera de Ingeniería Civil

C.c. archivo

FINCA EL ZAPOTILLO ZONA 5, CHIQUIMULA
TEL. 79438442



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE -CUNORI-
CARRERAS DE INGENIERÍA



ALTG.09.17

Chiquimula, 15 de noviembre de 2017.

M.Sc. Luis Fernando Quijada Beza
Coordinador Carreras de Ingenierías
CUNORI-USAC

Estimado M.Sc. Quijada:

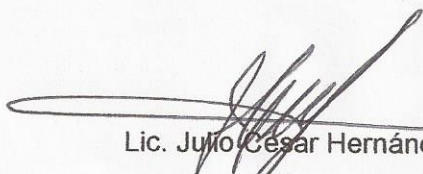
El propósito de la presente, es para informarle que he procedido a revisar la parte lingüística, del trabajo de investigación titulado **"DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO BARRIO EL TAMARINDO CABECERA MUNICIPAL Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR BOMBEO, ALDEA LA MAJADA, MUNICIPIO DE SAN JACINTO, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA"**; elaborado por el estudiante Elink Rolando Junior Velásquez Samayoa.

El informe cumple con los requisitos exigidos, por la carrera de Ingeniería Civil, por lo tanto, recomiendo su aprobación para seguir con los trámites correspondientes.

Agradeciendo su atención a la presente,

Deferentemente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Lic. Julio César Hernández Ortiz
Revisor Área Lingüística

C.c. archivo

FINCA EL ZAPOTILLO ZONA 5, CHIQUIMULA
TEL. 79438442



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE -CUNORI-
CARRERAS DE INGENIERÍA



TGIC.06-2017

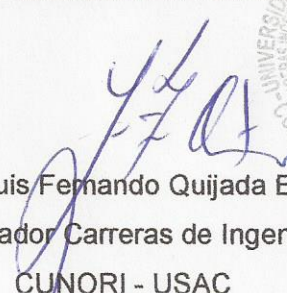
Chiquimula, 17 de noviembre de 2017.

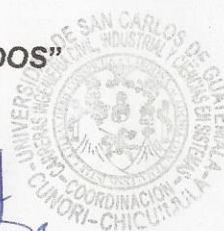
MSc. Nery Waldemar Galdámez Cabrera
Director
Centro Universitario de Oriente
CUNORI - USAC

Respetable MSc. Galdámez Cabrera:

El coordinador de las Carreras de Ingeniería del Centro Universitario de Oriente CUNORI, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, después de conocer el dictamen de los asesores-revisores Ing. Luis Fernando Quijada Beza e Ing. Jorge Mauricio López Vanegas y del Coordinador del Ejercicio Profesional Supervisado de la Carrera de Ingeniería Civil Ing. Elder Avildo Rivera López, y luego de la revisión y aprobación del Lic. Julio Cesar Hernández Ortiz, revisor del área de Lingüística, al trabajo de graduación del estudiante Elink Rolando Junior Velásquez Samayoa, titulado: **"DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO BARRIO EL TAMARINDO CABECERA MUNICIPAL Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR BOMBEO, ALDEA LA MAJADA, MUNICIPIO DE SAN JACINTO, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA"**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo de investigación y recomiendo la autorización del mismo.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


MSc. Luis Fernando Quijada Beza
Coordinador Carreras de Ingeniería
CUNORI - USAC



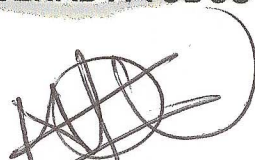
C.c. archivo

D-TG-IC-156/2017

EL INFRASCRITO DIRECTOR DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, POR ESTE MEDIO HACE CONSTAR QUE: Conoció el Trabajo de Graduación que efectuó el estudiante **ELINK ROLANDO JUNIOR VELÁSQUEZ SAMAYOA** titulado "DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO BARRIO EL TAMARINDO CABECERA MUNICIPAL Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR BOMBEO, ALDEA LA MAJADA, MUNICIPIO DE SAN JACINTO, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA", trabajo que cuenta con el aval del Revisor y Coordinador de Trabajos de Graduación, de la carrera de Ingeniería Civil. Por tanto, la Dirección del CUNORI con base a las facultades que le otorga las Normas y Reglamentos de Legislación Universitaria **AUTORIZA** que el documento sea publicado como Trabajo de Graduación a Nivel de Licenciatura, previo a obtener el título de **INGENIERO CIVIL**.

Se extiende la presente en la ciudad de Chiquimula, el diecisiete de noviembre de dos mil diecisiete.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



MSc. Nery Waldemar Galdámez Cabrera
DIRECTOR
CUNORI - USAC



c.c. Archivo

NWGC/ars

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por la sabiduría y la fortaleza para cumplir esta meta.
Mis padres	Por el esfuerzo y el amor, manifestado durante la preparación profesional.
Mis hermanos	Por su apoyo incondicional durante las alegrías y tristezas.
Mi esposa	Por su comprensión y apoyo en esta etapa de la vida.
Centro Universitario de Oriente	Por sus enseñanzas de vida aprendidas y por compartir sus instalaciones durante la formación profesional.
Mis asesores e Ingenieros	Jorge Mauricio López Vanegas, Luis Fernando Quijada, Jorge Velásquez y Dany Galdámez Orantes.
Mis compañeros y amigos	Por su ayuda, por compartir momentos buenos y malos en la vida estudiantil.
Municipalidad de San Jacinto	Por permitir realizar el EPS en sus instalaciones.

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Para él sea la honra y la gloria por siempre.

Mis padres

Elink Rolando Velásquez Arrué (q.e.p.d) y Ana Elizabeth Samayoa Córdón, por ser el ejemplo de perseverancia y ser el pilar de amor esta etapa.

Mi esposa

Tatiana Aguirre Monroy que con su amor y cariño me apoyo en todo momento para finalizar esta meta.

Mis hermanos

Josué André y Ana Gabriela Velásquez Samayoa, por su cariño y apoyo brindado.

Mis tíos

Carlos Rolando Samayoa y Gilma Yaneth Noguera de Samayoa por ser un ejemplo a seguir y por el apoyo que en todo momento me han brindado.

Mis abuelos

Ofelia Córdón y Jorge Velásquez, por ser mi alegría y estar conmigo siempre.

ÍNDICE GENERAL

TABLAS	VI
LISTA DE FIGURAS	IX
LISTA DE SÍMBOLOS	X
GLOSARIO	XIV
RESUMEN	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
OBJETIVOS	XXV
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Aspectos históricos	1
1.2. Aspectos físicos	2
1.2.1. Ubicación y localización	2
1.2.2. Población actual	7
1.2.3. Topografía	8
1.2.4. Clima	8
1.3. Aspectos de Infraestructura	9
1.3.1. Vías de acceso	9
1.3.2. Tipología de viviendas	9
1.3.3. Servicios públicos	10
1.3.4. Centros de salud	11
1.4. Aspectos socioeconómicos	11
1.4.1. Actividad económica	11
1.4.2. Etnia, religión y costumbres	11

1.4.3.	Alfabetismo	12
1.4.4.	Organización comunitaria	12
2.	DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, BARRIO EL TAMARINDO CABECERA MUNICIPAL, SAN JACINTO, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA	13
2.1.	Descripción del proyecto	13
2.2.	Levantamiento topográfico	13
2.2.1.	Planimetría	14
2.2.2.	Altimetría	14
2.3.	Parámetros de diseño	14
2.3.1.	Población futura	14
2.3.1.1.	Periodo de diseño	14
2.3.1.2.	Incremento geométrico	15
2.3.2.	Integración del caudal de diseño	17
2.3.2.1.	Caudal domiciliar	17
2.3.2.1.1.	Factor de retorno	18
2.3.2.2.	Caudal de conexiones ilícitas	19
2.3.2.2.1.	Área	19
2.3.2.3.1.	Intensidad de lluvia	22
2.3.2.3.2.	Tiempo de concentración	23
2.3.2.4.	Caudal de Infiltración	26
2.3.2.5.	Caudal comercial	27
2.3.2.6.	Caudal industrial	28
2.3.2.7.	Caudal medio	29

2.3.2.8.	Factor de flujo medio	29
2.3.2.9.	Factor de Harmon	30
2.3.2.10.	Factor de caudal máximo	31
2.3.2.11.	Caudal de diseño	31
2.3.3.	Cálculo de pendientes	32
2.3.4.	Velocidad a sección llena utilizando la fórmula de Manning	33
2.3.5.	Caudal a sección llena	34
2.3.6.	Relación hidráulica para tirante	34
2.3.7.	Relación hidráulica para la velocidad	35
2.3.8.	Cotas invert	35
2.3.9.	Altura de pozos de visita	37
2.4.	Diseño hidráulico	37
2.5.	Desfogue	42
2.6.	Excavación	43
2.7.	Análisis de impacto ambiental	44
2.8.	Análisis socioeconómico	47
2.8.1.	Valor Presente Neto (VPN)	49
2.8.2.	Tasa Interna de Retorno (TIR)	51
2.9.	Especificaciones técnicas	51
2.10.	Presupuesto	56
2.10.1.	Integración de precios unitarios	56

3. DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR BOMBEO ALDEA LA MAJADA, MUNICIPIO DE SAN JACINTO, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA.	71
3.1. Descripción del proyecto	71
3.2. Fuente de agua	71
3.2.1. Aforo	71
3.2.2. Análisis de agua	71
3.2.2.1. Examen bacteriológico	72
3.2.2.2. Examen físico-químico	72
3.2.3. Obra de captación subterránea	73
3.3. Parámetros de diseño	73
3.3.1. Período de diseño	73
3.3.2. Población de diseño	74
3.3.3. Dotación	76
3.3.4. Factores de consumo	78
3.3.5. Caudales de diseño	79
3.4. Diseño hidráulico	85
3.4.1. Diseño de línea de bombeo	85
3.4.1.1. Diámetro económico	85
3.4.1.2. Potencia de la bomba	94
3.4.1.3. Golpe de ariete	98
3.4.1.4. Clase de tubería	100
3.4.2. Diseño de red de distribución	101
3.4.3. Diseño de obras hidráulicas	110

3.4.3.1. Cajas de válvulas	110
3.4.3.2. Cajas rompe presión	111
3.4.3.3. Anclajes	111
3.4.3.4. Tanque de distribución de mampostería de piedra	112
3.5. Sistema de desinfección	146
3.6. Elaboración de planos	148
3.7. Especificaciones técnicas	149
3.7.1. Trabajos	149
3.7.2. Materiales	156
3.8. Cálculo de tarifa	159
3.9. Análisis de impacto ambiental	163
3.10. Análisis socioeconómico	167
3.11. Tasa Interna de Retorno (TIR)	170
3.12. Elaboración de presupuesto	170
3.12.1. Integración de precios unitarios	171
3.12.2. Cronograma de ejecución físico y financiero	190
CONCLUSIONES	194
RECOMENDACIONES	195
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	196
APÉNDICES	200
ANEXOS	209

TABLAS

No.	Descripción	Pág
1.	Coeficiente de escorrentía	21
2.	Valores A, B y n de la estación hidrometeorológica de Esquipulas, Chiquimula	22
3.	Valores A, B y n de la estación hidrometeorológica de La Fragua, Zacapa	22
4.	Profundidad mínima de la cota inferior para evitar rupturas	37
5.	Resumen del presupuesto por renglón	57
6.	Replanteo topográfico	58
7.	Retiro de adoquín	59
8.	Excavación	60
9.	Instalación de tubería de 6"	61
10.	Instalación de tubería de 8"	62
11.	Instalación de tubería de 10"	63
12.	Relleno y compactación	64
13.	Instalación de adoquín	65
14.	Pozos de visita de 1.2 a 1.22m	66
15.	Pozos de visita de 1.60m a 4.m	67
16.	Pozos de visita mayores a 4.m	68

17. Conexiones domiciliarias	69
18. Detalles de Gastos Indirectos	70
19. Cronograma de ejecución físico y financiero	71
20. Examen bacteriológico	73
21. Cálculo de dotación diaria	78
22. Precios de tubería HG T.L 700 PSI	89
23. Costo mensual de tubería HG HG T.L 700 PSI	90
24. Diámetro medio interior tubería HG T.L 700 PSI	90
25. Parámetros de diseño para red de distribución.	103
26. Dimensiones de tanque de distribución	114
27. Momento actuante en losa	122
28. Áreas de acero y espaciamientos requeridos	128
29. Áreas de acero corrugado	137
30. Sumatoria de áreas de acero	138
32. Datos asumidos para el diseño tanque de distribución	140
33. Valor soporte permisible, según el tipo de suelo	141
34. Sumatoria de momentos	145
35. Resumen del presupuesto por renglón	175
36. Replanteo topográfico	176
37. Limpia y chapeo	177

38. Excavación	178
39. Caseta de bombeo	179
40. Línea de bombeo y equipo de bombeo	181
41. Tanque de distribución	183
42. Hipoclorador	185
43. Caja y válvula compuerta en línea de distribución	186
44. Tubería de distribución de 2 1/2" 160 PSI	187
45. Tubería línea de distribución de 1 1/2" 160 PSI	188
46. Tubería línea de distribución de 1 1/4" 160 PSI	189
47. Tubería línea de distribución de 1", 3/4" y 1/2"	190
48. Conexiones domiciliarias	191
49. Relleno y compactación	192
49. Detalle de gastos indirectos	193
50. Cronograma de actividades	194
51. Resumen de materiales	195

LISTA DE FIGURAS

No. Figura	Descripción	Pág.
1	Macrolocalización y microlocalización del municipio de San Jacinto, departamento de Chiquimula	4
2	Localización del municipio de San Jacinto, departamento de Chiquimula	5
3	Ubicación casco urbano San Jacinto, Chiquimula	6
4	Ubicación de aldea La Majada, San Jacinto, Chiquimula	7
5	Interpolación de datos de intensidad de lluvia en San Jacinto, Chiquimula.	25
6	Gráfica del V.P.N, alcantarillado sanitario	50
7	Dimensiones, pesos nominales y presiones de prueba para tubería de acero galvanizado peso estándar (Cédula 40).	87
8	Pérdidas de carga a considerar en bomba sumergible	95
9	Dimensiones definitivas de la losa	117
10	Variación de los momentos a través del ancho de las secciones críticas supuestas para el diseño.	122
11	Diagrama de momentos	123
12	Armado final de losa	130
13	Área tributaria	132
14	Detalle de armado final de viga intermedia	137
15	Medidas de muro de tanque de distribución	139
16	Cargas en los elementos del muro	143
17	Punto de presión bajo el suelo del muro	147
18	Gráfica del V.P.N, agua potable	173

LISTA DE SÍMBOLOS

ACI	American Concrete Institute (Instituto Americano de Concreto)
As	Área de acero
ASTM	American Society for Testing Materials (Sociedad Americana para Pruebas de Materiales)
C	Coeficiente de escurrimiento
CDT	Carga dinámica total
CM	Carga muerta
COCODE	Comité Comunitario de Desarrollo
COGUANOR	Comisión Guatemalteca de Normas
COMUDE	Consejo Municipal de Desarrollo
C_{prom}	Coeficiente de escurrimiento promedio
CIE	Cota invert de entrada
CIS	Cota invert de salida
CU	Carga última
CV	Carga viva
D	Diámetro
d/D	Relación hidráulica de tirante
DEMPAGUA	Departamento municipal de agua
DGC	Dirección general de caminos
Di	Diámetro interno del tubo
DMP	Dirección municipal de planificación
E	Módulo de elasticidad del material
f'c	Resistencia última del concreto a la compresión
FEN	Flujo efectivo neto
Fsd	Fuerza de deslizamiento
Fsv	Fuerza de volteo

Fy	Resistencia última del acero a la tensión
g	Aceleración de la gravedad
GPM	Galones por minuto
H	Altura
Ha.	Hectárea
Hab.	Habitantes
Hf	Pérdida de carga por fricción
HG	Acero galvanizado
HP	Horse Power (Caballos de fuerza)
H_{min.pozo}	Altura mínima de pozo
H_{pozo}	Altura de pozo
i	Tasa de interés
I	Intensidad de lluvia
INE	Instituto Nacional de Estadística
INFOM	Instituto de Fomento Municipal
INSIVUMEH	Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología
K	Módulo de elasticidad volumétrica del agua
Km	Kilómetro
Km²	Kilómetro cuadrado
Kw	Kilowatt
L	Litro
lb	Libra
L/s	Litros por segundo
m	Metro
m²	Metro cuadrado
m³	Metro cúbico
M	Momento
msnm	Metros sobre el nivel del mar

N	Coeficiente de rugosidad de Manning
Pa	Empuje activo
Pf	Población futura
PDM	Plan de desarrollo Municipal de San Jacinto, Chiquimula
Pmax	Presión máxima
Po	Población actual
PSI	Libra sobre pulgada cuadrada
PVC	Policloruro de vinilo
Q	Caudal
Qb	Caudal de bombeo
Qc	Caudal de conducción
Qd	Caudal de distribución
Qm	Caudal medio
qq	Quintal
q/Q	Relación hidráulica de caudal de diseño
Qdis	Caudal de diseño
Qdom	Caudal domiciliar
Qilícitas	Caudal de conexiones ilícitas
Qinf	Caudal por infiltración
QMH	Caudal máximo horario
QMD	Caudal máximo diario
Qmax	Caudal máximo
Qmed	Caudal medio
r	Tasa de crecimiento poblacional
Rh	Radio hidráulico
s	Segundo
S	Pendiente
SP	Sobre presión

t	Espesor
Tar	Tarifa
Tr	Período de retorno
UNEPAR	Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales
v	Velocidad
v/V	Relación hidráulica de velocidad
V	Volumen
Viv	Viviendas
viv. fut.	Viviendas futuras
V.A.N.	Valor actual neto
Vs	Valor soporte del suelo
Wa	Peso específico del agua
Wc	Peso específico del concreto
Ws	Peso específico del suelo
Ø	Diámetro
π	Pi = 3.1414159
Σ	Sumatoria
%	Porcentaje
°	Grados
'	Minutos
"	Segundos

GLOSARIO

Accesorios	Elementos secundarios en los ramales de tuberías, tales como codos, niples, tees, coplas.
Aforo	Medir el volumen de agua que lleva una corriente en la unidad de tiempo.
Agua potable	Agua sanitariamente segura y que es agradable a los sentidos.
Análisis de agua	Estudios, que tienen por objeto definir la calidad del agua, al relacionarlos con normas, las cuales establecen los valores de las concentraciones máximas aceptables y/o permisibles, para el uso benéfico, al cual se destine.
Bajareque	Material utilizado en la construcción de viviendas compuesto de cañas o palos entretejidos y unidos con una mezcla de tierra húmeda y heno o forraje.
Concreto ciclópeo	Combinación de concreto estructural y de piedra grande de tamaño no mayor a 300 mm.

Carga estática	También es llamada presión estática y es la distancia vertical que existe entre la superficie libre de la fuente de abastecimiento, caja rompepresión o tanque de distribución, y el punto de descarga libre. Se mide en metros columna de agua (m.c.a.).
Carga dinámica	También llamada carga hidráulica o presión dinámica. Es la altura que alcanzaría el agua en tubos piezométricos a partir del eje central a lo largo de una tubería con agua a presión.
Caudal	Cantidad de agua que corre en un tiempo determinado.
Consumo	Volumen de agua que es utilizado por los habitantes. Está en función de una serie de factores inherentes a la propia localidad que se abastece, por lo que varía de una población a otra.
Demanda	Es la cantidad de agua que una población requiere para satisfacer las necesidades.
Dotación	Cantidad de agua asignada por habitante por día para satisfacer las necesidades, afectado por factores tales

como el clima, condiciones socioeconómicas, tipo de abastecimiento.

Hermeticidad

Calidad de un cerramiento de estar perfectamente cerrado o estanco al aire mediante fusión o sellado.

Lodos

Los lodos están formados por sustancias contaminantes y peligrosas para la salud. Los lodos extraídos de los procesos de tratamientos de aguas residuales domésticas e industriales tienen un contenido en sólido que varía entre el 0.25 y el 12% de su peso.

Obsolescencia

Es la caída en desuso de las máquinas, equipos y tecnologías motivada no por un mal funcionamiento del mismo, sino por un insuficiente desempeño de sus funciones en comparación con las nuevas máquinas, equipos y tecnologías introducidos en el mercado.

Pérdida de carga

Es la disminución de presión dinámica debido a la fricción que existe entre el agua y las paredes de la tubería.

Permeabilidad

Es la capacidad que tiene un material de permitirle a un flujo que lo atraviere sin alterar su estructura interna. Se afirma que un material es permeable si deja pasar a través de él una cantidad apreciable de fluido en un tiempo dado, e impermeable si la cantidad de fluido es despreciable.

Piezométrica

Cargas de presión en el funcionamiento hidráulico de la tubería.

Presión

Carga o fuerza total que actúa sobre una superficie. En hidráulica expresa la intensidad de fuerza por unidad de superficie.

RESUMEN

Se realiza la planificación de dos proyectos de infraestructura civil, como parte del Ejercicio Profesional Supervisado -EPS-, de la carrera de Ingeniería Civil, del Centro Universitario de Oriente -CUNORI-, de la Universidad de San Carlos de Guatemala -USAC-, realizado en la Dirección Municipal de Planificación -DMP-, de la municipalidad de San Jacinto, departamento de Chiquimula.

Inicialmente se realizó un estudio monográfico del municipio y las comunidades en mención, contando con el apoyo de la municipalidad y los Consejos de Comunitarios de Desarrollo –COCODES-, en el aporte de los datos e información necesaria para priorizar los servicios más indispensables y seleccionar los anteriormente mencionados.

El primer proyecto consiste en el diseño del alcantarillado sanitario del barrio el Tamarindo, cabecera municipal, del municipio de San Jacinto. Es un sistema que tiene una longitud total de 1,738.26 m, en cual consiste en recolectar todas las aguas residuales que actualmente desfogon en la fosa séptica del barrio el Tamarindo, sobre el río San Jacinto. Por las deficiencias que presenta este sistema, se amerita ejecutar este nuevo proyecto. El cual favorecerá a que se preserve el medio ambiente en el que puedan desarrollarse, todas las actividades básicas de forma segura.

El segundo proyecto es el diseño de sistema de abastecimiento de agua de la aldea La Majada, San Jacinto, para servir a 108 viviendas, que consta de 1431.28 m de tubería PVC (policloruro de vinilio) y 102 m, de HG -(hierro galvanizado)-, considerando un período de vida útil de 10 años, para la de

impulsión y 20 años para la distribución, tomando en cuenta los 2 años de gestión.

Los diseños realizados, aportan alternativas de solución técnica a los problemas identificados en cada uno de los lugares y brindan a la municipalidad de San Jacinto, Chiquimula y COCODE un medio, para gestionar los recursos financieros necesarios para la realización de los proyectos.

INTRODUCCIÓN

Los proyectos surgen por la necesidad presentada por la población de acuerdo a su crecimiento y ubicación geográfica, por eso las municipalidades de cada departamento tiene que cumplir con los distintos tipos de proyectos para garantizar el desarrollo y la calidad de vida, a través del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), de la carrera de Ingeniería Civil, del Centro Universitario de Oriente (CUNORI), de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC); realizado en la municipalidad de San Jacinto, Chiquimula dentro de la Dirección Municipal de Planificación (DMP) se realiza la evaluación de los proyectos que tiene por planificar la municipalidad y se decide darle seguimiento y diseño de dos proyectos. Para planificar los proyectos se realiza visitas de campo, recolección de información y estudios de topografía.

La falta de colectores de un alcantarillado sanitario en las calles principales de barrio El Tamarindo y desfogues de aguas residuales en el río que encuentra en la cercanía del barrio provocan un foco de contaminación a los habitantes. Y así mismo el inadecuado funcionamiento del sistema de abastecimiento, líneas de conducción y bombeo, además la deficiente red de distribución existente produce por escasez de agua en la población.

La actual problemática hace que se generen los dos proyectos que contribuyen al desarrollo del barrio El Tamarindo de la cabecera municipal y aldea La Majada, San Jacinto, Chiquimula.

Los problemas identificados priorizados de las áreas de investigación prioritarias de topografía, hidráulica y saneamiento, establecidas por la carrera de Ingeniería Civil, del Centro Universitario de Oriente -CUNORI-.

El diseño del sistema de alcantarillado sanitario, consiste en la planificación de una red de drenaje que llega a un colector principal para ir a su desfogue final de una futura planta de tratamiento, por lo que, la solución técnica propuesta, al ejecutarse, beneficiará a los pobladores de las aldeas y de sus alrededores.

El diseño del sistema de abastecimiento de agua, consiste en la propuesta técnica de líneas de bombeo, más una red de distribución, que, al ser ejecutado, mejora la salud y calidad de vida de los habitantes.

Las propuestas realizadas aportan soluciones de infraestructura social a los problemas identificados en cada uno de los lugares y ofrecen a la Municipalidad de San Jacinto y COCODE, un medio para gestionar los recursos financieros necesarios para la realización de los proyectos.

En el capítulo primero, se presenta la investigación, que describe las características monográficas del municipio de San Jacinto, en donde se indican los aspectos propios de los lugares como población, actividades socioeconómicas y servicios básicos existentes.

El capítulo segundo, muestra el diseño del sistema alcantarillado sanitario del barrio El Tamarindo, San Jacinto, el cual desfoga donde se construirá una planta de tratamiento.

El capítulo tercero, presenta el diseño del sistema de abastecimiento de agua por medio de bombeo, para la aldea La Majada, con un diseño de conducción con tubería de tubería de acero galvanizado –HG- y para la distribución de policloruro de vinilo –PVC-.

Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones, resultado del diseño de ambos proyectos por medio del ejercicio profesional supervisado – EPS-, realizado en la municipalidad de San Jacinto, departamento de Chiquimula.

OBJETIVOS

GENERAL

Proponer alternativas de carácter técnico de Ingeniería Civil, a la problemática del sistema de drenajes sanitarios y del agua potable para el desarrollo social y económico del barrio El Tamarindo y de la aldea La Majada, del municipio de San Jacinto del departamento de Chiquimula; a través del ejercicio profesional supervisado de Ingeniería Civil.

ESPECÍFICOS

1. Diseñar el sistema de alcantarillado sanitario, del barrio El Tamarindo, Cabecera Municipal.
2. Formular el sistema de abastecimiento agua potable, en la aldea La Majada, San Jacinto, Chiquimula
3. Aplicar las técnicas de la Ingeniería Civil, a través del ejercicio profesional supervisado para beneficio del municipio de San Jacinto, Chiquimula.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Aspectos históricos

PDM San Jacinto (2011)

No se ha podido establecer la fecha exacta en que fue fundado el poblado, según documentos existentes en el archivo general de Centro América se tiene información que por las últimas dos décadas de siglo XVI, las tierras que hoy ocupa el poblado de San Jacinto, eran Tierras Realengas, es decir pertenecientes a la Corona.

El doctor Severo Martínez Peláez, habla sobre tierras realengas como producto del Principio del Señorío entre los conquistadores. Sobre dichas tierras, afirma lo siguiente: “El principio de señorío tuvo una importancia extraordinaria...solo el rey cede o vende tierra; toda posesión deriva de una cesión o venta original de la corona...cualquier tierra que el rey no haya vendido o cedido es tierra realenga, le pertenece al rey y no puede ocuparse ni usarse sin incurrir en delito de usurpación.

Los antiguos habitantes de la región que hoy ocupa Quezaltepeque se fueron trasladando hacia San Jacinto en busca de terrenos fértiles para los cultivos. Aunque el territorio fue ocupado por indígenas chortis, Vivían en el mismo algunos españoles que tenían sus estancias de ganado en los alrededores. Para inicios del siglo XVII, ya se había establecido el pueblo de San Jacinto con habitantes en su mayoría de raza y lengua indígena. Hacia la segunda década del siglo XVII, se consideraba a San Jacinto como un poblado separado de Quezaltepeque en el ramo civil.

Cuando el Arzobispo Pedro Cortez y LLarraz realizó su visita pastoral al reino de Goathemala entre 1769-1770, llega a Quezaltepeque pasando por San Jacinto, indicando que el pueblo era anexo de la cabecera del curato. Se encontraba a 7 leguas de distancia de Quezaltepeque, contando con 250 familias con un total de 1945 personas. Indicaba el Arzobispo Cortez que la tierra producía maíz, caña, trigo y frutas de abundancia. Además, el idioma materno era el Chortí, aunque todos los pobladores entendían ya el castellano.

En este municipio se cuenta con tradición de celebrar la fiesta patronal el día 8 de febrero. Dicha fecha es dedicada en honor a San Jacinto, dicho sea de paso, el mismo nombre del municipio. (pp.14-15).

1.2. Aspectos físicos

El municipio San Jacinto, se encuentra en la región oriental de la república de Guatemala, uno de los que integran la región Ch'orti' que pertenece al departamento de Chiquimula, se encuentra ubicado al sur este de la cabecera departamental.

1.2.1. Ubicación y localización

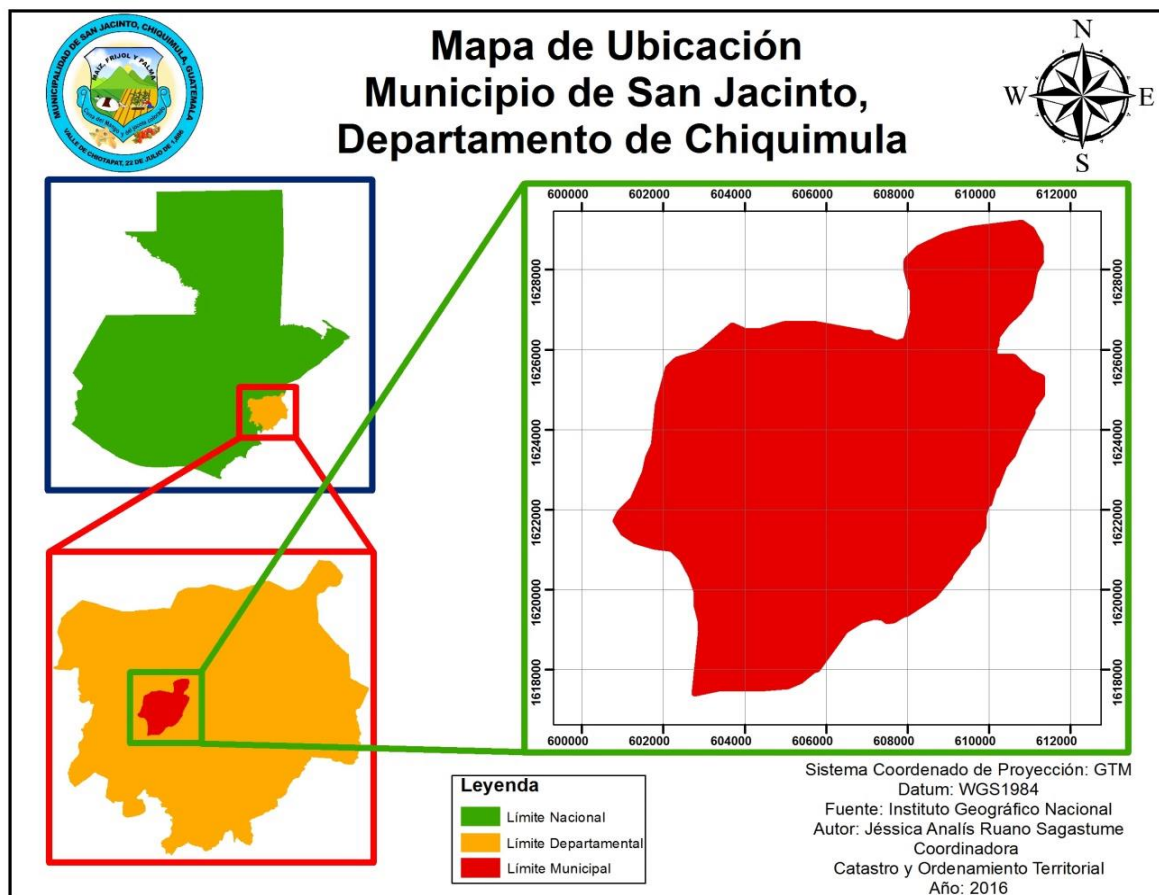
La cabecera municipal de San Jacinto se encuentra ubicada a 16km al sur de la ciudad de Chiquimula y comunicándose con ella por la carretera CA-10, a 186 km de la ciudad capital. Colinda con los municipios al norte de San Juan Ermita y Chiquimula, al sur San Juan Ermita y al oeste con Ipala, San José La Arada y Chiquimula, Se encuentra ubicada en las coordenadas tomadas en la municipalidad de la cabecera municipal con una latitud 607974 y longitud de

1623102, La cabecera del municipio la forman los barrios San Jorge, Tamarindo y Jocotal.

La aldea La Majada se localiza a 2.5 km de la cabecera municipal de San Jacinto, Chiquimula y a una distancia de 185 km de la ciudad capital sobre la CA-10. La aldea cuenta con una extensión territorial aproximada de 16 kilómetros cuadrados. Se encuentra ubicada entre las coordenadas GTM siguientes longitud 608412 y latitud 1626118 y a una altitud de 540 msnm tomada del punto del pozo perforado. Sus colindancias son:

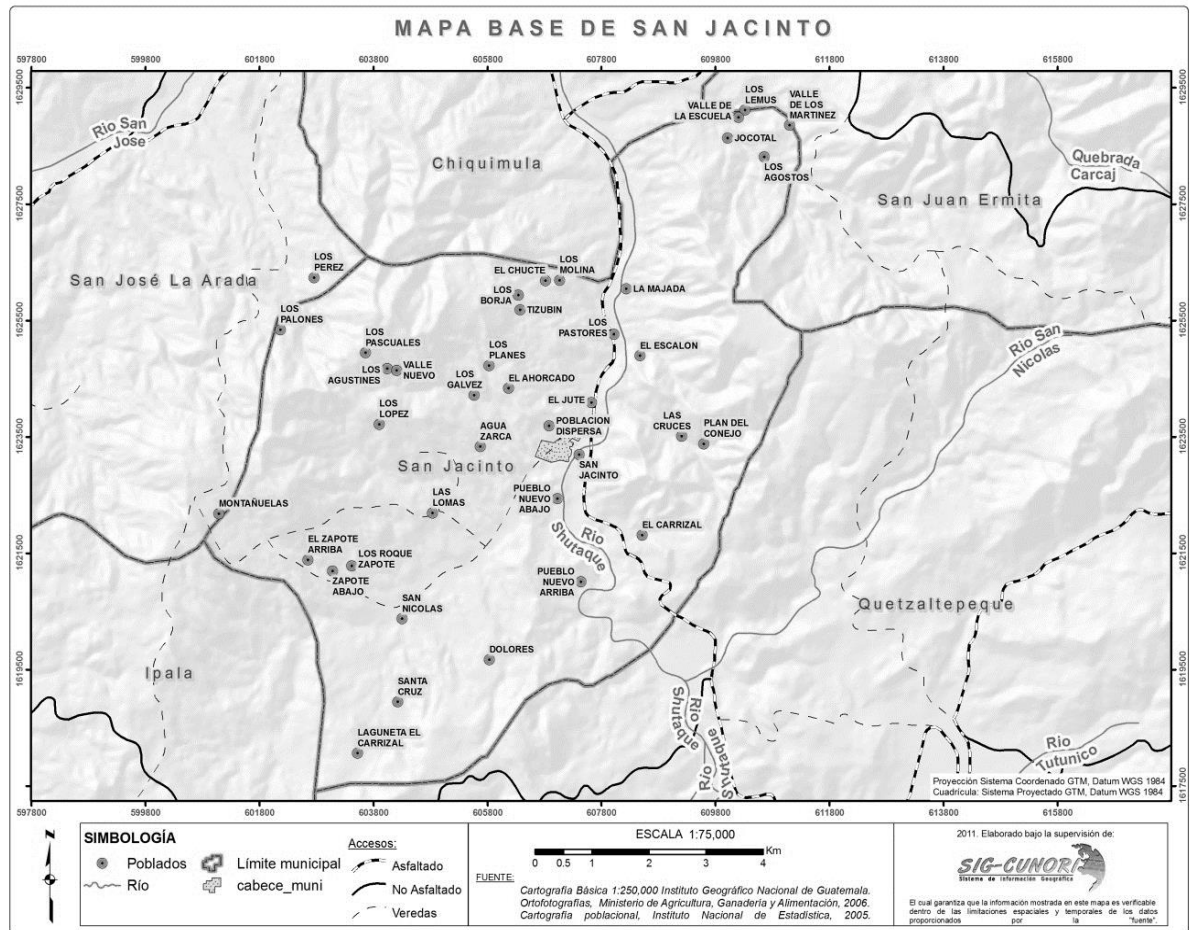
- Norte; aldea Santa Elena (Chiquimula)
- Sur; aldea Escalón (municipio de San Jacinto)
- Este; aldea Ticanlú, municipio de San Juan Ermita
- Oeste; aldeas Pastores y Tizubín (municipio de San Jacinto)

Figura 1. Macrolocalización y microlocalización del municipio de San Jacinto, Departamento de Chiquimula.



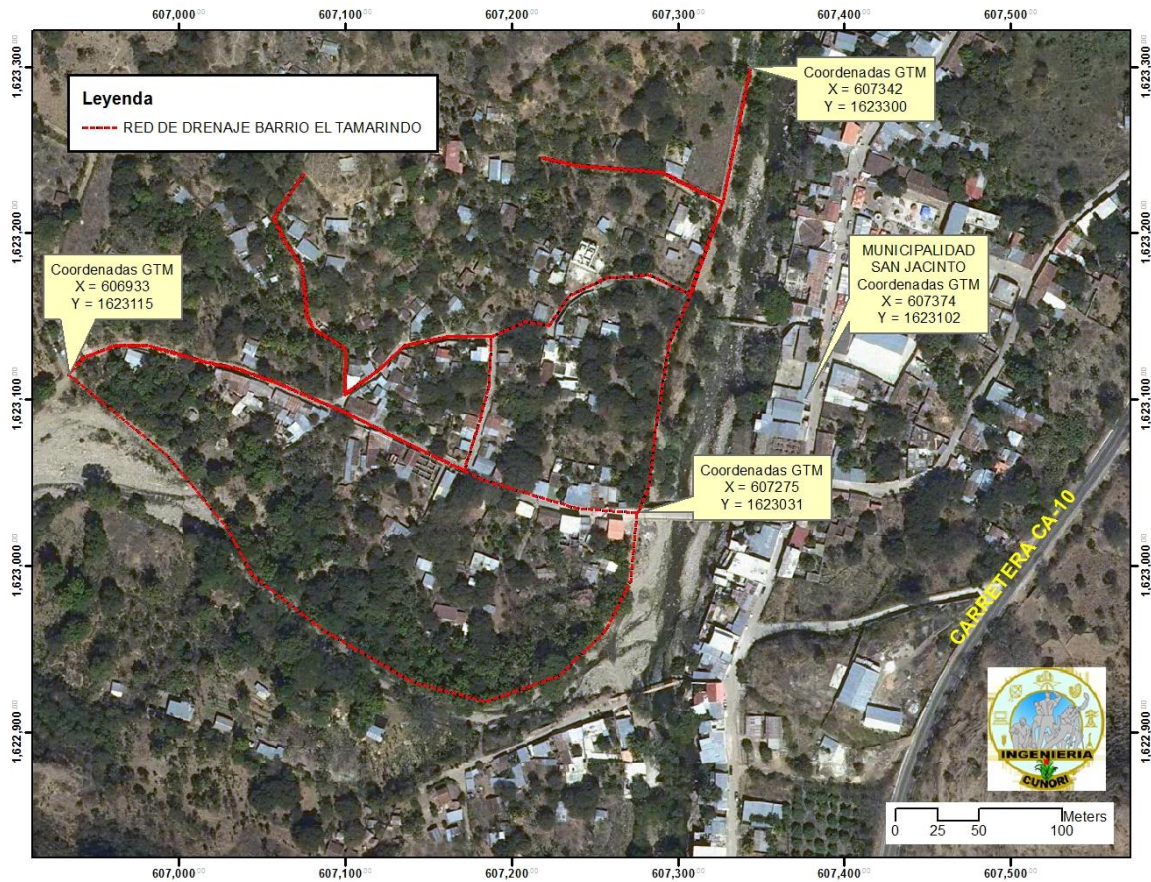
Fuente: Instituto Geográfico Nacional.

Figura 2. Localización del municipio de San Jacinto, Departamento de Chiquimula.



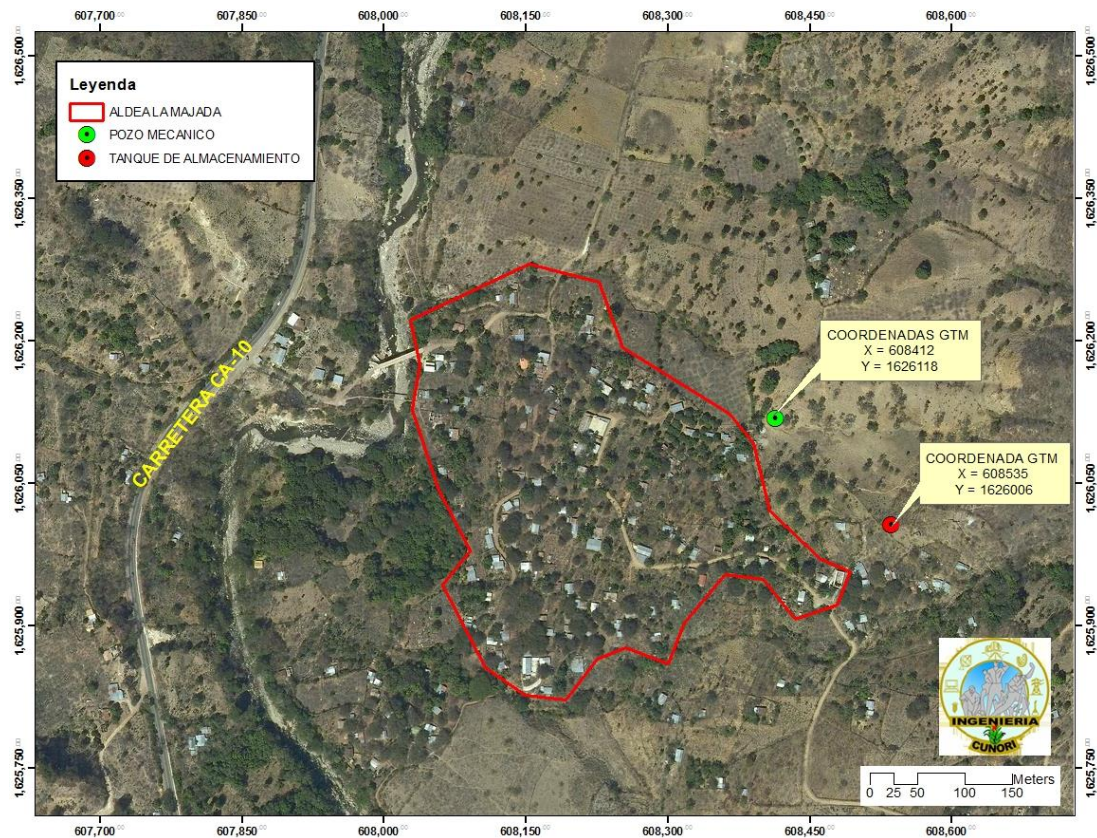
Fuente: laboratorio del SIG de la carrera de Agrimensura CUNORI

Figura 3. Ubicación casco urbano San Jacinto, Chiquimula.



Fuente: elaboración propia.

Figura 4. Ubicación de aldea La Majada, San Jacinto, Chiquimula.



Fuente: elaboración propia.

1.2.2. Población actual

“El municipio de San Jacinto cuenta con una población de 12005 habitantes distribuidos en sus centros poblados, con una ruralidad de 89.61% y el restante 10.39% se encuentra ubicado en el área urbana del municipio” (PDM San Jacinto, 2011, p. 16).

El barrio El Tamarindo cuenta con una cantidad de 2540 habitantes, para el sistema de drenaje del barrio se consideran como beneficiarios directos la

cantidad de un total de 942 personas (información obtenida en el departamento de agua Municipalidad de San Jacinto, 2014).

Para el mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua, los beneficiarios directos son todos los habitantes de la aldea La Majada, siendo este un total de 540 personas (información obtenida en el departamento de agua Municipalidad de San Jacinto, 2014).

1.2.3. Topografía

DMP, San Jacinto (2014)

Las altitudes varían entre los 400 y 650 metros sobre el nivel del mar (msnm), el municipio de San Jacinto presenta diversidad de paisajes fisiográficos, entre los cuales el 55% es montaña; sigue el cerro con un 15% y luego el valle con un 30%; Debido a estas características el terreno de este municipio es clasificado como quebrado a ondulado (p. 7).

1.2.4. Clima

PDM, San Jacinto (2011)

El clima del territorio es cálido, predominando los días claros y soleados la mayor parte del año. Sin embargo, los datos del clima que se registran en el municipio de San Jacinto son aproximados, dado que la estación meteorológica más cercana está en la cabecera municipal de Esquipulas.

La temperatura mínima promedio es de 18.5 grados centígrados (°C) y la máxima promedio es de 31 °C. Las dos estaciones que se marcan a nivel nacional son identificables también en el municipio siendo estos inviernos y este verano. (p.37).

1.3. Aspectos de Infraestructura

1.3.1. Vías de acceso

De la cabecera departamental de Chiquimula se accede por la carretera CA-10, hacia el kilómetro 187. Ahí se encuentra la cabecera municipal donde se está ubicado el barrio el Tamarindo. Sobre la ruta CA-10 en el kilómetro 184, se ubica la entrada principal de la aldea La Majada.

1.3.2. Tipología de viviendas

Las condiciones de las viviendas en el municipio de San Jacinto, son deficientes específicamente en el área rural, las cuales existen de mixto block, así también de adobe y teja de barro, prevaleciendo las de tipo formal, algunas con losas de concreto y otras de techo de lámina de zinc.

Debido a las condiciones de pobreza, que se viven a nivel general en el área rural del municipio y las necesidades de tener una vivienda, la construcción de estas en su gran mayoría es de adobe, bajareque, techos de lámina, palma o desechos orgánicos y pisos de tierra.

1.3.3. Servicios públicos

La cabecera municipal de San Jacinto cuenta con acceso a los servicios de agua entubada, energía eléctrica, alcantarillado, centros de salud, escuela primaria y secundaria, cable y servicio de telefonía, además con un tren de aseo el cual recolecta los desechos sólidos. Aldea La Majada cuenta con acceso a los servicios de agua entubada en algunas áreas de la aldea, escuela primaria y energía eléctrica.

PDM San Jacinto, (2011)

La cobertura del alcantarillado sanitario en la cabecera municipal es muy buena, porque factores como la concentración de las viviendas y la disponibilidad de pago de los vecinos del municipio, ha permitido la prestación del servicio a la mayor parte de las viviendas de la cabecera municipal, teniendo a la fecha una cobertura de 70% de ellas conectadas al servicio de recolección de aguas servidas.

En cuanto a la disposición adecuada de excretas en el municipio, esta se realiza con la utilización de letrinas de pozo ciego y sanitarios lavables.

En la cabecera del municipio existe un sistema de recolección de desechos sólidos, los cuales son realizados por trabajadores de la municipalidad y depositados en el basurero municipal, sin ningún tratamiento, generando la contaminación del ambiente, del suelo, del paisaje, generación de gases como metano, CO₂ y la proliferación de vectores dañinos para la salud.

Respecto al manejo de los desechos sólidos en el área rural del municipio, estos son arrojados en los terrenos adyacentes a las viviendas, o en su defecto quemados cuando la composición de estos lo permite (p. 29 - 31).

1.3.4. Centros de salud

“El ministerio de salud a través del personal institucional local es quien coordina todo lo relacionado a la salud en el municipio, existiendo para ello un Centro de Salud tipo B, el cual se ubica en la cabecera municipal del territorio, ofreciendo atención 8 horas diarias de lunes a viernes” (PDM San Jacinto, 2011, p. 16).

1.4. Aspectos socioeconómicos

1.4.1. Actividad económica

Las principales actividades económicas son la agricultura y artesanías. Los habitantes se dedican a la producción agrícola en un 90%, los cultivos más importantes son maíz, frijol, jocote, tamarindo, mango y el 10% restante de la población se dedica a la producción de artesanías de palma. El maíz y frijol son producidos para el autoconsumo, poniendo al mercado la venta de jocote y mango.

Es necesario indicar, que cierta parte de las viviendas del municipio se dedican a la crianza de aves de corral, cerdos y ganado vacuno.

1.4.2. Etnia, religión y costumbres

PDM San Jacinto (2011)

La proporción de la población integrada por un grupo etnolingüístico es de 2.2%, los cuales el 0.11 pertenece a la etnia Ch'orti', y el restante porcentaje pertenece a alguna etnia conocida en Guatemala. Es importante referir que en el municipio

no se identifican grupos étnicos propios del territorio y que los existentes han emigrado a estas tierras en busca de mejores condiciones de vida (p.14).

1.4.3. Alfabetismo

El territorio está siendo afectado por la falta de escolarización, el 33.89% de la población de 15 años y más es analfabeta, lo que representa que 2,770 personas que no saben leer ni escribir. Según los datos de la Comisión Nacional de Alfabetización -CONALFA-, quien desarrolla sus labores con grupos en el territorio, utilizando la infraestructura educativa y comunitaria local. (p. 27).

1.4.4. Organización comunitaria

“El consejo municipal de desarrollo (COMUDE) está conformado por 30 personas y es coordinado por el Alcalde Municipal donde también se encuentran instituciones públicas, organizaciones sociales, miembros de COCODES del municipio “(PDM 2011, p. 52).

2. DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, BARRIO EL TAMARINDO CABECERA MUNICIPAL, SAN JACINTO, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA

2.1. Descripción del proyecto

Consiste en el diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el barrio El Tamarindo, cabecera municipal de San Jacinto. El cual constara de un colector principal y varios tramos de drenaje, todos unidos en cada cambio de dirección y pendiente por pozos de visita.

2.2. Levantamiento topográfico

“Es el proceso por el cual se realiza un conjunto de operaciones y métodos para representar gráficamente en un plano una porción de tierra, ubicando la posición de sus puntos naturales y/o artificiales más importantes” (Mendoza, 2010, p.13).

Los instrumentos que se utilizaron para el levantamiento topográfico son:

- Estación total
- Brújula
- Cinta métrica de 50 metros
- Plomada

2.2.1. Planimetría

Navarro (2008)

Representación horizontal de los datos de un terreno que tiene por objeto determinar las dimensiones de este. Se estudian los procedimientos para fijar las posiciones de puntos proyectados en un plano horizontal, sin importar sus elevaciones. Dicho de otra manera, está representado el terreno visto arriba o de planta (p. 16).

Se tomaron puntos en todo el centro de las calles, cambios pendientes, dirección de calles.

2.2.2. Altimetría

“Tiene como objeto principal determinar la diferencia de alturas entre puntos situados del terreno” (Navarro, 2008, p. 16). En el apéndice A se encuentra la libreta tipográfica.

2.3. Parámetros de diseño

2.3.1. Población futura

2.3.1.1. Periodo de diseño

Es el tiempo para el cual se estima que un sistema va a funcionar satisfactoriamente, depende de varios factores como: a) la vida útil de las

estructuras, teniendo en cuenta su obsolescencia o desgaste b) la facilidad o dificultad de la ampliación de obras existentes c) el crecimiento de población.

“El periodo de diseño para una alcantarilla suele ser de 30 a 40 años, a partir de la fecha de construcción” (Cabrera, 1989, p.35).

Se considera para el presente trabajo un período de diseño de 30 años, más 2 años de gestión.

2.3.1.2. Incremento geométrico

Aguilar (2007)

Para saber el crecimiento de la población en los periodos de diseño, se usó el método geométrico, es muy usado, por las características de su curva gráfica, muy similar a la forma de crecimiento poblacional de las comunidades.

A continuación, se describe el procedimiento para el cálculo de la población futura o de diseño por medio del modelo geométrico.

- Se obtienen datos oficiales de la comunidad en estudio, consultando los censos de población.
- Se investiga la población existente en el año inicial del período de diseño o bien, la más cercana a inicio del período de diseño.
- Se obtiene la tasa de crecimiento anual de la población. Según información de los últimos censos para el barrio El Tamarindo,

cabecera municipal de San Jacinto de la oficina municipal de la mujer OMM (2014), la tasa de crecimiento es de 3,3 por ciento.

- Se define el período de diseño para el cual se desea la población futura o de diseño. (p.42).

Se calcula la población futura o diseño con la siguiente ecuación:

$$Pf = Pa * \left(1 + \frac{r}{100}\right)^n$$

Donde:

Pf = Población futura

Pa = Población actual

r = Tasa de crecimiento poblacional

n = Periodo de diseño + 2 años de gestión

Población futura:

$$Pf = Pa * \left(1 + \frac{r}{100}\right)^n$$

$$Pf = 942 \left(1 + \frac{3.3}{100}\right)^{30+2}$$

$$Pf = 2662 \text{ habitantes}$$

Con esta información se procederá a calcular las viviendas futuras:

La cantidad de habitantes por vivienda fue calculada en base a la información obtenida durante el levantamiento topográfico del barrio El Tamarindo, en donde se contaron 157 viviendas y 942 habitantes según el

departamento de agua de San Jacinto, se obtiene que la densidad de habitantes por vivienda es de 6.2 hab/viv.

viv. fut.= población futura/ densidad de población

viv. fut.= 2662hab/ 6 hab/viv

viv. fut.= 444 viviendas

2.3.2. Integración del caudal de diseño

Los caudales que integran el caudal medio son el domiciliar, el comercial, el industrial y el producido por las infiltraciones y conexiones ilícitas.

2.3.2.1. Caudal domiciliar

Cabrera (1989)

Es el agua que ha sido usada por los humanos, para limpieza o producción de alimentos, es desechada y conducida hacia la red de alcantarillado, es decir, que el agua de desecho doméstico está relacionada con la dotación del suministro de agua potable, menos una porción que no será vertida en el drenaje de aguas negras domiciliar, como jardines y lavado de vehículos (p. 41)

Para tal efecto, la dotación de agua potable es afectada por un factor de retorno (FR).

$$Q_{\text{dom}} = \frac{\text{dot} * \text{No habitantes} * \text{FR}}{86400}$$

Donde:

Dot= dotación (L/hab/dia)

No. Hab. = número de habitantes

Q_{dom}= caudal domiciliar (L/s)

F.R. = factor de retorno

2.3.2.1.1. Factor de retorno

Pontaza (2009)

Se determina mediante la consideración que del 100% de agua que ingresa a un domicilio, entre el 20% y el 30% se utiliza en actividades en las cuales consume, se evapora o se desvía a otros puntos. El restante, entre el 70 al 80%, después de ser utilizada por las personas es desfogada al sistema de alcantarillado. Por ello, a este porcentaje que retorna se le denomina Factor de retorno (p. 38).

La dotación de agua para la cabecera municipal es de 200L/hab/día, según el departamento municipal de agua de la municipalidad de San Jacinto y el factor de retorno utilizado es de 80%.

$$Q_{\text{dom}} = \frac{\text{dot} * \text{No habitantes} * \text{F. R.}}{86400}$$

$$Q_{\text{dom}} = \frac{200 * 2662 * 0.80}{86400}$$

$$Q_{\text{dom}} = 4.92 \text{ L/s}$$

2.3.2.2. Caudal de conexiones ilícitas

Cabrera (1989)

Este caudal es producido por las viviendas que conectan las tuberías de sistema de agua pluvial al alcantarillado sanitario. Para efecto de diseño se puede considerar estimar que un porcentaje de las viviendas de una localidad pueden hacer conexiones ilícitas, lo que puede variar de 0.5 a 2.5 por ciento, para su computo se utiliza la fórmula dada por método racional. (p.42).

$$Q_{\text{Ilícitas}} = \frac{C * I * A\%}{360}$$

Donde:

$Q_{\text{Ilícitas}}$ = caudal de conexiones ilícitas (m^3/s)

C = coeficiente de escorrentía (%)

I = intensidad de lluvia (mm/hora)

A = área que es factible conectar ilícitamente (Ha)

% = porcentaje de viviendas con conexiones ilícitas.

2.3.2.2.1. Área

En el cálculo del área se utilizó en lote tipo de 15x 20 m (300m^2), para la superficie de cada vivienda, de las cuales se estimó un 35% de área de techos y un 65% para patios. A continuación, se presenta el cálculo de áreas de techos y patios. Tomando en cuenta 444 viviendas futuras.

- Área total de techos = área por vivienda * viviendas totales * %de techos
 Área total de techos = $300 \text{ m}^2 * 444 * 35 \%$
 Área total de techos= $46,620 \text{ m}^2$ (4.662 Ha)
- Área total de patios= área por vivienda* viviendas totales* %de patios
 Área total de patios= $300 \text{ m}^2 * 444 * 65\%$
 Área total de patios= $86,580 \text{ m}^2$ (8.66 Ha)
 Área total de techos y patios = 13.32 Ha

2.3.2.3. Coeficiente de escorrentía

Cabrera (1989)

El coeficiente de escorrentía C, es la variable del método racional menos susceptible a determinación precisa. Su uso en la fórmula implica una relación de arreglo para cualquier área de drenaje dada, considerando que en realidad el coeficiente explica la abstracción o pérdidas entre lluvia y escorrentía, los caudales pueden variar para un área de drenaje dada, siendo influenciada por las diferencias climatológicas y las condiciones estacionales (pp .50-51).

Tabla 1. **Coeficiente de escorrentía**

Características de superficie	Coeficiente de escorrentía
Techos	0.70-0.90
Pavimentos	
Concreto y asfalto	0.85 - 0.90
Piedra, ladrillo o madera (malas condiciones)	0.40 - 0.70
Calles	
Terracería	0.25 – 0.60
De arena	0.15 – 0.30
Parques, jardines, prados, etc	0.05 – 0.25
Bosques y tierras cultivadas	0.01 – 0.20

Fuente: Cabrera 1989. Apuntes de Ingeniería Sanitaria 2 p. 51

Como existen dos tipos de superficies, es necesario calcular un C promedio que se pueda aplicar al área total. Los coeficientes de escorrentía utilizados en el proyecto son $C_{\text{techos}} = 0.9$ y $C_{\text{patios}} = 0.3$ (tabla 1). El C promedio se calcula de la siguiente manera.

$$C_{\text{promedio}} = \frac{A_{\text{techos}} * C_{\text{techos}} + A_{\text{patios}} * C_{\text{patios}}}{A_{\text{total}}}$$

$$C_{\text{promedio}} = (4.66 \text{ Ha} * 0.9 + 8.66 \text{ Ha} * 0.30) / (4.66 \text{ Ha} + 8.66 \text{ Ha})$$

$$C_{\text{promedio}} = 0.51$$

2.3.2.3.1. Intensidad de lluvia

Para determinar la intensidad de lluvia se utilizó el método proporcionado por el INSIVUMEH, el cual está dado por la siguiente fórmula:

$$I = a/(b + t_c)^N$$

Donde:

I = intensidad de lluvia en mm/hr, asociada a una frecuencia de ocurrencia, representada por el periodo de retorno (Tr).

T_c = tiempo de concentración

a, b y N = parámetros de ajuste obtenidos de la estación meteorológica de la localidad.

Tabla 2. Valores A, B y n de la estación hidrometeorológica de Esquipulas, Chiquimula.

Tr	2	5	10	20	25	30	50	100
a	3,300	2,060	1,280	1,230	1,225	1,222	1,213	1,205
b	20	11	6	6	6	6	6	6
N	0.962	0.836	0.721	0.7	0.696	0.694	0.69	0.686

Fuente: INSIVUMEH. 2002. Informe de intensidad de lluvia en Guatemala. P. 5.

Tr = Periodo de retorno (años)

Tabla 3. Valores A, B y n de la estación hidrometeorológica de La Fragua, Zacapa.

Tr	2	5	10	20	25	30	50	100
a	2,360	3,980	3,480	844	840	836	831	827
b	19	22	18	7	7	7	7	7
N	0.99	0.1.025	0.983	0.642	0.639	0.637	0.632	0.628

Fuente: INSIVUMEH. 2002. Informe de intensidad de lluvia en Guatemala. P. 5.

Tr = Periodo de retorno (años)

2.3.2.3.2. Tiempo de concentración

Cabrera (1989)

Se puede definir como el tiempo necesario para que se produzca el máximo caudal y es igual al requerido para que una gota de agua circule desde el punto límite de la zona recogida de agua, hasta aquel en que se determina el caudal, es decir el tiempo de concentración (en minutos) se integra mediante la expresión. (pp. 49 – 50).

$$T_c = t_e + t_f$$

Donde:

T_c = tiempo de concentración

t_e = tiempo de entada

t_f = tiempo de flujo o corriente

En tramos iniciales será igual al tiempo de entrada y se estimará en 12 minutos.

Se calcula el tiempo de concentración con la siguiente formula:

$$t_c = \frac{3L^{1.15}}{154H^{0.38}}$$

Donde:

t_c = tiempo de concentración

L = longitud del cauce desde la cabecera de la cuenca tributaria

H = desnivel de dicho cauce

Tomando la longitud y elevación del punto más elevado hacia el área de desfogue del PV 22 al PV 18 dando un H de 39.87m y L de 524.27m, se sustituyen los datos en la formula.

$$t_c = \frac{3(524.27)^{1.15}}{154(39.87)^{0.38}}$$

$$t_c = 6.44\text{min}$$

El resultado es menor que 12 minutos por lo cual se utiliza el valor mayor para el cálculo de intensidad.

Utilizando los parámetros de la tabla 3, para un periodo de retorno $T_r = 30$ años y sustituyendo la fórmula para intensidad de lluvia, tomando los datos relacionados con $t_c = 12$ minutos, se procede a encontrar las distintas intensidades pluviales.

Para este caso que el municipio de San Jacinto no cuenta con una estación del INSIVUMEH, se realiza una interpolación en función de las precipitaciones y las altitudes de las estaciones hidrometeorológicas, las más cercanas que son Esquipulas y La Fragua, Zacapa. Calculando a un inicio las intensidades de lluvia.

Altitud de Esquipulas, Chiquimula=1000msnm.

Altitud de La Fragua, Zacapa = 210msnm.

Altitud de San Jacinto = 504msnm.

- Intensidad de lluvia de la estación hidrometeorológica de La Fragua, Zacapa

$$I = a/(b + t_c)^N$$

$$I = 836/(12 + 7)^{0.637}$$

$$I = 128.13 \text{ mm/h}$$

- Intensidad de lluvia de la estación hidrometeorológica de Esquipulas, Chiquimula

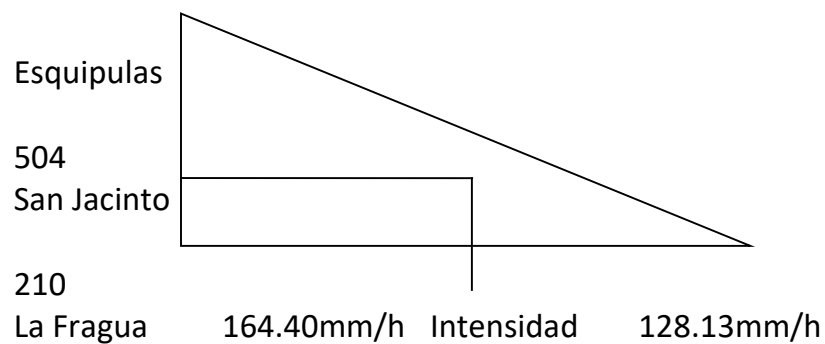
$$I = a/(b + t_c)^N$$

$$I = 1222/(12 + 6)^{0.94}$$

$$I = 164.40 \text{ mm/h}$$

- Interpolación entre intensidades de lluvia.

Figura 5. **Interpolación de datos de Intensidad de lluvia en San Jacinto, Chiquimula.**



Se realiza una relación de triángulos la altitud y la intensidad de lluvia de las estaciones, para obtener el valor para San Jacinto.

$$\frac{164.4 - 128.12}{1000 - 210} = \frac{I_{\text{Sanjacinto}} - 128.13}{504 - 210}$$

$$\frac{36.28}{790} = \frac{I_{\text{Sanjacinto}} - 128.13}{294}$$

$$I_{\text{Sanjacinto}} = 13.5 + 128.13$$

$$I_{\text{sanjacinto}} = 141.6 \text{ mm/h}$$

Con los datos anteriores y un porcentaje estimado de 2% de viviendas que presenten conexiones ilícitas, se procede a calcular el caudal.

$$Q_{\text{Ilícitas}} = \frac{C * I * A\%}{360}$$

$$Q_{\text{Ilícitas}} = \frac{0.51 * 141.6 * 13.32 * 2\%}{360}$$

$$Q_{\text{Ilícitas}} = 0.0534/\text{s}$$

$$Q_{\text{Ilícitas}} = \frac{0.0534 \text{ m}^3}{\text{s}} * 1000$$

$$Q_{\text{Ilícitas}} = 53.4 \text{ L/s}$$

2.3.2.4. Caudal de Infiltración

Pontaza (2009)

El caudal que se infiltra en la alcantarilla, el cual depende de las profundidades del nivel freático del agua y de la profundidad de la tubería, de la permeabilidad del terreno, el tipo de junta, la calidad de mano de obra utilizada y la supervisión técnica de la construcción. (p. 41).

$$Q_{Inf} = FI * (m \text{ de tubo} + \text{No. casas} * 6m) / (86,400 * 1,000)$$

Donde:

Q_{inf} = caudal de infiltración

FI= factor de infiltración (L/km/día)

m de tubo = longitud de tubería del colector (m)

Debido a que el sistema de alcantarillado sanitario utilizará tubería PVC ASTM F949, la cual posee un sistema de unión por medio de sellos de hule que garantizan su hermeticidad, por lo cual el Q_{Inf} = 0 l/s.

2.3.2.5. Caudal comercial

“Es el agua que se desecha de los comercios como: restaurantes y hoteles. Por lo general, la dotación comercial varía según el establecimiento a considerar, pero puede estimarse entre 600 y 3000 L/com/día” (Pontaza, 2009, p. 40).

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

Donde:

Q_{com} = caudal comercial

Dot. = dotación (L/comercio/día)

No. Com = número de comercios

En base a información que se obtuvo por parte del departamento de agua del municipio de San Jacinto, indican que se tienen comercios menores como tiendas y tortillerías para lo cual consideran una dotación diaria de 600 L/com/día

Se realiza un conteo de tiendas y tortillerías encontrando un total de 5 comercios por el total de 157 viviendas (0.038 com/Viv).

Se realiza el cálculo de los comercios futuros utilizando la cantidad de viviendas de 444-

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

$$Q_{com} = 0.038 * 444 * 600 / 86,400$$

$$Q_{com} = 0.12 \text{ L/s}$$

2.3.2.6. Caudal industrial

“Es el agua negra proveniente de las industrias como: fábricas de textiles, licoreras, alimentos”. (Pontaza, 2009, p.40).

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

Donde:

Q_{ind} = caudal industrial

Dot. = dotación (L/industria/día)

No. Ind = número de industrias (p.40).

Dado que en el barrio El Tamarindo cuenta con pequeñas industrias, se consideró 2 donde se elaboran productos derivados del maíz, dándole una dotación de 1000 litros/industria/día, según el departamento de agua de la municipalidad.

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

$$Q_{com} = 2 * 1000 / 86,400$$

$$Q_{com} = 0.019 \text{ L/s}$$

2.3.2.7. Caudal medio

“Después de calcular estimativamente la población a servir al final del periodo de diseño, esta se distribuye en toda el área, incluyendo las de futuro desarrollo urbanístico, siempre de acuerdo a características (residencial, comercial e industrial)” (Cabrera, 1989, p. 40).

$$Q_{med} = Q_{dom.} + Q_{ilicita} + Q_{inf} + Q_{com.} + Q_{ind.}$$

$$Q_{med} = 4.92 \text{ L/s} + 53.45 \text{ L/s} + 0.019 \text{ L/s} + 0.12 \text{ L/s}$$

$$Q_{med} = 58.50 \text{ L/s}$$

2.3.2.8. Factor de flujo medio

Pontaza (2009)

Al distribuir entre el número de habitantes, el caudal medio (Q_{med}) del área a drenar, se obtiene un factor de caudal medio (FQM), el cual varía en un rango de 0.002 a 0.005. Si el cálculo del factor se encuentra entre esos dos límites, se utiliza el calculado; en cambio sí es inferior o excede se utiliza el límite más cercano. (p. 43).

$$FQM = Q_{medio} / \text{No. Hab}$$

$$0.002 \leq FQM \leq 0.005$$

Donde:

Q_{med} = Caudal medio

FQM = factor de caudal medio

No. Hab. = número de habitantes futuros

$$FQM = 58.50 \text{ L/s} / 2,662 \text{ hab}$$

$$FQM = 0.022$$

Como el factor de caudal medio sobrepasa los límites, para el diseño se utiliza $FQM = 0.005$.

2.3.2.9. Factor de Harmon

“Es el valor estadístico, que determina la probabilidad del número de usuarios que estarán haciendo uso del servicio simultáneamente. Está dado de la siguiente manera” (Pontaza, 2009, p. 39).

$$FH = (18 + Pf^{1/2}) / (4 + Pf^{1/2})$$

$$1.5 \leq FH \leq 4.5$$

Donde:

FH = factor de Harmon

Pf = población futura en miles

$$FH = (18 + 2.662^{1/2}) / (4 + 2.662^{1/2})$$

$$FH = 3.49$$

$$1.5 \leq 3.49 \leq 4.5$$

El factor de Harmon cumple con los límites, por lo tanto, para el diseño se utiliza el obtenido.

2.3.2.10. Factor de caudal máximo

Resultado de la multiplicación del factor de caudal medio y el Factor de Harmon.

$$FQ_{\max} = FQM * FH$$

Donde:

$FQ_{\max}$ = factor de caudal máximo

FQM = factor de caudal medio

FH = factor de Harmon

$$FQ_{\max} = 0.005 * 3.49$$

$$FQ_{\max} = 0.01745 \text{ L/hab/día}$$

2.3.2.11. Caudal de diseño

Es el caudal con que se diseña cada tramo del sistema de alcantarillado sanitario Q_{dis} , se calcula multiplicando el número de habitantes por el factor de caudal máximo.

$$Q_{dis} = FQ_{max} * \text{No. de habitantes}$$

Donde:

Q_{dis} = Caudal de diseño

FQ_{max} = Factor de caudal máximo

No. de habitantes = No. de habitantes por tramo.

- Caudal máximo actual:

$$Q_{dis} = 0.01745 * 942$$

$$Q_{dis} = 16.44 \text{ L/s}$$

- Caudal máximo futuro:

$$Q_{dis} = 0.01745 * 2662$$

$$Q_{dis} = 46.45 \text{ L/s}$$

El caudal que se utiliza para los chequeos es el futuro 46.45L/s.

2.3.3. Cálculo de pendientes

Aguilar (2015)

La pendiente deberá ser preferiblemente la misma que tiene el terreno para evitar un sobre costo por excavación excesiva, no obstante; en todos los casos se deberán cumplir con las relaciones hidráulicas y los límites máximos y mínimos de velocidad. Se recomienda además utilizar una pendiente mínima del 0.5 % en las viviendas, lo que garantiza el arrastre de sólidos. (p. 18).

2.3.4. Velocidad a sección llena utilizando la fórmula de Manning

Manual de diseño de tubería ASTM 949 (S.F)

Se recomienda que la velocidad del flujo en líneas de alcantarillados no sea menor de 0.60 m/s para proporcionar una acción de auto limpieza, es decir, capacidad de arrastre de partículas. En casos especiales podrán emplearse velocidades de 0.40 m/s en tramos iniciales y con bajo caudal. Las velocidades máximas recomendadas son de 5.0 m/s. Si son mayores se deben tomar en cuenta ciertas consideraciones especiales para la disipación de energía, evitando la erosión de los pozos de visita o de cualquier estructura de concreto. Sin embargo, las tuberías de PVC de norma ASTM 949 están en capacidad de transportar líquidos a una velocidad máxima de 5 m/s. (p.11).

Según – INFOM (2011) – la fórmula de Manning es la siguiente:

$$V = (0.03429 * D^{2/3} * S^{1/2}) / n$$

Donde:

V = velocidad del flujo a sección llena (m/s)

D = diámetro de la sección circular (pulgadas)

S = pendiente longitudinal (m/m)

n = coeficiente de rugosidad Manning, 0.009 para de PVC según manual de diseño ASTM 949.

El coeficiente de rugosidad utilizado para calcular la velocidad del proyecto es 0.009, siendo este el coeficiente de la tubería ASTM F949.

2.3.5. Caudal a sección llena

El caudal a sección llena se determina por medio de la ecuación de continuidad.

Formula de continuidad

$$Q = A * V$$

Donde:

Q = caudal de flujo a sección llena de la tubería (m³/s)

V = velocidad a sección llena de la tubería (m/s)

A = área de la sección transversal de la tubería (m²)

2.3.6. Relación hidráulica para tirante

Las relaciones hidráulicas, se diseñaron para facilitar y agilizar el proceso cuando se trabaja con secciones parcialmente llenas, en ellas se relacionan los términos de la sección llena, con los de la parcialmente llena, los resultados que se obtienen son velocidad, área y tirante hidráulico.

El tirante hidráulico se obtiene a partir de la relación de caudal de diseño con el caudal a sección llena (q/Q). Esta relación se busca en la tabla A1 del anexo A, de no encontrarse el valor exacto se aproxima al más cercano, luego

de obtener el valor de (q/Q) , se procede a encontrar la relación de tirante hidráulico (d/D) , que se ubica en la misma fila.

El alcantarillado sanitario, se calcula para transportar el caudal de diseño con una altura de flujo máximo del 80%, del diámetro de la tubería, con esto se evita que la alcantarilla trabaje a presión y mínimo de 10% para evitar el azolvamiento del fluido.

$$0.10 \leq d / D \leq 0.80$$

Donde:

d/D = relación de tirantes

2.3.7. Relación hidráulica para la velocidad

La relación se obtiene de la misma manera descrita en la parte 2.3.6. esta relación se multiplica por la velocidad a sección llena y se obtiene la velocidad parcialmente llena. La cual debe cumplir con los límites descritos en la 2.3.4.

2.3.8. Cotas invert

Es la cota que determina la localización de la parte inferior interior de la tubería.

Se calculan en la entrada y salida de cada pozo de visita; son las que determinan la altura de ellos. A continuación, se muestran las formulas básicas para calcularlas.

$$S_{\text{terreno}} (\%) = ((CT_i - CT_f) / DH) * 100\%$$

$$CT_f = CT_i - (DH * S_{\text{terreno}}(\%))$$

$$CI_E = CT_i - H_{\text{min.pozo}}$$

$$CI_S = CT_E - 0.02 \text{ m}$$

$$CI_{E2} = CI_S - (DH * S_{\text{terreno}}(\%))$$

$$CI_{S2} = CI_{E2} - 0.02 \text{ m}$$

$$H_{\text{pozo}} = CT - CI_{S\phi}$$

Donde:

$S_{\text{terreno}}(\%)$ = pendiente de terreno en cada tramo

CT = cota de terreno

CT_i = cota de terreno, pozo 1

CT_f = cota de terreno, pozo 2

DH = distancia horizontal del tramo

CI_E = cota invert de entrada, pozo 1

CI_S = cota invert de salida, pozo 1

$H_{\text{min.pozo}}$ = altura minima de pozo (Tabla IV)

CI_{E2} = cota invert de entrada, pozo 2

CI_{S2} = cota invert de salida, pozo 2

H_{pozo} = altura de pozo, en ningún caso menor que $H_{\text{min.pozo}}$

2.3.9. Altura de pozos de visita

La altura de los pozos de visita, se consideró su altura de acuerdo a las profundidades mínimas descritas en la tabla 4, la altura mínima para tuberías de 6" y 8" de diámetro es de 1.22 m y en tramos iniciales es de 1.20 m; para pozos con 10" diámetro la altura es de 1.28 m. En cada uno de los casos se cumple con lo estipulado en INFOM (2001), "la profundidad mínima de coronamiento de la tubería con respecto a la superficie del terreno será de 1.00 metro" (INFOM, 2001, sección 2.12.).

Tabla 4. **Profundidad mínima de la cota inferior para evitar rupturas**

Diámetro (")	8	10	12	16	18	21	24	30	36	42	48	60
Trafico normal	1.22	1.28	1.33	1.41	1.5	1.58	1.66	1.84	1.99	2.14	2.25	2.55
Tráfico pesado	1.42	1.48	1.53	1.51	1.7	1.78	1.86	2.04	2.19	2.34	2.45	2.75

Fuente: Cabrera, 1989, Apuntes de Ingeniería Sanitaria 2, p.35.

2.4. Diseño hidráulico

A continuación, se presenta el diseño hidráulico para el tramo de los pozos de visita 1 a 2; esto se encuentra en el apéndice B.

Tramo de PV1 a PV2

Datos:

Cota de terreno inicial: 506.49 m

Cota de terreno final: 502.7 m

Longitud del tramo: 53.08 m

Pendiente de terreno: 7.14%

Número de viviendas: 5

Factor de caudal máximo (QI) = 0.01745

Coeficiente de rugosidad de Manning (n) = 0.009

- Población actual

Del inciso 2.3.1.2 se conoce que la densidad de población del barrio el Tamarindo es de 6 hab/viv.

$P_a = \text{Número de viviendas} \times \text{densidad de habitantes por vivienda}$

$$P_a = 5 \text{ viv} \times 6 \text{ hab / viv} = 30 \text{ hab}$$

- Población futura

Del inciso 2.3.1., se conoce que la tasa de crecimiento poblacional es de 3.3% y el periodo de diseño es de 30 años más 2 años para gestión.

$$P_f = P_a \times (1 + r/100)^{n+2}$$

$$P_f = 30 \times (1 + 3.3 \%)^{30+2}$$

$$P_f = 85 \text{ hab}$$

- Caudal de diseño actual

$$Q_{dis} = QI \times \text{No. De habitantes actual}$$

$$Q_{dis} = 0.01745 \times 30$$

$$Q_{dis} = 0.52 \text{ L / s}$$

- Caudal de diseño futuro

$$Q_{dis} = QI * \text{No. De habitantes futuro}$$

$$Q_{dis} = 0.01745 * 85$$

$$Q_{dis} = 1.48 \text{ L / s}$$

- Cálculo de la pendiente

Para este tramo, la pendiente de la tubería, será la misma, que la del terreno.

$$S_{tubería} = 7.14 \%$$

- Cálculo de la velocidad a sección llena

Para la velocidad a sección llena, se considera para el diseño un diámetro de 6" por ser el tramo inicial, luego se verificará si cumple con los requerimientos. Una manera práctica para elegir diámetro es obtener el caudal a sección llena utilizando la velocidad máxima y verificar, que sea mayor que el caudal de diseño. INFOM establece que "el diámetro mínimo a utilizar en los alcantarillados sanitarios será de 8" para tubos de concreto o de 6" para tubos de PVC" (INFOM, 2001, sección 2.10).

Con la fórmula de Manning se obtiene la velocidad a sección llena (V) de la tubería

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

$$V = 0.03429 * (6'')^{2/3} * (7.14\%)^{1/2} / 0.009$$

$$V = 3.36 \text{ m/s}$$

Caudal a sección llena:

$$A = (\pi * D^2 / 4)$$

$$A = (\pi * 6^2 / 4)$$

$$A = 28.274 \text{ in}^2$$

$$A = 0.0182 \text{ m}^2$$

$$Q = A * V$$

$$Q = (0.0182 \text{ m}^2) * (3.03 \text{ m/s})$$

$$Q = 0.055 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = 61.15 \text{ L/s}$$

Cálculo de la relación hidráulica para caudal actual:

$$q/Q = q / Q_{\text{sección llena}}$$

$$q/Q = 0.52 \text{ L/s} / 61.15 \text{ L/s}$$

$$q/Q = 0.0085$$

$$q/Q = 0.008398 \text{ (Tabla A1, Anexo A)}$$

Cálculo de la relación hidráulica para caudal futuro:

$$q/Q = q / Q_{\text{sección llena}}$$

$$q/Q = 1.48 \text{ L/s} / 61.15 \text{ L/s}$$

$$q/Q = 0.02684$$

$$q/Q = 0.024537 \text{ (Tabla A1, Anexo A)}$$

Cálculo de la verificación de tirante actual:

De acuerdo a la relación hidráulica de caudal (q/Q) elegida de la tabla A1, se obtiene la relación para tirante hidráulico (d/D).

$$d/D = 0.065$$

Cálculo de la verificación de tirante futuro:

De igual forma descrita en la relación para tirante actual:

$$d/D = 0.108$$

La relación hidráulica para el tirante actual no cumple los límites, pero se puede continuar el cálculo, ya que es inicio de tramo y los caudales son menores en estos casos. El caudal futuro se encuentra en el límite $0.10 \leq d/D \leq 0.80$.

Cálculo de la verificación de la velocidad actual:

En la tabla A1 del Anexo A, se encuentra la relación de la velocidad actual.

$$v/V = 0.3045$$

Cálculo de verificación de velocidad futura:

De igual forma que la verificación para velocidad actual:

$$v/V = 0.4187$$

Ambas relaciones se multiplican por la velocidad a sección llena de 3.36 m/s descrita anteriormente, para obtener la velocidad a sección parcialmente llena, por lo que la actual y futura serán respectivamente, $v = 1.02$ m/s y $v = 1.407$ m/s.

Las velocidades se encuentran entre los límites permitidos $0.40 \text{ m/s} \leq v \leq 5 \text{ m/s}$, por lo tanto, cumplen y el diseño es correcto.

2.5. Desfogue

Para el desfogue del sistema de alcantarillado sanitario del barrio El Tamarindo, se propone conectar a la red de drenaje que va hacia barrio San Jorge y conduce hacia donde en un futuro se realizará la planta de tratamiento de la cabecera municipal. Este desfogue deberá contar como mínimo un tratamiento primario de las aguas.

- Tratamiento primario

Cabrera (1989)

Por este tratamiento, se separan o eliminan aproximadamente 40 a 60% de los sólidos suspendidos en las aguas negras, mediante el proceso físico de asentamiento en el tanque de sedimentación. El propósito fundamental de los

dispositivos para el tratamiento primario, consiste en disminuir suficientemente la velocidad de las aguas negras, para que puedan sedimentarse los sólidos. En estos tanques se logra la descomposición anaeróbica de los lodos (p. 63).

2.6. Excavación

Cabrera (1989)

Es el volumen de tierra que habrá que remover para la colocación adecuada de la tubería y se calcula en base al volumen del prisma generado por la profundidad de los pozos de visita, la distancia entre ellos y el ancho de la zanja, según la altura y el diámetro de la tubería. (pp.35)

$$\text{Vol. } ((H_{\text{pozo1}} + H_{\text{pozo2}}) / 2) * DH * t$$

Donde:

Vol. = volumen de excavación (m³)

H_{pozo1} = profundidad pozo de visita (m)

H_{pozo2} = profundidad pozo de visita (m)

DH = distancia horizontal (m)

t = ancho de la zanja (m)

Para este proyecto se planifico el uso de maquinaria, para los trabajos de excavación, el ancho de la zanja t = 80 cm, debido a que esta medida tiene el ancho del balde de la retroexcavadora.

2.7. Análisis de impacto ambiental

Paz (2016)

En sentido estricto, la ecología ha definido al ambiente como el conjunto de factores externos que actúan sobre un organismo, una población o una comunidad. Estos factores son esenciales para la supervivencia, el crecimiento y la reproducción de los seres vivos e inciden directamente en la estructura y dinámica de las poblaciones y de las comunidades. Sin embargo, la naturaleza es la totalidad de lo que existe. Dentro de ella, también, entra lo que la sociedad construye a través de su accionar. Generalmente, esto es lo que se identifica como "ambiente".

Podría definirse el impacto ambiental como la alteración, modificación o cambio en el ambiente o en alguno de sus componentes de cierta magnitud y complejidad originado o producido por los efectos de la acción o actividad humana. Esta acción puede ser un proyecto de ingeniería, un programa, un plan o una disposición administrativo-jurídica con implicaciones ambientales. Debe quedar explícito, sin embargo, que el término impacto no implica negatividad, éste puede ser tanto positivo como negativo.

Se puede definir el Estudio de Impacto Ambiental como el estudio técnico, de carácter interdisciplinario, que incorporado en el procedimiento de la Evolución de Impacto Ambiental (EIA) está destinado a predecir, identificar, valorar y corregir, las consecuencias o efectos ambientales que determinadas acciones pueden causar sobre la calidad de vida del hombre y su entorno. Es un documento técnico que debe presentar el titular del proyecto y sobre la base del cual se produce la declaración o estimación de impacto ambiental (p.185).

- Identificación de los factores que puedan causar impacto al medio ambiente y a que parte está afectando.

Al analizar el diseño del proyecto, se determinó que los elementos bióticos, abióticos y socioeconómicos que serán impactados por el proyecto son.

- El agua

Debido a que existen la quebrada rio grande y San Jacinto, cerca del área donde se realizara la excavación para el drenaje que pueden contaminarse con el movimiento de tierra, al momento del zanjeo.

- El suelo

Si impactaran negativamente el mismo si no se verifica la etapa del zanjeo porque habrá movimientos de tierra por el mismo solamente se dará en la etapa de construcción y sus efectos son fácilmente prevenible.

- Salud

Hay un impacto relativamente pequeño en la salud en la etapa de construcción que debido al movimiento de tierras se producirá polvo en las sucesivas etapas del proyecto el impacto positivo.

- Impactos negativos

Los impactos negativos del proyecto se dan solo en las etapas de construcción y operación del proyecto y la mayoría se da, en la fase de construcción los elementos más impactados negativamente son:

- Al suelo
- Al agua

- Las partículas en suspensión.
- Medidas de mitigación

Para evitar el polvo, fue necesario programar adecuadamente el horario de las labores de zanjeo, estas deberán llenarse en el tiempo más corto posible, compactándose, adecuadamente las mismas, para evitar el arrastre de partículas por el viento.

Deberá de capacitarse al o las personas del mantenimiento del sistema, referente al manejo de limpieza de tubería y reparaciones menores.

Capacitar a las amas de casa, sobre el adecuado uso del sistema para evitar que no utilicen los drenajes para tirar en ellos desechos sólidos o productos contaminantes.

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 en un dado caso pudieran dañar los pozos de visita del proyecto.
- En las obras hidráulicas, al introducirle cuerpos extraños, metales, plásticos y maderables pudiera sufrir desperfectos. Por ello, es necesario que se genere un reglamento de uso adecuado del sistema y que el mismo se dé a conocer mediante sesiones de capacitación con los comunitarios, para que familiarmente se le dé el mantenimiento necesario a las conexiones prediales y obras hidráulicas.

- Integrar un comité de emergencia contra inundaciones, asolvamiento en la comunidad beneficiada y además deben velar por que los lugares en donde se ubican las obras civiles se encuentran lo más despejado posible.
- Elaborar un programa de capacitación para prevención de accidentes.
- Capacitar al (o a los) trabajadores que se encargará de darle mantenimiento al sistema, especialmente sobre aspectos de limpieza de tubería de drenaje.
- Se debe velar porque los comunitarios no depositen su basura en los drenajes o pozos de visita para evitar taponamientos en la tubería y puedan provocar daños al sistema.
- Para la disposición de desechos generados por las familias se debe contar con depósitos, distribuidos en lugares estratégicos y dispuestos además de asegurarlos para evitar su robo.

2.8. Análisis socioeconómico

El análisis socioeconómico se realiza para evaluar las características económicas que afectan a la población del barrio El Tamarindo, cabecera municipal de San Jacinto, Chiquimula, con la ejecución del proyecto de sistema de alcantarillado sanitario.

(SEGEPLAN, 2013)

Este tipo de evaluación se efectúa en proyectos sociales, consiste en realizar una comparación entre los recursos que se espera puedan ser utilizados y los resultados esperados del mismo, con el propósito de determinar si dicho proyecto se adecua a los fines u objetivos perseguidos y de esta manera, permita mejorar la asignación de recursos por parte de la sociedad.

A diferencia de la evaluación financiera que opera sobre la base de los precios de mercado, la evaluación socio-económica se sustentará en el uso de precios sociales, que son los que representan el verdadero costo de oportunidad de los bienes para la sociedad (los cuales deben ser establecidos por el ente planificador).

Análisis costo/eficiencia

En los casos en que no es posible expresar los beneficios de un proyecto en término monetarios, o bien el esfuerzo es demasiado grande para justificarse, se aplican los métodos de costo- eficiencia. El objetivo de estos es determinar que alternativa de proyecto logra los objetivos deseados al mínimo costo, (es decir más eficientemente). El término eficiencia se refiere a la forma como se logran ciertos resultados dentro de un proceso con los insumos utilizados en el mismo. En un proyecto social, la eficiencia se puede medir en términos físicos y monetarios (p. 55).

Inversión inicial = Q 1,118,877.70

Cantidad de usuarios = 942 habitantes

Costo/eficiencia = 1,118,877.70/ 942

Costo/eficiencia = Q 1,181.39 por cada habitante

El análisis costo-eficiencia muestra la cantidad de efectivo que debe invertirse por habitante en el período actual, durante la vida útil del proyecto se incrementara la población beneficiada.

2.8.1. Valor Presente Neto (VPN)

Blank (2012)

El Valor Presente Neto (VPN) denominada con frecuencia tasa de descuento, rendimiento, costo de capital o costo de oportunidad, es el rendimiento mínimo que debe ganar un proyecto para que el valor de mercado de la empresa permanezca sin cambios (p. 327).

- $VPN < 0$, el proyecto no es rentable
- $VPN = 0$, indica que se está generando el porcentaje de utilidad
- $VPN > 0$, la opción es rentable

Para el proyecto, se utilizó la tasa de interés líder correspondiente al Banco de Guatemala actualizada a enero 2017 es de 5.45%, como tipo de descuento.

$$VPN = -P_i - P_o(P/A, i, t)$$

“El valor de ($P/A, i, t$) es de 14.649021” (Blank, 2012, p.588)

Costo del proyecto o desembolso inicial (P_i) = Q 1,112,877.7

Pagos o salidas al final de cada periodo (P_o) = Q5, 000.00 (mantenimiento)

Los Q5000.00 se detallan de esta manera:

- Pago de un trabajador para mantenimiento: Q3000.00
- Materiales para reparación y limpieza: Q2000.00

Periodo de vida útil del proyecto (n) = 30 años

Tasa de interés (i) = 5.45%

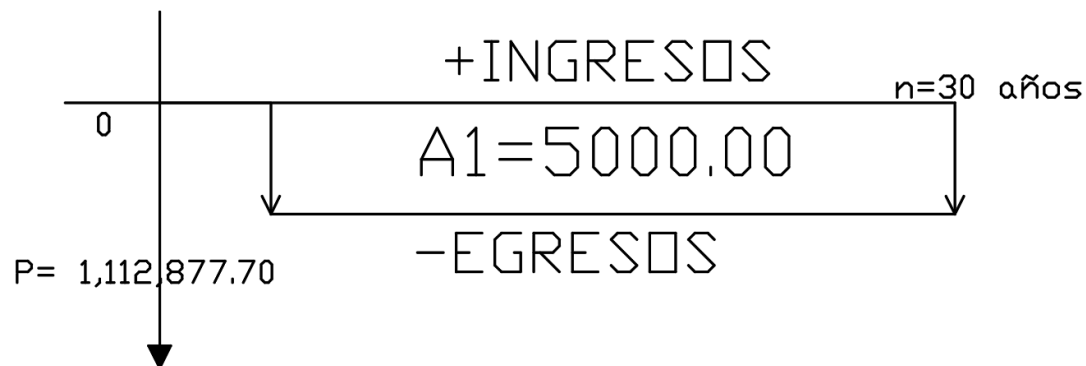
“El valor de (P/A, i, t) es de 14.649021” (Blank, 2012, p.588)

$$VPN = -P_i - P_o(P/A, i, t)$$

$$VPN = -1,112,877.7 - 5000(P/A, 5.45\%, 30)$$

$$VPN = -1,186,122.7$$

Figura 6. **Gráfica del VPN, alcantarillado sanitario**



Fuente: elaboración propia.

El VPN de este proyecto es negativo, porque el proyecto es de carácter social y su prioridad es satisfacer una necesidad de la población. En la sección 2.10 se muestra el presupuesto.

2.8.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)

En el caso del proyecto del sistema de alcantarillado sanitario, por ser una obra de carácter social, la municipalidad no tiene contemplado obtener ninguna ganancia ni utilidad, por lo que con ninguna tasa de interés se puede obtener ganancias.

2.9. Especificaciones técnicas

- Trazo

El trazo será como lo indicado en planos, es responsabilidad del ejecutor y del supervisor del proyecto la interpretación de los mismos (Lemus, 2015, p. 157).

- Excavación

En la excavación se debe realizar una zanja deber ser lo suficiente amplia para permitir una instalación correcta y una colocación del material de relleno para garantizar un adecuado soporte lateral. El ancho que promedio debe ser de 60 cm ya que es la medida del cucharón. El material que sea producto de la excavación debe colocarse a un costado de la zanja a una distancia no menor de 60cm del borde y una altura del montículo no mayor a 1.25. Para evitar que se produzcan derrumbes.

Cuando los trabajos se realicen en época lluviosa se deberá tapar con plástico el material que se considera idóneo para relleno para evitar la saturación de humedad.

- Rellenos

El tubo debe descansar en una capa de material selecto libre de piedras, para proporcionarle un adecuado y uniforme soporte a la tubería. Si el material producto de la excavación es compactible, se puede utilizar colocándolo en una capa de 10 cm, de espesor como mínimo esta parte de la instalación será la base de apoyo.

Cuando el fondo de la zanja sea de rocoso u otro material punzo cortante que pueda dañar la tubería, se formará una capa de material selecto o arena de 15 cm, de espesor, para evitar dañarla.

Si existe presencia de agua en el fondo de la zanja se puede realizar una capa de agregado grueso de preferencia de $\frac{1}{2}$ pulgada o $\frac{3}{4}$ pulgada de unos 15cm, sobre eso la base de apoyo, si fuera el nivel freático esto representa un peligro para la estabilidad de los materiales del relleno y de las paredes de la zanja por lo que, se recomienda utilizar un filtro textil.

El relleno de la zanja debe seguir luego que la tubería este colocada sobre la cama de apoyo, el relleno no deberá ser lanzado desde alturas superiores a 1.5 m, y debe ser un material libre de agregados de gran tamaño y peso. El relleno debe efectuarse en capas de 15 cm, iniciando en los bordes de la zanja y continuando al centro, el material que se utilizará deberá ser material seleccionado de la excavación o bien material granular fino, el cual se debe apisonar por métodos manuales hasta alcanzar un grado de compactación necesario. Para el relleno final en las partes que no se tiene que realizar la instalación de adoquín se dejará un lomo sobre el nivel del suelo para compensar el asentamiento y donde se coloque adoquín se debe realizar un compactado Proctor estándar al 90%.

- Tubería

Será de PVC norma ASTM F949 la cual indica que son tuberías de doble pared fabricados con extrusión, posee así mismo una pared interna lisa y externa corrugada para un óptimo desempeño estructural e hidráulico, el diámetro de tubería según los tramos será el indicado en planos.

- Pendiente de tubería

La pendiente de tubería será según indicado en planos. De realizarse modificaciones, informar al supervisor, quien deberá de autorizar para que la pendiente cumpla con los parámetros de diseño.

- Unión de tubería

Lemus (2015)

Cada tubería se fabrica con un extremo espiga (que incluye un empaque de hule) y un extremo de campana, lo cual permite una fácil y rápida unión entre tubos y no requiere del uso de cemento solvente.

La unión de tubos se debe efectuar respetando los siguientes pasos:

- Limpiar cuidadosamente el extremo espiga del tubo hasta los 3 primeros valles y el interior de la campana. No remover el empaque, si este ya viene incorporado en la espiga del tubo.

- Aplicar generosamente lubricante en el interior de la campana y sobre el empaque. Se puede aplicar con una brocha, esponja, mecha o trapo.
- Alinear cuidadosamente la unión y luego introducir la espiga dentro de la campana. No girar la tubería, solo empujar cuidadosamente.

Las campanas se deberán colocar en sentido contrario a la dirección del flujo. (p. 158).

- Pozos de visita

“Se diseñarán los pozos de visita para localizarlos en los siguientes casos:

- a) En cambios de diámetro
- b) En cambios de pendiente
- c) En cambios de dirección horizontal para diámetros menores de 24”
- d) En intersecciones de tubería colectoras
- e) En los extremos superiores de ramales iniciales
- f) A distancias no mayores de 100 m en línea recta en diámetros hasta de 24”
- g) A distancias no mayores de 300 m en diámetros superiores a 24”

“INFOM, 2001, sección 2.13.1.).

Los pozos de visita, serán con paredes de ladrillo tayuyo de dimensiones de 6.5 cm x 11 cm x 23 cm, levantados de punta. El mortero para unir los ladrillos y realizar el alisado interior de los muros, colocados de punta adheridos con mortero bastardo en proporción 1:1:3, de cemento, cal y arena de río, respectivamente. La altura de los pozos de visita será la indicada en los planos.

La tapadera de los pozos de visita será de concreto armado, el concreto tendrá una resistencia de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (3000 PSI) proporción 1:2:2 equivalente a 1 saco de cemento UGC 4000 PSI, 2 unidades volumétricas de arena y 2 de pedrín y el acero tendrá una resistencia $Fy = 2810 \text{ kg/cm}^2$ (Grado 40) legitimo.

Se colocarán escalones de varilla No.5 $Fy = 2810 \text{ kg/cm}^2$ (Grado 40) legitimo. Ver detalle en planos de detalles de pozo de visita.

- Conexiones domiciliarias

Las conexiones domiciliarias deberán tener una pendiente mínima del 2%, contará con candela de registro formada por un tubo de 12" y una tapadera con concreto de 3000 PSI. Las instalaciones deberán de realizarse antes de realizar el relleno final de la tubería.

- Planos constructivos

Los planos constructivos del proyecto, se encuentran en el Apéndice C; a continuación, se presenta el listado de los mismos.

- Planta de red de alcantarillado sanitario.
- Plano topográfico.
- Perfiles y planta A, B y C.
- Perfiles y planta E y G.
- Perfiles y planta F.
- Perfiles y planta H Y I.
- Detalle de pozo
- Conexiones domiciliarias
-

2.10. Presupuesto

El proyecto de alcantarillado sanitario tiene un costo total de ejecución de Q. 1,112,877.70 (un millón ciento doce mil ochocientos setenta y siete 70/100), con precios actualizados a abril del año 2017.

2.10.1. Integración de precios unitarios

Tabla 5. Resumen del presupuesto por renglón

PROYECTO					
Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el barrio Tamarindo, San Jacinto, Chiquimula					
Ubicación: Barrio El Tamarindo					
Municipio: San Jacinto					
Departamento: Chiquimula					
PRESUPUESTO GENERAL					
No.	REGLON	CANT.	U.	P.U.	SUB-TOTAL
1	REPLANTEO TOPOGRÁFICO	1738.56	m	Q 1.89	Q 3,285.88
2	RETIRO DE ADOQUÍN	1630.00	m2	Q 15.19	Q 24,759.70
3	EXCAVACIÓN	2428.78	m3	Q 24.12	Q 58,582.90
4	INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE 6"	1359.00	m	Q 181.35	Q 246,454.65
5	INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE 8"	51.92	m	Q 314.09	Q 16,307.55
6	INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE 10"	328.34	m	Q 295.00	Q 96,860.30
7	RELLENO Y COMPACTACIÓN	2428.78	m3	Q 35.80	Q 86,950.49
8	INSTALACIÓN DE ADOQUÍN	1630.00	m2	Q 26.30	Q 42,869.00
9	POZOS DE VISITA DE 1.20 a 1.22m	26	U.	Q 5,969.87	Q 155,216.62
10	POZOS DE VISITA de 1.60m a 4m	15	U.	Q11,048.52	Q 165,727.80
11	POZOS DE VISITA DE MAYORES A 4m	2	U.	Q18,087.37	Q 36,174.74
12	CONEXIONES DOMICILIARES	157	U.	Q 1,144.51	Q 179,688.07
SUMA DE REGLONES					Q 1,112,877.70

Fuente: elaboración propia

Tabla 6. Replanteo topográfico

No.	RENGLON	CANT.	U.	P.U.	SUB-TOTAL
1	REPLANTEO TOPOGRÁFICO	1,738.56	m	Q 1.89	Q 3,285.88
	Materiales				
	Equipo de topografía	2.00	días	Q 300.00	Q 600.00
	Clavos 1"	2.00	lb	Q 7.00	Q 14.00
	Estacas de madera de 30cm	350.00	und	Q 1.00	Q 350.00
	Pintura en aerosol rojo	2.00	und	Q 30.00	Q 60.00
	Cal hidratada	1.00	saco	Q 33.00	Q 33.00
	Hilo de nylon	2.00	und	Q 50.00	Q 100.00
		SUB-TOTAL			Q 1,157.00
	Mano de obra				
	Topografo	2.00	días	Q 400.00	Q 800.00
	Cadenero	2.00	días	Q 100.00	Q 200.00
	Ayudante	2.00	días	Q 85.00	Q 170.00
		SUB-TOTAL M.O.:			Q 1,170.00
	COSTO DIRECTO:				Q 2,327.00
	P.U.				Q 1.34
	INDIRECTO:				Q 0.55
	IMPUESTOS(IVA E ISR) 9%				Q 0.12
	GASTOS ADMINISTRATIVOS 12%				Q 0.16
	IMPREVISTOS 5%				Q 0.07
UTILIDAD 15%				Q 0.20	
P.U. FINAL			m	Q 1.89	
TOTAL:				Q 3,285.88	

Fuente: elaboración propia.

Tabla 7. Retiro de adoquín

No.	RENGLON	CANT.	U.	P.U.	SUB-TOTAL
2	RETIRO DE ADOQUÍN	1,630.00	m²	Q 15.19	Q 24,759.70
	Materiales				
	Palas	15.00	unidad	Q 115.00	Q 1,725.00
	Piochas	15.00	unidad	Q 110.00	Q 1,650.00
	Carretillas	15.00	unidad	Q 400.00	Q 6,000.00
	SUB-TOTAL				Q 9,375.00
	Mano de obra				
	Retiro de adoquín	1630.00	m²	Q 5.00	Q 8,150.00
	SUB-TOTAL M.O.				Q 8,150.00
COSTO DIRECTO:				Q 17,525.00	
P.U.				Q 10.75	
INDIRECTO:				Q 4.44	
IMPUESTOS(IVA E ISR) 9%				Q 1.00	
GASTOS ADMINISTRATIVOS 12%				Q 1.29	
IMPREVISTOS 5%				Q 0.54	
UTILIDAD 15%				Q 1.61	
P.U. FINAL			m²	Q 15.19	
TOTAL:				Q 24,759.70	

Fuente: elaboración propia.

Tabla 8. **Excavación**

No.	REGLON	CANT.	U.	P.U.	SUB-TOTAL
3	EXCAVACIÓN	2428.78	m³	Q 24.12	Q 58,582.90
	Herramienta				
	Tabla de 1"x12"x10"(para estabilizar suelo)	200.00	pie-tabla	Q 6.00	Q 1,200.00
	Parales de 2"x3"x10"(para estabilizar suelo)	60.00	pie-tabla	Q 5.00	Q 300.00
	Clavo 3"	30.00	unidad	Q 7.00	Q 210.00
		SUB-TOTAL			Q 1,710.00
	Mano de obra				
	Retroexcavadora	105.00	hora	Q 350.00	Q 36,750.00
	Colocacion de madera para estabilizar	1500.00	m²	Q 2.00	Q 3,000.00
		SUB-TOTAL			Q 39,750.00
		COSTO DIRECTO:			Q 41,460.00
	P.U.			Q 17.07	
	INDIRECTO:			Q 7.05	
	IMPUESTOS(IVA E ISR) 9%			Q 1.58	
	GASTOS ADMINISTRATIVOS 12%			Q 2.05	
	IMPREVISTOS 5%			Q 0.85	
	UTILIDAD 15%			Q 2.56	
	P.U. FINAL		m³	Q 24.12	
	TOTAL:			Q 58,582.90	

Fuente: elaboración propia.

Tabla 9. Instalación de tubería de 6"

No.	REGLON	CANT.	U.	P.U.	SUB-TOTAL
4	INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE 6"	1359.00	m	Q 181.35	Q 246,454.65
	Materiales				
	Tubo PVC de 6" norma F949 con empaque incluido	238.00	unidad	Q 610.00	Q 145,180.00
	Lubricante(presentacion de 500g)	6.00	unidad	Q 46.00	Q 276.00
	Arena	18.00	m³	Q 100.00	Q 1,800.00
		SUB-TOTAL			Q 147,256.00
	Mano de obra				
	Colocacion de tuberia de 6"	1359.00	m	Q 20.00	Q 27,180.00
		SUB-TOTAL			Q 27,180.00
		COSTO DIRECTO:			Q 174,436.00
	P.U.			Q 128.36	
	INDIRECTO:			Q 52.99	
	IMPUESTOS(IVA E ISR) 9%			Q 11.91	
	GASTOS ADMINISTRATIVOS 12%			Q 15.40	
	IMPREVISTOS 5%			Q 6.42	
	UTILIDAD 15%			Q 19.25	
	P.U. FINAL		m	Q 181.35	
	TOTAL:			Q 246,454.65	

Fuente: elaboración propia.

Tabla 10. Instalación de tubería de 8"

No.	REGLON	CANT.	U.	P.U.	SUB-TOTAL
5	INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE 8"	51.92	m	Q 314.09	Q 16,307.55
	Materiales				
	Tubo PVC de 8" norma F949 con empaque incluido	10.00	unidad	Q 984.00	Q 9,840.00
	Lubricante(presentacion de 500g)	1.00	unidad	Q 45.00	Q 45.00
	Arena	1.00	m³	Q 100.00	Q 100.00
		SUB-TOTAL			Q 9,985.00
	Mano de obra				
	Colocacion de tuberia de 8"	51.92	m	Q 30.00	Q 1,557.60
		SUB-TOTAL			Q 1,557.60
	COSTO DIRECTO:				Q 11,542.60
	P.U.				Q 222.32
	INDIRECTO:				Q 91.77
	IMPUESTOS(IVA E ISR) 9%				Q 20.63
	GASTOS ADMINISTRATIVOS 12%				Q 26.68
	IMPREVISTOS 5%				Q 11.12
	UTILIDAD 15%				Q 33.35
	P.U. FINAL			m	Q 314.09
	TOTAL:				Q 16,307.55

Fuente: elaboración propia

Tabla 11. **Instalación de tubería de 10"**

No.	REGLON	CANT.	U.	P.U.	SUB-TOTAL
6	INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE 10"	328.34	m	Q 295.00	Q 96,860.30
	Materiales				
	Tubo PVC de 10" norma F949 con empaque incluido	58.00	unidad	Q 1,140.00	Q 66,120.00
	Lubricante(presentacion de 500g)	9.00	unidad	Q 45.00	Q 405.00
	Arena	6.00	m³	Q 100.00	Q 600.00
		SUB-TOTAL			Q 67,125.00
	Mano de obra				
	Colocacion de tuberia de 10"	328.34	m	Q 40.00	Q 13,133.60
		SUB-TOTAL			Q 13,133.60
		COSTO DIRECTO:			Q 80,258.60
		P.U.			Q 244.44
		INDIRECTO:			Q 100.90
		IMPUESTOS(IVA E ISR) 9%			Q 22.68
		GASTOS ADMINISTRATIVOS 12%			Q 29.33
		IMPREVISTOS 5%			Q 12.22
		UTILIDAD 15%			Q 36.67
		P.U. FINAL		m	Q 295.00
		TOTAL:			Q 96,860.30

Fuente: elaboración propia.

Tabla 12. **Relleno y compactación**

No.	REGLON	CANT.	U.	P.U.	SUB-TOTAL
7	RELLENO Y COMPACTACIÓN	2428.78	m³	Q 35.80	Q 86,950.49
	Herramienta				
	Apisonadores metalicos	5.00	unidad	Q 250.00	Q 1,250.00
	Palas punta redonda	5.00	unidad	Q 110.00	Q 550.00
	Bailarina compactadora	14.00	días	Q 400.00	Q 5,600.00
	Carretillas	1.00	unidad	Q 400.00	Q 400.00
		SUB-TOTAL			Q 7,800.00
	Mano de obra				
	Relleno	2428.78	m³	Q 18.75	Q 45,539.71
	Compactación	1642.60	m³	Q 5.00	Q 8,213.01
		SUB-TOTAL			Q 53,752.72
	COSTO DIRECTO:				Q 61,552.72
	P.U.				Q 25.34
	INDIRECTO:				Q 10.46
IMPUESTOS(IVA E ISR) 9%				Q 2.35	
GASTOS ADMINISTRATIVOS 12%				Q 3.04	
IMPREVISTOS 5%				Q 1.27	
UTILIDAD 15%				Q 3.80	
P.U. FINAL			m³	Q 35.80	
TOTAL:				Q 86,950.49	

Fuente: elaboración propia.

Tabla 13. Instalación de adoquín

No.	REGLON	CANT.	U.	P.U.	SUB-TOTAL
8	INSTALACIÓN DE ADOQUÍN	1,630.00	m ²	Q 26.30	Q 42,869.00
	Material y herramienta				
	Cemento UGC 4000PSI	120.00	saco	Q 73.00	Q 8,760.00
	Arena de río	10.00	m ³	Q 150.00	Q 1,500.00
	Piedrín triturado	6.00	m ³	Q 225.00	Q 1,350.00
	Mezcladora de 1.5 m3 (renta/mes)	1.00	unidad	Q 2,500.00	Q 2,500.00
		SUB-TOTAL			Q 14,110.00
	Mano de obra				
	Colocación de adoquín	1630.00	m ²	Q 10.00	Q 16,300.00
		SUB-TOTAL			Q 16,300.00
		COSTO DIRECTO:			Q 30,410.00
		P.U.			Q 18.66
		INDIRECTO:			Q 7.70
		IMPUESTOS(IVA E ISR) 9%			Q 1.73
		GASTOS ADMINISTRATIVOS 12%			Q 2.24
		IMPREVISTOS 5%			Q 0.93
		UTILIDAD 15%			Q 2.80
		P.U. FINAL		m²	Q 26.30
		TOTAL:			Q 42,869.00

Fuente: elaboración propia.

Tabla 14. Pozos de visita de 1.2 a 1.22 m

No.	REGLÓN	CANT.	U.	P.U.	SUB-TOTAL
9	POZOS DE VISITA DE 1.20 a 1.22m	26.00	U.	Q 5,969.87	Q 155,216.62
	Material				
	Ladrillo tayuyo de 6.5x11x23cm	13,650.00	unidad	Q 2.25	Q 30,712.50
	Cal hidratada	520.00	bolsa	Q 33.00	Q 17,160.00
	Cemento UGC de 4000 PSI	320.00	saco	Q 73.00	Q 23,360.00
	Arena de rio	31.00	m³	Q 100.00	Q 3,100.00
	Piedrín triturado	8.00	m³	Q 200.00	Q 1,600.00
	Hierro No.2 G40	30.00	varilla	Q 12.00	Q 360.00
	Hierro No.4 G40	70.00	varilla	Q 35.00	Q 2,450.00
	Hierro No.5 G40	45.00	varilla	Q 50.00	Q 2,250.00
	Alambre de amarre	52.00	lb	Q 7.00	Q 364.00
	Madera rústica	520.00	pt	Q 7.00	Q 3,640.00
	Clavo	21.00	lb	Q 8.00	Q 168.00
		SUB-TOTAL MATERIALES			Q 85,164.50
	Mano de obra				
	Perforacion y nivelación	26.00	unidad	Q 250.00	Q 6,500.00
	Levantado de ladrillo hasta nivel de brocal	26.00	unidad	Q 350.00	Q 9,100.00
	Construccion de tapadera	26.00	unidad	Q 150.00	Q 3,900.00
	Instalacion de tubería	26.00	unidad	Q 200.00	Q 5,200.00
		SUB-TOTAL.			Q 24,700.00
		COSTO DIRECTO:			Q 109,864.50
		P.U.			Q 4,225.56
		INDIRECTO:			Q 1,744.31
		IMPUESTOS(IVA E ISR) 9%			Q 392.13
		GASTOS ADMINISTRATIVOS 12%			Q 507.07
		IMPREVISTOS 5%			Q 211.28
		UTILIDAD 15%			Q 633.83
		P.U. FINAL		U.	Q 5,969.87
		TOTAL:			Q 155,216.62

Fuente: elaboración propia.

Tabla 15. Pozos de visita de 1.60m a 4.m

No.	REGLON	CANT.	U.	P.U.	SUB-TOTAL
10	POZOS DE VISITA de 1.60m a 4m	15.00	U.	Q 11,048.52	Q 165,727.80
	Material				
	Ladrillo tayuyo de 6.5x11x23cm	16,674.00	unidad	Q 2.25	Q 37,516.50
	Cal	660.00	bolsa	Q 33.00	Q 21,780.00
	Cemento UGC de 3000 PSI	355.00	saco	Q 73.00	Q 25,915.00
	Arena de rio	17.00	m³	Q 100.00	Q 1,700.00
	Piedrín triturado	3.00	m³	Q 150.00	Q 450.00
	Hierro No.2 G40	20.00	varilla	Q 12.00	Q 240.00
	Hierro No.4 G40	38.00	varilla	Q 35.00	Q 1,330.00
	Hierro No.5 G40	35.00	varilla	Q 50.00	Q 1,750.00
	Alambre de amarre	35.00	lb	Q 7.00	Q 245.00
	Madera rústica	400.00	pt	Q 7.00	Q 2,800.00
	Clavo	16.00	lb	Q 8.00	Q 128.00
		SUB-TOTAL MATERIALES			Q 93,854.50
	Mano de obra				
	Perforacion y nivelacion	15.00	unidad	Q 450.00	Q 6,750.00
	Levantado de ladrillo hasta nivel de brocal	15.00	unidad	Q 550.00	Q 8,250.00
	Construccion de tapadera sanitaria	15.00	unidad	Q 150.00	Q 2,250.00
	Instalacion de tubería	15.00	unidad	Q 200.00	Q 3,000.00
		SUB-TOTAL.			Q 23,450.00
		COSTO DIRECTO:			Q 117,304.50
		P.U.			Q 7,820.30
		INDIRECTO:			Q 3,228.22
		IMPUESTOS(IVA E ISR) 9%			Q 725.72
		GASTOS ADMINISTRATIVOS 12%			Q 938.44
		IMPREVISTOS 5%			Q 391.02
		UTILIDAD 15%			Q 1,173.05
		P.U. FINAL		U.	Q 11,048.52
		TOTAL:			Q 165,727.80

Fuente: elaboración propia.

Tabla 16. Pozos de visita mayores a 4.m

No.	REGLON	CANT.	U.	P.U.	SUB-TOTAL
11	POZOS DE VISITA DE MAYORES A 4m	2.00	U.		
	Material				
	Ladrillo tayuyo de 6.5cmx11cmx23cm	3,888.00	unidad	Q 2.25	Q 8,748.00
	Cal	120.00	bolsa	Q 33.00	Q 3,960.00
	Cemento	60.00	saco	Q 73.00	Q 4,380.00
	Arena	2.00	m³	Q 150.00	Q 300.00
	Piedrín	1.00	m³	Q 225.00	Q 225.00
	Hierro No.2	5.00	varilla	Q 14.00	Q 70.00
	Hierro No.4	5.00	varilla	Q 62.00	Q 310.00
	Hierro No.5	4.00	varilla	Q 95.00	Q 380.00
	Alambre de amarre	4.00	lb	Q 7.00	Q 28.00
	Madera	40.00	pt	Q 7.00	Q 280.00
	Clavo	3.00	lb	Q 8.00	Q 24.00
		SUB-TOTAL MATERIALES			Q 18,705.00
	Mano de obra				
	Perforacion y nivelacion	2.00	unidad	Q 650.00	Q 1,300.00
	Levantado de ladrillo hasta nivel de brocal	2.00	unidad	Q 650.00	Q 1,300.00
	Construccion de tapadera sanitaria	2.00	unidad	Q 250.00	Q 500.00
	Instalacion de tuberia	2.00	unidad	Q 300.00	Q 600.00
	Construcción de columnas pozo 22 y 22A	8.00	unidad	Q 250.00	Q 2,000.00
	Construccion de solera de húmeda circular	4.00	unidad	Q 300.00	Q 1,200.00
		SUB-TOTAL M.O.			Q 6,900.00
		COSTO DIRECTO:			Q 25,605.00
		P.U.			Q 12,802.50
		INDIRECTO:			Q 5,284.87
		IMPUESTOS(IVA E ISR) 9%			Q 1,188.07
		GASTOS ADMINISTRATIVOS 12%			Q 1,536.30
		IMPREVISTOS 5%			Q 640.13
	UTILIDAD 15%			Q 1,920.38	
	P.U. FINAL		U.	Q 18,087.37	
	TOTAL:			Q 36,174.74	

Fuente: elaboración propia.

Tabla 17. **Conexiones domiciliarias**

No.	REGLON	CANT.	U.	P.U.	SUB-TOTAL
12	CONEXIONES DOMICILIARES	157.00	U.	Q 1,144.51	Q 179,688.07
	Material				
	Tubo PVC de 4" norma F949	157.00	unidad	Q 114.72	Q 18,011.04
	Codo PVC de 4" a 90	157.00	unidad	Q 118.10	Q 18,541.70
	Empaques de tubería	314.00	unidad	Q 3.51	Q 1,102.14
	Silleta Tee 6"x3" norma F949	131.00	unidad	Q 88.80	Q 11,632.80
	Silleta Tee 8"x4" norma F949	16.00	unidad	Q 88.80	Q 1,420.80
	Silleta Tee 10"x4" norma F949	10.00	unidad	Q 88.80	Q 888.00
	Cabo transformador 4"x3"	157.00	unidad	Q 70.78	Q 11,112.46
	Hierro No.2 G40	31.00	varilla	Q 12.00	Q 372.00
	Cemento solvente 1000gr	10.00	unidad	Q 118.00	Q 1,180.00
	Tubo de concreto de 12"	157.00	unidad	Q 150.00	Q 23,550.00
	Cemento	95.00	saco	Q 73.00	Q 6,935.00
	Arena	3.00	m³	Q 100.00	Q 300.00
	Piedrín	4.00	m³	Q 150.00	Q 600.00
	Alambre de amarre	20.00	lb	Q 7.00	Q 140.00
		SUB-TOTAL MATERIALES			Q 95,785.94
	Mano de obra				
	Instalacion de conexión domiciliar y candela domiciliar	157.00	U.	Q 200.00	Q 31,400.00
		SUB-TOTAL.			Q 31,400.00
		COSTO DIRECTO:			Q 127,185.94
		P.U.			Q 810.10
		INDIRECTO:			Q 334.41
		IMPUESTOS(IVA E ISR) 9%			Q 75.18
		GASTOS ADMINISTRATIVOS 12%			Q 97.21
		IMPREVISTOS 5%			Q 40.51
		UTILIDAD 15%			Q 121.52
		P.U. FINAL		U.	Q 1,144.51
		TOTAL:			Q 179,688.07

Fuente: elaboración propia.

Tabla 18. **Gastos Indirectos**

Gastos administrativos (tiempo de ejecución 4 meses)				
Plaza	Horas/día	Costo/hora	Costo mes (Q)	Subtotal (Q)
Ingeniero de obra	6.00	Q54.00	Q9,720.00	Q 38,880.00
Secretaria	4.00	Q12.00	Q1,440.00	Q 5,760.00
Dibujante	8	Q30.00	Q7,200.00	Q 28,800.00
Total (Q)				Q79,680.00
Alquileres y depreciaciones				
Plaza	día/mes	Costo/día	Costo mes Q.	Subtotal (Q)
Alquiler de local	30	Q50.00	Q 1,500.00	Q 6,000.00
Depreciaciones de oficina	30	Q8.00	Q 240.00	Q 960.00
Mantenimiento en general	30	Q12.00	Q 360.00	Q 1,440.00
Total (Q)				Q 9,780.00
Obligaciones y seguros				
Renglón	Costo/mes (Q)			Subtotal (Q)
Seguros varios	Q	850.00		Q 3,400.00
Total (Q)				Q 3,400.00
Total (Q)				Q92,860.00
% de costos directos				12.00%

Desglose de impuestos	
Total de materiales	Q 533,322.94
Total mano de obra y equipo	Q 240,543.92
Total costos directos	Q 773,866.86
Descripción	Costos (Q)
Utilidad 15% (costos directos)	Q 116,080.03
Descripción	Costos (Q)
ISR 25% (de utilidad)	Q 29,020.01
IVA 12%	Q 42,794.87
Total de impuestos	Q 71,814.88
% de impuestos	9%

Fuente: elaboración propia Informe Laboratorio Ambiental, Centro Universitario de Oriente..

Tabla 19. **Cronograma de ejecución físico y financiero.**

CRONOGRAMA DE EJECUCION FISICO Y FINANCIERO																					
No.	DESCRIPCIÓN RENGLON	TOTAL	PERIODO DE EJECUCION																PONDERACION (%)		
			MES 1				MES 2				MES 3				MES 4						
1	REPLANTEO TOPOGRÁFICO	Q 3,285.9																		0.30%	
2	RETIRO DE ADOQUÍN	Q 24,759.70																		2.22%	
3	EXCAVACIÓN	Q 58,582.9																		5.26%	
4	INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE 6"	Q 246,454.7																		22.15%	
5	INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE 8"	Q 16,307.6																		1.47%	
6	INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE 10"	Q 96,860.30																		8.70%	
7	RELLENO Y COMPACTACIÓN	Q 86,950.5																		7.81%	
8	INSTALACIÓN DE ADOQUÍN	Q 42,869.00																		3.85%	
9	POZOS DE VISITA DE 1.20 a 1.22m	Q 155,216.6																		13.95%	
10	POZOS DE VISITA de 1.60m a 4m	Q 165,727.80																		14.89%	
11	POZOS DE VISITA DE MAYORES A 4m	Q 36,174.74																		3.25%	
12	CONEXIONES DOMICILIARES	Q 179,688.1																		16.15%	
	TOTALES	Q 1,112,877.70																	100.00%		

Fuente: elaboración propia

3. DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR BOMBEO ALDEA LA MAJADA, MUNICIPIO DE SAN JACINTO, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA.

3.1. Descripción del proyecto

Se propone realizar los cálculos para un diseño para el abastecimiento de agua potable, que incluye línea de conducción por bombeo, distribución por gravedad y tanque de mampostería de piedra.

3.2. Fuente de agua

La fuente de agua es de origen subterránea la cual consiste en un pozo perforado ubicado en la aldea La Majada.

3.2.1. Aforo

La municipalidad de San Jacinto en la DMP tiene el registro de dos aforos realizados al pozo perforado de La Majada, siendo uno en el 2004 donde se obtuvo un caudal de 4.25 L/s y uno en el 2015 con 3.78L/s (Anexo C.1 y C.3).

3.2.2. Análisis de agua

Se obtuvo muestras de la fuente de agua con el fin de conocer las características físicas, químicas y bacteriológicas (Anexo B).

3.2.2.1. Examen bacteriológico

Mediante el examen bacteriológico fue posible determinar el nivel de bacterias que se encuentran en el agua. (Anexo B).

Tabla 20. **Examen bacteriológico**

Parámetros	Resultados	Valor de referencia
Coliformes totales	240.00 NMP/100ml	3
Escherichia coli	28.00 NMP/100ml	3
Coliformes fecales	28.00 NMP/100ml	3

Fuente: Informe Laboratorio Ambiental Centro Universitario de Oriente.

La prueba de laboratorio realizada de la fuente determinó que, ésta posee la bacteria Escherichia Coli, en un nivel mayor al recomendable, 28 NMP/ml y el grupo coliforme fecal en cantidad superior, 28 NMP/ ml. El valor recomendable para ambos es 3 NMP/ml o menor. Por lo anterior, se recomienda la implementación de un sistema de desinfección.

3.2.2.2. Examen físico-químico

Aguilar (2007)

Análisis que determina cantidades de material orgánico que se encuentran en el agua y afectan a la misma.

Determina las características físicas del agua, las cuales son percibidas a través de los sentidos por medio del olor, color, sabor, el potencial hidrógeno, que determina la acidez o alcalinidad del agua; y la turbidez que indica el efecto óptico

que es consecuencia de la dispersión o interferencias de los rayos luminosos que pasan a través del agua, la que contiene pequeñas partículas en suspensión (p. 7).

El análisis físico-químico, realizado en laboratorio, reveló un 108.5% de saturación de oxígeno disuelto, el cual es superior al límite máximo permisible (80-100 %) (Anexo B). Esto no afecta para consumo humano, afecta a los acuicultores.

3.2.3. Obra de captación subterránea

Este proyecto utilizará un pozo perforado existente en la aldea La Majada, San Jacinto.

3.3. Parámetros de diseño

3.3.1. Período de diseño

INFOM (2011)

Es el tiempo para el cual se considera que el diseño de un acueducto o sistema de agua potable será funcional y cumplirá con su cometido (abastecer de agua a una comunidad) con eficiencia (p.25).

Para determinarlo se tomarán en cuenta los factores siguientes:

- Vida útil de los materiales
- Calidad de los materiales y de las construcciones

- Costos y tasas de interés
- Futuras ampliaciones del sistema
- Población de diseño
- Caudal

Se establece para los efectos de la normativa lo siguiente:

- Obras civiles: 20 años
- Equipos mecánicos: 5 a 10 años
- En casos especiales se considerará un proyecto por etapas.
- Considerar un tiempo de gestión aproximado de 2 años

El proyecto de la aldea La Majada tiene dos periodos de diseño, para conducción 10 años y distribución 20 años, ambos con 2 años de tiempo de gestión.

3.3.2. Población de diseño

El número de habitantes varía con el tiempo. Por lo general, la población se incrementa en la mayoría de las comunidades con el transcurso del tiempo, para determinarla, se debe considerar factores de crecimiento poblacional, tales como; servicios existentes, facilidades de saneamiento, actividades productivas, comunicaciones, tasa natalidad y mortalidad, migración y emigración.

Se investiga la población existente, en el año inicial del período de diseño o bien, la más cercana a inicio del periodo de diseño. Para el caso del casco urbano de San Jacinto, se utilizó el censo de viviendas realizado por la DMP para la aldea La Majada y la oficina municipal de agua potable proporcione.

3.3.2.1. Tasa de crecimiento

Según información proporcionada por la Oficina Municipal de la Mujer OMM, con base al último censo realizado en el 2014, la tasa de crecimiento en el municipio de San Jacinto es de 3.3%

- Población futura de la aldea La Majada

Aguilar (2007)

Para saber el crecimiento de la población en los periodos de diseño, se usó el método geométrico, este método es muy usado, por las características de su curva gráfica, muy similar a la forma de crecimiento poblacional de las comunidades. (p. 42).

$$Pf = Pa * \left(1 + \frac{r}{100}\right)^n$$

La población de diseño, para el sistema de bombeo según los datos:

Población actual (Pa) = 540 habitantes

Tasa de crecimiento (r) = 3.3 % (según el OMM)

Período de diseño (n) = 10 años + 2 años de gestión

Cálculos:

$$Pf = 540 \text{ hab.} * \left(1 + \frac{3.3}{100}\right)^{12}$$

$$Pf = 797 \text{ hab.}$$

Por lo tanto, la población futura (Pf) para el año 2029, el diseño de bombeo es de 797 habitantes.

La población de diseño para la distribución según los datos:

Población actual (Pa) = 540 habitantes

Tasa de crecimiento (r) = 3.3 % (según el OMM)

Período de diseño (n) = 20 años + 2 años de gestión, ya que las obras civiles y sistemas por de distribución por gravedad tiene un periodo de vida útil.

Cálculos:

$$Pf = 540 \text{ hab.} * \left(1 + \frac{3.3}{100}\right)^{22}$$
$$Pf = 1103 \text{ hab.}$$

Por lo tanto, la población futura (Pf) para el año 2039 el diseño de red de distribución es de 1103 habitantes, basando en la densidad de población por vivienda que es de 5 habitantes por casa entonces tenemos un total de 221 viviendas futuras.

3.3.3. Dotación

Es la cantidad de agua asignada a un habitante en un día en una población. Comúnmente se expresa en litros por habitante por día: L/hab/día. Según el Instituto de Fomento Municipal –INFOM-, se pueden considerar las siguientes dotaciones de la población

- Servicio a base de llena cántaros exclusivamente: 30 a 60 L/hab/día.

- Servicio mixto de llena cántaros y conexiones prediales: 60 a 90L/hab/día
- Servicio exclusivo de conexiones prediales fuera de la vivienda: 60 a 120 L/hab/día.
- Servicio de conexiones intradomiciliares con opción a varios grifos por vivienda: 90 a 170 L/hab/día.
- Servicio de pozo excavado o hincado con bomba manual mínimo 20L/hab/día.
- Servicio de aljibes 20 L/hab/día.

Tabla 21. **Cálculo de dotación diaria.**

Preparación de comida	90 L/vivienda/día
Lavado de cocina	75 L/vivienda/día
Lavado de ropa	230 L/vivienda/día
Limpieza de personas	290 L/vivienda/día
Limpieza de casa	65 L/vivienda/día
Total	750 L/vivienda/día

Fuente: elaboración propia.

$$\text{Consumo total} = 750 \text{ L/viv. /día} * 221 = 165,750 \text{ L/día}$$

Al dividirlo entre el número de habitantes se obtiene la dotación de agua requerida por cada habitante sólo para consumo humano, así:

$$\text{Dotación} = 167750 \text{ L/día} / 1103 \text{ hab.} = 150.27 \text{ L/día/hab.}$$

Por lo que, la dotación será de 150 L/día/hab.

3.3.4. Factores de consumo

Las condiciones climáticas y los días de trabajo, por ejemplo, tienden a causar algunas variaciones en el consumo de agua. Durante la semana, el lunes se producirá el mayor consumo y el domingo el más bajo. En algunos meses se observará un promedio diario más alto que el promedio anual. Especialmente en el tiempo caluroso producirá una semana de máximo consumo y ciertos días superaran a otros en cuanto a demanda. También se producen demandas altas cada mañana al empezar la actividad del día y un mínimo hacia las cuatro de la madrugada.

3.3.4.1. Factor hora máximo

Se compone de un límite inferior y uno superior, el primero se usará cuando las poblaciones sean muy grandes y el segundo cuando las poblaciones sean reducidas. Éste se usará, para determinar el caudal de distribución.

Según el INFOM, se recomienda utilizar un factor de 2.5, para poblaciones futuras menores de 1,000 habitantes y 2 para mayores a 1,000 habitantes.

3.3.4.2. Factor día máximo

El factor de día máximo, al igual que el factor de la sección 3.3.4.1 se compone de un límite inferior y uno superior, el primero se usará cuando las poblaciones sean grandes y el segundo cuando las poblaciones sean reducidas. Éste se usará para determinar el caudal de conducción. Para el diseño se utilizó un factor de 1.5 ya que la población es menor de 1000, según el INFOM.

3.3.5. Caudales de diseño

“Los caudales de diseño son los consumos considerados para el dimensionamiento de las tuberías y obras hidráulicas en cada componente de un abastecimiento de agua basados en la información básica, aforo y estudio poblacional” (INFOM, 2011, p. 26).

3.3.5.1. Caudal medio

Es la cantidad de agua requerida para satisfacer la necesidad de una población en un día de consumo promedio, en litros por segundo. El caudal medio diario se obtiene del promedio de los consumos diarios en un año.

$$Q_m = \frac{D * P}{86400 \text{ s}}$$

Donde:

D = dotación (L/hab/día)

P = número de habitantes futuros

86400 = segundos que tiene un día

Q_m = caudal medio (L/s)

Con la ecuación dada se obtiene el caudal medio de para el diseño de conducción por bombeo:

$$Q_m = \frac{(\text{dotacion} * \text{poblacion futura bombeo})}{86400}$$

$$Q_m = \frac{150\text{L/hab/dia} * 797 \text{ hab}}{86400 \text{ s}} = 1.39 \text{ L/s}$$

Para el caudal medio utilizado en el diseño de la distribución por gravedad es el siguiente:

$$Q_m = \frac{(\text{dotacion} * \text{poblacion futura de distribución})}{86400}$$

$$Q_m = \frac{150\text{L/hab/dia} * 1103 \text{ hab}}{86400 \text{ s}} = 1.91 \text{ L/s}$$

3.3.5.2. Caudal de día máximo

INFOM (2011)

Se deberá justificar el factor que haya seleccionado. El consumo de agua no es igual en un día de verano, como en un día de invierno. El factor máximo diario – fdm- aumenta el caudal medio diario en un 20 a 50% considerando el posible aumento del caudal, es decir su variación en un día promedio (p. 27).

$$QMD = Q_m * fdm$$

Donde:

QMD= caudal de día máximo

Q_m = caudal medio diario

f_{dm} = factor de día máximo.

Entonces, el caudal de día máximo, para el sistema de conducción por bombeo es el siguiente:

$$f_{dm} = 1.2 \text{ a } 1.5 < 1000 \text{ habitantes} < 1.2$$

$$Q_{MD} = Q_m * f_{dm}$$

$$Q_{MD} = 1.39 \text{ L/s} * 1.5 = 2.1 \text{ L/s}$$

3.3.5.2 Caudal de hora máximo

INFOM (2011)

Se deberá justificar el factor que haya seleccionado. El consumo de agua varía considerablemente dependiendo de la hora del día; por ejemplo, la demanda de caudal será mínima a las 12 de la noche, pero será un máximo a las 6 de la mañana. El factor máximo horario considera estas variaciones que pueden suscitarse en el consumo de agua. (p. 28).

$$Q_{MH} = Q_m * FMH$$

Donde:

Q_{MH} = caudal máximo horario en L/s.

Q_m = caudal medio diario en L/s.

FMH = factor máximo horario

Entonces el caudal de hora máximo para el sistema de distribución por bombeo es el siguiente:

El factor máximo horario se tomó de 2.5 ya que la población es menor a 1000 habitantes.

$$FMH = 2 \text{ a } 2.5 < 1000 \text{ habitantes} < 2$$

$$QMH = Q_m * FMH$$

$$Q_{hmax} = 1.39 \text{ L/s} * 2.5 = 3,48 \text{ L/s}$$

Entonces, el caudal de hora máximo para el sistema de distribución por gravedad es el siguiente:

El factor máximo horario se tomó de 2, ya que la población es mayor a 1000 habitantes.

$$FMH = 2 \text{ a } 2.5 < 1000 \text{ habitantes} < 2$$

$$QMH = Q_m * FMH$$

$$QMH = 1.91 \text{ L/s} * 2 = 3,82 \text{ L/s}$$

3.3.5.3. Caudal de bombeo

Es la cantidad de agua requerida para llevarla a un punto elevado por medio de un sistema de bombeo.

“Se recomienda un uso por día de las bombas máximo de 12 horas para motores de combustible y de 18 horas para eléctricos” (INFOM, 2011, p.29).

El caudal de bombeo se calcula con la siguiente fórmula:

$$Q_b = \frac{QMD * 24}{No. horas de bombeo}$$

Donde:

Q_b = caudal de bombeo

QMD = caudal de día máximo

Entonces, se tiene para el caudal de bombeo

$$Q_b = \frac{QMD * 24}{No. horas de bombeo}$$

$$Q_b = \frac{2.1 \text{ L/s} * 24}{18} = 2.8 \text{ L/s}$$

Se calcula el tiempo de bombeo con el cual se debe iniciar el funcionamiento del sistema actual para eso se calcula el caudal medio con la población inicial y de la fórmula de caudal de bombeo se obtiene el siguiente:

$$Q_m = \frac{Pa * D}{86400}$$

Donde:

Q_m = caudal medio de la población actual

Pa = población actual del proyecto

D = dotación calculada en la sección 3.3.3.

$$Q_m = \frac{540 \text{ hab} * 150 \text{ L / hab/dia}}{86400}$$

$$Q_m = 0.9375 \text{ L/s}$$

Luego calcular el caudal de día máximo:

$$1.2 \text{ a } 1.5 < 1000 \text{ habitantes} < 1.2$$

$$QMD = Q_m * f_{dm}$$

$$QMD = 0.9375 \text{ L/s} * 1.5 = 1.4 \text{ L/s}$$

Calcular el número de horas de bombeo, con el cual debe iniciar a funcionar el proyecto:

$$\text{No. horas de bombeo} = \frac{QMD * 24}{Q_b}$$

Donde:

Q_b = caudal de bombeo de la población futura

QMD = caudal de día máximo de la población actual

$$\text{No. horas de bombeo} = \frac{1.4\text{L/s} * 24}{2.8\text{L/s}}$$

$$\text{No. horas de bombeo} = 12 \text{ horas al día}$$

El sistema debe iniciar su funcionamiento con 12 horas de bombeo, para no mantener un almacenamiento innecesario de agua potable.

3.4. Diseño hidráulico

Hay dos regímenes de conducción, que pueden ser: régimen libre, que se utiliza mediante canales o túneles y el régimen forzado, que es el de conducción por gravedad. Este último, es uno de los más utilizados para transportar el agua a los tanques de almacenamiento.

3.4.1. Diseño de línea de bombeo

3.4.1.1. Diámetro económico

“Para calcularlo, primero se debe determinar los posibles diámetros a utilizar, despejando el diámetro de la ecuación de continuidad y tomando en cuenta la velocidad máxima y mínima permitida las cuales son 2 m/s y 0.6 m/s respectivamente” (Aguilar, 2007, p. 60).

$$d = \left(1.974 * \frac{Q_b}{v} \right)^{1/2}$$

Donde:

d = diámetro de la tubería

Q_b = caudal bombeo

v = velocidad máxima 2m/s y mínima 0.6m/s

$$d_1 = \left(1.974 * \frac{Q_b}{v} \right)^{1/2}$$

$$d_1 = \left(1.974 * \frac{2.8 \text{ L/s}}{0.6 \text{ m/s}} \right)^{1/2} = 3.04''$$

$$d_2 = \left(1.974 * \frac{Q_b}{v} \right)^{1/2}$$

$$d_2 = \left(1.974 * \frac{2.8 \text{ L/s}}{2 \text{ m/s}} \right)^{1/2} = 1.66''$$

Los diámetros a analizar para encontrar el económico son los siguientes: 2 ½", 2" y 1 ½".

Figura 7. Dimensiones, pesos nominales y presiones de prueba para tubería de acero galvanizado peso estándar (Cédula 40)

DIÁMETRO NOMINAL		DIÁMETRO EXTERIOR		ESPESOR		CÉDULA	PRESIÓN PRUEBA HIDROSTÁTICA			
plg	mm	plg	mm	plg	mm		ASTM A53 GA*		ASTM A53 GB	
							lb/plg²	kg/cm²	lb/plg²	kg/cm²
1/2	12.70	0.840	21.3	0.109	2.77	40	700	49	700	49
3/4	19.05	1.050	26.7	0.113	2.87	40	700	49	700	49
1	25.40	1.315	33.4	0.133	3.38	40	700	49	700	49
1 1/4	31.75	1.660	42.2	0.140	3.56	40	1200	84	1300	91
1 1/2	38.10	1.900	48.3	0.145	3.68	40	1200	84	1300	91
2	50.80	2.375	60.3	0.154	3.91	40	2300	162	2500	176
2 1/2	63.50	2.875	73.0	0.203	5.16	40	2500	176	2500	176
3	76.20	3.500	88.9	0.216	5.49	40	2220	156	2500	176
4	101.60	4.500	114.3	0.237	6.02	40	1900	134	2210	155
5	127.00	5.563	141.3	0.258	6.55	40	1670	117	1950	137
6	152.40	6.625	168.3	0.280	7.11	40	1520	107	1780	125
8	203.20	8.625	219.1	0.322	8.18	40	1340	94	1570	110
10	254.00	10.750	273.0	0.365	9.27	40	1220	86	1430	101
12	304.80	12.750	323.8	0.375	9.53	40	1060	75	1240	87

Disponible en acabado negro y galvanizado. * Tubería galvanizada disponible bajo pedido.

Fuente: precios de catálogo de Multiperfiles 2017.

- Amortización

Se calcula con la fórmula:

$$A = \frac{r * (r + 1)^n}{(r + 1)^n - 1}$$

Donde:

A = amortización

r = tasa de interés, 9.42 %

n = número de meses en los que se desea pagar la tubería

La tasa de interés, según las tasas promedio ponderada de cartera de créditos por actividad económica a 31 de diciembre 2016, de la Superintendencia de Bancos de Guatemala –SIB-, es de 9.42%

La tubería se pagará durante el periodo de vida útil del proyecto, el cual es de 10 años, es decir 120 meses. Por lo cual:

$$A = \frac{\left(\frac{0.0942}{12}\right) * \left(\frac{0.0942}{12} + 1\right)^{120}}{\left[\left(\frac{0.0942}{12}\right) + 1\right]^{120} - 1} = 0.0129$$

- Número de tubos a utilizar

$$T = \frac{DH}{6} * S$$

Donde:

T = número de tubos

DH = distancia horizontal

s = factor de curvatura

“El factor de curvatura para la línea de impulsión será de 1.05, por la topografía del terreno que es montañosa”. (Orellana, 2016, p. 94).

$$T = \frac{DH}{6} * S$$

$$T = \frac{93.41}{6} * 1.05 = 17 \text{ tubos}$$

Entonces, la longitud de diseño para la línea de impulsión es:

Longitud de diseño = 17 tubos * 6 m = 102 metros

Tabla 22. **Precios de tubería HG T.L 700 PSI**

Diámetro	Precio
2 1/2"	Q 645
2"	Q 405
1 1/2"	Q295

Fuente: precios de catálogo de Multiperfiles 2017.

- Costo de tubería por mes: se obtiene al multiplicar la amortización por el precio de la tubería y luego por la cantidad de tubos.

Tabla 23. Costo mensual de tubería HG T.L 700 PSI

Diámetro	Amortización	Precio de tubería	Cantidad de tubos	Costo mensual
2 1/2"	0.013	Q 645	17	Q.142.55
2"	0.013	Q 405	17	Q.89.51
1 1/2"	0.013	Q 295	17	Q.65.19

Fuente: elaboración propia

- Cálculo de pérdidas de carga, se utilizará el diámetro medio interior de la tubería HG T.L 700 PSI.

Tabla 24. Diámetro medio interior tubería HG T.L 700 PSI

Diámetro nominal	Diámetro medio interior
2 1/2"	2.469"
2"	2.067"
1 1/2"	1.61"

Fuente: precios de catálogo de Multiperfiles 2017

Para saber el costo de bombeo es necesario la potencia que se necesitará para cada diámetro, por lo cual, es necesario obtener las pérdidas de carga por longitud de tubería.

Se utiliza la fórmula de pérdidas de carga:

$$h_{fi} = \frac{1743.811 * L * Q_b^{1.85}}{C^{1.85} * \phi^{4.87}}$$

Donde:

L (longitud horizontal) = 102.00 m.

$Q_b = 2.8$ L/s

C = 100 tubería de HG T.L 700 PSI

$$\phi_{1\frac{1}{2}"} = 1.61"$$

$$\phi_{2"} = 2.067"$$

$$\phi_{2\frac{1}{2}"} = 2.469"$$

$$h_{fi} = \frac{1743.811 * L * Q^{1.85}}{C^{1.85} * \phi^{4.87}}$$

$$hf_{2\frac{1}{2}"} = \frac{1743.811 * 102 * 2.8^{1.85}}{100^{1.85} * 2.469^{4.87}} = 2.92256\text{m}$$

$$hf_{2"} = \frac{1743.811 * 102 * 2.8^{1.85}}{100^{1.85} * 2.067^{4.87}} = 6.94438 \text{ m}$$

$$hf_{1\frac{1}{2}"} = \frac{1743.811 * 102 * 2.8^{1.85}}{100^{1.85} * 1.61^{4.87}} = 23.447\text{m}$$

- Potencia de la bomba requerido para cada diámetro: se calcula con la fórmula siguiente:

$$P = \frac{H_f * Q_b}{76 * e}$$

Donde:

Pot = potencia requerida para cada diámetro (HP)

H_f = pérdida de carga generada para cada diámetro (m)

Q_b = caudal de bombeo (L/s)

e = eficiencia de la bomba, 60 %

Sustituyendo valores:

$$\text{Pot } 2 \frac{1}{2}'' = \frac{2.92 * 2.8}{76 * 0.6} = 0.1794557 \text{ HP}$$

$$\text{Pot } 2'' = \frac{6.94 * 2.8}{76 * 0.6} = 0.426409 \text{ HP}$$

$$\text{Pot } 1 \frac{1}{2}'' = \frac{23.447 * 2.8}{76 * 0.6} = 1.43976 \text{ HP}$$

- Conversión a kilowatt (KW): para calcular el costo por mes, es necesario convertir la potencia a kilowatt, utilizando la relación 1 HP = 0.746 KW.

$$\begin{aligned} \text{Pot } 2 \frac{1}{2}'' &= 0.1794557 \text{ HP} * \frac{0.746 \text{ KW}}{1 \text{ HP}} \\ &= 0.013387 \text{ KW} \end{aligned}$$

$$\text{Pot } 2'' = 0.426409 \text{ HP} * \frac{0.746 \text{ KW}}{1 \text{ HP}} = 0.318101 \text{ KW}$$

$$\text{Pot } 1 \frac{1}{2}'' = 1.4396998 \text{ HP} * \frac{0.746 \text{ KW}}{1 \text{ HP}} = 1.07406 \text{ KW}$$

- Horas de bombeo al mes: se obtiene multiplicando el tiempo de bombeo que son 18 horas por el tiempo de 30 días.

$$t_b = \frac{18 \text{ horas}}{\text{día}} * \frac{30 \text{ días}}{\text{mes}} = 540 \text{ horas /mes}$$

- Energía requerida por mes: es el producto del tiempo de bombeo mensual con la potencia requerida en kilowatt.

$$\begin{aligned} \text{Pot } 2 \frac{1}{2}'' &= 0.13387 \text{ KW} * 540 \text{ horas/ mes} \\ &= 72.29169006 \text{ KW horas /mes} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pot } 2'' &= 0.3181 \text{ KW} * 540 \text{ horas/ mes} \\ &= 171.77485 \text{ KW horas /mes} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pot } 1 \frac{1}{2}'' &= 1.0740 \text{ KW} * 540 \text{ horas/ mes} \\ &= 579.9969 \text{ KW horas /mes} \end{aligned}$$

- Costo de energía por mes: para el mes febrero a abril de 2017, según la Comisión Nacional de Energía eléctrica el precio del kilowatt-hora es en promedio Q 1.5703, por lo cual:

$$C = \text{precio kw} \cdot h * \text{potencia}$$

$$C \ 2 \frac{1}{2}'' = 72.29196 \text{ kW horas /mes} * 1.5703 \text{ Q/kWh}$$

$$= 113.52 \text{ Q/ mes}$$

$$C \ 2'' = 171.77485 \text{ kW horas /mes} * 1.5703 \text{ Q/kWh}$$

$$= 269.74 / \text{mes}$$

$$C \ 1 \frac{1}{2}'' = 593.99 \text{ kW horas /mes} * 1.5703 \text{ Q/kWh}$$

$$= 910.77 \text{ Q/ mes}$$

- Costo total mensual: es la suma del costo de la tubería y el costo de la energía requerida con cada diámetro

$$\text{Costo total} = \text{Costo tubería} + \text{Costo energía}$$

$$Q \ 2 \frac{1}{2}'' = Q. 142.55 + 113.52 / \text{mes} = Q256.02$$

$$Q \ 2'' = Q. 89.51 + 269.74 / \text{mes} = Q359.45$$

$$Q \ 1 \frac{1}{2}'' = Q. 65.19 + 910.77 / \text{mes} = Q975.96$$

Se verifica si la tubería chequea con la velocidad requerida.

$$v = \frac{1.974 * Q_b}{\phi^2}$$

Donde:

$$Q_b = 2.8 \text{ L/s}$$

$$\phi \ 2 \ 1/2'' = 2.469 \text{ pulg}$$

$$v = \frac{1.974 * 2.8}{2.469^2} = 0.91 \text{ m/s}$$

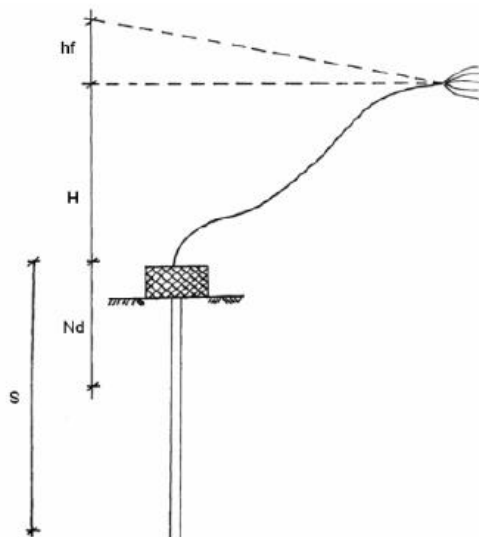
$$0.6 < 0.91 < 2$$

El diámetro económico es el de 2 ½".de HG tipo liviano de 700 PSI.

3.4.1.2. Potencia de la bomba

El equipo de bombeo propuesto para el sistema, es de tipo bomba sumergible, ya que bombeará de un pozo perforado ya existente. Para calcular la potencia necesaria de esta bomba, se determina la carga dinámica total.

Figura 8. **Pérdidas de carga a considerar en bomba sumergible**



Fuente: Aguilar 2007, Apuntes de Sanitaria 1 p.57.

- La altura del nivel dinámico de la boca del pozo (Hs): 146.34 metros ver anexo C.1.
- Pérdida de carga en tubo de la columna, se calcula con la fórmula de Hazen-Williams

$$H_{fs} = \frac{1743.811 * L * Q_b^{1.85}}{C^{1.85} * \phi^{4.87}}$$

$$H_{fs} = \frac{1743.811 * 102 \text{ m} * 2.8^{1.85}}{100^{1.85} * 2.469^{4.87}} = 2.92 \text{ m}$$

Altura de la boca del pozo a la descarga, Hi = 25.69 m

Cota de la boca del pozo: 482.87 msnm

Cota del tanque de distribución: 508.56msnm

Hi= CTD- CTP= 508.56-482.87= 25.69m (ver Apéndice C.2)

- La pérdida de carga en línea de impulsión (Hfi), se utiliza la fórmula de Hazen-Williams.

$$H_{fs} = \frac{1743.811 * \text{Longitud horizontal} * Q_b^{1.85}}{C^{1.85} * \phi^{4.87}}$$

$$H_{fi} = \frac{1743.811 * 96 * 2.8^{1.85}}{100^{1.85} * 2.469^{4.87}} = 2.75 \text{ m}$$

- Pérdida de carga de velocidad

$$H_{fv} = \frac{v^2}{2g}$$

Donde:

v = velocidad (m/s)

g = aceleración de la gravedad, 9.81 m/s²

La velocidad se obtiene a través de la ecuación de continuidad despejada y calibrada de la siguiente forma:

$$v = \frac{1.974 * Q_b}{\phi^2}$$

Donde:

Q_b = 2.8 L/s

Ø 2 1/2" = 2.469 pulg

$$v = \frac{1.974 * 2.8}{2.469^2} = 0.91 \text{ m/s}$$

Por consiguiente:

$$H_{fv} = \frac{0.91^2}{2 * 9.81} = 0.042 \text{ m. c. a.}$$

- Pérdidas de carga menores por accesorios: son relativamente pequeñas. Sin embargo, se recomienda calcularlas como el 10% de la pérdida de carga en la línea de impulsión.

$$H_m = 10\% * H_{fi}$$

Donde:

$$H_{fi} = 2.67 \text{ m.c.a}$$

$$H_m = 10\% * H_{fi}$$

$$H_m = 10\% * 2.67 \text{ m. c. a} = 0.267 \text{ m. c. a.}$$

- Carga dinámica total: luego de obtener cada uno de los valores anteriores, se calcula la carga dinámica total.

$$CDT = H_s + H_{fs} + H_i + H_{fi} + H_{fv} + H_m$$

$$CDT = 146.34 + 2.92 + 25.69 + 2.75 + 0.042 + 0.275 = 178.02 \text{ m. c. a.}$$

- Potencia de la bomba

$$\text{Potencia} = \frac{CDT * Q_b}{76 * e}.$$

Donde:

CDT= carga dinámica total

Q_b = caudal de bombeo 2.8 L/s

e = eficiencia 60%

$$\text{Potencia} = \frac{CDT * Q_b}{76 * e}.$$

$$P = \frac{178.02 * 2.8}{76 * 0.6} = 10.93 \text{ H.P} \approx 15 \text{ H.P}$$

La bomba a utilizar será de 15 H.P.

3.4.1.3. Golpe de ariete

El golpe de ariete es una onda de presión que se propagará con una velocidad llamada celeridad (a) que se calcula de la siguiente manera:

$$a = \frac{1420}{\left(1 + \frac{k}{E} * \frac{D_i}{e}\right)^{1/2}}$$

Donde:

k = módulo de elasticidad volumétrica del agua ($2.07 \cdot 10^4 \text{ kg/cm}^2$)

E = módulo de elasticidad del material (para HG $2.05 \cdot 10^6 \text{ kg/cm}^2$)

D_i = diámetro interno de la tubería

e = espesor de la pared del tubo (ver imagen 7).

Entonces:

$$a = \frac{1420}{\left(1 + \frac{2.07 * 10^4}{2.05 * 10^6} * \frac{2.469}{0.203}\right)^{1/2}} = 1340.09 \text{ m/s}$$

Guerra (2014)

El golpe de ariete, genera una sobrepresión en las tuberías, cuando las válvulas o grifos son cerrados bruscamente. Es importante tomarlo en cuenta al momento de diseñar la línea de impulsión o bombeo, para verificar que la resistencia de la tubería sea suficiente para soportar esta sobrepresión y proteger el sistema (pp 102-103).

Se calcula de la siguiente forma:

$$SP = \frac{a * v}{g}$$

Donde:

SP = sobre presión (m.c.a)

a = celeridad de onda (m/s)

v = velocidad de flujo en tubería

g = aceleración de la gravedad, 9.81 m / s²

Cálculo de sobrepresión:

$$SP = \frac{a * v}{g}$$

Donde:

SP = sobre presión (m.c.a)

a = 1332.14 m/s

v = 0.51 m/s velocidad obtenida en la línea de bombeo

g = aceleración de la gravedad, 9.81 m / s²

$$SP = \frac{1340.09 \text{ m/s} * 0.91 \text{ m/s}}{9.81 \text{ m/s}^2} = 124.31 \text{ m. c. a}$$

3.4.1.4. Clase de tubería

Aguilar (2007)

Toda tubería cuenta con tres características fundamentales, las cuales son; el diámetro, la clase y el tipo de tubería. Con respecto al tamaño de la tubería, se debe mencionar que comercialmente a cada tubería se le asigna un diámetro nominal que no es el mismo que el interno del conducto. La clase de tubería se refiere a la norma que se usó para su fabricación, íntimamente relacionada con la presión de trabajo.

También indica la razón entre el diámetro externo y el espesor de la pared de la tubería. Por último, el tipo de tubería se refiere al material de que está fabricada. Los materiales más comunes usados para las tuberías de acueductos son el cloruro de polivinilo –PVC- y el acero galvanizado -HG-.

El acero galvanizado tiene su principal aplicación cuando se encuentre sobre la superficie del terreno; si se entierra empieza a corroerse.

Según la ASTM (American Society for Testing and Materials), la tubería de acero galvanizado, debe cumplir con la norma ANSI-ASTM A 120-79. Las siglas ANSI se refieren a American National Standard Institute y 79 al año en que se puso en vigor la norma (p. 55).

Para la línea de bombeo, se calcula de la siguiente forma:

$$P_{\max} = H_s + H_i + SP$$

Donde:

$P_{\max}$ = presión máxima (m.c.a)

H_s = altura del nivel dinámico a la boca del pozo, 85.37 m.c.a

H_i = altura de boca del pozo a descarga, 25.69 m.c.a

SP = sobrepresión causada por el golpe de ariete, 124.31 m.c.a

Sustituyendo valores:

$$P_{\max} = 85.37 + 25.69 + 124.31 = 232.37 \text{ m. c. a.}$$

Convirtiendo a PSI

$$P_{\max} = 232.37 \text{ m. c. a} * \frac{1.4142 \text{ PSI}}{1 \text{ m. c. a}} = 328.62 \text{ PSI}$$

La clase de tubería PVC que soporta mayor presión es 315 PSI, por lo cual, deberá usarse tubería HG de 2 1/2" tipo liviano de 700 PSI.

3.4.2. Diseño de red de distribución

Para el diseño de la red de distribución, se utilizó el método de redes abiertas debido a que las casas están dispersas.

Tabla 25. **Parámetros de diseño para red de distribución.**

Periodo de diseño	20 (más 2 de gestión)
Población actual	540 habitantes
Viviendas actuales	108 viviendas
Densidad Poblacional	5 hab/vivienda
Población futura	1103 habitantes
Dotación dom.	150 L/hab/día
Longitud de tubería	26.05m
Tasa de crecimiento	3.3%
Qm	1.91 L/s
QMD	2.29L/s
QMH	3.82 L/s

Fuente: elaboración propia.

Los parámetros de diseño fueron definidos en la sección 3.3 y se realiza un ejemplo de un diseño del tramo del TD al E0, que tiene una distancia longitudinal de 26.05 m (Apéndice F).

Para el diseño de ramales abiertos es necesario utilizar el caudal real que llevará cada uno de los tramos. Este se obtiene multiplicando el número de casas del tramo y de los que este alimentará, por el caudal unitario, el cual representa el volumen de agua segundo que se consumirá en cada vivienda, durante el horario de máximo consumo a través de la fórmula:

$$Q_{\text{unitario}} = q = \frac{Q_{\text{hm}}}{\text{número de casas}}$$

Donde:

q = caudal unitario por vivienda

QHM = caudal de hora máxima

Número de casas = número de casas actuales

El caudal unitario mínimo recomendado por el Instituto de Fomento Municipal –INFOM- es de 0.02 L/s*viv, de resultar una cantidad menor que ésta, se utiliza el mínimo.

$$q = \frac{3.82 \text{ L/s}}{108 \text{ casas}} = 0.0354 \text{ L/s}$$

Se calculará el tramo de TD a E0, el cual abastecerá ciento ocho viviendas, se cuenta con los siguientes datos. (ver apéndice C.2)

- Cálculo del caudal del tramo TD a E0

$$Q_{MH} = q * \text{número de casas en tramo} = 0.0354 \text{ L/s} * 108 = 3.82 \text{ L/s}$$

- Cálculo de la longitud de tubería, para el diseño se utilizará un factor de curvatura de 1.03

$$\text{Longitud de tubería} = \text{distancia de tramo} * 1.03$$

$$\text{Longitud de tubería} = 26.05 * 1.03 = 26.83 \approx 27.00 \text{ m}$$

$$\text{Cantidad de tubos} = \frac{27.00}{6} = 4.5 \approx 5 \text{ tubos}$$

$$\text{longitud de tubería} = 5 * 6 = 30 \text{ m}$$

- Se calcula el diámetro de la tubería con la fórmula de Hazen-Williams.

Paz (2016)

Básicamente para el diseño se utiliza la fórmula de Hazen- Williams, con la cual se puede encontrar el diámetro teórico, los parámetros que utiliza esta ecuación son: longitud del tramo (L), carga disponible (hf) del tramo, el coeficiente de rugosidad (C) de la tubería, el caudal (Q) y el diámetro (Ø) de la tubería.

Hazen-Williams es una de las formulas empíricas más utilizadas para evaluar las pérdidas por fricción en tuberías, tal vez por la gran cantidad de información de tipo experimental que se ha reunido desde su publicación en 1902. (p 162-163).

$$H_f = \frac{1743.811 * L * Q^{1.85}}{C^{1.85} * \varnothing^{4.87}}$$

Despejando para encontrar Ø:

$$\varnothing = \left(\frac{1743.811 * L * Q^{1.85}}{C^{1.85} * hf} \right)^{\frac{1}{4.87}}$$

Para encontrar el posible diámetro a utilizar del tramo TD al tramo E0.
Teniendo los siguientes datos:

C = 150 (para tubería P.V.C)

L = 30 m.

QMH = 3.82 L/s (caudal máximo horario y/o caudal de distribución)

Hf = cota piezométrica del tanque de distribución – cota piezométrica de E-0.

$$\phi = \left(\frac{1743.811 * L * Q_{hm}^{1.85}}{C^{1.85} * H_f} \right)^{1/4.87}$$

Donde:

ϕ = diámetro

L = longitud de tubería

Q_{hm} = caudal hora máximo

C = coeficiente de rugosidad (PVC, 150)

H_f = cota piezométrica TD – cota de terreno E-0 – presión mínima (m)

$$\phi = \left(\frac{1743.811 * 30.00 * 3.82^{1.85}}{150^{1.85} * (508.56 - 492.32 - 10)} \right)^{1/4.87} = 1.59"$$

INFOM (2011)

En consideración a la mayor altura de las viviendas en medios rurales, las presiones tendrán los siguientes valores en la red de distribución:

Mínima 10 metros

Máxima 60 metros

Presión hidrostática: 60 m. En este caso deberá prestarse especial atención a la calidad de válvulas, las uniones y accesorios, para evitar fugas cuando la tubería está en servicio. (p. 47)

Este dato, como se dijo es un diámetro teórico, por lo que, ahora se toma un dato comercial, para lo que es el cálculo hidráulico, es importante recordar

que este dato que se utiliza, va ser el diámetro interno. Se utiliza tubería de $\varnothing = 1\frac{1}{2}$ " (diámetro comercial) donde:

Diámetro interno tubería de $1\frac{1}{2}" = 1.754"$

- Pérdida de carga de tubería de $1.754"$

$$H_{f_{1\frac{1}{4}''}} = \frac{1743.811 * L * Q^{1.85}}{C^{1.85} * \varnothing^{4.87}}$$

Donde:

$\varnothing$ = diámetro de la tubería de $1\frac{1}{4}"$

$L = 30\text{m}$

$Q_{hm} = 3.82 \text{ L/s}$

$C = 150$ coeficiente de rugosidad (PVC, 150)

$$H_{f_{1\frac{1}{4}''}} = \left(\frac{1743.811 * 30.00 * 3.82^{1.85}}{150^{1.85} * 1.754^{4.87}} \right) = 3.86 \text{ m}$$

- Velocidad

Velocidades: se consideran:

Mínima 0.4 m/s .

Máxima 3.0 m/s .

En casos en que es inevitable se consideren velocidades mayores, estas deberán justificarse y preverse la protección de las obras que puedan quedar expuestas a deterioro por ello (INFOM, 2011, p.41).

$$V = \frac{1.974 * Q_{MH}}{D^2} = \frac{1.974 * 3.82}{1.754^2} = 2.45 \text{ m/s}$$

La velocidad cumple, según lo establecido por el INFOM. Ahora se calcula la cota piezométrica y presiones dinámica y estática del tramo.

$$CP\ E0 = CP\ TD - Hf\ real$$

Donde

CP E0= cota piezométrica de la estación E-0

CP TD= cota piezométrica del tanque de distribución 508.56m

Hf real = pérdida de carga del tramo TD a E-0 =3.86m

$$CP\ E0 = 508.56 - 3.86 = 504.7\ m$$

La presión dinámica se produce cuando hay flujo de agua, mientras que la estática modifica su valor disminuyéndose por la resistencia o fricción de las paredes de la tubería.

$$Pdinámica = CP\ E0 - CT\ E0$$

Donde:

Pdinámica = es la diferencia entre la cota piezométrica inicial y la cota de terreno final

CP E-0= 504.75

CT E-0= cota de terreno de la E-0

CT E-0= 492.32m

$$Pdinámica = 504.75 - 492.32 = 12.43\ m.\ c.\ a$$

La presión estática se produce cuando todo el líquido en la tubería y en el recipiente que la alimenta está en reposo.

$$\text{Pestática} = \text{CT TD} - \text{CT E0}$$

Donde:

Pestática = es la diferencia entre la cota de terreno inicial y la cota de terreno final

CP TD= cota de terreno del tanque de distribución

CP TD= 508.05

CT E-0= cota de terreno de la E-0

CT E-0= 492.32m

$$\text{Pestática} = \text{CT TD} - \text{CT E0}$$

$$\text{Pestática} = 508.56 - 492.32 = 16.24 \text{ m. c. a}$$

La presión hidrostática se encuentra en los rangos de las presiones mínimas (10 m.c.a) y máxima (60 m.c.a), según INFOM, por lo cual en el tramo de TD a E-0 se utilizará tubería de $\varnothing = 1 \frac{1}{2}$ " pulgada de diámetro de 160 PSI.

Chequeo:

$$10 < 16.24 < 60$$

Tubería de $1 \frac{1}{2}$ " se debería de utilizar según el cálculo realizado pero debido a las diferencias que existen en la cota de terreno del tramo R4= 499.94 que deja una presión estática de menor a 10m, se aumenta el diámetro de tubería en los primeros tramos para tener la menor perdida y cumplir con la presión requerida.

- Pérdida de carga de tubería de $\varnothing = 2 \frac{1}{2}$ "

Utilización de la fórmula de Hazen Williams

$$H_f = \frac{1743.811 * L * Q^{1.85}}{C^{1.85} * \varnothing^{4.87}}$$

Donde:

$\varnothing$ = diámetro interno de la tubería de 2 1/2"

L = 30 m

QMH = 3.82 L/s

C = 150 coeficiente de rugosidad (PVC)

$$H_{f_{2\ 1/2''}} = \left(\frac{1743.811 * 30.00 * 3.82^{1.85}}{150^{1.85} * 2.655^{4.87}} \right) = 0.51\text{ m}$$

Se verifica la velocidad de nuevo para analizar si con este diámetro de tubería chequea.

- Velocidad:

$$V = \frac{1.974 * QMH}{D^2} = \frac{1.974 * 3.82}{2.655^2} = 1.07\text{ m/s}$$

Chequeo de velocidad:

$$0.4 < 1.07 < 3$$

La velocidad cumple según lo establecido por las normas de diseño del INFOM. Ahora se calcula la cota piezométrica y presiones dinámica y estática del tramo.

$$CP\ E0 = CP\ TD - H_f\ real$$

Donde:

CP E0= cota piezométrica de la estación E-0

CP TD= cota piezométrica del tanque de distribución 508.56m

Hf real = pérdida de carga del tramo TD a E-0 =0.51m

$$CP E0 = 508.56 - 0.51 = 508.05 \text{ m}$$

$$P_{dinámica} = CP E0 - CT E0$$

Donde:

Pdinámica = es la diferencia entre la cota piezométrica inicial y la cota de terreno final

CP E-0= 508.05

CT E-0= cota de terreno de la E-0

CT E-0= 492.32m

$$P_{dinámica} = 508.05 - 492.32 = 15.73 \text{ m. c. a}$$

$$P_{estática} = CT TD - CT E0$$

$$P_{estática} = CT TD - CT E0$$

$$P_{estática} = 508.56 - 492.32 = 16.24 \text{ m. c. a}$$

3.4.3. Diseño de obras hidráulicas

3.4.3.1. Cajas de válvulas

Cumplen con la función de proteger las válvulas de objetos externos. Se construyen de ladrillo tayuyo, concreto ciclópeo, mixto block, mampostería y concreto armado.

3.4.3.2. Cajas rompe presión

La caja rompe presión se utilizan cuando en los tramos se encuentren pérdidas de carga mayores a las que las tuberías puedan soportar.

Para el proyecto fue necesario colocar una caja rompe presión en la E-39.

3.4.3.3. Anclajes

INFOM (2011)

Son elementos constructivos que han de ser considerados en el diseño, siendo sus funciones variadas, según su requerimiento, las siguientes:

Soportar los esfuerzos que se provocan por cambios de dirección, dimensión de reductores, tramos ciegos, válvulas y otros puntos susceptibles a fuerzas mayores a la resistencia propia de la tubería, tales como el golpe de ariete. Cuando en otras circunstancias, la tubería vaya superficialmente y esté más o menos horizontal, también hay que apoyarla adecuadamente, atendiendo las especificaciones del fabricante.

Todas las obras de anclaje deberán tener su análisis estructural, para determinar su dimensionamiento y refuerzo, detallándolo en los respectivos planos con dibujos y especificaciones. En terrenos inclinados, la tubería deberá protegerse mediante la construcción de muros o túneles secos que eviten el deslave (p. 42).

3.4.3.4. Tanque de distribución de mampostería de piedra

INFOM (2011)

Se recomienda utilizar los datos de la demanda real de la comunidad para establecer el volumen del tanque de distribución. De lo contrario se considera para su diseño el 25% al 40% de caudal medio diario en el caso de sistemas por gravedad y de 40 a 60% en sistemas por bombeo, entre los tanques de succión y distribución, justificándolo mediante un diagrama de masas (p. 30).

Para el tanque de distribución del proyecto se consideró un 30% de acuerdo a las normas sanitarias para diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano del INFOM 2011.

$$V = 30\% Q_m$$

$$V = 0.30 * \frac{Q_m}{1000} * 86400$$

$$V = 0.30 * \frac{1.91 \text{ L/s}}{1000} * 86400 = 49.51 \text{ m}^3$$

El proyecto necesitara un tanque de distribución con un volumen de 50 m³. En la aldea La Majada existe un tanque que se utilizó hace 15 años el cual presenta una gran serie de grietas, segregaciones y colapso de la losa, y se encuentra mal ubicado respecto a este nuevo proyecto por lo cual se realizara un nuevo tanque para garantizar el funcionamiento del sistema.

Se debe dimensionar tomando en cuenta la relación entre el ancho y el largo de 1:2 y se consideran 1.70 m de altura del agua.

Tabla 26. **Dimensiones de tanque de distribución**

Volumen (V)	50 m ³
Área (A)	Ancho x largo
Altura (h)	1.70 m

Fuente: elaboración propia.

$$V = A * h$$

Donde:

A= área de superficie del tanque

h= altura del tanque.

$$V = A * h$$

$$50 \text{ m}^3 = A * 1.70 \text{ m}$$

$$A = \frac{50 \text{ m}^3}{1.70 \text{ m}} = 29.41 \text{ m}^2$$

$$A = \text{Largo} \times \text{Ancho}$$

Donde:

$$\text{Largo} = 2a$$

$$\text{Ancho} = a$$

Por lo tanto, se despeja a para encontrar su valor:

$$A = a * 2a$$

$$A = 2a^2$$

$$29.41 \text{ m}^2 = 2 a^2$$

$$a = \sqrt{\frac{29.41}{2}} = 3.83 \text{ m}$$

Por lo que, las dimensiones son las siguientes:

$$\text{Ancho} = 3.85 \text{ m}$$

$$\text{Largo} = 7.7 \text{ m}$$

Por cuestiones de diseño las dimensiones del tanque serán las siguientes:

$$V = 3.85 \text{ m} * 7.70 \text{ m} * 1.70 \text{ m} = 50.4 \text{ m}^3$$

El diseño de la losa del tanque de distribución se realiza en base a las normas del método 3 del capítulo 13 del ACI308-05s.

Nilson (2001)

En las construcciones de concreto reforzado las losas se utilizan para proporcionar superficies planas y útiles. Una losa de concreto reforzado es una amplia placa plana, generalmente horizontal, cuyas superficies superior e inferior son paralelas o casi paralelas entre sí. Puede estar apoyada en vigas de concreto reforzado y se vacía por lo general en forma monolítica con estas vigas, en muros de mampostería o de concreto reforzado, en elementos de acero estructural, en forma directa en columnas o en el terreno en forma continua (p. 365).

Se utilizarán los siguientes datos para el diseño de la losa que son el peso específico del concreto (W_c) y los esfuerzos últimos del concreto y acero.

W_c = peso específico del concreto, 2,400 kg/m³

f'_c = esfuerzo último del concreto, 281 kg/cm² o 4000PSI

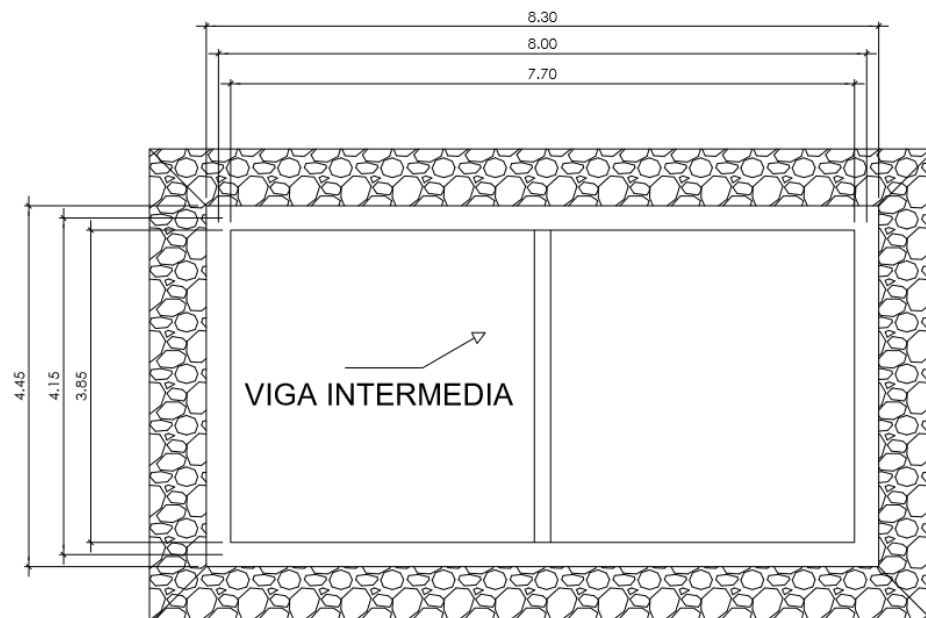
F_y = esfuerzo último del acero, 2,810 kg/cm² o 40,000PSI

- Dimensionamiento de losa: se utilizan las dimensiones propuestas de 3.85 X 7.70, más 0.15 cm, por lado, debido a que la losa se diseñará al eje de la viga de apoyo.

La luz es mayor de 5.00 m, por lo que, debe dividirse en el sentido largo con una viga intermedia para evitar realizar una losa de un espesor alto, según la sección 9.5.3 del ACI 308-05S y así mismo evitar tener una deflexión máxima admisible.

Las losas son simétricas, únicamente se procederá al diseño de una sola.

Figura 9. **Dimensiones definitivas de la losa**



Fuente: elaboración propia.

El cálculo del espesor se realiza en base a la ACI 318-05S sección 9.5.3.

- Cálculo de espesor de losa -t-:

$$a = \text{lado corto} = 4.00$$

$$b = \text{lado largo} = 4.15$$

$$t = \frac{a + b}{90}$$

$$t = \frac{4.0 + 4.15}{90} = 0.09 \approx 0.10$$

- Chequeo de reforzamiento en ambos sentidos

$$m = \frac{a}{b} \geq 0.50 \text{ losa reforzada en ambos sentidos}$$

$$m = \frac{a}{b} \leq 0.50 \text{ losa reforzada en un sentido}$$

$$m = \frac{4.0}{4.15} = 0.96 \geq 0.50$$

Por lo cual la losa se diseñará de 4.0 m x 4.15 m, en ambos sentidos, con un espesor de 0.10 m.

- Integración de cargas
 - Carga muerta última -CMu-:

La carga muerta está comprendida por el peso propio de la losa, más la sobrecarga, que para este caso se utilizará de 50 kg/m², como precaución el factor a utilizar será de 1.2 según ACI 318-05S.

$$CM_u = 1.2(W_c * t + \text{sobrecarga})$$

$$CM_u = 1.2\left(2,400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 0.10 \text{ m}\right) + 50 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$CM_u = 348.00 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

- Carga viva última (CV_u):

Es una carga variable que ocasionalmente soportará la estructura, para este caso se considera de 100 kg/m², esta es un área de cultivos y puede que los agricultores coloquen su producto sobre la losa del tanque. El factor de carga viva último es de 1.6 según el ACI 318-05S, es mayor al de la carga muerta la cual es más difícil de predecir.

$$CV_u = 1.6(CV_u)$$

$$CV_u = 1.6\left(100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}\right)$$

$$CV_u = 160 \text{ kg/m}^2$$

- Carga última -CU-:

Es la suma de las cargas muerta y viva últimas, es decir el peso máximo que soportará la losa.

$$CU = CMu + CVu$$

$$CU = 348.0 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 160 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$CU = 508 \text{ kg/m}^2$$

- Momentos actuantes

Ambas losas tienen continuidad en el lado corto (a), por lo cual, según el ACI 318-63 es un Caso 6 (ver Anexo D). Los coeficientes negativos y positivos debidos a las cargas viva y muerta se obtienen de la tabla de los anexos D1, D2 y D3, respectivamente.

$$Ma(-) = Ca * Cu * a^2$$

Donde:

Ca = 0.076 coeficiente para momentos negativos del caso 6

Cu = carga ultima

a² = área de la superficie de la losa

$$Ma(-) = 0.075 * 508 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * (4.0 \text{ m})^2$$

$$Ma(-) = 609.6 \text{ kg} - \text{m}$$

$$Mb(-) = \text{no existe}$$

Mb (-) no existe ya que el coeficiente según el caso 6, de coeficientes es 0.

$$Ma(+) = Ca. Cm * CMu * a^2 + Ca. Cv * CVu * a^2$$

Ca = 0.036 coeficiente para momentos negativos del caso 6

Cu = carga ultima

a² = área de la superficie de la losa

CVu = carga viva última

CMu = carga muerta última

$$Ma (+) = \left[0.036 * 348.0 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * (4.0 \text{ m})^2 \right] + \left[0.038 * 160 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * (4.0 \text{ m})^2 \right]$$

$$Ma(+) = 297.72 \text{ kg} - \text{m}$$

$$Mb(+) = Cb. Cm * CMu * b^2 + Cb. Cv * CVu * b^2$$

Donde:

Ca = 0.027 coeficiente para momentos negativos del caso 6

Cu = carga ultima

a² = área de la superficie de la losa

CVu = carga viva última

CMu = carga muerta última

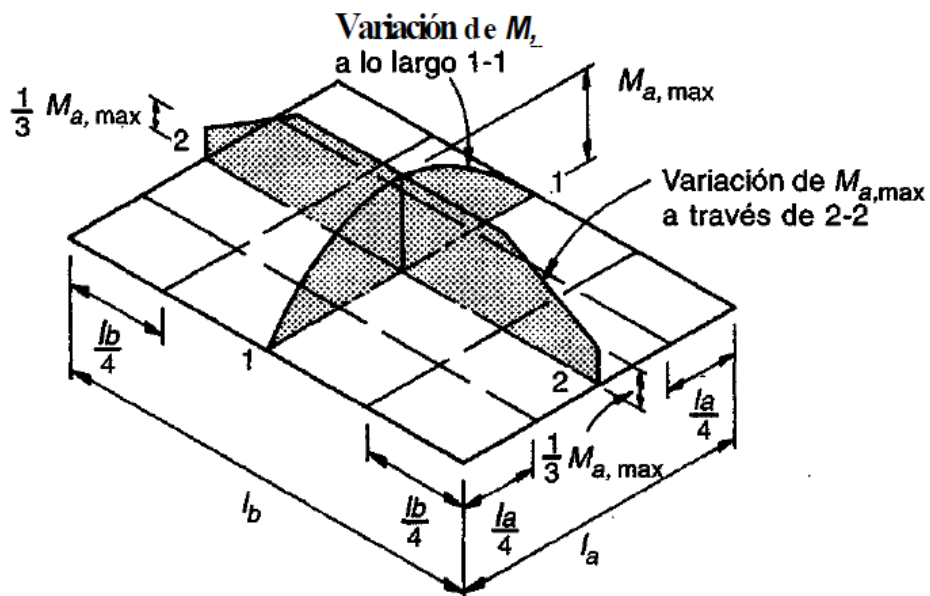
$$M_b (+) = \left[0.024 * 348.0 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * (4.15 \text{ m})^2 \right] + \left[0.029 * 160 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * (4.15 \text{ m})^2 \right]$$

$$M_b (+) = 223.75 \text{ kg} - \text{m}$$

- Diagrama de momentos

Para dibujar el diagrama de momentos se referencia a la siguiente figura:

Figura 10. **Variación de los momentos a través del ancho de las secciones críticas supuestas para el diseño.**



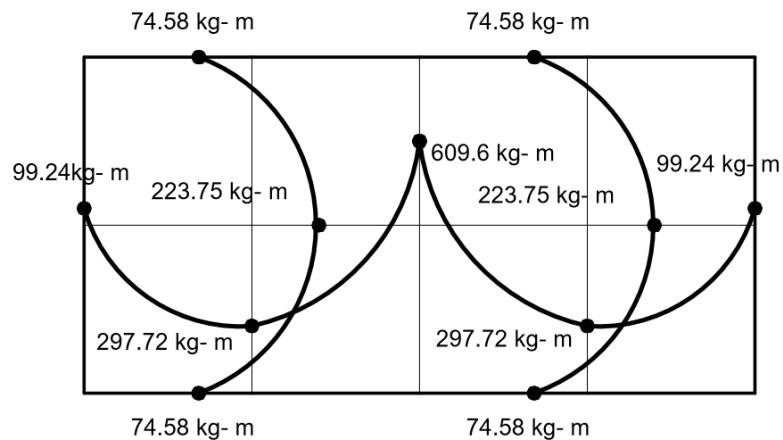
Fuente: Nilson 2001, Diseño de estructuras de concreto P.377.

Tabla 27. **Momentos actuantes en la losa**

Momentos	Losa 1	Losa 2
Ma (-) (kg-m)	609.6	609.6
Mb (-) (kg-m)	No existe	No existe
Ma (+) (kg-m)	297.72	297.72
Mb (+) (kg-m)	223.75	223.75

Fuente: elaboración propia.

Figura 11. **Diagrama de momentos**



Fuente: elaboración propia.

No es necesario el balanceo de las losas ya que los momentos son los mismos en ambas.

- Cálculo del acero

La base (b) es de 1.00 m = 100.00 cm. El recubrimiento mínimo, recomendado por el ACI 318-05S, es 2.50 cm. Asumiendo varillas de acero No. 3, con diámetro (ϕ) 0.9525 cm y área de 0.71 cm², el peralte efectivo -d- será:

$$d = t - \text{recubrimiento} - \frac{\phi}{2}$$

$$d = 10.00 \text{ cm} - 2.50 \text{ cm} - \frac{0.9525}{2} \text{ cm} = 7.02 \text{ cm}$$

- Acero mínimo:

$$A_s \text{ min} = 0.40 * \left(\frac{14.1}{F_y} \right) * b * d$$

$$A_s \text{ min} = 0.40 * \left(\frac{14.1}{2,810} \right) * 100 * 7.02 = 1.41 \text{ cm}^2$$

- Espaciamiento -S min- para $A_s \text{ min}$:

$$S \text{ min} = \frac{A_s \text{ } 3/8 \text{ " } * b}{A_s \text{ min}}$$

$$S \text{ min} = \frac{0.71 \text{ cm}^2 * 100.00}{1.41 \text{ cm}^2} = 50.35 \text{ cm}$$

El ACI 318-05S indica que el espaciamento no debe exceder el triple del espesor de la losa. Pág. (111).

$$S \text{ max} = 3t$$

$$S \text{ max} = 3 * 10 \text{ cm} = 30.00 \text{ cm}$$

Por lo que, el acero mínimo para un espaciamento de 30 cm es:

$$S \text{ req} A_s \text{ req} = \frac{A_s \text{ } 3/8 \text{ " } * b}{S \text{ req}}$$

$$S_{\min} = \frac{0.71 \text{ cm}^2 * 100.00 \text{ cm}}{30.00 \text{ cm}} = 2.36 \text{ cm}^2$$

- Momento resistente -Mu- con As min:

$$M_u = 0.90 * \left[A_{s \min} * F_y * \left(d - \frac{A_{s \min} * F_y}{1.7 * f'_c * b} \right) \right]$$

Donde:

$$A_{s \min} = 2.36 \text{ cm}^2$$

$$F_y = 2810 \text{ kg/ cm}^2$$

$$d = 7.02 \text{ cm}$$

$$b = 100 \text{ cm}$$

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

$$M_u = 0.90 * \left[2.36 * 2810 * \left(7.02 - \frac{2.36 * 2810}{1.7 * 210 * 100} \right) \right]$$

$$M_u = 40,789.76 \text{ Kg} - \text{cm}$$

$$M_u = 407.90 \text{ Kg} - \text{m}$$

- Chequeo con los momentos de losa

El momento resistente con el acero mínimo debe ser mayor a los momentos de la losa.

$$M_u = 407.9 \text{ kg} - \text{m} < M_a(-) = 609.6 \text{ kg} - \text{m}, \quad \text{no chequea}$$

$$M_u = 407.9 \text{ kg} - \text{m} > M_a(+) = 297.72 \text{ kg} - \text{m}, \quad \text{sí chequea}$$

$$M_u = 407.9 \text{ kg} - \text{m} > M_b(+) = 223.75 \text{ kg} - \text{m}, \quad \text{sí chequea}$$

Se debe calcular el área de acero requerida por el momento máximo, con la siguiente fórmula

$$A_{s \text{ req}} = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M_b(-) * b}{0.003825 * f'_c}} \right] * 0.85 * \left(\frac{f'_c}{F_y} \right)$$

Donde:

$$A_{s \text{ min}} = 2.36 \text{ cm}^2$$

$$F_y = 2810 \text{ kg/ cm}^2$$

$$d = 7.02 \text{ cm}$$

$$b = 100 \text{ cm}$$

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

$$M_b (-) = 791.77 \text{ kg - m}$$

$$A_{s \text{ req}} = \left[100.00 * 7.02 - \sqrt{(100 * 7.02)^2 - \frac{609.6 * 100.00}{0.003825 * 210}} \right] * 0.85 * \left(\frac{210}{2810} \right)$$

$$A_{s \text{ req}} = 3.58 \text{ cm}^2$$

- Espaciamiento requerido -S req-:

Se calcula el espaciamiento requerido por el momento mayor:

$$S_{\text{req}} = \frac{A_s \text{ 3/8" } * b}{A_{s \text{ req}}}$$

$$S_{\text{req}} = \frac{0.71 \text{ cm}^2 * 100 \text{ cm}}{3.58 \text{ cm}}$$

$$S_{\text{req}} = 20 \text{ cm}$$

Se ocupará el $S_{\text{req}} = 15.00 \text{ cm}$, para el momento negativo en a. Por uniformización del diseño, se utilizará $S = 30.00 \text{ cm}$, para el resto de momentos, lo cual representa el área de acero siguiente:

Se calcula el momento que soportará con el acero requerido:

$$M_u = 0.90 * \left[A_s * F_y * \left(d - \frac{A_s * F_y}{1.7 * f'_c * b} \right) \right]$$

$$M_u = 0.90 * \left[4.71 * 2810 * \left(7.02 - \frac{3.58 * 2810}{1.7 * 210 * 100} \right) \right]$$

$$M_u = 802.62 \text{ kg} - \text{m}$$

- Chequeo con momento $M_a(+)$ y $M_b(+)$

$$M_u = 802.62 \text{ kg} - \text{m} > M_a(-) = 609.6 \text{ kg} - \text{m},$$

si chequea

Tabla 28. Áreas de acero y espaciamientos requeridos

Tipo de momento	Momento (kg-m)	Losa t (cm)	Peralte efectivo d (cm)	As req (cm ²)	S max (cm)
a (-)	621.18	10.00	7.02	3.58	15.00
a (+)	294.22	10.00	7.02	2.36	30.00
b (+)	250.00	10.00	7.02	2.36	30.00

Fuente: elaboración propia.

- Verificación por corte -V-:
 - Corte máximo actuante

$$V_{act} = \frac{C_u * L}{2}$$

Donde:

Cu = carga última

L = largo de la losa

Vact =Corte máximo actuante.

En el sentido largo –b- se da el corte máximo actuante, por lo cual, se utiliza
L = 4.15 m

$$V_{act} = \frac{508\text{kg/m}^2 * 4.15}{2} = 1,054. \text{ kg} - \text{ m}$$

- Corte máximo resistente:

$$V_{res} = 45 * \sqrt{f'_c} * t$$

Donde:

V_{res} = corte máximo resistente

f'_c = valor máximo de compresión del concreto

t = espesor de la losa

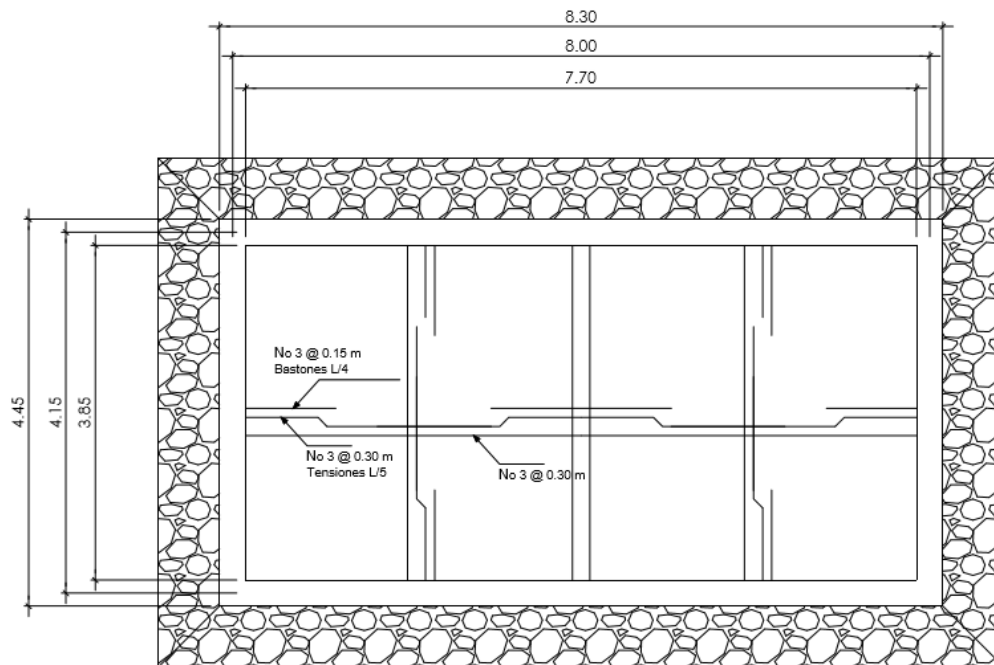
$$V_{res} = 45 * \sqrt{210} * 10.00 = 6521.12 \text{ kg}$$

$$V_{res} > V_{act}$$

$$6521.12 \text{ kg} - m > 1054.1 \text{ kg} - m, \quad \text{si chequea}$$

- Armado final de losa

Figura 12. **Armado final de losa**



Fuente: elaboración propia.

- Diseño viga intermedia.

En el diseño de la viga utilizan las normas de la ACI 318-05S de los capítulos 9,10, 11 y 13.

- Pre-dimensionamiento: depende la longitud de la viga, la cual en este caso es de 3.85 m.

$$\text{Altura} = \frac{L}{14}$$

Donde:

L= Longitud de la viga.

$$\text{Altura} = \frac{L}{14} = \frac{3.85}{14} = 0.275$$

$$\text{Altura} = 0.275 \approx 0.30 \text{ m}$$

$$H = 8\% * \text{luz libre}$$

$$H = 0.08 * 3.85 \text{ m} = 0.31 \text{ m}$$

$$H_{\text{prom}} = \frac{0.31 + 0.30}{2} = 0.31 \text{ m}$$

$$\text{base} = \frac{H}{2} = \frac{0.31 \text{ m}}{2} = 0.155 \text{ m}$$

Para no tener complicaciones en armado y encofrado se propone que la viga sea de $H = 0.35 \text{ m}$ y $b = 0.20 \text{ m}$

- Peralte efectivo

Según el ACI 318-05S, para vigas, recomienda un recubrimiento de 4 cm. La varilla a utilizar es No. 4, para poder determinar el peralte efectivo:

$$d = H - \text{rec} - \frac{\emptyset}{2}$$

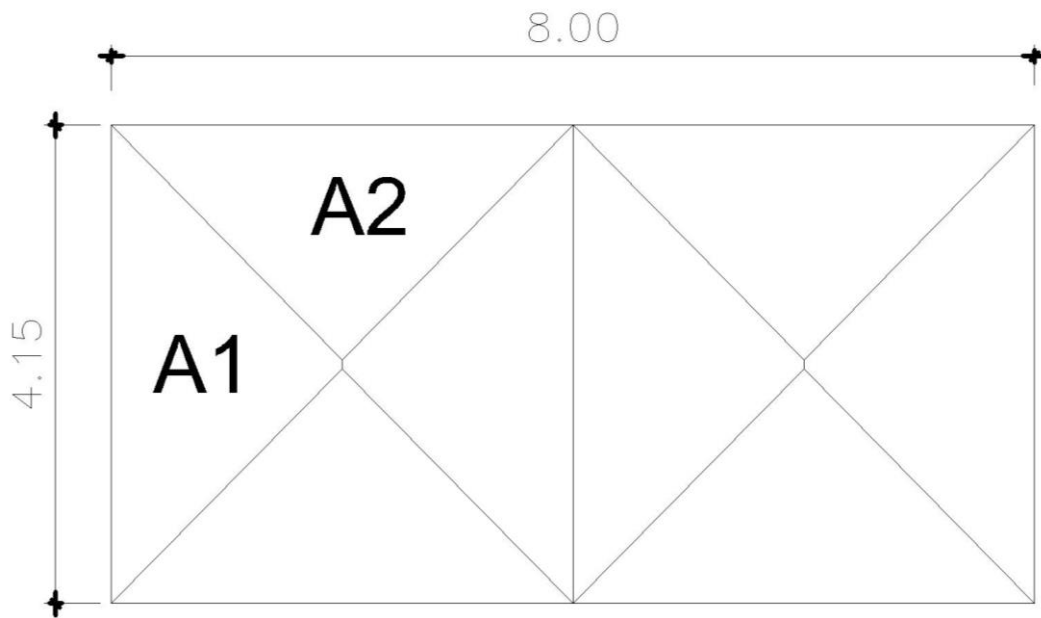
$$d = 35 \text{ cm} - 4 \text{ cm} - \frac{1.27 \text{ cm}}{2} = 30.40 \text{ cm}$$

- Área tributaria:

Paredes (1996)

El área tributaria de dos elementos portantes se separa por las bisectrices de los ángulos que éstos forman. Es decir, que las áreas tributarias en elemento (vigas) que trabajan en dos sentidos tendrán forma trapezoidal en dirección al lado más largo del elemento analizado y forma triangular en el sentido corto de dicho elemento. Cuando las losas son simétricas las áreas tributarias de las vigas serán triángulos (p. 26).

Figura 13. Área tributaria



Fuente: elaboración propia.

$$A1 = \left(\frac{1}{2} * b * h \right) * 2 + (L * a) * 2$$

$$A1 = \left(\left(\frac{1}{2} * 2.0119 * 2 \right) * 2 + (.1262 * 2) \right)$$

$$A1 = 4.28$$

$$A1 = 4.28$$

$$\text{Área total} = 4.28 + 4.28 = 8.56$$

- Peso de losa sobre la viga:

$$W_{\text{losa}} = \frac{C_u * A_{\text{total}}}{L}$$

$$W_{\text{losa}} = \frac{508 \text{ kg/m}^2 * 8.56 \text{ m}^2}{3.85 \text{ m}} = 1,129.48 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{losa}} = 1095.17 \text{ kg/m}$$

- Peso propio de la viga:

$$W_{\text{viga}} = 1.4 * (b * H * 2400 \text{ kg/m}^3)$$

Donde:

b = base de la viga

H = altura de la viga

$$W_{\text{viga}} = 1.4 * \left(0.20 \text{ m} * 0.35 \text{ m} * 2,400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) = 235.2 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{vig}} = 235.2 \text{ kg/m}$$

- Carga total:

$$C_t = W_{\text{losa}} + W_{\text{viga}}$$

$$C_t = 1,129.48 \text{ kg/m} + 235.2 \text{ kg/m}$$

$$C_t = 1364.68 \text{ kg/m}$$

- Momento actuante:

$$M(+) = \frac{C_t * L^2}{8}$$

$$M(+) = \frac{1,364.68 \text{ kg/m} * 3.85^2}{8} = 2528.49 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M(+) = 2464.93 \text{ kg} - \text{m}$$

- Acero requerido ($A_s \text{ req}$):

$$A_s \text{ req} = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M_a(+) * b}{0.003825 * f'_c}} \right] * 0.85 * \left(\frac{f'_c}{F_y} \right)$$

Donde:

b = base de la viga

H = altura de la viga

d = peralte efectivo

f'_c = valor máximo de compresión del concreto

F_y = valor máximo de fluencia del acero.

$$A_s \text{ req} = \left[20 * 30.4 - \sqrt{(20 * 30.4)^2 - \frac{2528.49 * 20}{0.003825 * 210}} \right] * 0.85 * \left(\frac{210}{2810} \right)$$

$$As_{req} = 3.44 \text{ cm}^2$$

- Acero máximo - $As_{m\acute{a}x}$ -:

$$As_{max} = 0.5 * \left[\frac{(0.85)^2 * f'_c}{F_y} \right] * \left[\frac{6090}{F_y + 6090} \right] * b * d$$

$$\begin{aligned} As_{max} &= 0.5 * \left[\frac{(0.85)^2 * 210}{2810} \right] * \left[\frac{6090}{2810 + 6090} \right] * 20 * 30.40 \\ &= 11.23 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$As_{ma} = 11.23 \text{ cm}^2$$

- Acero mínimo - As_{min} -:

$$As_{min} = 0.40 * \left(\frac{14.1}{F_y} \right) * b * d$$

$$As_{min} = 0.40 * \left(\frac{14.1}{2810} \right) * 20 * 30.40 = 1.22 \text{ cm}^2$$

$$As_{min} < As_{req} < As_{m\acute{a}x},$$

$$1.22 \text{ cm}^2 < 3.44 \text{ cm}^2 < 11.23 \text{ cm}^2, \quad \text{si cheque}$$

- Refuerzo por corte

El corte actuante es igual al corte último, debido a que el área de acero fue calculada con la carga última.

$$V_{act} = V_u = \frac{C_t * L}{2}$$

Donde:

C_t = carga total

L = largo de la viga

$$V_u = \frac{1,330.37 \text{ kg/m} * 3.85 \text{ m}}{2} = 2560.96 \text{ kg}$$

$$V_u = 2560.96 \text{ kg}$$

- Cálculo de espaciamiento:

$$S = \frac{2 * 0.85 * A_s \text{ 3/8" } * F_y * d}{V_{act}}$$

$$S = \frac{2 * 0.85 * 0.71 \text{ cm}^2 * 2810 \text{ kg/cm}^2 * 30.40 \text{ cm}^2}{3237.28 \text{ kg}}$$

$$S = 31.84 \text{ cm}$$

- Espaciamiento máximo -S máx-:

$$S_{max} = \frac{d}{2}$$

$$S_{max} = \frac{30.40 \text{ cm}}{2} = 15.2 \text{ cm}$$

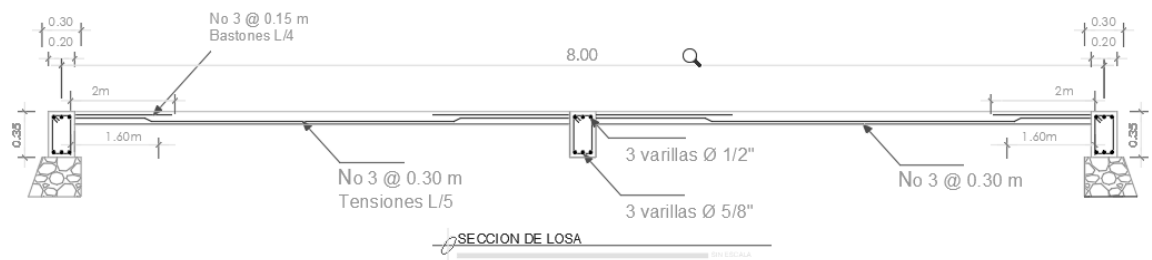
Para facilitar el proceso constructivo se debe utilizar S_{max} de 15.00 cm.

Tabla 29. Áreas de acero corrugado

No. de varilla	Ø nominal	Área (cm ²)
3	3/8"	0.71
4	1/2"	1.27
5	5/8"	1.98

Fuente: elaboración propia.

Figura 14. Detalle de armado final de viga intermedia



Fuente: elaboración propia.

Tabla 31. Sumatoria de áreas de acero

No. de varilla	Área (cm ²)	Cantidad de varillas	Σ áreas de acero
4	1.27	3	3.81 cm ²
5	1.98	3	5.94 cm ²
Total			9.75 cm²

Fuente: elaboración propia.

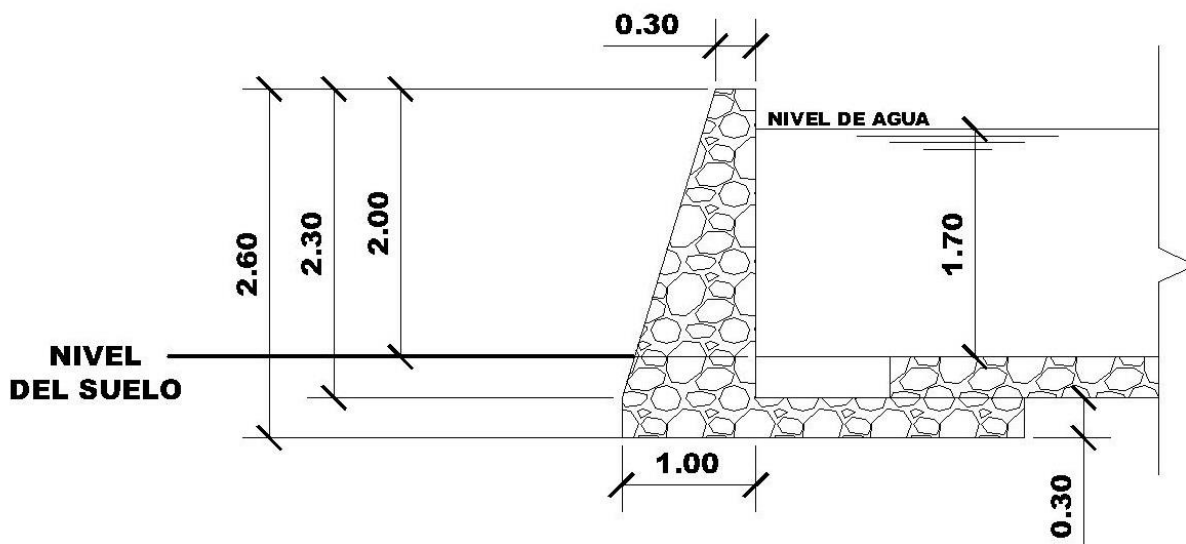
El armado propuesto cumple con el área de acero requerido para la viga.

- Diseño de muro para tanque de distribución

Se diseña en base a las normas del capítulo 14 del ACI 318-05S y según recomendaciones de la Unidad ejecutora del programa de acueductos rurales – UNEPAR- (Anexo F). A consecuencia que el mismo estará semienterrado, la condición crítica será cuando este se encuentre completamente vacío, por lo cual, se diseña para ese momento.

Para el diseño del muro se proponen las siguientes medidas para realizar el chequeo de las mismas.

Figura 15. Medidas de muro de tanque de distribución



Fuente: elaboración propia.

Tabla 32. Datos para el diseño tanque de distribución

Peso específico del concreto, W_c	2,400 kg / m ³
Peso específico del agua, W_a	1,000 kg / m ³
Peso específico del suelo, W_s	1,400 kg / m ³
Angulo de fricción interna, ϕ	30°
Valor soporte del suelo, V_s	20 ton / m ²
Altura de nivel del agua, H	1.70 m
Base, B	1.00 m
Base corona, b	0.30 m
Desplante, h	0.30 m

Fuente: elaboración propia.

No se realizaron análisis de suelos, por lo que, el valor de soporte del suelo que se consideró fue tomado en base a una inspección visual del área donde se estará construyendo el tanque de almacenamiento en donde se observó que tenía los siguientes tipos como; roca agrietada, arcillosos sólidos y limos de densidad media. Con esta información se realizó una clasificación según la siguiente tabla:

Tabla 33. **Valor soporte permisible, según el tipo de suelo.**

Valor soporte sugeridos para diferentes tipos de suelos.		
Material del suelo	t/m ²	Observaciones
Roca sana no intemperizada.	645	Hay estructura de grietas
Roca regular.	430	
Roca intermedia.	215	
Roca agrietada o porosa.	22 – 86	
Suelos gravillosos.	107	Compactados, buena granulometría.
Suelos gravillosos.	64	Flojos, mala granulometría.
Suelos gravillosos.	43	Flojos, con mucha arena.
Suelos arenosos.	32 – 64	Densos.
Arena fina.	22 – 43	Densa.
Suelos arcillosos.	53	Duros.
Suelos arcillosos.	22	Solidez mediana.
Suelos limosos.	32	Densos.
Suelos limosos.	16	Densidad mediana.

Fuente: Cabrera Jadenón. Guía teórica para el curso de cimentaciones 1994 p. 44.

- Empuje activo –Pa–

$$Pa = \frac{1}{2} * Wa * H^2$$

Donde:

Pa = empuje activo

Wa = peso específico del agua

H = altura del nivel del agua

$$Pa = \frac{1}{2} * 1,000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * (1.70\text{m})^2 = 1,445.00 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$P_a = 1,445.00 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

- Empuje pasivo -Pp-

$$P_p = \frac{1}{2} * W_s * h^2 * \left(\frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi} \right)$$

Donde:

Pp = empuje pasivo

Wa = peso específico del agua

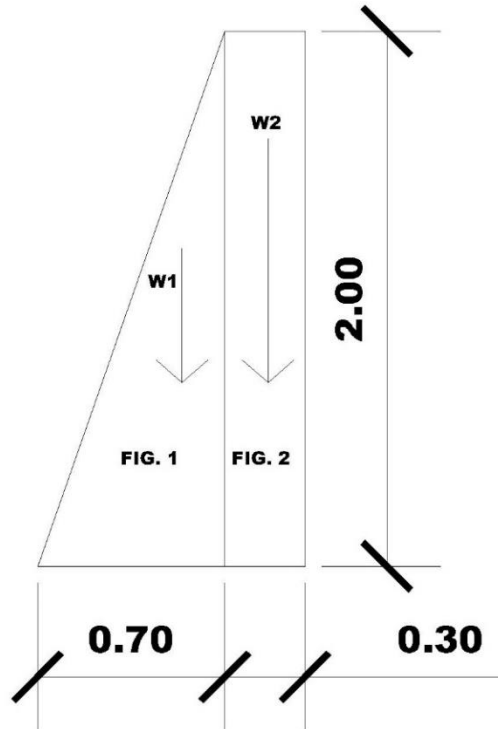
h = desplante

$$P_p = \frac{1}{2} * 1,400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * (0.30 \text{ m})^2 * \left(\frac{1 + \sin 30^\circ}{1 - \sin 30^\circ} \right) = 189.00 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$P_p = 189.00 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

- Momentos actuantes:

Figura 16. Cargas en los elementos del muro



Fuente: elaboración propia.

Tabla 34. Sumatoria de momentos

Figura	Área (m ²)	Wc (Kg/m ³)	W (Kg/m)	Brazo (m)	Mact (kg-m)
1	0.70	2,400.00	1,680.00	$2/3 \cdot 0.70 = 0.47$	789.60
2	0.60	2,400.00	1,440.00	$0.70 + 0.30/2 = 0.85$	1,224.00
		ΣW	3,120.00	$\Sigma Mact$	2,013.60

Fuente: elaboración propia.

- Momentos al pie del muro:
 - Momentos al pie del muro activo:

$$M_a = P_a * \frac{H}{3}$$

Donde:

P_a = empuje activo

M_a = momento al pie del muro activo

H = altura del nivel del agua

$$M_a = 1,445 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * \frac{1.70 \text{ m}}{3} = 818.83 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_a = 818.83 \text{ kg} - \text{m}$$

- Momentos al pie del muro Pasivo:

$$M_p = P_p * \frac{h}{3}$$

Donde:

P_p = empuje pasivo

M_p = momento al pie del muro pasivo

h = desplante

$$M_p = 189.00 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * \frac{0.30 \text{ m}}{3} = 18.90 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_p = 18.90 \text{ kg} - \text{m}$$

- Chequeo por estabilidad de volteo -Fsv-:

$$Fsv > 1.50, \text{ chequeo}$$

$$Fsv = \frac{M_p + \Sigma M_{act}}{M_a}$$

Donde:

M_a = momento al pie del muro activo

M_p = momento al pie del muro pasivo

ΣM_{act} = sumatoria de momento ver tabla 34

$$Fsv = \frac{18.90 \text{ kg} - m + 2,013.60 \text{ k} - m}{818.83 \text{ kg} - m} = 2.48$$

$$Fsv = 2.48$$

$$2.48 > 1.50, \quad Si \text{ chequea}$$

- Chequeo por estabilidad contra deslizamiento -Fsd-:

$$Fsd > 1.50, \text{ chequeo}$$

$$Fsd = \frac{P_p + (0.70 * \Sigma W)}{P_a}$$

Donde:

Pp = empuje pasivo

Pa = empuje activo

ΣW = sumatoria de pesos ver tabla 33.

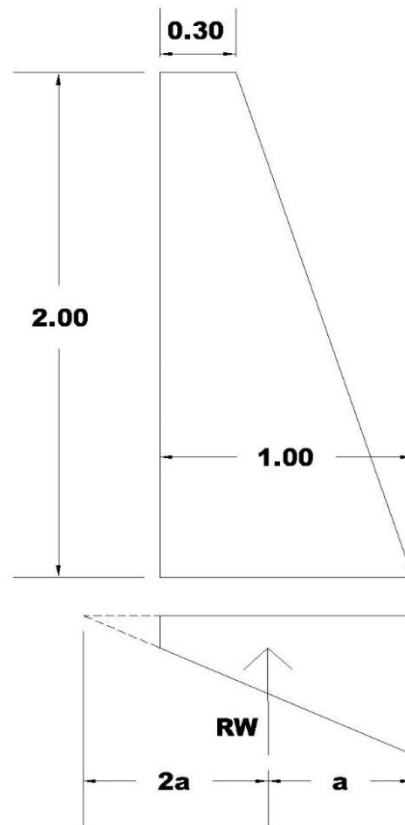
$$Fsd = \frac{189.00 \frac{\text{kg}}{\text{m}} + (0.70 * 3,120.00 \frac{\text{kg}}{\text{m}})}{1445.00 \text{ kg/m}} = 1.64$$

$$Fsd = 1.64$$

$$1.64 > 1.50, \quad \text{Si chequea}$$

- Chequeo de presión máxima ($P_{\text{máx}}$) bajo la base del muro.

Figura 17. Punto de presión bajo el suelo del muro



Fuente: elaboración propia

$$\text{Excentricidad} = e = \frac{L}{2} - a$$

Donde:

e = excentricidad

L = ancho del muro

$$a = \frac{\Sigma M_o}{W} = \frac{M_p + \Sigma M_{act} - M_a}{\Sigma W}$$

Donde:

M_o = sumatoria de momentos

W = sumatoria de pesos del muro

$$a = \frac{(18.90 \text{ kg} - \text{m}) + (2,013.60 \text{ kg} - \text{m}) - (818.83 \text{ kg} - \text{m})}{3,120.00 \text{ kg/m}} = 0.39 \text{ m}$$

Obtener el dato de L :

$$L = 3a$$

$$L = 3 * 0.39 \text{ m} = 1.17 \text{ m}$$

$1.17 \text{ m} > L = 1.00 \text{ m}$, por lo que no existen presiones negativas

Calcular la excentricidad:

$$\text{Excentricidad} = e = \frac{L}{2} - a$$

$$e = \frac{1.00 \text{ m}}{2} - 0.39 \text{ m}$$

$$e = 0.11 \text{ m}$$

- Presiones en el terreno

$$S = \text{módulo de sección por metro} = \frac{1}{6} * B * L^2$$

$$S = \frac{1}{6} * 1.00 \text{ m} * (1.00 \text{ m})^2 = 0.17 \text{ m}^3 - \text{m}$$

$$q = \frac{W}{L} \pm \frac{W * e}{S}$$

$$q_{\text{máx}} = \frac{3120.00 \text{ kg/m}}{1.00 \text{ m}} + \frac{3120.00 \text{ kg/m} * 0.11}{0.17 \text{ m}^3 - \text{m}} = 5,138.82 \text{ kg/m}^2$$

$$q_{\text{mín}} = \frac{3120.00 \text{ kg/m}}{1.00 \text{ m}} - \frac{3120.00 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * 0.11}{0.17 \text{ m}^3 - \text{m}} = 1,101.18 \text{ kg/m}^2$$

$$q_{\text{max}} = 5,138.82 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} < V_s = 20,000.00 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}, \quad \text{si chequea}$$

$$q_{\text{min}} = 1,101.18 \text{ kg/m}^2 > 0, \quad \text{si chequea}$$

Habiendo revisado todos los aspectos del muro y cumpliendo con factores de seguridad, se concluye que las dimensiones que se dieron, están correctas.

Altura = 2.00 m

Base = 1.00 m

Corona = 0.30 m

3.5. Sistema de desinfección

La importancia de agregar cloro como desinfectante, ha fomentado el diseño y construcción de aparatos y sistemas de dosificadores. Entre éstos están los llamados hipocloradores, que utilizan como sistema de desinfección.

Los tanques de distribución, que actualmente se encuentran en funcionamiento, cuentan con sistema de desinfección por medio de cloración, el cual es diluido en los tanques por medio de goteo.

Se propone utilizar tabletas de hipoclorito de calcio $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ con 65% de ingredientes activos.

Según la norma COGUANOR 29001, la cantidad mínima de cloro que se debe aplicar al agua es de 2 ppm, es decir 2 gramos de cloro por metro cúbico de agua. El flujo de cloro en gr/hora se calcula con la siguiente fórmula.

$$F_c = Q_m * D_c$$

Donde:

F_c = flujo de cloro (gr/hora)

Q_m = caudal medio (L/hora)

D_c = demanda de cloro (gr/L)

- Flujo de cloro para la aldea La Majada, se realiza la conversión

$$Q_m = 1.91 \text{ L/s} * \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ hora}}$$

$$Q_m = 6876.00 \text{ L/hora}$$

Es necesaria la conversión de los gramos necesarios por metro cúbico a litro.

$$2 \text{ gr/m}^3 = \frac{1 \text{ m}^3}{1,000 \text{ L}} = 0.002 \text{ gr/L}$$

$$F_c = 6876 \text{ L/hora} * 0.002 \text{ gr/L} = 13.75 \text{ gr/hora}$$

Se calcula los gramos necesarios en el mes, por lo que, se hace la conversión:

$$F_c = 13.75 \frac{\text{gr}}{\text{hora}} * \frac{24 \text{ hora}}{1 \text{ día}} * \frac{30 \text{ días}}{1 \text{ mes}}$$

$$F_c = 9900 \text{ gr/mes}$$

Cantidad de tabletas a utilizar

Cantidad de tabletas = F_c / peso de tableta comercial

Cantidad de tabletas = 9900gr/mes

Cantidad de tabletas = 33 tabletas/mes

El hipoclorito se comercializa en tabletas de 300 gr. Por lo que, el número necesario al mes es de 33.

El modo de administrar las tabletas será por medio del hipoclorador que se construirán sobre el tanque de distribución.

3.6. Elaboración de planos

A continuación, se presenta el listado de los planos constructivos, los cuales se encuentran en los apéndices.

.

- Planta general
- Planta topográfica
- Planta de distribución de agua potable.
- Planta y perfil de ramal 1.
- Planta y perfil ramal 2

- Planta y perfil ramal 3 y ramal 4.
- Planta y perfil rama 5 y ramal 6
- Tanque de distribución y detalles de tanque de distribución, detalles de válvulas y perfil de conducción por bombeo
- Caseta de bombeo y detalles constructivos.
- Hipoclorador

3.7. Especificaciones técnicas

En el proyecto se debe realizar: la limpieza del terreno, zanjeo, construcción de tanques, colocación de la tubería, accesorios y válvulas, soportes y anclajes, prueba de presión, lavado y desinfección de la tubería y relleno de la zanja de acuerdo a lo indicado en los planos.

3.7.1. Trabajos

- Limpieza, chapeo y desmonte

La línea para instalación de la tubería deberá en todo caso ser inicialmente limpiada de troncos, árboles, vegetación viva o muerta en un ancho mínimo de 1.50 m o 0.75 m, a cada lado del eje de instalación de la tubería.

El supervisor podrá ordenar la preservación de árboles u otro tipo de vegetación dentro del área de limpieza.

Todo el material resultante de la limpieza, chapeo y desmonte, deberá ser conveniente dispuesto donde no se ocasione daño a las propiedades vecinas o incinerado.

- Zanjeo

Las tuberías se emplazarán siguiendo los ejes que se indiquen en los planos, como lo señale el supervisor o las bases especiales. El fondo de la zanja deberá ser recortado cuidadosamente para permitir un apoyo uniforme de la tubería. En los casos que contengan piedras y pedruscos, se deberá remover todas las que aparezcan en el fondo de la zanja rellenando los espacios con material suelto compactado para uniformar el fondo de la zanja.

El ancho mínimo de la zanja será de 30cm, deberá ser suficiente para la correcta instalación de la tubería, así como para permitir una adecuada compactación del relleno a los lados de la misma.

Según el tipo de tubería, que se use, podrá ser necesario hacer ampliaciones de la zanja en los puntos de unión o de instalación de accesorios, para permitir una adecuada instalación de las uniones.

El ancho de la zanja, así como las dimensiones de las ampliaciones, deberán ser aprobadas por el supervisor, tomando en cuenta el método de zanjeo y el tipo de tubería a instalarse.

- Soportes para tubería

Cuando se requiera, que la tubería deba instalarse a nivel del terreno o sobre él, se deberá hacerlo sobre soporte. Salvo que en los planos se indique otra cosa, los soportes serán de concreto reforzado, concreto o en casos especiales de acero, de tal forma que aseguren la tubería firmemente contra movimiento en toda dirección, se pueden asegurar las tuberías simplemente

apoyadas sobre una base de concreto y fijado a la misma por 2 varillas, según el diámetro indicado en planos.

El espaciamiento de soportes y sus dimensiones, serán los mostrados en los planos. En los casos que no se detalle el tipo de soportes, el contratista deberá diseñarlos colocando un soporte por cada tubo y distribuidos para que coincidan con las uniones o como lo indique el supervisor.

- Instalación de tubería de PVC

Se cortará la tubería a escuadra utilizando guías y luego se quitará la rebaba del corte y se limpiará el tubo de viruta interior y exteriormente. El tubo debe penetrar en el accesorio o campana de otro tubo sin forzarlo por lo menos un tercio de la longitud de la copla, si no es posible, debe afilarse o lijarse la punta del tubo.

Antes de aplicarse el cemento solvente, se debe quitar toda clase de suciedad que se encuentra en la parte que se va a aplicar, tanto en el exterior del tubo como en la superficie interior del accesorio, por medio de un trapo seco.

El cemento solvente, debe ser aplicado en una capa delgada y uniforme; puede usarse cepillo o brocha. Se deberá hacerlo rápidamente, debido a que el cemento seca en dos minutos aproximadamente. No se deberá exagerar el uso del solvente, sino que solo darles un revestimiento a las dos piezas.

“Para el ensamble se deberá hacer una rotación de 1/4 de vuelta, presionando el tubo cuando las superficies todavía estén húmedas, debiéndose dejar fija la unión por lo menos 30 minutos. Se deben dejar las inscripciones de la tubería hacia arriba” (Paz, 2016, p 197).

La tubería se colocará en la zanja y se cubrirá dejando expuesta las uniones para hacer la prueba que más adelante se especifica.

Esta tubería deberá cubrirse en las primeras horas de la mañana cuando esté fría y no dilatada por la acción del calor.

- Prueba de tuberías

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

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

- Relleno de zanjas

Orellana (2015)

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

El relleno se hará de la siguiente manera: abajo y a los lados de la tubería se deberá rellenar en capas de 0.07 m, perfectamente compactados hasta media altura de la tubería. De aquí hasta 0.30 m sobre el tubo, se deberá rellenar con capas no mayores de 0.15 m. El material para rellenar las zanjas, hasta este nivel, deberá ser cuidadosamente escogido para que esté libre de pedruscos o piedras y permita una buena compactación. Si el material que se extrajo de la zanja no es adecuado, se hará el relleno con material seleccionado. De los 0.30 m, sobre el tubo al nivel de relleno total, se hará en capas no mayores de 0.03 m y el material podrá contener piedras no mayores de 0.20 m, en su máxima dimensión a menos que se indique lo contrario.

En los lugares donde el asentamiento del relleno no es de importancia, como en las líneas de conducción instaladas en poca pendiente, no será necesario hacer la compactación desde 0.30 m, sobre el tubo al nivel del terreno, debiendo colocarse todo el material excavado en la zanja y formar un camellón uniforme sobre el terreno. (pp.157-158).

- Lavado y desinfección interior de la tubería

El lavado y desinfección de las tuberías instaladas deberá realizarse en el interior de la tubería.

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

Para la desinfección se deberá comenzar por vaciar la tubería, llenándola después con agua que contenga 20 mg/l de cloro, que se mantendrá 24 horas en

la tubería. Cuando no se pueda vaciar previamente la tubería, se introducirá un volumen dos veces mayor, que el de agua contenido, proporcionando escapes en todos los extremos durante la aplicación del agua clorada para desinfección.

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

- Obras hidráulicas

Las obras hidráulicas, serán de fundición de mampostería de piedra (ver la especificación de materiales) para el tanque de distribución y de concreto reforzado para los anclajes y cajas rompe presión.

La losa superior de todas las obras hidráulicas que se ejecuten para este proyecto, será de concreto reforzado con proporción 1:2:2, de cemento, arena de río y pedrín para obtener una resistencia de 210kg/cm², respectivamente.

- Preparación del concreto

Se debe de preparar en forma volumétrica utilizando un depósito de 1 pie cúbico exacto. El concreto acabado de colocar se protegerá de la acción de la lluvia, corrientes de agua y cualquier otro agente exterior que pudiera dañarlo.

Inmediatamente después, deberá mantenerse la estructura en condiciones de humedad, por lo menos durante los primeros siete días.

- Colocación de mampostería de piedra

Se utilizará como proporción 67% de piedra bola y 33% de sabieta (cemento y arena proporción 1:2). Se deberá de preparar colocando piedra por piedra asegurándose que cada lado y/o arista de la misma tenga adherencia con el mortero y que ésta no sea mayor a 0.02 m, cualquier otra situación que amerita aumentar este valor, deberá ser solventado colocando otra piedra de menor tamaño y que haga juego con los espacios de manera de garantizar la distancia indicada (Anexo F).

- Cajas y válvulas de compuerta

Consistirá básicamente en una válvula de compuerta de bronce y su respectiva caja. Las paredes de la caja, serán de concreto ciclópeo con las proporciones y definiciones correspondientes, definidas en la sección anterior.

El interior de la misma deberá ir completamente alisado. La cubierta y tapadera serán de concreto reforzado, los detalles de las mismas, serán los establecidos en planos.

- Encofrado

El encofrado, es toda la madera o molde metálico, que estará en contacto directo con el concreto o con los elementos de mampostería que integren la estructura y sus respectivos soportes. Debe ser rígido y estable para garantizar que mantenga su posición y forma durante su uso, ajustarse a la forma, líneas, medidas y niveles especificados en los planos y estar construido de tal manera que evite la fuga del concreto durante la fundición y vibrado de la estructura.

- Desencofrado

La remoción del encofrado deberá ejecutarse con todo el cuidado necesario, para evitar daños a la estructura. Se recomienda aplicar un aditivo desencofrante o humedecer la formaleta antes de las fundiciones.

- Repello y alisado

Se aplicará repello a todos los elementos de concreto y paredes de block. La mezcla a usarse será de una parte de cemento y dos partes de arena de río cernida. Tendrá un espesor mínimo de un centímetro y deberá alisarse de modo que resulte una superficie pareja.

- Hipoclorador

El hipoclorador se construirá sobre el tanque de distribución ver el detalle en el plano (ver plano 10).

3.7.2. Materiales

- Tubería y accesorios de PVC

La tubería de PVC será rígida, estabilizado con estaño y debe satisfacer la norma ASTM-D2467-67. Será para una presión de trabajo mínima de: para tubo de 1/2" 315 PSI, para tubo de 3/4" 250 PSI, para tubo de diámetro igual o mayor de 1" 160 PSI.

Los accesorios serán de la misma clase, para una presión mínima de 250 PSI, para tubos de diámetro mayor a 1", y 315 PSI para diámetros menores.

Los materiales serán almacenados en una forma que garantice la preservación de calidad y se colocarán, de manera que permita una fácil inspección.

- Tubería HG

Son tubos de acero galvanizado, cuyas superficies exteriores e interiores han sido recubiertos de zinc, por cualquier procedimiento que satisfagan, como mínimo, las especificaciones contenidas en la norma ASTM A-120621 y que en su fabricación hayan sido soldados eléctricamente sin costura y galvanizados en caliente.

- Agua

La que se utilice para mezclado y curado del concreto o lavado de agregados, debe ser limpia y libre de sustancias que puedan ser nocivas al concreto o al acero.

- Cemento

Deberá UGC, con una resistencia de 4000 PSI. Para el almacenamiento y manejo del cemento se deberá cumplir con los siguientes requisitos

El cemento se deberá estibar sobre tarima situada como mínimo, a 0.20 m, sobre el suelo.

La altura de estibamiento máximo debe ser de 10 sacos sobre el suelo.

Ningún cemento deberá permanecer en la bodega por más de un mes.

- Agregado grueso

Deberá ser triturado con un Ø no mayor a 3/4", para que garantice ser un material anguloso que propicie un concreto de alta resistencia. El agregado debe estar libre de elemento y piedras compuestos de otros materiales como piedra pómez o cascajo.

- Agregado fino

Éste material estará formado por arena de río, que sea consistente, libre de arcilla u otro desecho orgánico y sales minerales que afecten la calidad del concreto. De contener materia orgánica, no podrá utilizarse en las fundiciones de obras, a menos que esta contaminación se pueda eliminar.

- Piedra

Ésta deberá colocarse en elementos como anclajes, el tanque de distribución, cajas de válvulas y rompe presión, entre otros. Deberá estar limpia, libre de materiales orgánicos, arenas, arcillas y limos. La piedra no debe contener grietas ni debe estar fragmentada. El tamaño de la misma estará limitado básicamente por el encofrado, de preferencia será entre 15 y 25 cm.

- Acero de refuerzo

Se utilizará grado 40. Debe almacenarse por encima del nivel del terreno, sobre plataforma, largueros, bloques u otros soportes de madera o material

adecuado y ser protegido de la intemperie y ambientes corrosivos, así como de daños físicos que pudiera tener en su transporte y/o almacenaje.

- Piedra

Deberá estar limpia, libre de materiales orgánicos, arenas, arcillas y limos. La piedra no debe contener grietas ni debe estar fragmentada. El tamaño de la misma estará limitado básicamente por el encofrado, de preferencia será entre 6" y 12".

3.8. Cálculo de tarifa

Guerra (2014)

Se procede a obtener el monto que deben pagar los beneficiarios del proyecto para costear los gastos cuando el sistema se encuentre en funcionamiento. El cálculo se hará en base al número de viviendas de la aldea La Majada. (p 144).

$$TAR = \frac{O + E + M + T + A + R}{\text{número de casas}}$$

Donde:

TAR = tarifa

O = costo de operación

E = costo de energía

M = costo de mantenimiento

T = costo de tratamiento

A = costo de administración

R = costo de reserva

- Costo de operación -O-: es el pago mensual para el desarrollo de actividades de limpieza, reconocimiento, inspección del sistema de abastecimiento y de la red de distribución. El salario diario mínimo, según el Ministerio de Trabajo y Previsión Social, para el año 2017 es de Q. 86.90. Asumiendo que el fontanero recorra 2 km, de la línea al día y 20 conexiones domiciliarias al día, se estima con la siguiente fórmula: (pp 144-147).

$$O = \left(\frac{\text{longitud de línea}}{2} + \frac{\text{No. de conexiones}}{20} \right) * \text{salario mínimo diario} * Fp$$

Donde:

No. de conexiones = 108

Longitud de línea = 1.431.28 km.

Salario mínimo diario = Q. 86.90

Fp = factor de prestaciones, 1.41 según el Ministerio de Trabajo.

Sustituyendo valores:

$$O = \left(\frac{1.43128}{2} + \frac{108}{20} \right) * Q. 86.90 * 1.41 = Q. 749.34/\text{mes}$$

- Costo de energía -E-: es el costo de la energía eléctrica necesaria para el funcionamiento del equipo de bombeo.

$$E = 0.746 * P_{\text{bom}} * H_{\text{bom}} * Q_{\text{kw}} * D_{\text{mes}}$$

Donde:

E = costo de energía (Q/mes)

Pbom = potencia de la bomba (HP)

Hbom = horas de bombeo diario (hora)

Qkw = costo kilowatt hora (Q)

Dmes = días del mes (30 días)

$$E = 0.746 * 15 \text{ HP} * 18 \text{ horas} * Q. 1.5703/\text{mes} * 30 \text{ días} = Q. 9488.69/\text{mes}$$

- Costo de mantenimiento -M-: es el importe necesario para la compra de materiales o servicios necesarios para reparación o mejora del sistema.

$$M = \frac{0.005 * Ctp * (1 + IA)}{12}$$

Donde:

M = costo de mantenimiento (Q/mes)

Ctp = costo total del proyecto, Q. 642,486.08

IA = inflación real anual oficial, 13% a 31 de diciembre 2016, de la Superintendencia de Bancos de Guatemala –SIB-,

$$M = \frac{0.005 * Q. 642486.08 * (1 + 13\%)}{12} = Q. 302.51/\text{mes}$$

- Costo de tratamiento -T-: es el costo generado por la desinfección por cloración al sistema. Según el cálculo realizado se necesitan 33 tabletas al mes.

$$T = \# \text{ de tabletas al mes} * \text{costo por tableta}$$

$$T = 33 \text{ tabletas/mes} * Q10.00/\text{tab} = Q330.00/\text{mes}$$

- Costo de administración -A-: se utiliza para la compra de insumos o viáticos de viajes en las gestiones pertinentes al proyecto, por parte de quien lo administre. Se estima como el 15% de la suma de los costos de operación y mantenimiento.

$$A = 0.15 * (O + T + M)$$

$$A = 0.15 * (Q. 749.38 + Q. 302.51 + 330) = Q. 207.28/\text{mes}$$

- Costos de reserva -R-: es un monto destinado a sufragar cualquier necesidad inmediata del proyecto. Generalmente se calcula como un porcentaje de los costos de operación y mantenimiento, para este caso se utilizará el 10%.

$$R = 0.10 * (O + T + M)$$

$$R = 0.10 * ((Q. 749.38 + Q. 302.51 + 330)) = Q. 138.19/\text{mes}$$

- Cálculo de tarifa (TAR): es la suma de todos los costos dividida el número de conexiones.

$$TAR = \frac{O + E + T + M + A + R}{493}$$

$$TAR = \frac{Q. 749.38 + Q. 9488.69 + Q330.00 + Q. 302.51 + Q. 207.28 + Q. 138.19}{108}$$

$$TAR = Q. 103.85 /\text{mes} \approx Q. 105.00/\text{mes}$$

De lo cual la municipalidad absorberá Q45.00 y la aldea La Majada pagará un valor de Q60.00.

3.9. Análisis de impacto ambiental

Paz (2016)

En sentido estricto, la ecología ha definido al ambiente como el conjunto de factores externos que actúan sobre un organismo, una población o una comunidad. Estos factores son esenciales para la supervivencia, el crecimiento y la reproducción de los seres vivos e inciden directamente en la estructura y dinámica de las poblaciones y de las comunidades. Sin embargo, la naturaleza es la totalidad de lo que existe. Dentro de ella, también, entra lo que la sociedad construye a través de su accionar. Generalmente, esto es lo que se identifica como "ambiente".

Podría definirse el impacto ambiental como la alteración, modificación o cambio en el ambiente o en alguno de sus componentes de cierta magnitud y complejidad originado o producido por los efectos de la acción o actividad humana. Esta acción puede ser un proyecto de ingeniería, un programa, un plan o una disposición administrativo-jurídica con implicaciones ambientales. Debe quedar explícito, sin embargo, que el término impacto no implica negatividad, éste puede ser tanto positivo como negativo. Se puede definir el Estudio de Impacto Ambiental como el estudio técnico, de carácter interdisciplinario, que incorporado en el procedimiento de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), está destinado a predecir, identificar, valorar y corregir, las consecuencias o efectos ambientales que determinadas acciones pueden causar sobre la calidad de vida del hombre y su entorno. Es un documento técnico que debe presentar

el titular del proyecto y sobre la base del cual se produce la declaración o estimación de impacto ambiental. (pág. 185)

- Identificación de los factores que puedan causar impacto al medio ambiente y la zona que está afectando.

Al analizar el diseño del proyecto, se determinó que los elementos bióticos, abióticos y socioeconómicos que serán impactados por el proyecto son.

- El agua

Debido a que existen fuentes superficiales como el río San Jacinto, que pueden contaminarse con el movimiento de tierra, al momento del zanjeo.

- El suelo

Si impactaran negativamente el mismo si no se verifica la etapa del zanjeo porque habrá movimientos de tierra, solamente se dará en la etapa de construcción y sus efectos son fácilmente prevenible.

- Salud

Hay un impacto relativamente pequeño en la salud en la etapa de construcción que debido al movimiento de tierras se producirá polvo en las sucesivas etapas del proyecto el impacto positivo.

Los impactos negativos del proyecto se dan solo en las etapas de construcción y operación del proyecto, la mayoría se dan en la fase de construcción los elementos más impactados negativamente son:

- Al suelo
 - Al agua
 - Las partículas en suspensión.
- Medidas de mitigación

Para evitar el polvo, fue necesario programar adecuadamente el horario de las labores de zanjeo, estas deberán llenarse en el tiempo más corto posible, compactándose, adecuadamente las mismas, para evitar el arrastre de partículas por el viento.

Deberá de capacitarse al o las personas del mantenimiento del sistema, referente al manejo de las aguas servidas, revisión de válvulas y reparaciones menores.

Capacitar a las amas de casa, sobre el adecuado uso del sistema para evitar que los mismos sean depositarios de basura producidas en el hogar.

- 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 en un dado caso pudieran dañar las obras hidráulicas del proyecto.
 - En las obras hidráulicas, al introducirle cuerpos extraños, metales, plásticos y maderables pudiera sufrir desperfectos. Por ello, es necesario que se genere un reglamento de uso adecuado del sistema y que el mismo se dé a conocer mediante sesiones

de capacitación con los comunitarios, para que familiarmente se le dé el mantenimiento necesario a las conexiones prediales y obras hidráulicas.

- Integrar un comité de emergencia contra inundaciones, asolvamiento en la comunidad beneficiada y además velar por los lugares en donde se ubican las obras civiles encuentren lo más despejado posible.
- Elaborar un programa de capacitación para prevención de accidentes.
- Capacitar al (o a los) trabajadores que se encargará de darle mantenimiento al sistema, especialmente sobre aspectos de limpieza de cajas de válvulas.
- Se debe velar porque los comunitarios no depositen su basura en las obras hidráulicas para evitar taponamientos en la tubería y puedan provocar daños al sistema.
- Para la disposición de desechos generados por las familias se debe contar con depósitos, distribuidos en lugares estratégicos y dispuestos además en asegurar de algún robo.
- Capacitar al personal que laborará en el proyecto en el momento de entrar en operación para su mantenimiento y limpieza, así evitar la creación de basureros clandestinos.

3.10. Análisis socioeconómico

El análisis socioeconómico se realiza para evaluar las características económicas que afectan a la población del barrio El Tamarindo, cabecera municipal de San Jacinto, Chiquimula, con la ejecución del proyecto de sistema de alcantarillado sanitario en esa avenida.

(SEGEPLAN, 2013)

Este tipo de evaluación se efectúa en proyectos sociales, consiste en realizar una comparación entre los recursos que se espera puedan ser utilizados y los resultados esperados del mismo, con el propósito de determinar si dicho proyecto se adecua a los fines u objetivos perseguidos y de esta manera, permita mejorar la asignación de recursos por parte de la sociedad.

A diferencia de la evaluación financiera que opera sobre la base de los precios de mercado, la evaluación socio-económica se sustentará en el uso de precios sociales, que son los que representan el verdadero costo de oportunidad de los bienes para la sociedad (los cuales deben ser establecidos por el ente planificador).

Análisis costo/eficiencia

En los casos en que no es posible expresar los beneficios de un proyecto en término monetarios, o bien el esfuerzo es demasiado grande para justificarse, se aplican los métodos de costo- eficiencia. El objetivo de estos es determinar que alternativa de proyecto logra los objetivos deseados al mínimo costo, (es decir más eficientemente). El término eficiencia se refiere a la forma como se logran

ciertos resultados dentro de un proceso con los insumos utilizados en el mismo. En un proyecto social, la eficiencia se puede medir en términos físicos y monetarios (p. 55).

Inversión inicial = Q 642,486.08

Cantidad de usuarios = 540 habitantes

Costo/eficiencia = 642,486.08/ 540

Costo/eficiencia = Q 1,189.79 por cada habitante

El análisis costo-eficiencia muestra la cantidad de efectivo que debe invertirse por habitante en el período actual, durante la vida útil del proyecto se incrementara la población beneficiada.

- Cálculo del VPN

Blank (2012)

El Valor Presente Neto (VPN) denominada con frecuencia tasa de descuento, rendimiento, costo de capital o costo de oportunidad, es el rendimiento mínimo que debe ganar un proyecto para que el valor de mercado de la empresa permanezca sin cambios (p. 327).

- $VPN < 0$, el proyecto no es rentable
- $VPN = 0$, indica que se está generando el porcentaje de utilidad
- $VPN > 0$, la opción es rentable

Para el proyecto, se utilizó la tasa de interés líder correspondiente al Banco de Guatemala actualizada a enero 2017 es de 4.5%, como tipo de descuento.

$$VPN = -P_i - P_o(P/A, i, t)$$

“El valor de (P/A, i, t) es de 14.649021” (Blank, 2012, p.588)

Costo del proyecto o desembolso inicial (P_i) = Q 642,486.08

Ingreso por cobro de tarifa Q 77760 anualidad obtenida

Pagos o salidas al final de cada periodo (P_o) = Q60, 000.00 (mantenimiento)

Periodo de vida útil del proyecto (n) = 30 años

Tasa de interés (i) = 4.5%

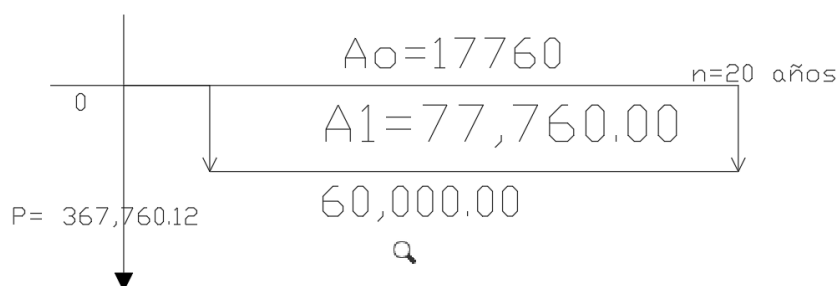
“El valor de (P/A, i, t) es de 12.9921” (Blank, 2012, p.589)

$$VPN = -P_i - P_o(P/A, i, t)$$

$$VPN = -642,486.08 - (P/A, 4.5\%, 30)$$

$$VPN = - 367779.12$$

Figura 18. Grafica del VPN, agua potable



Fuente: elaboración propia.

El VAN de este proyecto es negativo, ya que el proyecto sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo de la aldea La Majada, es de carácter social y su prioridad es satisfacer una necesidad de la población.

3.11. Tasa Interna de Retorno (TIR)

Seco (2007)

La TIR de una inversión es el tipo de descuento que anula el VAN de la misma, es decir, que lo hace igual a 0. Dicho, en otros términos, iguala el valor actual de los flujos netos de caja (Q1) al coste de la inversión A (p.13).

$$VAN = 0 = - A + \sum_{t=1}^n \frac{Q_t}{(1+K)^t}$$

Para el proyecto, la tasa interna de retorno, no se calculó, debido a que el proyecto es de carácter social.

3.12. Elaboración de presupuesto

El proyecto de mejoramiento y ampliación de sistema de abastecimiento de agua de la aldea La Majada, San Jacinto tiene un costo total de ejecución de seis cientos cuarenta y dos mil cuatrocientos ochenta y seis 08/100. (Q. 642,486.08), con precios actualizados al mes de abril del año 2017.

3.12.1. Integración de precios unitarios

Tabla 35. Resumen del presupuesto por renglón

PROYECTO					
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR BOMBEO, ALDEA LA MAJADA, MUNICIPIO DE SAN JACINTO, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA.					
Ubicación: La Majada					
Municipio: San Jacinto					
Departamento: Chiquimula					
PRESUPUESTO GENERAL					
No.	REGLON	CANT.	U.	P.U.	SUB-TOTAL
1	REPLANTEO TOPOGRÁFICO	1431.28	m	Q 2.73	Q 3,907.39
2	LIMPIA Y CHAPEO	1431.28	m	Q 2.12	Q 3,034.31
3	EXCAVACION	1431.28	m	Q 16.81	Q 24,059.82
4	CASETA DE BOMBEO	1.00	U.	Q 45,396.37	Q 45,396.37
5	LINEA DE BOMBEO Y EQUIPO DE BOMBEO	1.00	U.	Q165,691.77	Q 165,691.77
6	TANQUE DE DISTRIBUCION	1.00	U.	Q165,684.14	Q 165,684.14
7	HIPOCLORADOR	1.00	U.	Q 7,236.36	Q 7,236.36
8	CAJA Y VALVULA COMPUERTA EN LÍNEA DISTRIBUCION	4.00	U.	Q 2,524.86	Q 10,099.44
9	TUBERIA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN DE 2 1/2" 160PSI	150.00	m	Q 93.41	Q 14,011.50
10	TUBERIA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN DE 1 1/2" 160PSI	24.00	m	Q 288.00	Q 6,912.00
11	TUBERIA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN DE 1 1/4" 160PSI	330.00	m	Q 38.98	Q 12,863.40
12	TUBERIA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN DE 1", 3/4" y 1/2"160PSI	816.00	m	Q 32.13	Q 26,218.08
13	CONEXIONES DOMICILIARES	108	U.	Q 1,337.34	Q 144,432.72
14	RELLENO Y COMPACTACIÓN	1431.28	m	Q 9.04	Q 12,938.77
SUMA DE REGLONES					Q 642,486.08

Fuente: elaboración propia.

Tabla 36. **Replanteo topográfico**

No.	REGLON	CANT.	U.	P.U.	SUB-TOTAL
1	REPLANTEO TOPOGRÁFICO	1,431.28	m		
	Materiales				
	Equipo de topografía	2.00	días	Q 600.00	Q 1,200.00
	Estacas	350.00	unidad	Q 1.00	Q 350.00
	Pintura	2.00	unidad	Q 30.00	Q 60.00
	Clavos 2 1/2"	2.00	lb	Q 7.00	Q 14.00
	Cal	1.00	saco	Q 33.00	Q 33.00
		SUB-TOTAL			Q 1,657.00
	Mano de obra				
	Topografo	2.00	días	Q 375.00	Q 750.00
	Cadenero	2.00	días	Q 100.00	Q 200.00
	Ayudante	2.00	días	Q 75.00	Q 150.00
		SUB-TOTAL .:			Q 1,100.00
		COSTO DIRECTO:			Q 2,757.00
		P.U.			Q 1.93
		INDIRECTO:			Q 0.80
		IMPUESTOS(IVA E ISR) 6%			Q 0.12
		GASTOS ADMINISTRATIVOS 15%			Q 0.29
		IMPREVISTOS 5%			Q 0.10
		UTILIDAD 15%			Q 0.29
		P.U. FINAL		m	Q 2.73
		TOTAL:			Q 3,907.39

Fuente: elaboración propia.

Tabla 37. Limpia y chapeo

No.	REGLON	CANT.	U.	P.U.	SUB-TOTAL
2	LIMPIA Y CHAPEO	1,431.28	m		
	Materiales				
	Machetes	5.00	unidad	Q 45.00	Q 225.00
	Carretillas	4.00	unidad	Q 550.00	Q 2,200.00
	Palas	4.00	unidad	Q 110.00	Q 440.00
				SUB-TOTAL	Q 440.00
	Mano de obra				
	Limpia y chapeo	1431.28	m	Q 1.50	Q 2,146.92
				SUB-TOTAL	Q 2,146.92
				COSTO DIRECTO:	Q 2,146.92
				P.U.	Q 1.50
				INDIRECTO:	Q 0.62
				IMPUESTOS(IVA E ISR) 6%	Q 0.09
				GASTOS ADMINISTRATIVOS 15%	Q 0.23
				IMPREVISTOS 5%	Q 0.08
				UTILIDAD 15%	Q 0.23
				P.U. FINAL	Q 2.12
				TOTAL:	Q 3,034.31

Fuente: elaboración propia.

Tabla 38. **Excavación**

No.	REGLON	CANT.	U.	P.U.	SUB-TOTAL
3	EXCAVACION	1431.28	m		
	Materiales				
	Cal	3.00	saco	Q 33.00	Q 99.00
	Piochas	6.00	und	Q 125.00	Q 750.00
	Palas	4.00	und	Q 110.00	Q 440.00
				SUB-TOTAL	Q 1,289.00
	Mano de obra				
	Excavación	1431.28	m	Q 11.00	Q 15,744.08
				SUB-TOTAL	Q 15,744.08
				COSTO DIRECTO:	Q 17,033.08
				P.U.	Q 11.90
				INDIRECTO:	Q 4.91
				IMPUESTOS(IVA E ISR) 6%	Q 0.75
				GASTOS ADMINISTRATIVOS 15%	Q 1.79
				IMPREVISTOS 5%	Q 0.60
				UTILIDAD 15%	Q 1.79
				P.U. FINAL	Q 16.81
				TOTAL:	Q 24,059.82

Fuente: elaboración propia.

Tabla 39. Caseta de bombeo

No.	REGLON	CANT.	U.	P.U.	SUB-TOTAL
4	CASETA DE BOMBEO	1.00	U.		
	Materiales				
	Block de 0.15X0.20X0.40 m. tipo clase C 25kg/cm ²	460.00	unidad	Q 3.10	Q 1,426.00
	Hierro No.2 G40	30.00	varilla	Q 12.00	Q 360.00
	Hierro No.3 G40	44.00	varilla	Q 20.00	Q 880.00
	Cemento UGC 4000PSI	45.00	saco	Q 76.00	Q 3,420.00
	Arena de río	5.00	m ³	Q 200.00	Q 1,000.00
	Piedrín triturado 1/2"	8.00	m ³	Q 250.00	Q 2,000.00
	Madera rustica	400.00	pie tabla	Q 6.00	Q 2,400.00
	Clavos 2 1/2'	30.00	lb	Q 7.00	Q 210.00
	Alambre de amarre	20.00	lb	Q 7.00	Q 140.00
	Puerta metálica 1 m x 2.2m	2.00	unidad	Q 950.00	Q 1,900.00
	Alambre THW cal. 12	14.00	m	Q 8.00	Q 112.00
	Tubo pvc 3 metros para ducto electrico 1/2"	4.00	unidad	Q 10.20	Q 40.80
	Tubo pvc 3 metros para ducto electrico 1 1/4"	5.00	unidad	Q 22.90	Q 114.50
	Coplas de PVC 1/2"	10.00	unidad	Q 0.90	Q 9.00
	Coplas de PVC 1 1/4"	8.00	unidad	Q 1.90	Q 15.20
	Curva de PVC 1/2"	6.00	unidad	Q 1.50	Q 9.00
	Curva de PVC 1 1/4"	3.00	unidad	Q 5.90	Q 17.70
	Armadura doble de baquelita	1.00	unidad	Q 10.00	Q 10.00
	Interruptor sencillo de doble baquelita	1.00	unidad	Q 20.00	Q 20.00
	Plafonera	2.00	unidad	Q 8.00	Q 16.00
	Candado 50 mm	2.00	unidad	Q 50.00	Q 100.00
	Bombilla ahorradora de 60 watts	2.00	unidad	Q 15.00	Q 30.00
	Caja rectangular para empotrar	2.00	unidad	Q 6.00	Q 12.00
	Caja octagonal	2.00	unidad	Q 6.00	Q 12.00
	Cinta de aislar	10.00	unidad	Q 8.00	Q 80.00
	Tablero para flipon	1.00	unidad	Q 150.00	Q 150.00
	Cable calibre #14	30.00	m	Q 6.50	Q 195.00
	Tubo galvanizado de 1 1/2" x 6 m	6.00	unidad	Q 280.00	Q 1,680.00
	Flipon de 20 A	4.00	unidad	Q 25.00	Q 100.00
	Malla exagonal de 1.5 m x 25 m Rombo de 2 3/4"	1.00	rollo	Q 350.00	Q 350.00
				SUB-TOTAL	Q 16,809.20

Mano de obra				
Cimiento	28.00	m	Q 80.00	Q 2,240.00
Columnas	15.10	m	Q 80.00	Q 1,208.00
Solera de humedad	28.00	m	Q 80.00	Q 2,240.00
Solera intermedia	11.00	m	Q 75.00	Q 825.00
Solera de corona	11.00	m	Q 85.00	Q 935.00
Viga de concreto	11.00	m	Q 60.00	Q 660.00
Levantado de muro de block	15.00	m ²	Q 75.00	Q 1,125.00
Losa de concreto	7.00	m ²	Q 200.00	Q 1,400.00
Fundición de piso de torta de concreto	7.00	m ²	Q 150.00	Q 1,050.00
Instalacion de piedrin circulada de pozo y garita	36.00	m ²	Q 40.00	Q 1,440.00
Instalación eléctrica de iluminacion y fuerza de caseta de bombeo	1.00	unidad	Q 1,000.00	Q 1,000.00
Instalacion de malla y tuberia galvanizada	24.00	m	Q 50.00	Q 1,200.00
SUB-TOTAL				Q 15,323.00
COSTO DIRECTO:				Q 32,132.20
P.U.				Q 32,132.20
INDIRECTO:				Q 13,264.17
IMPUESTOS(IVA E ISR) 6%				Q 2,017.90
GASTOS ADMINISTRATIVOS 15%				Q 4,819.83
IMPREVISTOS 5%				Q 1,606.61
UTILIDAD 15%				Q 4,819.83
P.U. FINAL			Unidad	Q 45,396.37
TOTAL:				Q 45,396.37

Fuente: elaboración propia.

Tabla 40. Línea de bombeo y equipo de bombeo

No.	REGLON	CANT.	U.	P.U.	SUB-TOTAL
5	LÍNEA DE BOMBEO Y EQUIPO DE BOMBEO	1.00	U.		
	Materiales				
	Tubería HG galvanizada, diametro de 2 1/2" T.L 700 PSI x 6 m	42.00	unidad	Q 645.00	Q 27,090.00
	Codo a 90° diametro de 2 1/2 " HG	2.00	unidad	Q 150.00	Q 300.00
	Manometro amortiguado	1.00	unidad	Q 110.00	Q 110.00
	Motor y bomba centrífuga 15 HP	1.00	unidad	Q 27,860.00	Q 27,860.00
	Panel de control	1.00	unidad	Q 3,320.00	Q 3,320.00
	Llave de esfera de 2 1/2'	1.00	unidad	Q 790.00	Q 790.00
	Electrodos de acero inoxidable	3.00	unidad	Q 120.00	Q 360.00
	Guarda nivel de electrodos	1.00	unidad	Q 1,500.00	Q 1,500.00
	Cheque de paso de 2 1/2" Ø	2.00	unidad	Q 1,250.00	Q 2,500.00
	Gabinete con controles	1.00	unidad	Q 5,700.00	Q 5,700.00
	Metros de cable sumergibles para motor	150.00	m	Q 126.00	Q 18,900.00
	Metros de cable sumergibles para guardaniveles	150.00	m	Q 14.20	Q 2,130.00
	Collarin	1.00	unidad	Q 350.00	Q 350.00
	Sello Sanitario	1.00	unidad	Q 400.00	Q 400.00
	Guarda nivel Inreco	1.00	unidad	Q 87.00	Q 87.00
	Camisa de enfriamiento para bomba	1.00	unidad	Q 800.00	Q 800.00
	Cemento UGC 4000 psi	10.00	unidad	Q 76.00	Q 760.00
	Arena de rio	2.00	unidad	Q 150.00	Q 300.00
	Piedrin triturado	2.00	unidad	Q 225.00	Q 450.00
	Madera rustica	75.00	pie-tablar	Q 7.00	Q 525.00
	Clavo de 2"	5.00	lb	Q 7.00	Q 35.00
	Alambre de amarre	15.00	lb	Q 8.00	Q 120.00
	Hierro No.2 G40	4.00	varilla	Q 12.00	Q 48.00
	Hierro No.3 G40	6.00	varilla	Q 20.00	Q 120.00
				SUB-TOTAL	Q 94,555.00

Mano de obra				
Colocación de tubería	252.00	m	Q 12.00	Q 3,024.00
Anclajes de para tubería de 2 1/2" (20x20x60)	17.00	unidad	Q 100.00	Q 1,700.00
Servicio de grúa	1.00	unidad	Q 6,900.00	Q 9,000.00
Colocacion de bomba y equipo	1.00	unidad	Q15,000.00	Q 9,000.00
SUB-TOTAL				Q 22,724.00
COSTO DIRECTO:				Q 117,279.00
P.U.				Q 117,279.00
INDIRECTO:				Q 48,412.77
IMPUESTOS(IVA E ISR) 6%				Q 7,365.12
GASTOS ADMINISTRATIVOS 15%				Q 17,591.85
IMPREVISTOS 5%				Q 5,863.95
UTILIDAD 15%				Q 17,591.85
P.U. FINAL			U.	Q 165,691.77
TOTAL:				Q 165,691.77

Fuente: elaboración propia.

Tabla 41. Tanque de distribución

No.	REGLON	CANT.	U.	P.U.	SUB-TOTAL
6	TANQUE DE DISTRIBUCION	1.00	U.		
	Materiales				
	Cemento UGC 4000PSI	260.00	saco	Q 76.00	Q 19,760.00
	Arena de río	25.00	m ³	Q 150.00	Q 3,750.00
	Piedrin triturado	4.00	m ³	Q 225.00	Q 900.00
	Piedra bola	41.00	m ³	Q 150.00	Q 6,150.00
	Madera rustica	1250.00	pie-tabla	Q 7.00	Q 8,750.00
	Clavo de 2 1/2"	50.00	lb	Q 7.00	Q 350.00
	Alambre de amarre	100.00	lb	Q 250.00	Q 25,000.00
	Hierro No.2 G40	15.00	varilla	Q 12.00	Q 180.00
	Hierro No.3 G40	132.00	varilla	Q 20.00	Q 2,640.00
	Hierro No.4 G40	9.00	varilla	Q 35.00	Q 315.00
	Hierro No.5 G40	8.00	varilla	Q 50.00	Q 400.00
	Candado de interperie	4.00	unidad	Q 75.00	Q 300.00
	Tubo de drenaje de 3" 80 PSI	2.00	unidad	Q 112.80	Q 225.60
	Adaptador macho de 3" PVC	10.00	unidad	Q 37.70	Q 377.00
	Codo pvc 3" X 90° drenaje	5.00	unidad	Q 16.90	Q 84.50
	Válvula de compuerta de 3" de PVC	3.00	unidad	Q 300.00	Q 900.00
	Válvula de compuerta de 2 1/2 " bronce	2.00	unidad	Q 730.00	Q 1,460.00
	Tubo HG diam. 3" cedula 40	2.00	unidad	Q 807.00	Q 1,614.00
	Codo HG 45° diam. 3"	3.00	unidad	Q 250.00	Q 750.00
	Codo HG 90° diam. 3"	2.00	unidad	Q 225.00	Q 450.00
	Niple HG diam. 3" 0.30 m	3.00	unidad	Q 850.00	Q 2,550.00
				SUB-TOTAL	Q 76,906.10

Mano de obra				
Excavación	15.00	m ³	Q 80.00	Q 1,200.00
Muro de mampostería de piedra	56.00	m ³	Q 400.00	Q 22,400.00
Viga de concreto reforzado	4.15	m	Q 150.00	Q 622.50
Solera de corona	24.30	m	Q 150.00	Q 3,645.00
Losa de concreto reforzado	34.00	m ²	Q 200.00	Q 6,800.00
Repello y cernido del muro	95.00	m ²	Q 60.00	Q 5,700.00
SUB-TOTAL				Q 40,367.50
COSTO DIRECTO:				Q 117,273.60
P.U.				Q 117,273.60
INDIRECTO:				Q 48,410.54
IMPUESTOS(IVA E ISR) 6%				Q 7,364.78
GASTOS ADMINISTRATIVOS 15%				Q 17,591.04
IMPREVISTOS 5%				Q 5,863.68
UTILIDAD 15%				Q 17,591.04
P.U. FINAL			U.	Q 165,684.14
TOTAL:				Q 165,684.14

Fuente: elaboración propia.

Tabla 42. Hipoclorador

No.	REGLON	CANT.	U.	P.U.	SUB-TOTAL
7	HIPOCLORADOR	1.00	U.		
	Materiales				
	Cemento UGC	10.00	saco	Q 76.00	Q 760.00
	Arena de río	1.00	m³	Q 150.00	Q 150.00
	Piedrin triturado	1.00	m³	Q 225.00	Q 225.00
	Madera rustica	150.00	pie-tabla	Q 7.00	Q 1,050.00
	Clavo de 2"	7.00	lb	Q 8.00	Q 56.00
	Alambre de amarre	7.00	lb	Q 7.00	Q 49.00
	Hierro No.2 G40	1.00	varilla	Q 12.00	Q 12.00
	Hierro No.3 G40	17.00	varilla	Q 20.00	Q 340.00
	Tee reductora de HG de 21/2" a 1/2"	1.00	unidad	Q 125.00	Q 125.00
	Tubería PVC diam. 1/2" 315 PSI	3.00	unidad	Q 30.00	Q 90.00
	Tubería HG diam. 1/2" 700 PSI	3.00	unidad	Q 95.00	Q 285.00
	Codo 90° diam. 1/2" HG	3.00	unidad	Q 10.00	Q 30.00
	Codo 45° diam. 1/2" HG	3.00	unidad	Q 10.00	Q 30.00
	Válvula de compuerta de diam. 1/2" Br	3.00	unidad	Q 70.00	Q 210.00
	Adaptador macho de diam. 1/2" PVC	6.00	unidad	Q 5.00	Q 30.00
	Hipoclorito de calcio	33.00	tableta	Q 10.00	Q 330.00
	Candado 50 mm	3.00	unidad	Q 50.00	Q 150.00
		SUB-TOTAL			Q 3,922.00
	Mano de obra				
	Losa de concreto reforzado	1.00	m2	200.00	Q 200.00
	Muro de concreto reforzado	4.00	m2	200.00	Q 800.00
	Tapadera de concreto reforzado	1.00	Unidad	200.00	Q 200.00
		SUB-TOTAL			Q 1,200.00
	COSTO DIRECTO:				Q 5,122.00
	P.U.				Q 5,122.00
	INDIRECTO:				Q 2,114.36
	IMPUESTOS(IVA E ISR) 6%				Q 321.66
	GASTOS ADMINISTRATIVOS 15%				Q 768.30
	IMPREVISTOS 5%				Q 256.10
	UTILIDAD 15%				Q 768.30
	P.U. FINAL			U.	Q 7,236.36
	TOTAL:				Q 7,236.36

Fuente: elaboración propia.

Tabla 43. Caja y válvula compuerta en línea de distribución

No.	REGLON	CANT.	U.	P.U.	SUB-TOTAL
8	CAJA Y VALVULA COMPUERTA EN LÍNEA DISTRIBUCION	4.00	U.		
	Materiales				
	Cemento UGC 4000PSI	8.00	saco	Q 76.00	Q 608.00
	Arena	1.00	m ³	Q 150.00	Q 150.00
	Piedrín triturado	1.00	m ³	Q 225.00	Q 225.00
	Piedra bola	1.00	m ³	Q 250.00	Q 250.00
	Madera rustica	100.00	pie-tabla	Q 7.00	Q 700.00
	Clavo 2 1/2"	10.00	lb	Q 8.00	Q 80.00
	Hierro No.2 G40	10.00	varilla	Q 12.00	Q 120.00
	Hierro No.3 G40	25.00	varilla	Q 20.00	Q 500.00
	Alambre de amarre	15.00	lb	Q 7.00	Q 105.00
	Candado para intemperie	4.00	unidad	Q 65.00	Q 260.00
	Adaptador macho pvc de 2 1/2"	3.00	unidad	Q 29.30	Q 87.90
	Adaptador macho pvc de 1 1/4"	1.00	unidad	Q 5.80	Q 5.80
	Tubo de PVC 3/4" 250 psi para limpieza	2.00	unidad	Q 52.00	Q 104.00
	Codo de 90° de 3/4" PVC	4.00	unidad	Q 3.20	Q 12.80
	Válvula de compuerta de 2 1/2" bronce	3.00	unidad	Q 530.00	Q 1,590.00
	Válvula de compuerta de 1 1/4" bronce	1.00	unidad	Q 150.00	Q 150.00
				SUB-TOTAL	Q 4,948.50
	Mano de obra				
	Construcción de caja de valvula de compuerta e instalación (80cmx85cmx60cm)	4.00	unidad	Q 550.00	Q 2,200.00
				SUB-TOTAL	Q 2,200.00
				COSTO DIRECTO:	Q 7,148.50
				P.U.	Q 1,787.13
				INDIRECTO:	Q 737.73
				IMPUESTOS(IVA E ISR) 6%	Q 112.23
				GASTOS ADMINISTRATIVOS 15%	Q 268.07
				IMPREVISTOS 5%	Q 89.36
				UTILIDAD 15%	Q 268.07
				P.U. FINAL	Q 2,524.86
				TOTAL:	Q 10,099.44

Fuente: elaboración propia.

Tabla 44. Tubería línea de distribución de 2 1/2" 160 PSI

No.	REGLON	CANT.	U.	P.U.	SUB-TOTAL
9	TUBERIA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN DE 2 1/2" 160PSI	150.00	m		
	Materiales				
	Tubo PVC de 2 1/2" 160 PSI ASTM D2241	25.00	tubo	Q 280.00	Q 7,000.00
	Tee PVC campana cementada 2 1/2"	6.00	unidad	Q 154.60	Q 927.60
	Reducto bushing de 2 1/2" a 1 1/4"	1.00	unidad	Q 37.60	Q 37.60
	Reducto bushing de 2 1/2" a 1 1/2"	1.00	unidad	Q 37.60	Q 37.60
	Cemento solvente	0.25	galón	Q 462.10	Q 115.53
				SUB-TOTAL	Q 8,118.33
	Mano de obra				
	Colocación de tubería	150.00	m	Q 12.00	Q 1,800.00
				SUB-TOTAL	Q 1,800.00
				COSTO DIRECTO:	Q 9,918.33
				P.U.	Q 66.12
				INDIRECTO:	Q 27.29
				IMPUESTOS(IVA E ISR) 6%	Q 4.15
				GASTOS ADMINISTRATIVOS 15%	Q 9.92
				IMPREVISTOS 5%	Q 3.31
				UTILIDAD 15%	Q 9.92
				P.U. FINAL	Q 93.410
				TOTAL:	Q 14,011.50

Fuente: elaboración propia.

Tabla 45. Tubería línea de distribución de 1 1/2" 160 PSI

No.	REGLON	CANT.	U.	P.U.	SUB-TOTAL
10	TUBERIA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN DE 1 1/2" 160PSI	24.00	m		
	Materiales				
	Tubo PVC de 1 1/2" 160 PSI ASTM D2241	6.00	unidad	Q 125.00	Q 750.00
	Reducto bushing de 1 1/2" a 1 1/4"	1.00	unidad	Q 8.20	Q 8.20
	Codo de 45 ° de 1 1/2"	3.00	unidad	Q 14.60	Q 17.60
	Cemento solvente	0.125	galón	Q 462.10	Q 57.76
		SUB-TOTAL			Q 833.56
	Mano de obra				
	Colocación de tubería	24.00	m	Q 12.00	Q 288.00
		SUB-TOTAL			Q 288.00
		COSTO DIRECTO:			Q 1,121.56
		P.U.			Q 46.73
		INDIRECTO:			Q 19.29
		IMPUESTOS(IVA E ISR) 6%			Q 2.93
		GASTOS ADMINISTRATIVOS 15%			Q 7.01
		IMPREVISTOS 5%			Q 2.34
		UTILIDAD 15%			Q 7.01
		P.U. FINAL		m	Q 66.02
		TOTAL:			Q 1,584.48

Fuente: elaboración propia.

Tabla 46. Tubería línea de distribución de 1 1/4" 160 PSI

No.	REGLON	CANT.	U.	P.U.	SUB-TOTAL
11	TUBERIA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN DE 1 1/4" 160PSI	330.00	m		
	Materiales				
	Tubo PVC de 1 1/4" 160 PSI ASTM D2241	55.00	tubo	Q 90.00	Q 4,950.00
	Reducto bushing de 1 1/4" a 1"	3.00	unidad	Q 7.50	Q 22.50
	Cemento solvente	0.375	galón	Q 462.10	Q 173.29
		SUB-TOTAL			Q 5,145.79
	Mano de obra				
	Colocación de tubería	330.00	m	Q 12.00	Q 3,960.00
		SUB-TOTAL			Q 3,960.00
		COSTO DIRECTO:			Q 9,105.79
		P.U.			Q 27.59
		INDIRECTO:			Q 11.39
		IMPUESTOS(IVA E ISR) 6%			Q 1.73
		GASTOS ADMINISTRATIVOS 15%			Q 4.14
		IMPREVISTOS 5%			Q 1.38
		UTILIDAD 15%			Q 4.14
		P.U. FINAL		m	Q 38.98
		TOTAL:			Q 12,863.40

Fuente: elaboración propia.

Tabla 47. Tubería línea de distribución de 1", ¾" y ½" 160 PSI

No.	REGLON	CANT.	U.	P.U.	SUB-TOTAL
12	TUBERIA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN DE 1", ¾" y ½"160PSI	816.00	m		
	Materiales				
	Tubo PVC de 1" 160 PSI ASTM D2241	103.00	tubo	Q 71.00	Q 7,313.00
	Tubo PVC de ¾" 160 PSI ASTM D2241	13.00	tubo	Q 38.50	Q 500.50
	Tubo PVC de ½" 160 PSI ASTM D2241	20.00	tubo	Q 29.90	Q 598.00
	Cruz de PVC 1"	2.00	unidad	Q 39.80	Q 79.60
	Tee de PVC 1"	3.00	unidad	Q 7.30	Q 21.90
	Reducto bushingde PVC 1" a ¾"	6.00	unidad	Q 3.40	Q 20.40
	Cemento solvente	0.75	galón	Q 462.10	Q 346.58
				SUB-TOTAL	Q 8,879.98
	Mano de obra				
	Colocación de tubería	816.00	m	Q 12.00	Q 9,792.00
				SUB-TOTAL	Q 9,792.00
				COSTO DIRECTO:	Q 18,671.98
				P.U.	Q 22.88
				INDIRECTO:	Q 9.44
				IMPUESTOS(IVA E ISR) 6%	Q 1.44
				GASTOS ADMINISTRATIVOS 15%	Q 3.43
				IMPREVISTOS 5%	Q 1.14
				UTILIDAD 15%	Q 3.43
				P.U. FINAL	Q 32.32
				TOTAL:	Q 26,373.12

Fuente: elaboración propia.

Tabla 47. **Conexiones domiciliarias**

No.	REGLON	CANT.	U.	P.U.	SUB-TOTAL
13	CONEXIONES DOMICILIARES	108.00	U.		
	Materiales				
	Tee reductora de diam. 2 1/2" a 1/2" PVC	5.00	unidad	Q 123.00	Q 615.00
	Tee reductora de diam. 1 1/2" a 1/2" PVC	48.00	unidad	Q 30.00	Q 1,440.00
	Tee reductora de diam. 1 " a 1/2" PVC	55.00	unidad	Q 12.00	Q 660.00
	Reducto bushing de 1 1/2" a 1 1/4"	54.00	unidad	Q 8.20	Q 442.80
	Tubo diam. 1/2" PVC 315 PSI	324.00	unidad	Q 43.00	Q 13,932.00
	Llave de paso diam 1/2" bronce	108.00	unidad	Q 47.00	Q 5,076.00
	Codo 90° diam. 1/2" PVC con rosca	108.00	unidad	Q 3.50	Q 378.00
	Codo 90° diam. 1/2" PVC	108.00	unidad	Q 2.00	Q 216.00
	Niple diam. 1/2" HG 1.00 m	108.00	unidad	Q 20.00	Q 2,160.00
	Niple diam. 1/2 HG 0.15 m	108.00	unidad	Q 5.00	Q 540.00
	Copla diam. 1/2" HG	108.00	unidad	Q 2.00	Q 216.00
	Chorro diam. 1/2" bronce	108.00	unidad	Q 37.00	Q 3,996.00
	Tubo diam. 2" PVC 100 PSI	7.00	unidad	Q 120.00	Q 840.00
	Medidor diam. 1/2" bronce	108.00	unidad	Q 150.00	Q 16,200.00
	Adaptador hembra diam. 1/2" PVC	324.00	unidad	Q 1.50	Q 486.00
	Adaptador macho diam. 1/2" PVC	216.00	unidad	Q 1.50	Q 324.00
	Codo 90° diam 1/2 HG	108.00	unidad	Q 7.50	Q 810.00
	Cemento UGC 4000 PSI	25.00	saco	Q 76.00	Q 1,900.00
	Arena de río	2.00	m ³	Q 150.00	Q 300.00
	Piedrín	2.00	m ³	Q 225.00	Q 450.00
	Caja prefabricada para llave de paso	108.00	unidad	Q 80.00	Q 8,640.00
	Acero liso diam. 1/4" grado 40	35.00	varilla	Q 14.00	Q 490.00
				SUB-TOTAL	Q 60,111.80
	Mano de obra				
	Excavación	216.00	m3	Q 80.00	Q 17,280.00
	Relleno	216.00	m3	Q 15.00	Q 3,240.00
	Instalación de tubería y accesorios	108.00	unidad	Q 200.00	Q 21,600.00
				SUB-TOTAL	Q 42,120.00
				COSTO DIRECTO:	Q 102,231.80
				P.U.	Q 946.59
				INDIRECTO:	Q 390.75
				IMPUESTOS(IVA E ISR) 6%	Q 59.45
				GASTOS ADMINISTRATIVOS 15%	Q 141.99
				IMPREVISTOS 5%	Q 47.33
				UTILIDAD 15%	Q 141.99
				P.U. FINAL	Q 1,337.34
				TOTAL:	Q 144,432.72

Fuente: elaboración propia

Tabla 48. **Relleno y compactación**

No.	REGLON	CANT.	U.	P.U.	SUB-TOTAL
14	RELLENO Y COMPACTACIÓN	1,431.28	m		
	Materiales				
	Apisonadores de metalicos	8.00	unidad	Q 250.00	Q 2,000.00
				SUB-TOTAL	Q 2,000.00
	Mano de obra				
	Relleno compactado	1431.28	m	Q 5.00	Q 7,156.40
				SUB-TOTAL M.O.	Q 7,156.40
	COSTO DIRECTO:				Q 9,156.40
	P.U.				Q 6.40
	INDIRECTO:				Q 2.64
	IMPUESTOS(IVA E ISR) 6%				Q 0.40
	GASTOS ADMINISTRATIVOS 15%				Q 0.96
	IMPREVISTOS 5%				Q 0.32
	UTILIDAD 15%				Q 0.96
	P.U. FINAL		m		Q 9.04
	TOTAL:				Q 12,938.77

Fuente: elaboración propia.

Tabla 49. **Detalle de gastos indirectos**

Gastos administrativos				
Plaza	Horas/día	Costo/hora	Costo mes (Q)	Subtotal (Q)
Ingeniero	8.00	Q 35.00	Q8,400.00	Q 33,600.00
Secretaria	4.00	Q 10.00	Q1,200.00	Q 4,800.00
Contador	4.00	Q 10.00	Q1,200.00	Q 3,600.00
Dibujante	6.00	Q 30.00	Q5,400.00	Q 21,600.00
			Total (Q)	Q63,600.00
Alquileres y depreciaciones				
Plaza	día/mes	Costo/hora	Costo mes Q.	Subtotal (Q)
Alquiler de local	30	Q 14.00	Q 420.00	Q 1,680.00
Energía eléctrica, internet, teléfono	30	Q 5.00	Q 150.00	Q 600.00
Mantenimiento en general	30	Q 5.00	Q 150.00	Q 600.00
			Total (Q)	Q 2,880.00
Obligaciones y seguros				
Renglón	Costo/mes (Q)			Subtotal (Q)
Seguros varios	Q	335.00		Q 1,340.00
			Total (Q)	Q 1,340.00
Total (Q)				Q67,820.00
% de costos directos				15.00%

Desglose de impuestos	
Total de materiales	Q 280,030.46
Total mano de obra y equipo	Q 172,240.23
Total costos directos	Q 452,270.69
Descripción	Costos (Q)
Utilidad 15% (costos directos)	Q 67,840.60
Descripción	Costos (Q)
ISR 25% (de utilidad)	Q 16,960.15
IVA 12%	Q 22,704.05
Total de impuestos	Q 39,664.20
Porcentaje de impuestos sobre costos directos	6%

Fuente: elaboración propia.

3.12.2. Cronograma de ejecución físico y financiero

Tabla 50. Cronograma de actividades

CRONOGRAMA DE EJECUCION FISICA Y FINANCIERA																						
No.	DESCRIPCIÓN RENGLON	TOTAL	PERIODO DE EJECUCION																PONDERACION (%)			
			MES 1				MES 2				MES 3				MES 4							
1	REPLANTEO TOPOGRÁFICO	Q 3,907.39	■	■																0.61%		
2	LIMPIA Y CHAPEO	Q 3,034.31			■	■														0.47%		
3	EXCAVACION	Q 24,059.82					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			3.74%		
4	CASETA DE BOMBEO	Q 45,396.37									■	■	■	■	■					7.06%		
5	LINEA DE BOMBEO Y EQUIPO DE BOMBEO	Q 165,691.77						■	■	■	■	■	■	■	■	■				25.78%		
6	TANQUE DE DISTRIBUCION	Q 165,684.14						■	■	■	■	■	■	■	■	■				25.78%		
7	HIPOCLORADOR	Q 7,236.36																■	■	1.13%		
8	CAJA Y VALVULA COMPUERTA EN LÍNEA DISTRIBUCION	Q 10,099.44						■	■	■	■	■	■	■	■					1.57%		
9	TUBERIA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN DE 2 1/2" 160PSI	Q 14,011.50						■	■	■	■									2.18%		
10	TUBERIA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN DE 1 1/2" 160PSI	Q 6,912.00						■												1.08%		
11	TUBERIA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN DE 1 1/4" 160PSI	Q 12,863.40							■	■	■	■	■	■	■					2.00%		
12	TUBERIA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN DE 1", 3/4" y 1/2"160PSI	Q 26,373.12										■	■	■	■					4.10%		
13	CONEXIONES DOMICILIARES	Q 144,432.72						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		22.47%		
14	RELLENO Y COMPACTACIÓN	Q 12,938.77										■	■	■	■	■	■	■		2.01%		
	TOTALES	Q 642,641.12																	100.00%			

Fuente: elaboración propia.

Tabla 51. Resumen de materiales

LISTADO DE MATERIALES			
No.	Material	Cantidad	Unidad
1	Estacas	350.00	unidad
2	Clavos 2 1/2"	97.00	lb
3	Cal	4.00	saco
4	Cemento UGC 4000PSI	333.00	saco
5	Arena de río	34.00	m ³
6	Block de 0.15X0.20X0.40 m. tipo clase C 25kg/cm2	460.00	unidad
7	Piedrin triturado	18.00	m ³
8	Piedra bola	42.00	m ³
9	Madera rustica	1975.00	pie-tabla
10	Alambre de amarre	157.00	lb
11	Hierro No.2 G40	95.00	varilla
12	Hierro No.3 G40	199.00	varilla
13	Hierro No.4 G40	9.00	varilla
14	Hierro No.5 G40	8.00	varilla
15	Candado de interperie	8.00	unidad
16	Tubo de drenaje de 3" 80 PSI	2.00	unidad
17	Adaptador macho de 3" PVC	10.00	unidad
18	Codo pvc 3" X 90° drenaje	5.00	unidad
19	Válvula de compuerta de 3" de PVC	3.00	unidad
20	Válvula de compuerta de 2 1/2 " bronce	2.00	unidad
21	Tubo HG diam. 3" cedula 40	2.00	unidad
22	Codo HG 45° diam. 3"	3.00	unidad
23	Codo HG 90° diam. 3"	2.00	unidad
24	Niple HG diam. 3" 0.30 m	3.00	unidad
25	Alambre THW cal. 12	14.00	m
26	Tubo PVC 3 metros para ducto eléctrico 1/2"	4.00	unidad
27	Tubo PVC 3 metros para ducto eléctrico 1 1/4"	5.00	unidad
28	Coplas de PVC 1/2"	10.00	unidad
29	Coplas de PVC 1 1/4"	8.00	unidad
30	Curva de PVC 1/2"	6.00	unidad
31	Curva de PVC 1 1/4"	3.00	unidad

32	Armadura doble de baquelita	1.00	unidad
33	Interruptor sencillo de doble baquelita	1.00	unidad
34	Plafonera	2.00	unidad
35	Candado 50 mm	2.00	unidad
36	Bombilla ahorradora de 60 watts	2.00	unidad
37	Caja rectangular para empotrar	2.00	unidad
38	Caja octagonal	2.00	unidad
39	Cinta de aislar	10.00	unidad
40	Tablero para flipon	1.00	unidad
41	Cable calibre #14	30.00	m
42	Tubo galvanizado de 1 1/2" x 6 m	6.00	unidad
43	Flipon de 20 A	4.00	unidad
44	Malla exagonal de 1.5 m x 25 m Rombo de 2 3/4"	1.00	rollo
45	Tubo PVC de 2 1/2" 160 PSI ASTM D2241	25.00	unidad
46	Tubo PVC de 1 1/2" 160 PSI ASTM D2241	6.00	unidad
47	Tubo PVC de 1 1/4" 160 PSI ASTM D2241	55.00	unidad
48	Tubo PVC de 1" 160 PSI ASTM D2241	103.00	unidad
49	Tubo PVC de 3/4" 160 PSI ASTM D2241	15.00	unidad
50	Tubo PVC de 1/2" 160 PSI ASTM D2241	347.00	unidad
51	Tee PVC campana cementada 2 1/2"	6.00	unidad
52	Reducto bushing de 2 1/2" a 1 1/4"	1.00	unidad
53	Reducto bushing de 2 1/2" a 1 1/2"	1.00	unidad
54	Cemento solvente	1.50	gálon
55	Reducto bushing de 1 1/4" a 1"	3.00	unidad
56	Cruz de PVC 1"	2.00	unidad
57	Tee de PVC 1"	3.00	unidad
58	Reducto bushingde PVC 1" a 3/4"	6.00	unidad
59	Adaptador macho pvc de 2 1/2"	3.00	unidad
60	Adaptador macho pvc de 1 1/4"	1.00	unidad
61	Codo de 90° de 3/4" PVC	4.00	unidad
62	Válvula de compuerta de 2 1/2" bronce	3.00	unidad
63	Válvula de compuerta de 1 1/4" bronce	1.00	unidad
64	Tubería HG galvanizada, diámetro de 2 1/2" T.L 700 PSI x 6 m	42.00	unidad
65	Codo a 90° diametro de 2 1/2 " HG	2.00	unidad
66	Manómetro amortiguado	1.00	unidad
67	Motor y bomba centrífuga 15 HP	1.00	unidad
68	Panel de control	1.00	unidad

69	Llave de esfera de 2 1/2'	1.00	unidad
70	Electrodos de acero inoxidable	3.00	unidad
71	Guarda nivel de electrodos	1.00	unidad
72	Cheque de paso de 2 1/2" Ø	2.00	unidad
73	Gabinete con controles	1.00	unidad
74	Metros de cable sumergibles para motor	150.00	m
75	Metros de cable sumergibles para guardaniveles	150.00	m
76	Collarín	1.00	unidad
77	Sello sanitario	1.00	unidad
78	Guarda nivel	1.00	unidad
79	Camisa de enfriamiento para bomba	1.00	unidad
80	Tee reductora de HG de 2 1/2" a 1/2"	1.00	unidad
81	Tubería HG diam. 1/2" 700 PSI	3	unidad
82	Adaptador macho de diam. 1/2" PVC	222.00	unidad
83	Codo 90° diam. 1/2" HG	111.00	unidad
84	Tee reductora de diam. 2 1/2" a 1/2" PVC	5.00	unidad
85	Tee reductora de diam. 1 1/2" a 1/2" PVC	48.00	unidad
86	Tee reductora de diam. 1 " a 1/2" PVC	55.00	unidad
87	Reducto bushing de 1 1/2" a 1 1/4"	54.00	unidad
89	Llave de paso diam 1/2" bronce	108.00	unidad
90	Codo 90° diam. 1/2" PVC con rosca	108.00	unidad
91	Codo 90° diam. 1/2" PVC	108.00	unidad
92	Niple diam. 1/2" HG 1.00 m	108.00	unidad
93	Niple diam. 1/2 HG 0.15 m	108.00	unidad
94	Copla diam. 1/2" HG	108.00	unidad
95	Chorro diam. 1/2" bronce	108.00	unidad
96	Tubo diam. 2" PVC 100 PSI	7.00	unidad
97	Medidor diam. 1/2" bronce	108.00	unidad
98	Adaptador hembra diam. 1/2" PVC	324.00	unidad

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. La alternativa de carácter técnico de la Ingeniería Civil en el municipio de San Jacinto, será una contribución para la solución de la problemática del sistema de alcantarillado y de agua potable para el barrio El Tamarindo y de la aldea La Majada, del municipio de San Jacinto.
2. El diseño de alcantarillado sanitario del barrió El Tamarindo cabecera municipal contempla a la recolección de un caudal de $Q = 46.45 \text{ L/s}$ de aguas negras por las principales calles del barrio el Tamarindo, con cual se evita la contaminación del rio San Jacinto y con este se mejorará la calidad de vida de los 942 habitantes futuros y todos los habitantes que se abastecen del rio San Jacinto.
3. El sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo, se diseñó con tubería de HG para su conducción y PVC para su distribución, en base a las normas del Instituto de Fomento Municipal -INFOM- y a los conocimientos adquiridos en el área de hidráulica, de la carrera de Ingeniería Civil del Centro Universitario de Oriente -CUNORI-, Chiquimula.
4. El Ejercicio Profesional Supervisado de las carreras de Ingeniería, cumple con la proyección, del Centro Universitario de Oriente, proponiendo soluciones a los problemas sociales y de infraestructura que benefician a la población del municipio de San Jacinto.

RECOMENDACIONES

1. A la municipalidad de San Jacinto y COCODE, realizar las gestiones correspondientes, para obtener los recursos financieros necesarios para la ejecución de ambos proyectos, en el menor tiempo posible.
2. Al construir los proyectos, deben seguir estrictamente las especificaciones técnicas y los planos constructivos, que los materiales a utilizar sean de buena calidad y que las supervisiones técnicas las realicen profesionales en la rama de la Ingeniería Civil.
3. Realizar limpieza anual de acuerdo a un plan de mantenimiento preventivo del sistema de alcantarillado sanitario mediante agua a presión, para evitar sedimentación de las aguas residuales en época de verano.
4. La municipalidad deberá de crear un plan de mantenimiento preventivo para garantizar el funcionamiento de los equipos y la vida útil de los mismos para el sistema de bombeo y así mismo para la limpieza de la tubería de agua potable por gravedad.
5. El sistema de abastecimiento de agua, es de importancia que se realice el procedimiento de desinfección por medio de hipoclorito de calcio, pues de lo contrario podría ponerse en riesgo la salud de los consumidores. La tarifa propuesta de Q60.00 deberá revisarse periódicamente, pues la misma podría variar dependiendo las necesidades que presente el proyecto o la fluctuación de precios en los insumos necesarios para su operación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aguilar Ruiz, Pedro (2007). *Apuntes sobre el curso de ingeniería sanitaria 1.* (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería.
2. Aguilar Morales, Gili Fabrizio (2015). *Diseño de sistema de alcantarillado Sanitario para la Aldea Santa Rosalia y la edificación escolar de dos niveles para el casco urbano, Esquipulas, Chiquimula.* (Trabajo de graduación). Universidad San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería.
3. Amanco. Manual de diseño de Tubería ASTM 949 para alcantarillado sanitario y pluvial (S.F).
4. Blank, L. 2012. *Ingeniería económica.* 7 ed. Mexico, Editorial McGRAW-HILL.
5. Cabrera Riepele, Ricardo Antonio, (1989). *Apuntes de ingeniería Sanitaria 2.* (Tesis de Ingeniería Civil). Universidad San Carlos de Guatemala.
6. Cabrera Seis, Jadenón Vinicio. *Guía teórica y práctica del curso de cimentaciones I.* (Trabajo de graduación de Ing. Civil). Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1994.
7. Departamento de agua San Jacinto –DAP-, (2004). *Datos de población con servicios de agua potable.* Municipalidad de San Jacinto, Chiquimula, Guatemala.

8. Dirección Municipal de Planificación –DMP-, (2014). *Corredor tecnológico*. Municipalidad de San Jacinto, Chiquimula, Guatemala.
9. Dirección Municipal de Planificación –DMP-, (2004). *Proyecto pozo perforado la Majada*. Municipalidad de San Jacinto, Chiquimula, Guatemala.
10. Dirección Municipal de Planificación –DMP-, (2015). *Aforo fuente Pozo la Majada*. Municipalidad de San Jacinto, Chiquimula, Guatemala.
11. Guerra Flores, Gilberto de Jesús (2014). *Diseño de alcantarillado pluvial, cabecera municipal y sistema de abastecimiento de agua potable, aldea El Chagüite, municipio de Ipala, departamento de Chiquimula*. (Trabajo de graduación). Centro Universitario de Oriente. Carrera de Ingeniería Civil.
12. Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología de Guatemala–INSIVUMEH- (2002). *Informe de Intensidad de lluvia en Guatemala*. Guatemala.
13. Instituto de Fomento Municipal –INFOM- (2001). *Normas generales para diseño de alcantarillados*. Guatemala.
14. Laboratorio Ambiental Centro Universitario de Oriente –CUNORI- (2016). *Análisis de físico-químico de agua aldea La Majada San Jacinto*. Chiquimula, Guatemala.

15. Lemus Arroyo, Edy Aroldo (2015). *Diseño de pavimento rígido tramo carretero de caserío Montesinas hacia predio de basurero municipal y sistema alcantarillado sanitario de la 3ª avenida zona 1 ciudad de Esquipulas, municipio de Esquipulas* (Trabajo de graduación). Centro Universitario de Oriente. Carrera de Ingeniería Civil.
16. Mendoza Gómez, Gelver Estuardo (2010). *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo, para la aldea Suculique y diseño de pavimento para la aldea Llano Grande, Municipio de Huehuetenango* (Trabajo de graduación). Universidad de San Carlos de Guatemala.
17. Multiperfiles, (2017). Precios de Catalogó. Guatemala.
18. Navarro Hudiel, Sergio Junior (2008). Manual de topografía – planimetría. Recinto Universitario Augusto C. Sandino. Nicaragua.
19. Nilson Arthur, (2001). Diseño de estructuras de concreto. Colombia.
20. Oficina Municipal de la Mujer-OMM- 2014, Información de la población del municipio de San Jacinto. (Fotocopia). Municipalidad de San Jacinto, Chiquimula. Guatemala.
21. Orellana Recinos, Luis Fernando, (2015). Apertura de tramo carretero de aldeas las palmas a el rodeo y mejoramiento y ampliación de sistema de abastecimiento de agua, cabecera municipal, Olopa, departamento de Chiquimula. (Trabajo de graduación). Universidad de San Carlos. Guatemala.

22. Paredes Ruiz, Paola Anaitee (1996). *Diagnóstico con enfoque de ambiente y política de uso y manejo de los recursos naturales en el municipio de Olopa Chiquimula, Guatemala*. Municipalidad de Olopa. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería
23. Paz Paiz, Oscar Edmundo (2016). *Diseño pavimento rígido tramo carretero de colonia amigos a quebrada las casas y sistema de abastecimiento de agua domiciliar, colonia Santa Cecilia, municipio de Estandzuela, departamento de Zacapa* (Trabajo de graduación). Centro Universitario de Oriente. Carrera de Ingeniería Civil.
24. Plan de Desarrollo Municipal (PDM), San Jacinto, Chiquimula. Guatemala. Concejo Municipal de Desarrollo del Municipio de San Jacinto, Chiquimula. Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia. Dirección de Planificación Territorial (2011).
25. Pontaza Pivaral, Jorge Mauricio, (2009). *Diseño de alcantarillado sanitario y pavimentación de calles para el barrio Playa Blanca en el municipio de San Benito, Peten*. (Trabajo de graduación). Universidad de San Carlos. Guatemala.
26. Secretaria de Planificación y Programación de Presidencia (SEGEPLAN). *Manual de Formulación y Evaluación de Proyectos*. Presentación de las Normas del Sistema de Inversión Pública para el Ejercicio Fiscal 2013.
27. Seco Benedicto, Maite, (2007). Módulo 4: *Finanzas Empresariales*. España.

APÉNDICES

Apéndice A	Libreta topográfica, proyecto de sistema de alcantarillado sanitario barrio El Tamarindo, cabecera municipal de San Jacinto, departamento de Chiquimula.
Apéndice B	Diseño del alcantarillado sanitario barrio El Tamarindo, cabecera municipal de San Jacinto departamento de Chiquimula.
Apéndice C	Planos constructivos, proyecto del diseño del alcantarillado sanitario barrio El Tamarindo, cabecera municipal de San Jacinto departamento de Chiquimula.
Apéndice D	Diseño hidráulico, proyecto del diseño del alcantarillado sanitario barrio El Tamarindo, cabecera municipal de San Jacinto departamento de Chiquimula.
Apéndice E	Diseño hidráulico, proyecto del sistema de abastecimiento de agua La Majada, municipio de San Jacinto departamento de Chiquimula.
Apéndice F	Planos constructivos, proyecto del sistema de abastecimiento de agua La Majada, San Jacinto, Chiquimula.

Apéndice A

Tabla A1: Libreta topográfica, proyecto del sistema alcantarillado sanitario barrio El Tamarindo, cabecera municipal, municipio de San Jacinto, departamento de Chiquimula.

Pozo	A pozo	Cota terreno		D.H.	Coordenadas	
		inicio	final		X	y
POZO 3.1	POZO3	502.22	501.86	12.83	1324.7882	996.0142
POZO 1	POZO 2	506.49	502.7	53.08	1625.5644	1019.3175
POZO 2	POZO3	502.7	501.86	37.7	1583.2411	1051.3522
POZO 3	POZO 4	501.86	500.43	56.9	1332.6607	985.8782
POZO 4	POZO 5	500.43	499.42	44.91	1279.4777	965.6469
POZO 5	POZO 6	499.42	496.91	57.89	1319.6638	945.5867
POZO 6	POZO 7	496.91	494.52	81.56	1360.8253	904.8881
POZO 7	POZO 8	494.52	494.23	13.7	1383.8910	826.6623
POZO 8	POZO 9	494.23	492.8	52.75	1388.5478	813.7829
POZO 9	POZO 10	492.8	492.51	49.29	1420.7364	771.9911
POZO 10	POZO 11	492.51	491.02	40.01	1462.3902	745.6292
POZO 11	POZO 12	491.02	489.95	51.92	1502.3351	747.9370
POZO 12	POZO 13	489.95	489.8	55.11	1551.0615	765.8555
POZO 13	POZO 14	489.8	495.53	13.14	1588.3861	806.3980
POZO 14	POZO 15	492.32	491.67	96.09	1732.7304	589.0666
POZO 15	POZO 16	491.67	490.98	54.72	1644.8534	896.4781
POZO 16	POZO 17	490.98	490.88	44.95	1684.4384	934.2538
POZO 17	POZO 18	490.88	489.9	77.47	1707.7702	972.6689
POZO 1	POZO 19	506.49	503.02	59.35	1625.5644	1019.3175
POZO 19	POZO 20	503.02	499.74	86.72	1498.9286	663.4338
POZO 20	POZO 21	499.74	496.77	48.93	1671.3544	638.0483
POZO 21	POZO 14	496.77	495.53	37.2	1708.8040	606.5575
POZO 22	POZO 23	529.77	519.67	34.55	1717.6158	1139.7715
POZO 23	POZO 24	519.67	515	20.11	1692.8996	1115.6273
POZO 24	POZO 25	515	511.99	30.58	1678.7634	1101.3241
POZO 25	POZO 26	511.99	503.77	38.46	1684.7656	1071.3390
POZO 26	POZO 27	503.77	503.69	25.76	1682.5963	1032.9402
POZO 27	POZO 28	503.69	504.04	13.69	1696.0218	1010.9553
POZO 28	POZO 29	504.04	503.9	2.53	1683.6365	996.8250
POZO 29	POZO 30	503.9	502.86	14.32	1498.9286	663.4338

POZO 30	POZO 31	502.86	502.44	24.51	1510.8334	674.7394
POZO 31	POZO 32	502.44	501.19	28.48	1525.0553	676.4409
POZO 32	POZO 33	501.19	498.39	28.01	1545.0641	690.5968
POZO 33	POZO 34	498.39	497	26.72	1707.6880	712.5098
POZO 34	POZO 35	497	495.93	30.87	1733.3997	705.2526
POZO 35	POZO 36	495.93	491.51	38.56	1758.8664	722.6998
POZO 36	POZO 16	491.51	490.98	39.61	1797.2070	726.8073
POZO 37	POZO 38	505.2	499.53	47.42	1855.5365	720.5994
POZO 38	POZO 39	499.53	492.3	52.24	1894.2084	693.1559
POZO 39	POZO 17	492.3	490.88	40.27	1939.1930	666.5965
POZO 40	POZO 20	501	499.74	43.53	1693.4865	675.5621
POZO 40	POZO 33	501	498.39	39.58	1693.4865	675.5621

Fuente: elaboración propia.

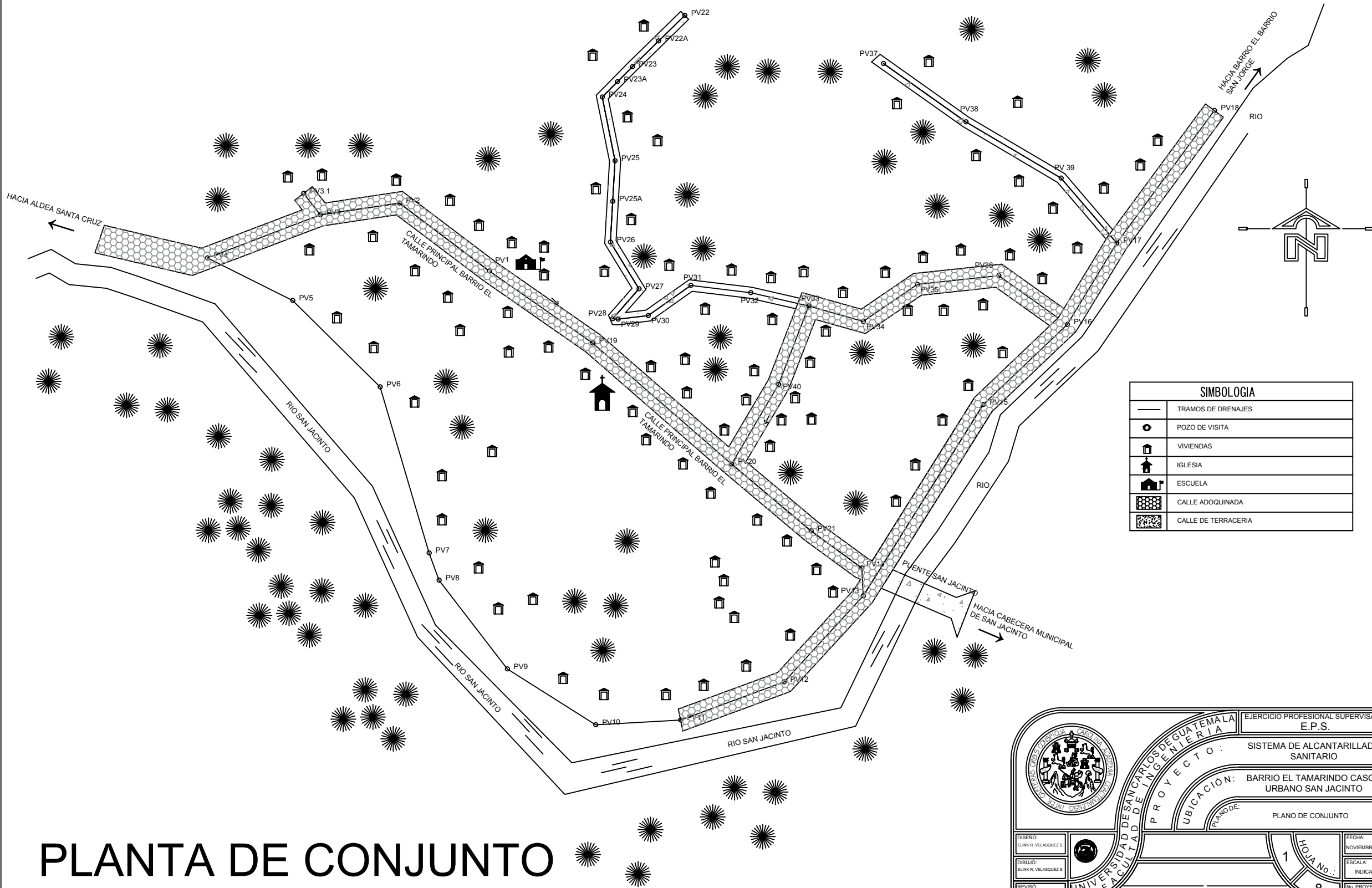
Tabla B1. Diseño del alcantarillado sanitario barrio El Tamarindo, cabecera municipal de San Jacinto departamento de Chiquimula.

Fuente: elaboración propia

Fuente: elaboración propia

Apéndice C

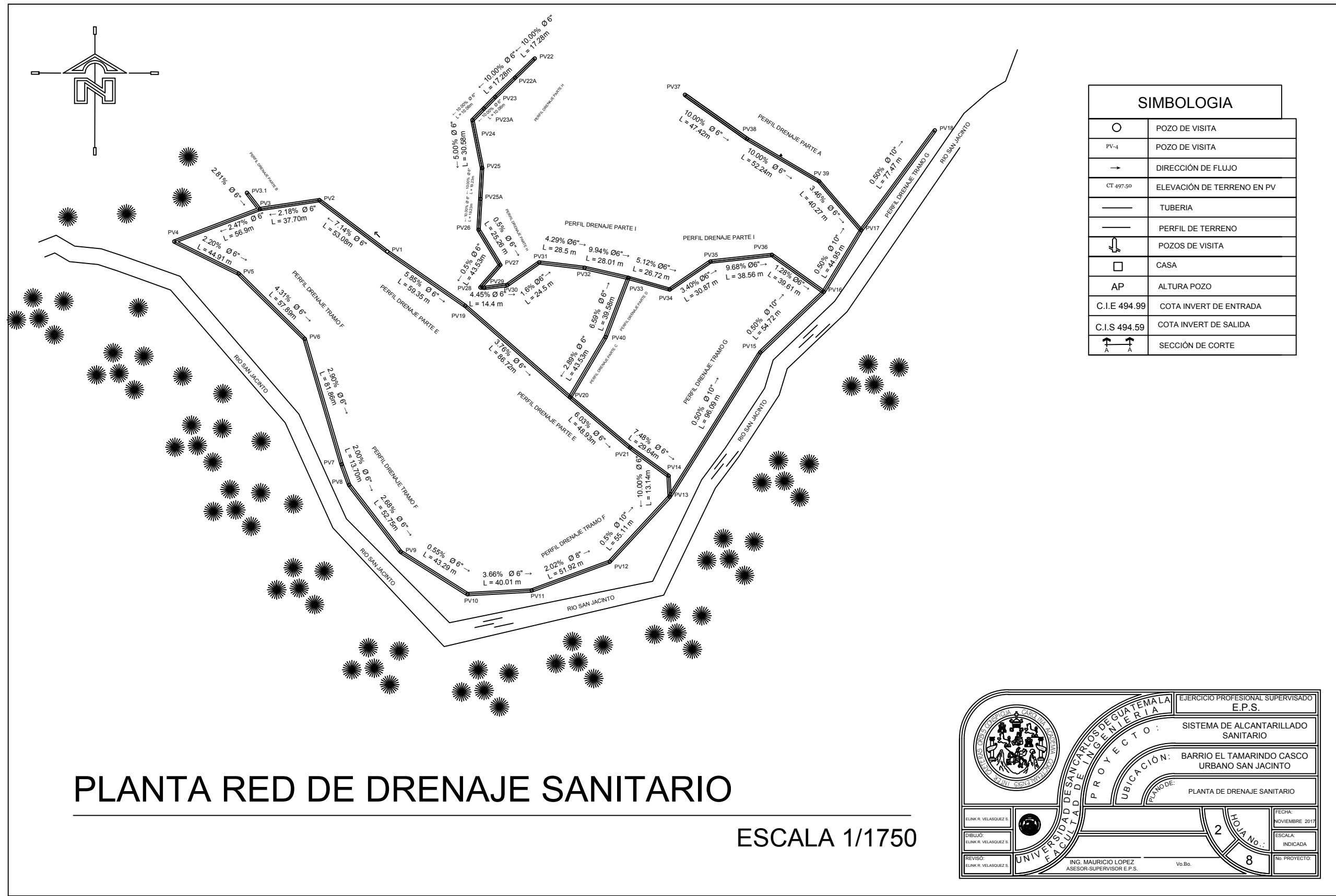
Planos constructivos, proyecto del diseño del alcantarillado sanitario barrio El Tamarindo, cabecera municipal de San Jacinto departamento de Chiquimula.



SIMBOLOGIA	
	TRAMOS DE DRENAJES
	POZO DE VISITA
	VIVIENDAS
	IGLESIA
	ESCUELA
	CALLE ADOQUINADA
	CALLE DE TERRACERIA

		EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S.	
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO	
PROYECTO:		UBICACIÓN: BARRIO EL TAMARINDO CASCO URBANO SAN JACINTO	
PLANO DE:		PLANO DE CONJUNTO	
DISEÑO: ELINK R. VELASQUEZ S.		ING. MAURICIO LOPEZ ASESOR-SUPERVISOR E.P.S.	FECHA: NOVIEMBRE 2017
DIBUJO: ELINK R. VELASQUEZ S.			ESCALA: INDICADA
REVISÓ: ELINK R. VELASQUEZ S.			Nº. PROYECTO:
1		HOJA NO. 8	

ESCALA 1/1750



SIMBOLOGIA	
	POZO DE VISITA
PV-4	POZO DE VISITA
	DIRECCIÓN DE FLUJO
CT 497.50	ELEVACIÓN DE TERRENO EN PV
	TUBERIA
	PERFIL DE TERRENO
	POZOS DE VISITA
	CASA
AP	ALTURA POZO
C.I.E 494.99	COTA INVERT DE ENTRADA
C.I.S 494.59	COTA INVERT DE SALIDA
	SECCIÓN DE CORTE

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

E.P.S.

PROYECTO:

SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO

UBICACIÓN:

BARRIO EL TAMARINDO CASCO URBANO SAN JACINTO

PLANO DE:

PLANTA DE DRENAJE SANITARIO

DIBUJO:

ELINK R. VELASQUEZ S.

REVISÓ:

ELINK R. VELASQUEZ S.

ING. MAURICIO LOPEZ

ASESOR-SUPERVISOR E.P.S.

FECHA:

NOVIEMBRE 2017

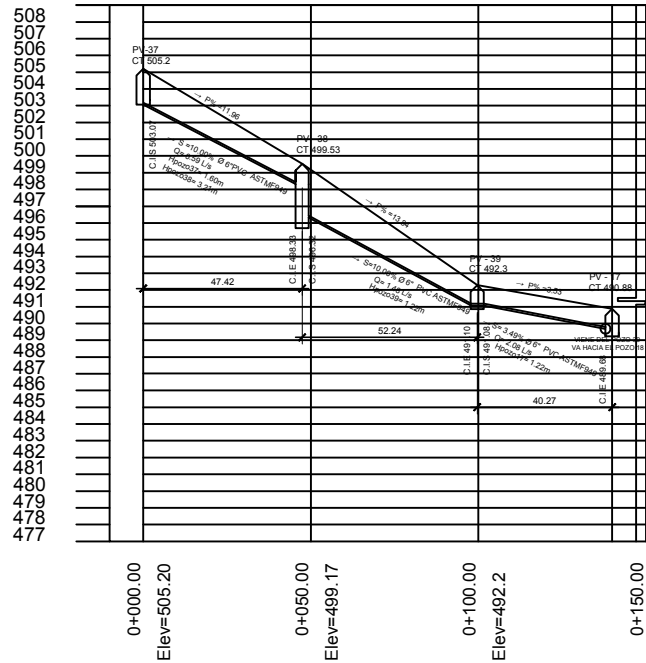
ESCALA:

INDICADA

Nº. PROYECTO:

2

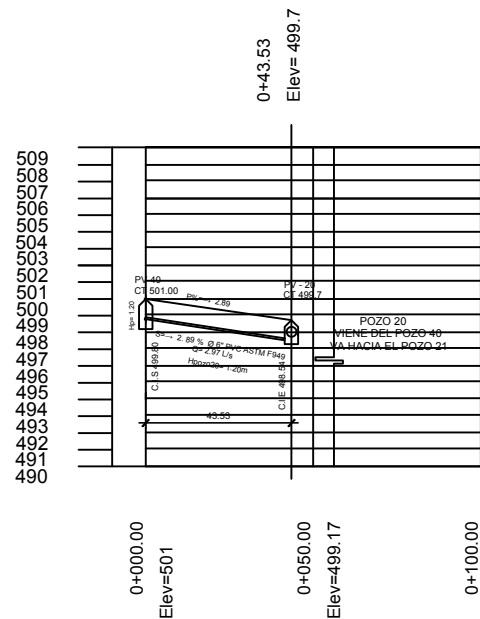
HOJA NO. 8



PERFIL DRENAJE PARTE A

PV-37 - PV-17

ESCALA H 1/1000
ESCALA V 1/200



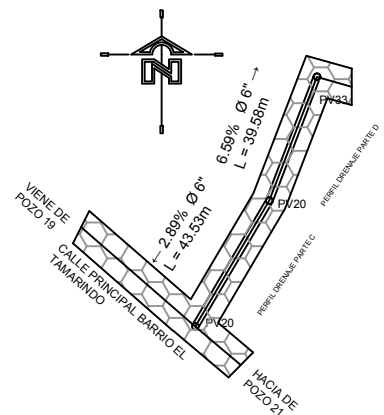
PERFIL DRENAJE PARTE C

PV-40 - PV-20

ESCALA H 1/1000
ESCALA V 1/200

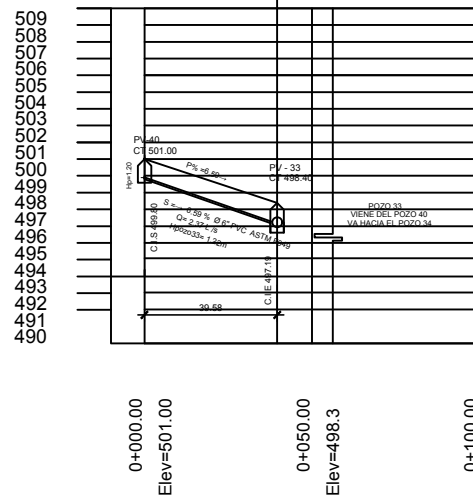
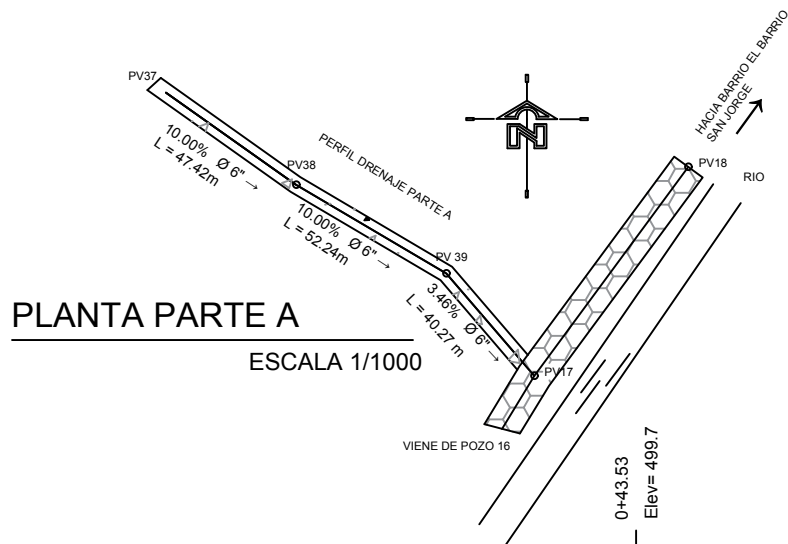
PLANTA PARTE A

ESCALA 1/1000



PLANTA PARTE C Y D

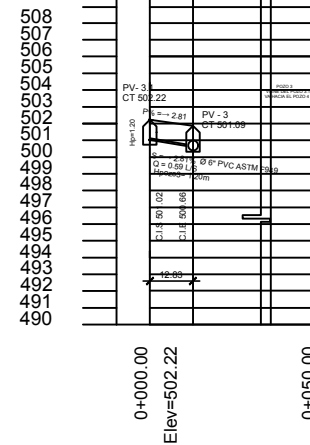
ESCALA 1/1000



PERFIL DRENAJE PARTE D

PV-40 - PV-33

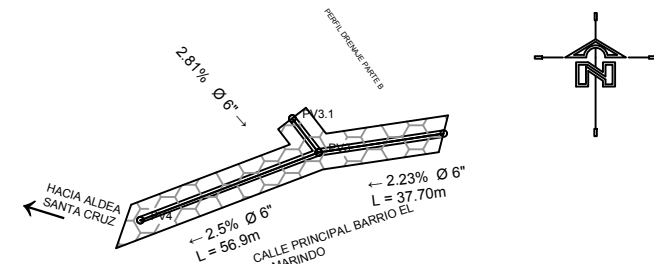
ESCALA H 1/1000
ESCALA V 1/200



PERFIL DRENAJE PARTE B

PV-3.1 - PV-3

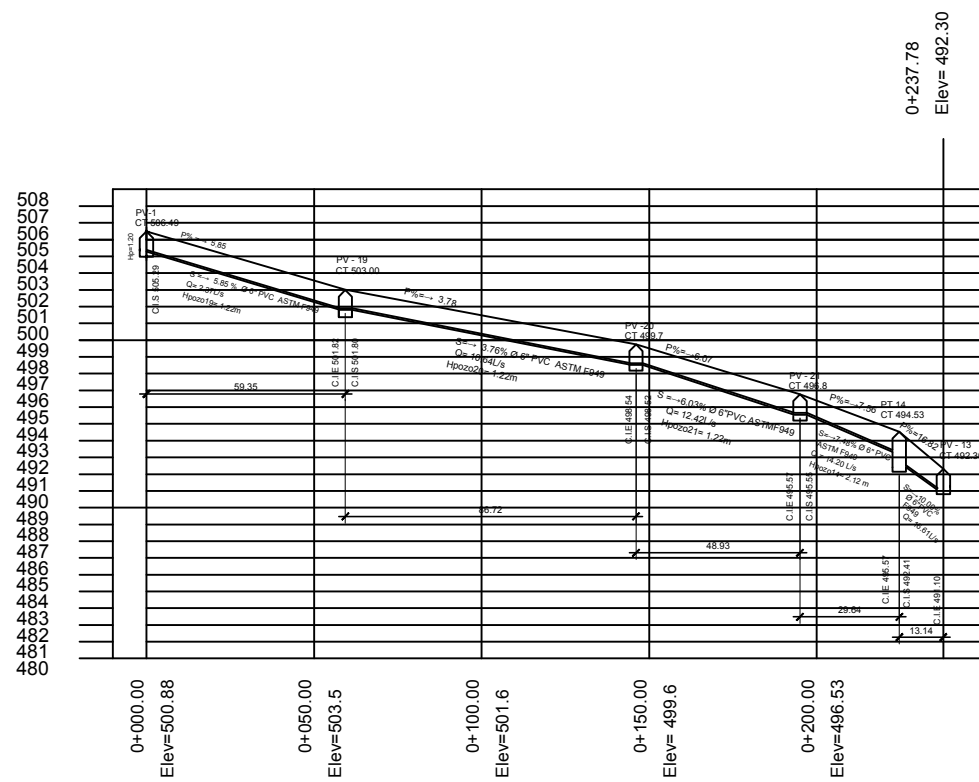
ESCALA H 1/1000
ESCALA V 1/200



PLANTA PARTE B

ESCALA 1/1000

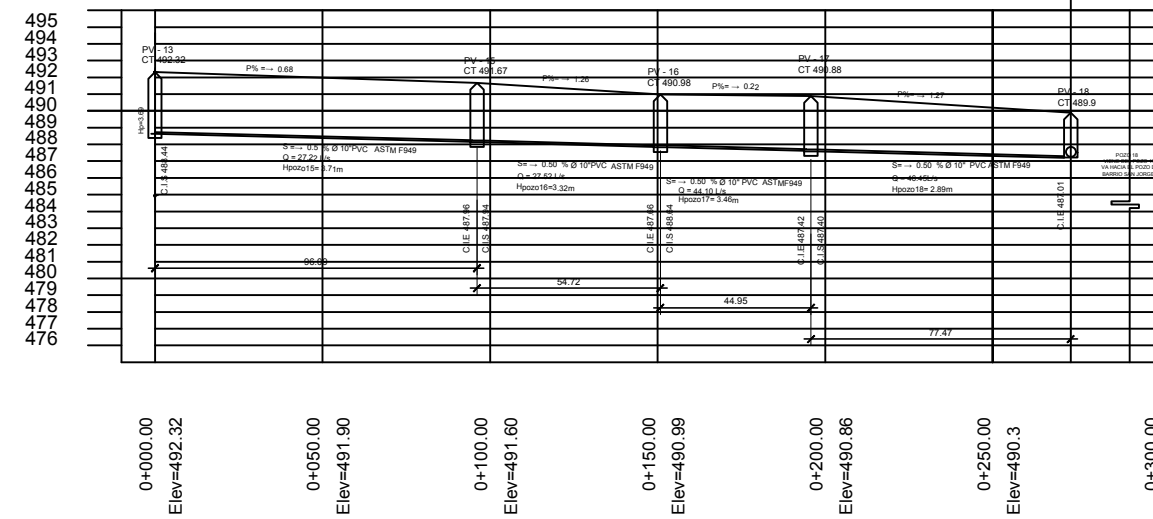
		EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S.	
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO	
PROYECTO:		UBICACIÓN: BARRIO EL TAMARINDO CASCO URBANO SAN JACINTO	
PLANO DE:		PERFILES Y PLANTAS: A-B-C	
HOJA NO. 3	8	ING. MAURICIO LOPEZ ASESOR-SUPERVISOR E.P.S.	
DISEÑO: ELINK R. VELASQUEZ S.	DIBUJO: ELINK R. VELASQUEZ S.	REVISÓ: ELINK R. VELASQUEZ S.	FECHA: ESCALA: INDICADA No. PROYECTO:



PERFIL DRENAJE PARTE E

PV-17 - PV-13

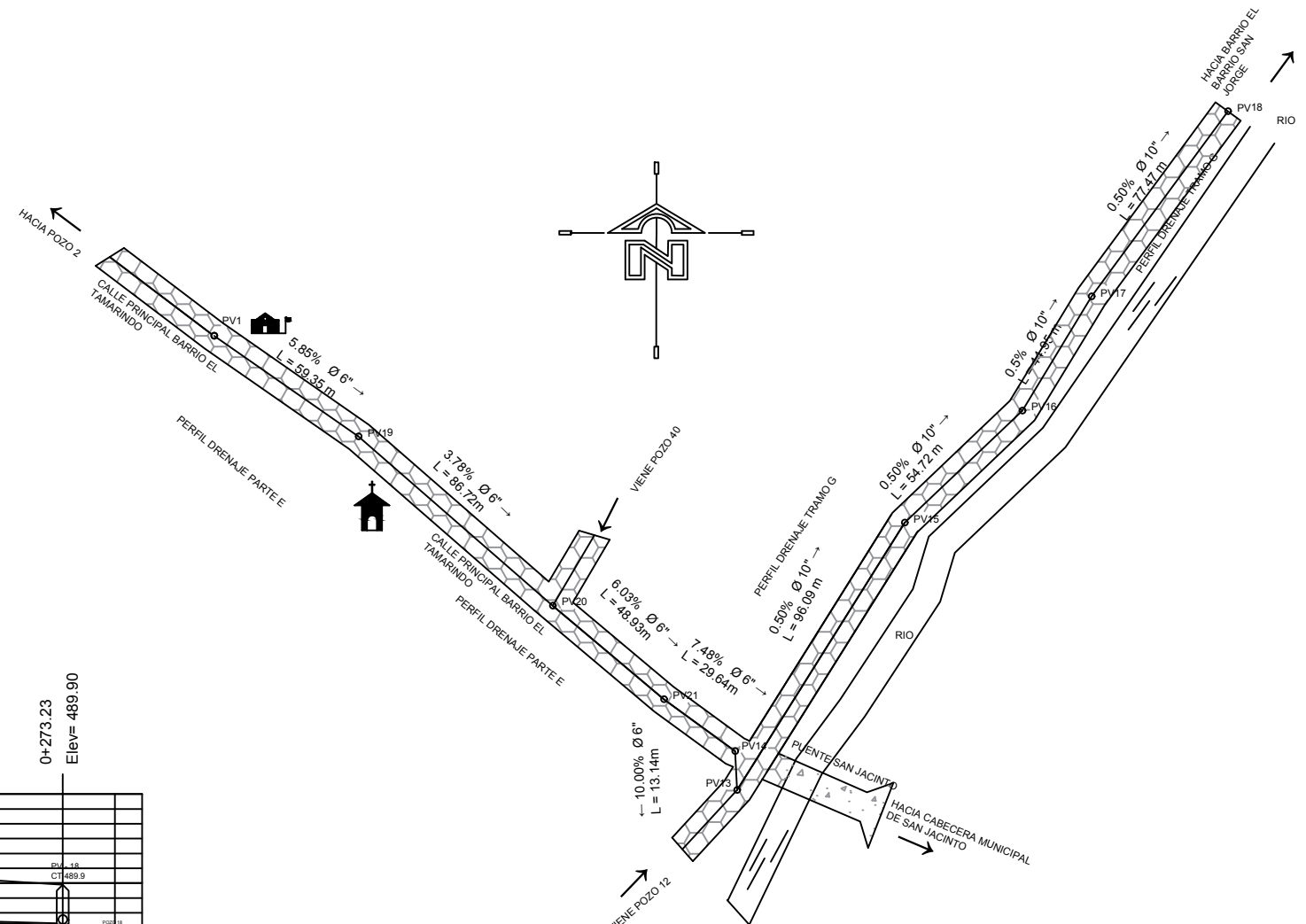
ESCALA H 1/1000
ESCALA V 1/200



PERFIL DRENAJE TRAMO G

PV-13 - 18

ESCALA H 1/1000
ESCALA V 1/200

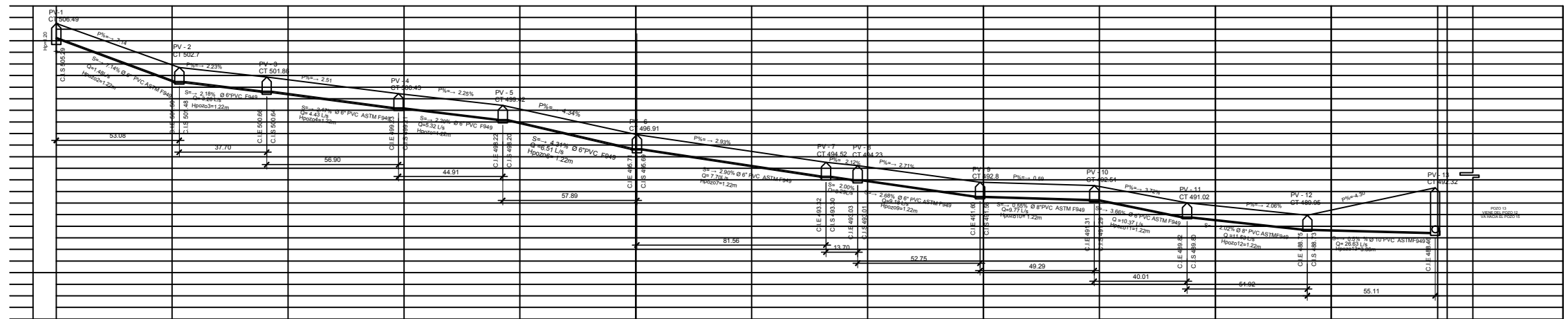


PLANTA PARTE E Y G

ESCALA 1/1000

		EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
		E.P.S.	
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO	
		BARRIO EL TAMARINDO CASCO URBANO SAN JACINTO	
PROYECTO : UBICACION :		PERFILES Y PLANTAS : E Y G	
		PLANO DE :	
DISEÑO : ELINK R. VELASQUEZ S.		4	FECHA : NOVIEMBRE 2017
DIBUJO : ELINK R. VELASQUEZ S.			ESCALA : INDICADA
REVISÓ : ELINK R. VELASQUEZ S.			No. PROYECTO : 8
ING. MAURICIO LOPEZ ASESOR-SUPERVISOR E.P.S.		Vo.Ba.	

508
507
506
505
504
503
502
501
500
499
498
497
496
495
494
493
492
491
490
489
488
487
486
485
484
483
482
481

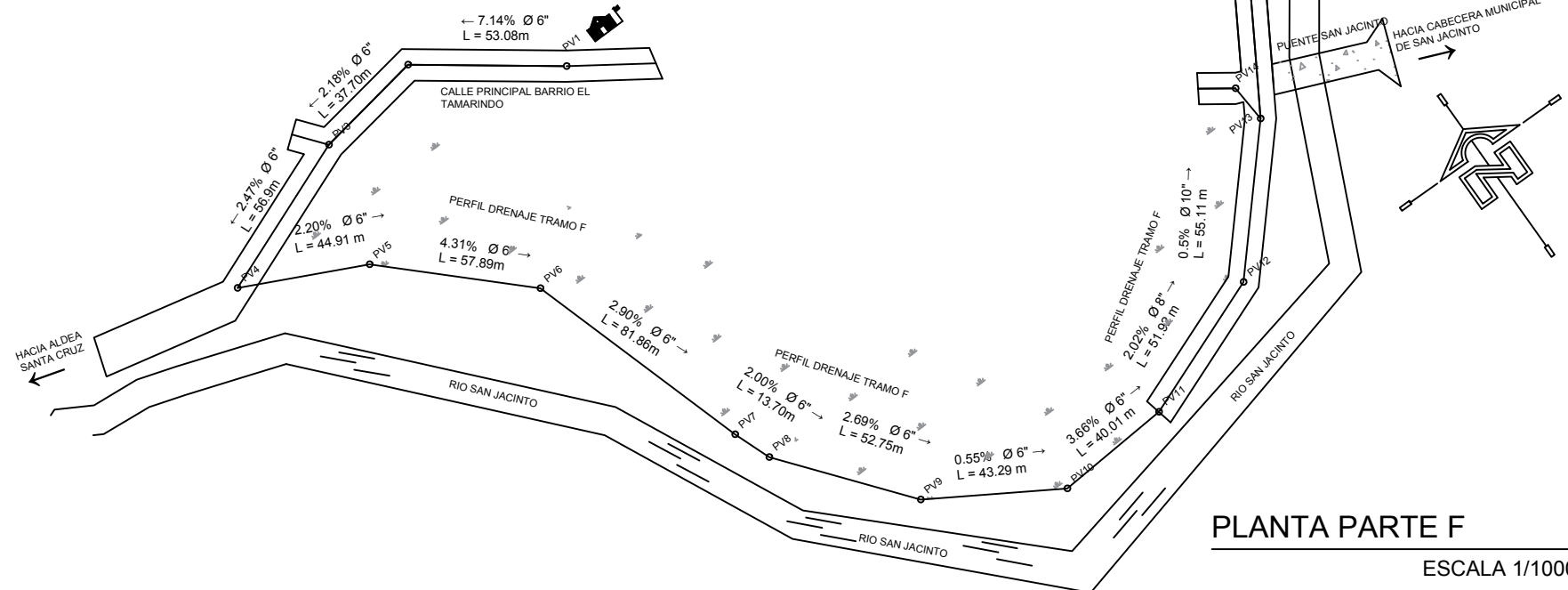


0+594.82
Elev= 492.32

PERFIL DRENAJE TRAMO F

PV-1 - 13

ESCALA H 1/1000
ESCALA V 1/200

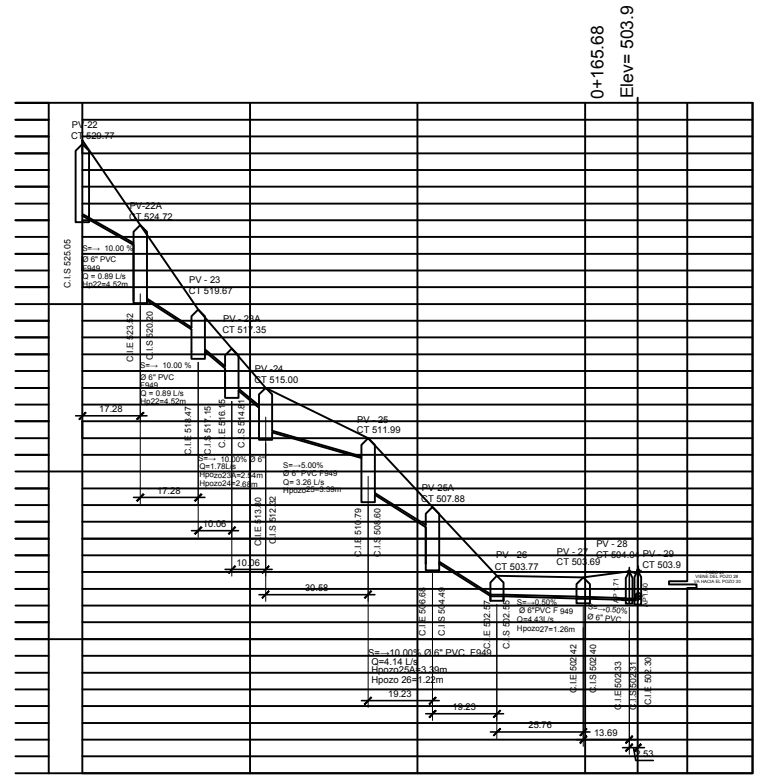


PLANTA PARTE F

ESCALA 1/1000

		EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S.	
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO	
PROYECTO:		BARRIO EL TAMARINDO CASCO URBANO SAN JACINTO	
UBICACIÓN:		PERFILES : G - H - I	
PLANO DE:		5	
DISEÑO: ELINK R. VELASQUEZ S.		FECHA: NOVIEMBRE 2017	
DIBUJO: ELINK R. VELASQUEZ S.		ESCALA: INDICADA	
REVISÓ: ELINK R. VELASQUEZ S.		ING. MAURICIO LOPEZ ASESOR-SUPERVISOR E.P.S.	
		Vb. Bb.	
		8	
		No. PROYECTO:	

530
529
528
527
526
525
524
523
522
521
520
519
518
517
516
515
514
513
512
511
510
509
508
507
506
505
504
503
502
501
500
499
498
497
496
495
494
493
492
491

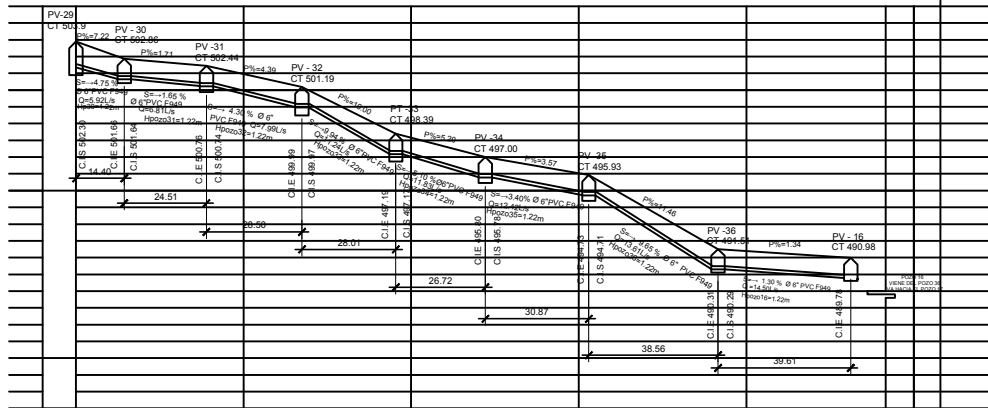


PERFIL DRENAJE PARTE H

PV-22 - PV-29

ESCALA H 1/1000
ESCALA V 1/200

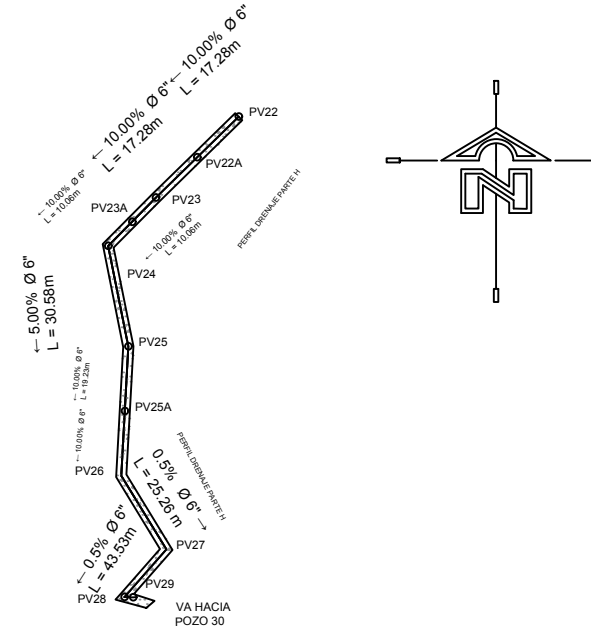
506
505
504
503
502
501
500
499
498
497
496
495
494
493
492
491
490
489
488
487
486
485
484
483
482



PERFIL DRENAJE PARTE I

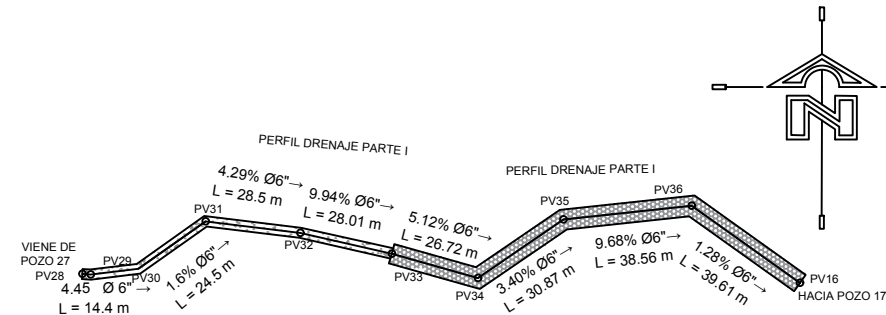
PV-17 - PT

ESCALA H 1/1000
ESCALA V 1/200



PLANTA PARTE H

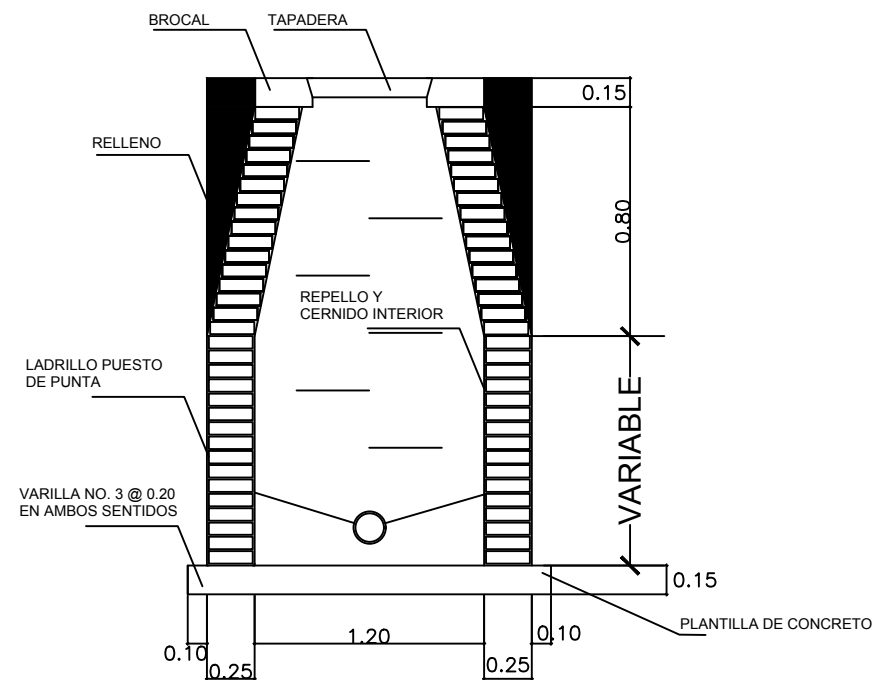
ESCALA 1/1000



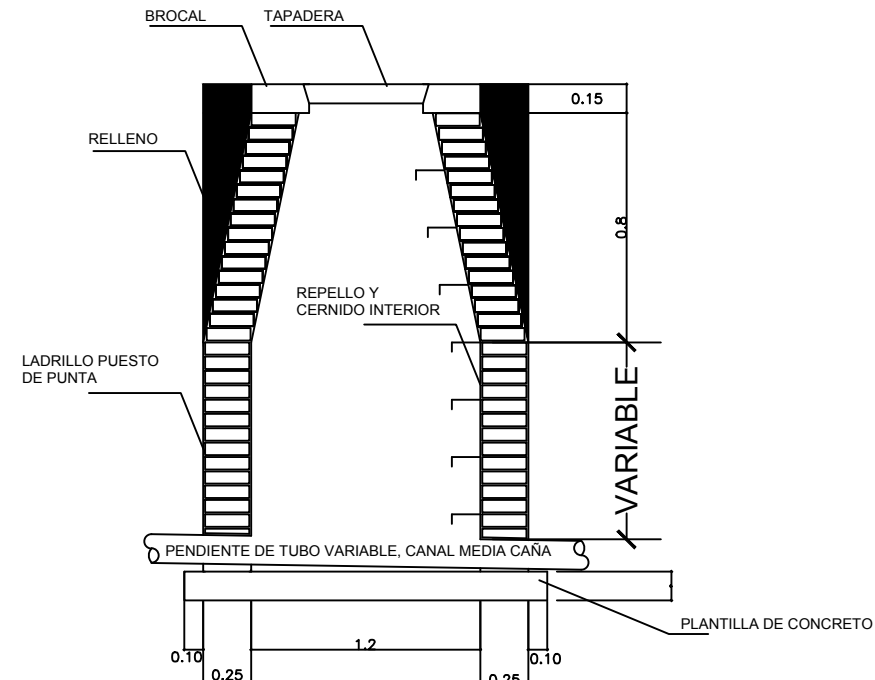
PLANTA PARTE I

ESCALA 1/1000

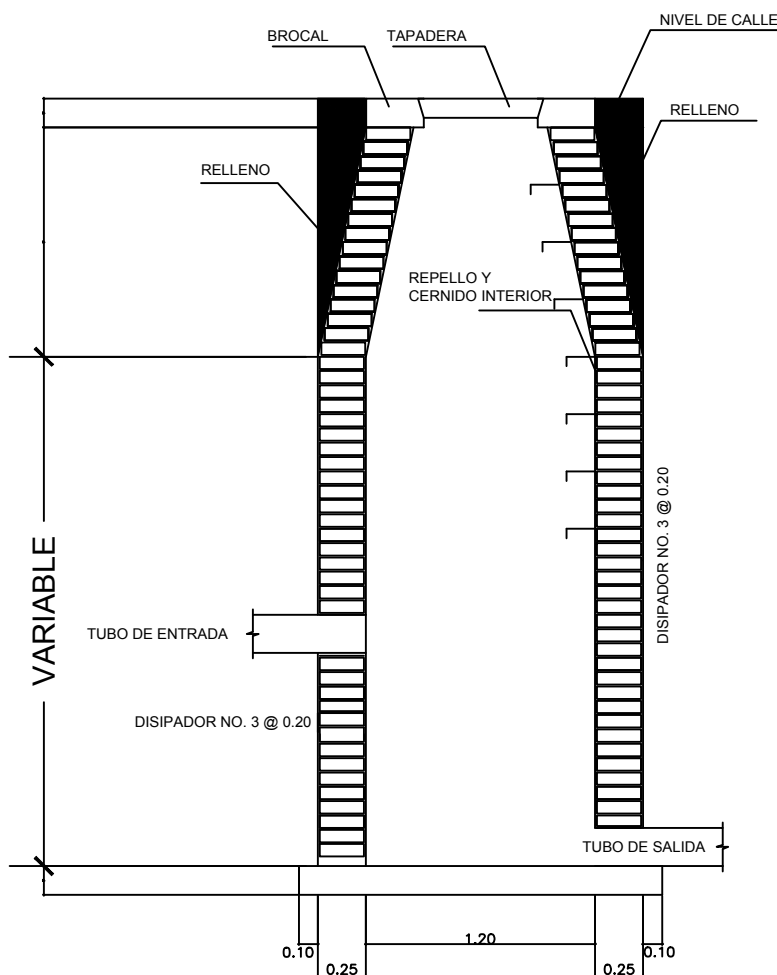
		EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S.	
DISEÑO: ELINK R. VELASQUEZ S.		SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO	
DIBUJO: ELINK R. VELASQUEZ S.		UBICACIÓN: BARRIO EL TAMARINDO CASCO URBANO SAN JACINTO	
REVISÓ: ELINK R. VELASQUEZ S.		PLANO DE: PERFIL Y PLANTA : H Y I	
ING. MAURICIO LOPEZ ASESOR-SUPERVISOR E.P.S.		FECHA: NOVIEMBRE 2017	
Vb. Bc.		ESCALA: INDICADA	
No. PROYECTO:		HOJA NO.: 6 8	



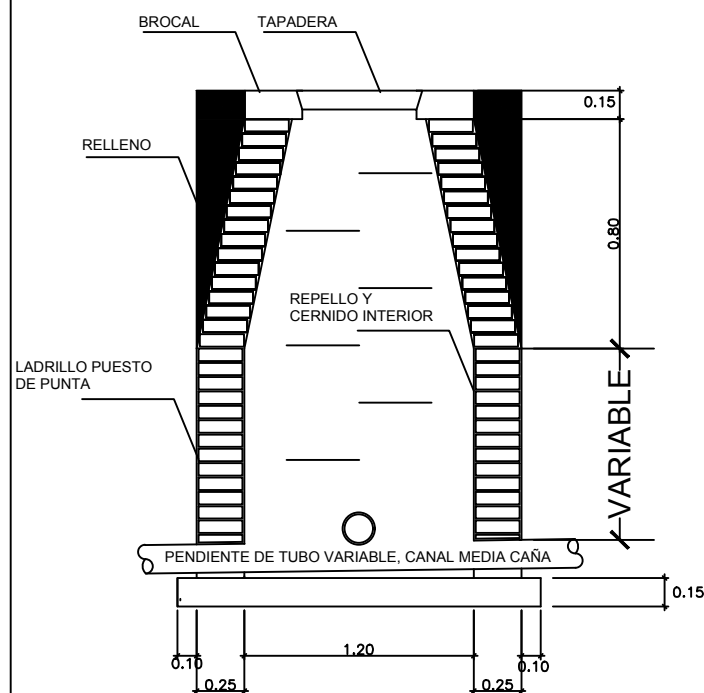
CORTE A POZO DE VISITA
POZO DE VISITA TÍPICO ESCALA 1:25



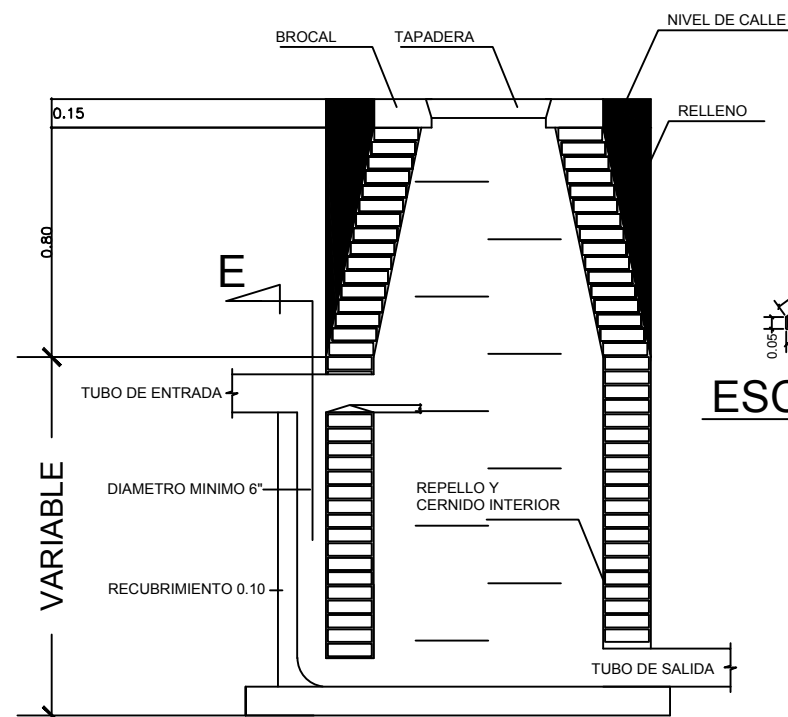
CORTE B POZO DE VISITA
POZO DE VISITA TÍPICO ESCALA 1:25



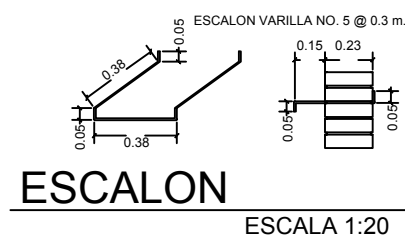
POZO DE VISITA
CON CAIDA MAYOR A 1.50m ESCALA 1:25



CORTE C POZO DE VISITA
POZO DE VISITA 2 ENTRADAS ESCALA 1:25



CORTE D POZO DE VISITA
POZO DE VISITA CON CAIDA MAYOR A 0.70m ESCALA 1:25



ESCALON
ESCALA 1:20

		EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S.	
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO	
PROYECTO:		UBICACIÓN: BARRIO EL TAMARINDO CASCO URBANO SAN JACINTO	
PLANO DE:		SECCIONES POZO DE VISITA	
DISEÑO: ELINK R. VELASQUEZ S.	DIBUJO: ELINK R. VELASQUEZ S.	REVISÓ: ELINK R. VELASQUEZ S.	FECHA: NOVIEMBRE 2017 ESCALA: INDICADA Nº. PROYECTO:
ING. MAURICIO LOPES ASESOR-SUPERVISOR E.P.S.		Vs. Bn.	HOJA NO.: 7 8

ESPECIFICACIONES:

CONCRETO:

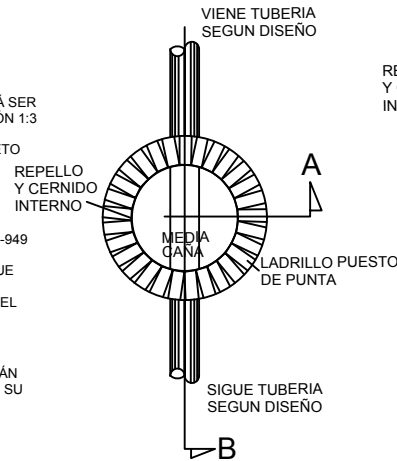
1. EL CONCRETO DEBERÁ TENER UN $f'c = 165 \text{ kg/cm}^2$.
2. EL MORTERO PARA PEGADO DE LADRILLO DEBERÁ SER DE CEMENTO, CAL Y ARENA DE RÍO CON PROPORCIÓN 1:3
3. EL ACERO A UTILIZAR SERÁ $F_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
4. TODOS LOS POZOS TIENEN UNA LOSA DE CONCRETO CON ESPESOR DE 0.10 m

TUBERÍA DE PVC:

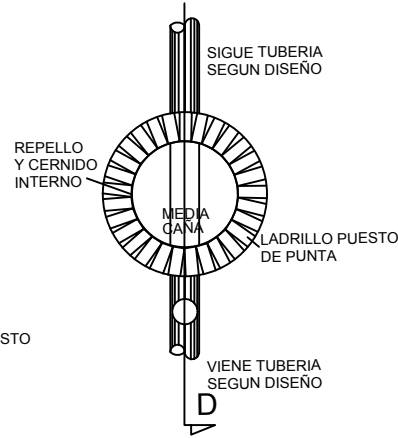
1. LA TUBERÍA SERÁ CONFORME A LA NORMA ASTM F-949
2. EL DIÁMETRO A UTILIZAR SERÁ DE 6", 8", 10" A EXCEPCIÓN DE LAS ACOMETIDAS DOMICILIARES QUE SERÁN DE DIÁMETRO 4".
3. TODA LA TUBERÍA SE COLOCARÁ ALINEADA Y CON EL DESNIVEL QUE SE INDICA EN LOS PLANOS.

NOTA:

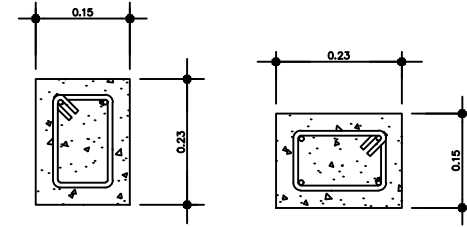
LOS BROCALES Y TAPADERAS DE LOS POZOS DEBERÁN CURARSE, SEGÚN ESPECIFICACIONES ACI, ANTES DE SU INSTALACIÓN



POZO DE VISITA
ESCALA 1:25



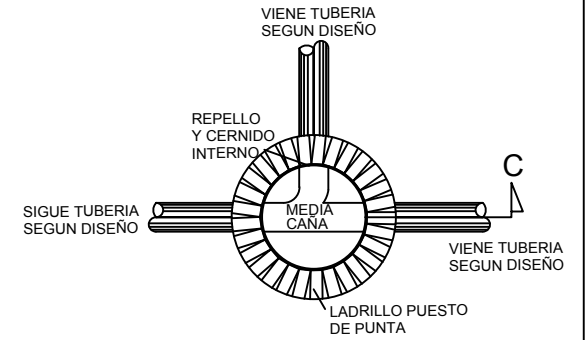
POZO DE VISITA
ESCALA 1:25



COLUMNA DE REFUERZO PARA POZO, 4#4 LONGITUDINALES, ESTRIBO #2 @ 10 cm EN ZONA DE CONFINAMIENTO Y @ 20 cm EN ZONA NO CONFINADA

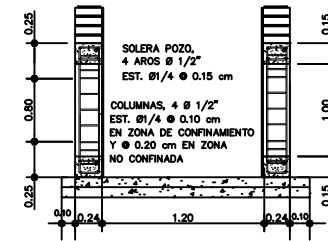
SOLERAS PARA POZO, 4#4, ESTRIBO #2 @ 15 cm

4 Ø 1/2" EST. Ø1/4 @ 0.10 cm EN ZONA DE CONFINAMIENTO Y @ 0.20 cm EN ZONA NO CONFINADA

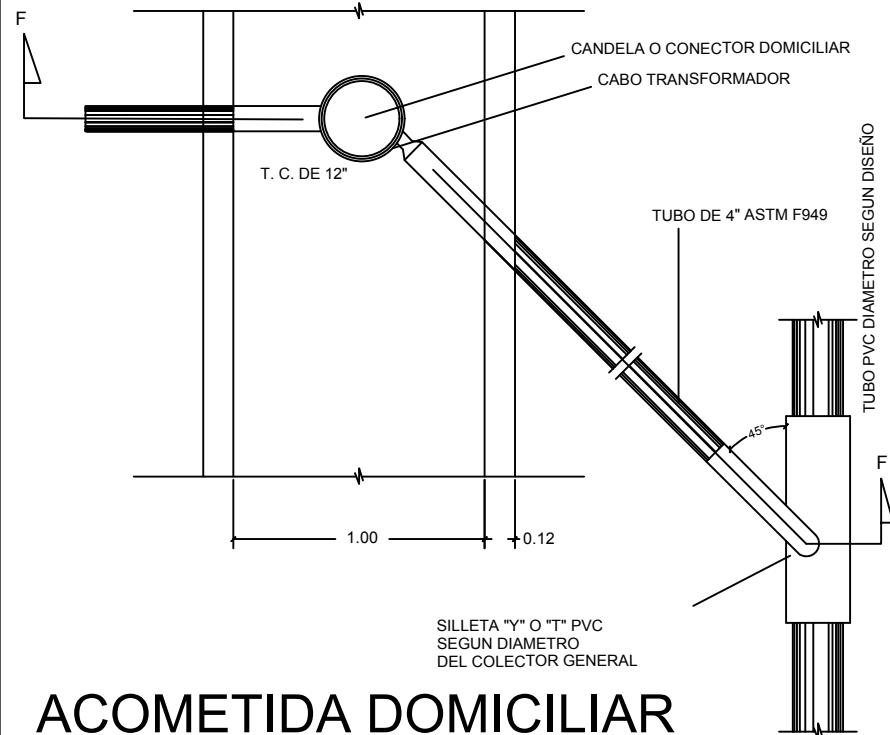
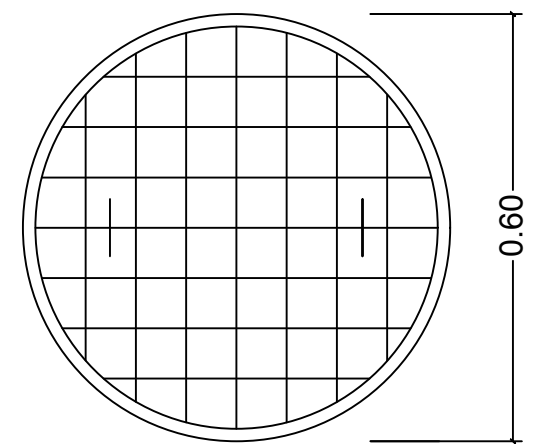
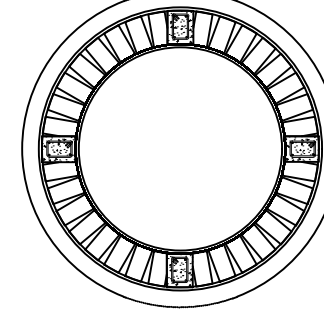


POZO DE VISITA
ESCALA 1:25

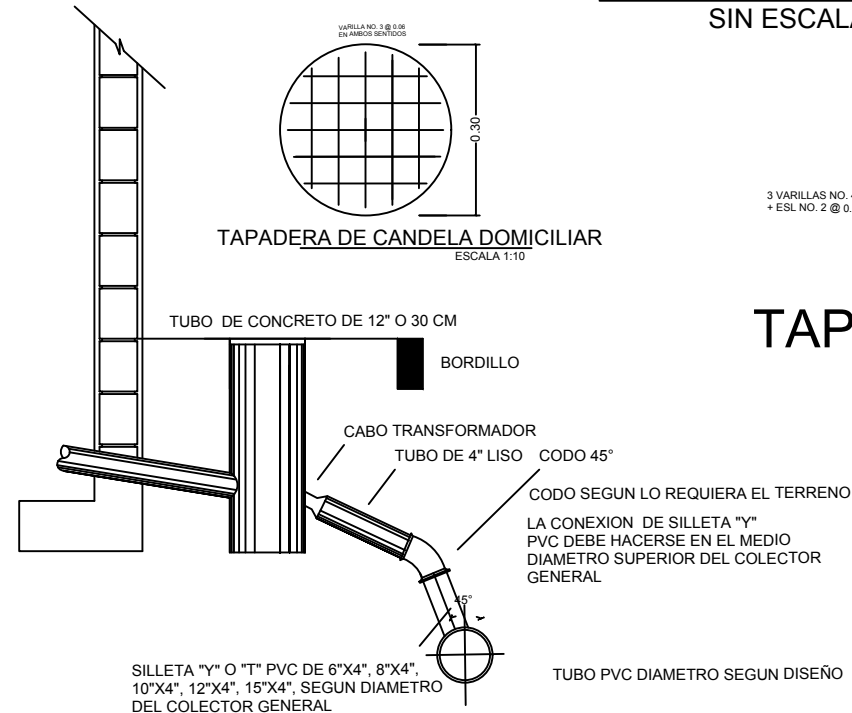
VARILLA NO. 3 @ 0.10 EN AMBOS SENTIDOS



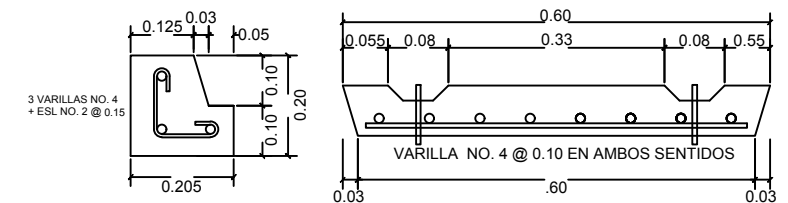
DETALLE DE POZO ESPECIAL
SIN ESCALA



ACOMETIDA DOMICILIAR
ESCALA 1:20



CORTE F-F
ESCALA 1:20



TAPADERA DE POZO Y BROCAL
ESCALA 1:10

		EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S.	
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO	
PROYECTO:		UBICACIÓN: BARRIO EL TAMARINDO CASCO URBANO SAN JACINTO	
PLANO DE:		CONEXIÓN DOMICILIAR	
DISEÑO: ELINK R. VELASQUEZ S.	DIBUJO: ELINK R. VELASQUEZ S.	REVISÓ: ELINK R. VELASQUEZ S.	FECHA: NOVIEMBRE 2017 ESCALA: INDICADA Nº. PROYECTO:
ING. MAURICIO LOPEZ ASESOR-SUPERVISOR E.P.S.			Hoja No.: 8

Tabla C2: Libreta topográfica línea de distribución, proyecto de sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo, aldea La Majada, municipio de San Jacinto, departamento de Chiquimula.

Po	Pf	Cota terreno		D.H.	Coordenadas	
		inicio	final		X	y
POZO	R2	482.87	491.48	42.8	2093.8322	848.5245
R3	TD	491.48	508.56	50.61	2103.9853	806.9430
TD	E0	508.56	492.32	26.05	2130.9701	764.1235
E0	E1	492.32	490.18	24.58	1849.2771	895.9271
E1	E2	490.18	488.45	16.39	1824.8311	898.4905
E2	E3	488.45	487.73	15	1815.7083	912.1069
E3	E4	487.73	487.11	18.76	1806.6636	924.0733
E4	E5	487.11	483.54	14.2	1788.6952	929.4653
E5	E6	483.54	477.2	34.87	1774.6570	926.9040
E6	E7	477.2	477.13	45.11	1778.8985	961.5151
E7	E8	477.13	473.56	30.77	1766.8177	1004.9773
E8	E9	473.56	470.55	39.09	1754.4806	1033.1658
E9	E36	470.55	467.86	28.51	1720.7139	1052.8594
E36	E37	467.86	462.03	61.31	2070.5502	1161.7639
E37	E38	462.03	456.15	55.71	2051.5391	1220.0519
E38	E39	456.15	448.65	54.45	2072.4077	1271.7057
E39	E40	448.65	440.65	45.1	2021.1504	1290.0766
E40	E41	440.65	440.06	42.46	1977.5813	1278.4259
E41	-	440.06	0	0	1937.8306	1293.3502
E0	R4	492.32	499.94	37.29	1849.2771	895.9271
R4	E16	499.94	497.6	32.45	1833.9526	861.9366
E16	R6	497.6	499.56	7.79	1830.0637	829.7204
R6	R7	499.56	497.28	27.97	1822.5079	827.8245
R7	E15	497.28	495.03	18.55	1810.0942	852.8841
E15	E14	495.03	490.65	37.77	1795.5725	864.4264
E14	E13	490.65	484.27	52.27	1758.2047	869.9242
E13	E12	484.27	480.06	38.11	1707.9536	884.3108
E12	E22	480.06	475.47	35.11	1676.1038	905.2384
E22	E29	475.47	474.36	8.2	2218.9476	1049.9491
E29	E30	474.36	471.02	31.21	2393.4141	992.5484
E30	E31	471.02	469.55	19.72	2369.0354	1012.0355
E31	E32	469.55	467.05	24.29	2361.9871	1030.4528
E32	E33	467.05	464.85	29.63	2337.6971	1030.4043

E33	E34	464.85	463.62	6.8	2310.2038	1019.3564
E34	E35	463.62	463.17	22.18	2303.4509	1018.5579
E35	-	463.17			2298.3573	996.9707
E22	E23	475.47	474.06	18.13	2218.9476	1049.9491
E23	E24	474.06	472.73	27.65	2208.4197	1035.1890
E24	E25	472.73	469.95	34.87	2181.6547	1028.2494
E25	E26	469.95	469.96	13.84	2152.0594	1009.8094
E26	E27	469.96	466.91	26.55	2143.9586	998.5878
E27	E28	466.91	463.36	31.42	2117.8519	993.7564
E28		463.36			2094.5813	972.6449
E12	E17	480.06	478.08	19.94	2190.9576	784.2829
E17	E18	478.08	478.92	14.88	2179.2836	772.0077
E18	E19	478.92	474.83	45.35	2179.6791	757.1332
E19	E20	474.83	474.5	11.2	2135.3510	747.5572
E20	-	474.5			2129.8502	737.8010
E12	E11	480.06	477.16	49.78	1676.1038	905.2384
E10	E9	473.23	470.55	62.56	1675.2732	1009.8607

Fuente: elaboración propia

Apéndice D

Tabla D1. Diseño hidráulico red de distribución, proyecto del sistema de abastecimiento de agua, aldea La Majada, San Jacinto, departamento de Chiquimula.

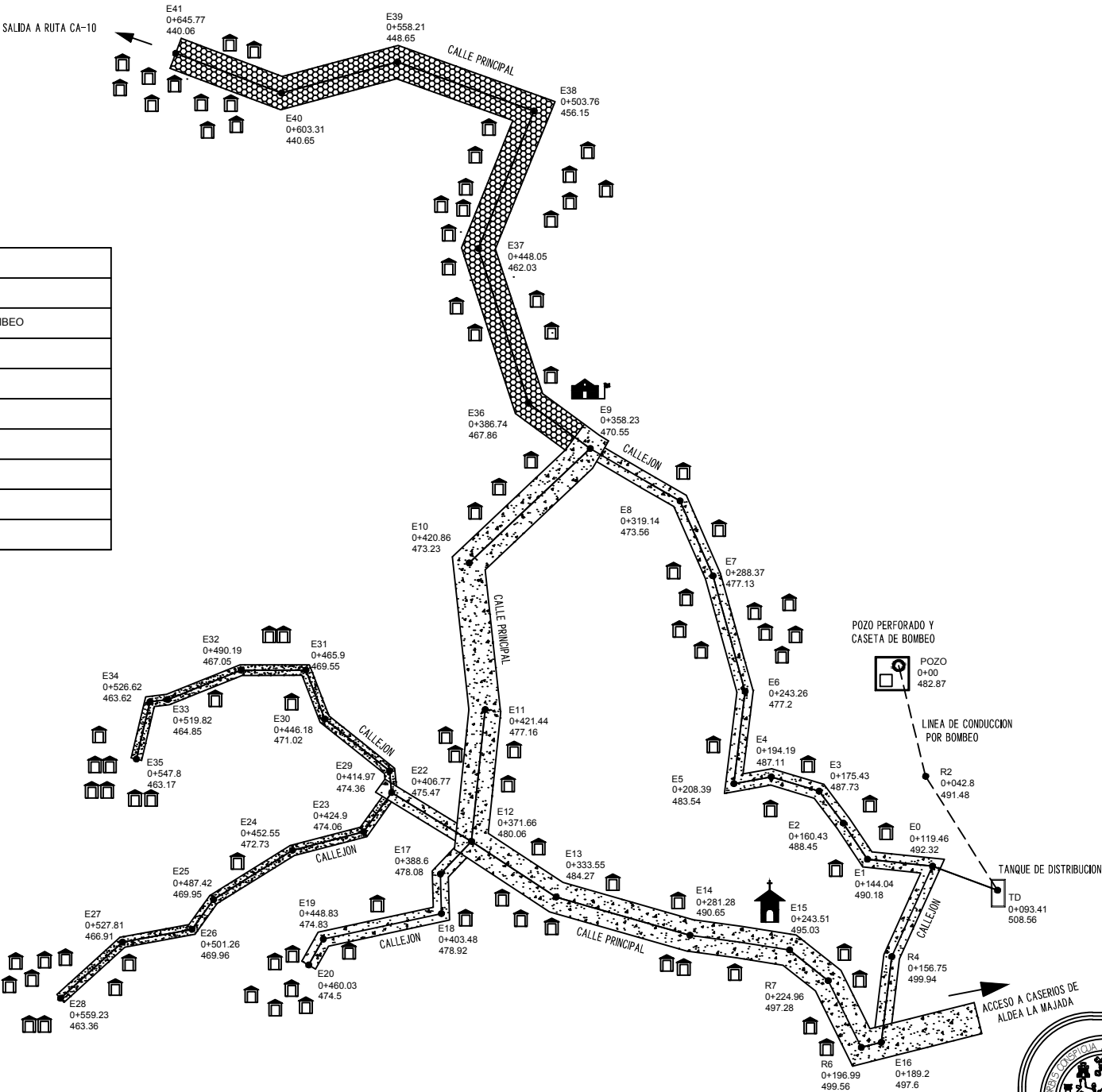
Calculo de diseño de línea de distribución																			
Tramo	C. inicial	C. final	longitud	C	Q	Hf supuesta	φ supuesto	φ real	φ de diseño	Velocidad	Hf	C. piezometrica inicial	C. piezometrica final	P. disponible inicial	P. disponible final	P. estatica inicial	P. estatica final	Observaciones	
TD	E-0	508.56	492.320	30.00	150.00	3.8200	6.2400	1.59	2 1/2"	2.655	1.07	0.51	508.56	508.05	0.00	15.73	0.00	16.24	
E-0	E-1	492.320	490.18	30.00	150.00	1.9116	7.8736	1.16	1 1/4"	1.532	1.61	2.05	508.05	506.01	15.73	15.83	16.24	18.38	
E-1	E-2	490.18	488.45	18.00	150.00	1.9116	7.5561	1.06	1 1/4"	1.532	1.61	1.23	506.01	504.78	15.83	16.33	18.38	20.11	
E-2	E-3	488.45	487.73	18.00	150.00	1.7346	7.0476	1.03	1 1/4"	1.532	1.46	1.03	504.78	503.75	16.33	16.02	20.11	20.83	
E-3	E-4	487.73	487.11	24.00	150.00	1.6284	6.6412	1.08	1 1/4"	1.532	1.37	1.22	503.75	502.53	16.02	15.42	20.83	21.45	
E-4	E-5	487.11	483.54	18.00	150.00	1.6284	8.9937	0.96	1 1/4"	1.532	1.37	0.91	502.53	501.62	15.42	18.08	21.45	25.02	
E-5	E-6	483.54	477.2	36.00	150.00	1.6284	14.4205	1.00	1 1/4"	1.532	1.37	1.83	501.62	499.79	18.08	22.59	25.02	31.36	
E-6	E-7	477.2	477.13	48.00	150.00	1.3806	12.6642	1.03	1 1/4"	1.532	1.16	1.79	499.79	498.00	22.59	20.87	31.36	31.43	
E-7	E-8	477.13	473.56	36.00	150.00	1.2390	14.4399	0.90	1"	1.195	1.71	3.69	498.00	494.31	20.87	20.75	31.43	35.00	
E-8	E-9	473.56	470.55	42.00	150.00	1.1682	13.7564	0.92	1"	1.195	1.61	3.86	494.31	490.44	20.75	19.89	35.00	38.01	
E-9	E-36	470.55	467.86	30.00	150.00	1.1328	12.5818	0.87	1"	1.195	1.57	2.61	490.44	487.83	19.89	19.97	38.01	40.70	
E-36	E-37	467.86	462.03	66.00	150.00	1.0974	15.8041	0.96	1"	1.195	1.52	5.41	487.83	482.42	19.97	20.39	40.70	46.53	
E-37	E-38	462.03	456.15	60.00	150.00	0.8496	16.2745	0.85	1"	1.195	1.17	3.06	482.42	479.36	20.39	23.21	46.53	52.41	
E-38	E-39	456.15	448.65	60.00	150.00	0.5310	20.7115	0.68	1"	1.195	0.73	1.28	479.36	478.08	23.21	29.43	52.41	59.91	
E-39	E-40	448.65	440.65	48.00	150.00	0.3894	8.0000	0.70	1"	1.195	0.54	0.58	448.65	448.07	0.00	7.42	0.00	8.00	Caja rompe presion en E-39
E-40	E-41	440.65	440.06	48.00	150.00	0.3894	8.0113	0.70	1"	1.195	0.54	0.58	448.07	447.49	7.42	7.43	8.00	8.59	
E-0	R-4	492.32	499.94	42.00	150.00	1.9116	8.1136	1.24	2 1/2"	2.655	0.54	0.20	508.05	507.86	15.73	7.92	16.24	8.62	
R-4	E-16	499.94	497.6	36.00	150.00	1.9116	0.2567	2.44	2 1/2"	2.655	0.54	0.17	507.86	507.69	7.92	10.09	8.62	10.96	
E-16	R-6	497.6	497.56	12.00	150.00	1.9116	0.1278	2.24	2 1/2"	2.655	0.54	0.06	507.69	507.63	10.09	10.07	10.96	11.00	
R-6	R-7	497.56	497.28	30.00	150.00	1.9116	0.3516	2.20	2 1/2"	2.655	0.54	0.14	507.63	507.49	10.07	10.21	11.00	11.28	
R-7	E-15	497.28	495.03	24.00	150.00	1.7346	2.4609	1.36	1 1/2"	1.754	1.11	0.71	507.49	506.78	10.21	11.75	11.28	13.53	
E-15	E-14	495.03	490.65	42.00	150.00	1.7346	6.1329	1.26	1 1/4"	1.532	1.46	2.39	506.78	504.39	11.75	13.74	13.53	17.91	
E-14	E-13	490.65	484.27	54.00	150.00	1.6638	10.1180	1.18	1 1/4"	1.532	1.40	2.85	504.39	501.54	13.74	17.27	17.91	24.29	
E-13	E-12	484.27	480.06	42.00	150.00	1.4514	11.4773	1.04	1 1/4"	1.532	1.22	1.72	501.54	499.82	17.27	19.76	24.29	28.50	
E-12	E-22	480.06	475.47	36.00	150.00	0.7788	14.3451	0.76	1"	1.195	1.08	1.56	499.82	498.25	19.76	22.78	28.50	33.09	
E-22	E-29	475.47	474.36	12.00	150.00	0.3894	13.8906	0.47	1"	1.195	0.54	0.14	498.25	498.11	22.78	23.75	33.09	34.20	
E-29	E-30	474.36	471.02	36.00	150.00	0.3894	17.0859	0.56	1"	1.195	0.54	0.43	498.11	497.67	23.75	26.65	34.20	37.54	
E-30	E-31	471.02	469.55	24.00	150.00	0.3540	18.1219	0.49	1"	1.195	0.49	0.24	497.67	497.43	26.65	27.88	37.54	39.01	
E-31	E-32	469.55	467.05	30.00	150.00	0.3540	20.3793	0.50	1"	1.195	0.49	0.30	497.43	497.13	27.88	30.08	39.01	41.51	
E-32	E-33	467.05	464.85	30.00	150.00	0.2832	22.2761	0.45	3/4"	0.926	0.65	0.69	497.13	496.43	30.08	31.58	41.51	43.71	
E-33	E-34	464.85	463.62	12.00	150.00	0.2478	22.8114	0.36	3/4"	0.926	0.57	0.22	496.43	496.21	31.58	32.59	43.71	44.94	
E-34	E-35	463.62	463.17	24.00	150.00	0.2478	23.0443	0.41	3/4"	0.926	0.57	0.43	496.21	495.78	32.59	32.61	44.94	45.39	
E-12	E-17	480.06	478.08	24.00	150.00	0.3894	11.7351	0.56	1"	1.195	0.54	0.29	499.82	499.53	32.61	21.45	45.39	14.24	
E-17	E-18	478.08	478.92	18.00	150.00	0.3894	10.6058	0.54	1"	1.195	0.54	0.22	499.53	499.31	21.45	20.39	14.24	11.26	
E-18	E-19	478.92	474.83	48.00	150.00	0.3894	14.4788	0.62	1"	1.195	0.54	0.58	499.31	498.73	20.39	23.90	11.26	13.62	
E-19	E-20	474.83	474.5	12.00	150.00	0.2124	14.2301	0.37	3/4"	0.926	0.49	0.16	498.73	498.57	23.90	24.07	13.62	13.23	
E-12	E-11	480.06	477.16	54.00	150.00	0.177	12.6551	0.48	1/2"	0.716	0.68	1.83	499.82	497.98	24.07	20.82	28.50	31.40	
E-9	E-10	470.55	473.23	66.00	150.00	0.1062	7.2118	0.46	1/2"	0.716	0.41	0.87	490.44	489.57	20.82	16.34	38.01	38.01	
E-22	E-23	475.47	474.06	24.00	150.00	0.354	12.78	0.53	1"	1.195	0.49	0.24	498.25	498.01	22.78	23.95	33.09	34.50	
E-23	E-24	474.06	472.73	30.00	150.00	0.354	13.95	0.54	1"	1.195	0.49	0.30	498.01	497.70	23.95	24.97	34.50	35.83	
E-24	E-25	472.73	469.95	36.00	150.00	0.354	14.94	0.56	1"	1.195	0.49	0.36	497.70	497.34	24.97	27.39	35.83	38.61	
E-25	E-26	469.95	469.96	18.00	150.00	0.3186	17.48	0.45	1"	1.195	0.44	0.15	497.34	497.19	27.39	27.23	38.61	38.60	
E-26	E-27	469.96	466.91	30.00	150.00	0.3186	17.17	0.50	1"	1.195	0.44	0.25	497.19	496.94	27.23	30.03	38.60	41.65	
E-27	E-28	466.91	463.36	36.00	150.00	0.3186	19.52	0.51	1"	1.195	0.44	0.30	496.94	496.64	30.03	33.28	41.65	45.20	

Fuente: elaboración propia.

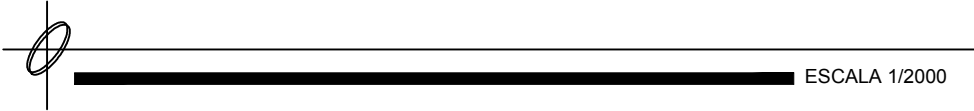
Apéndice F

Planos constructivos, proyecto de sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo, aldea La majada, municipio de San Jacinto, departamento de Chiquimula.

SIMBOLOGIA	
	LINEA DE DISTRIBUCION
	LINEA DE CONDUCCION POR BOMBEO
	POZO PERFORADO
	ESTACIONES TOPOGRAFICAS
	VIVIENDAS
	IGLESIA
	ESCUELA
	CALLE ADOQUINADA
	CALLE DE TERRACERIA

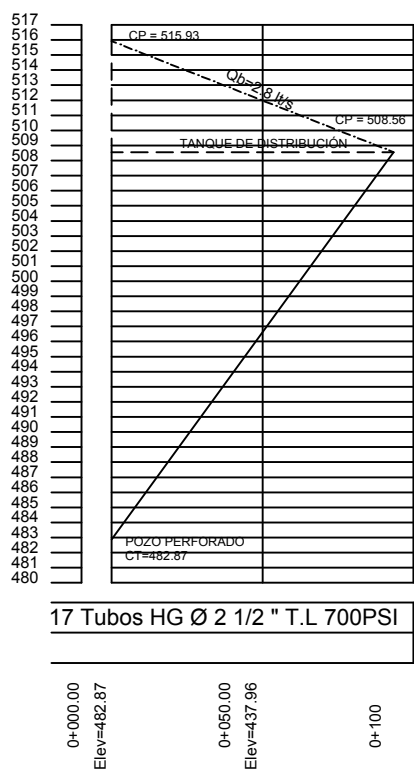
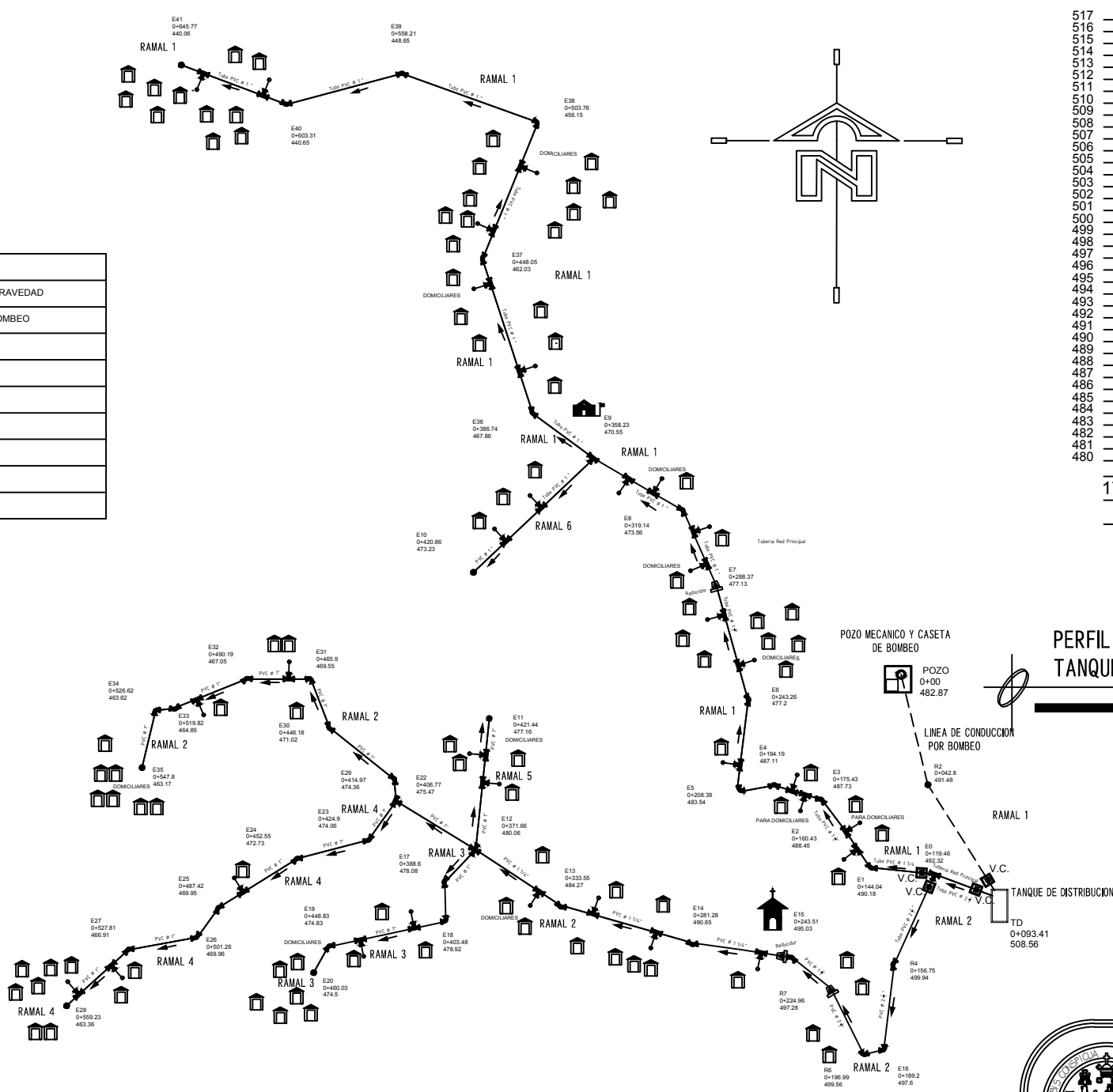


PLANTA DE CONJUNTO



		EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S.	
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR BOMBEO	
PROYECTO:		ALDEA LA MAJADA SAN JACINTO	
UBICACION:		PLANTA DE CONJUNTO	
PLANO DE:		1	
DISEÑO: ELINK R. VELASQUEZ S.		FECHA: NOVIEMBRE 2017	
DIBUJO: ELINK R. VELASQUEZ S.		ESCALA: INDICADA	
REVISÓ: ELINK R. VELASQUEZ S.		Nº. PROYECTO: 10	
ING. LUIS QUIJADA ASESOR-SUPERVISOR E.P.S.		Vb. Bb.	

SIMBOLOGIA	
	LINEA DE DISTRIBUCION POR GRAVEDAD
	LINEA DE CONDUCCION POR BOMBEO
	POZO MECANICO
	ESTACIONES TOPOGRAFICAS
	VALVULA DE COMPUERTA (V.C)
	REDUCIDOR (ver diametros)
	CODO 90° VISTA HORIZONTAL
	CODO 90° VISTA VERTICAL
	TEE 90° - VISTA HORIZONTAL



PERFIL DE CONDUCCION DE POZO A TANQUE DE DISTRIBUCION

ESCALA H 1/1000
ESCALA V 1/200

PLANTA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE

ESCALA 1/2000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
E.P.S.

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR BOMBEO

ALDEA LA MAJADA SAN JACINTO

PLANTA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE

PROYECTO :

UBICACION :

PLANO DE :

DISENO:
ELINK R. VELASQUEZ S.

DIBUJO:
ELINK R. VELASQUEZ S.

REVISO:
ELINK R. VELASQUEZ S.

ING. LUIS QUIJADA
ASESOR-SUPERVISOR E.P.S.

Vs. Bn.

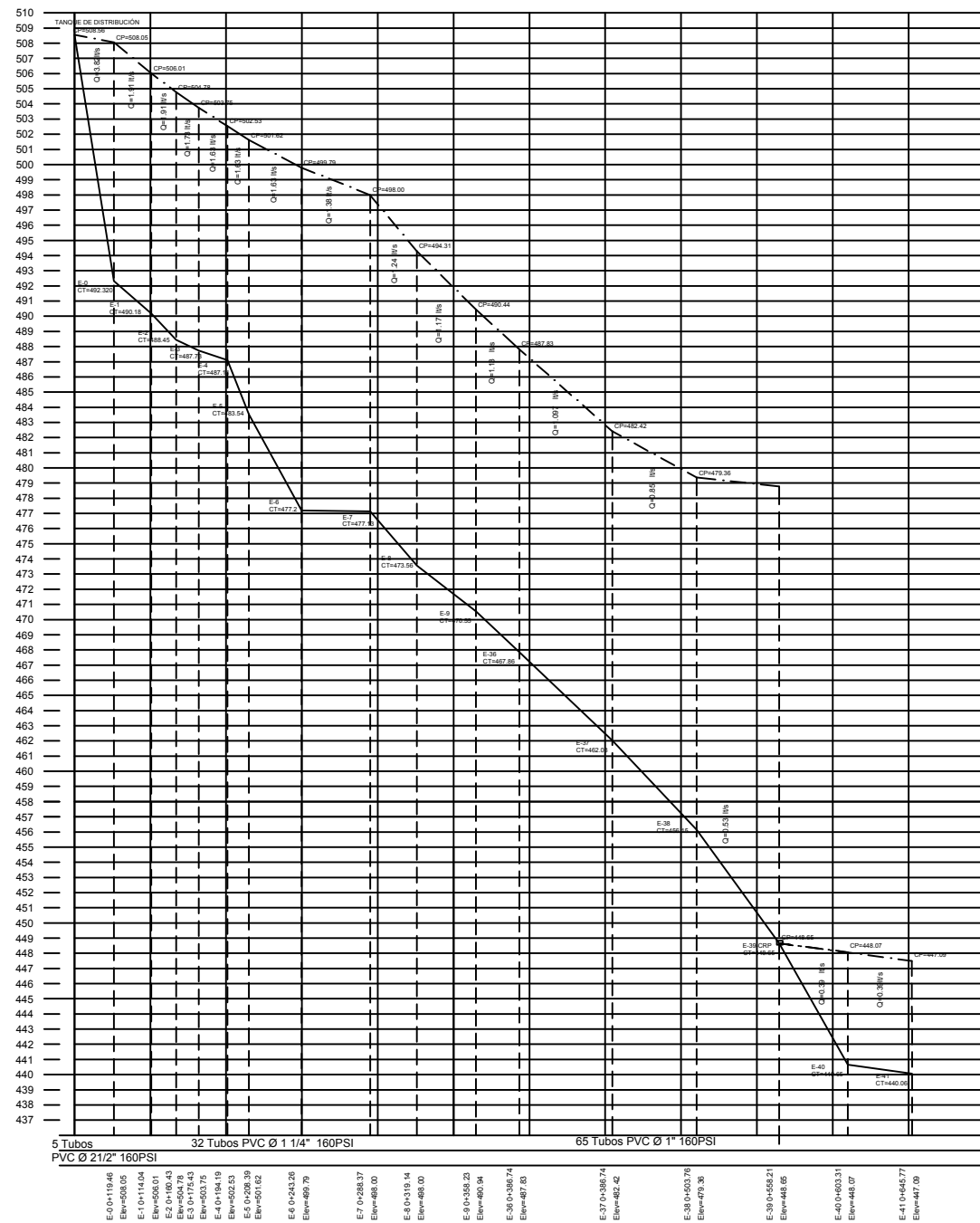
FECHA:
NOVIEMBRE 2017

ESCALA:
INDICADA

Nº. PROYECTO:

HOJA NO. 2

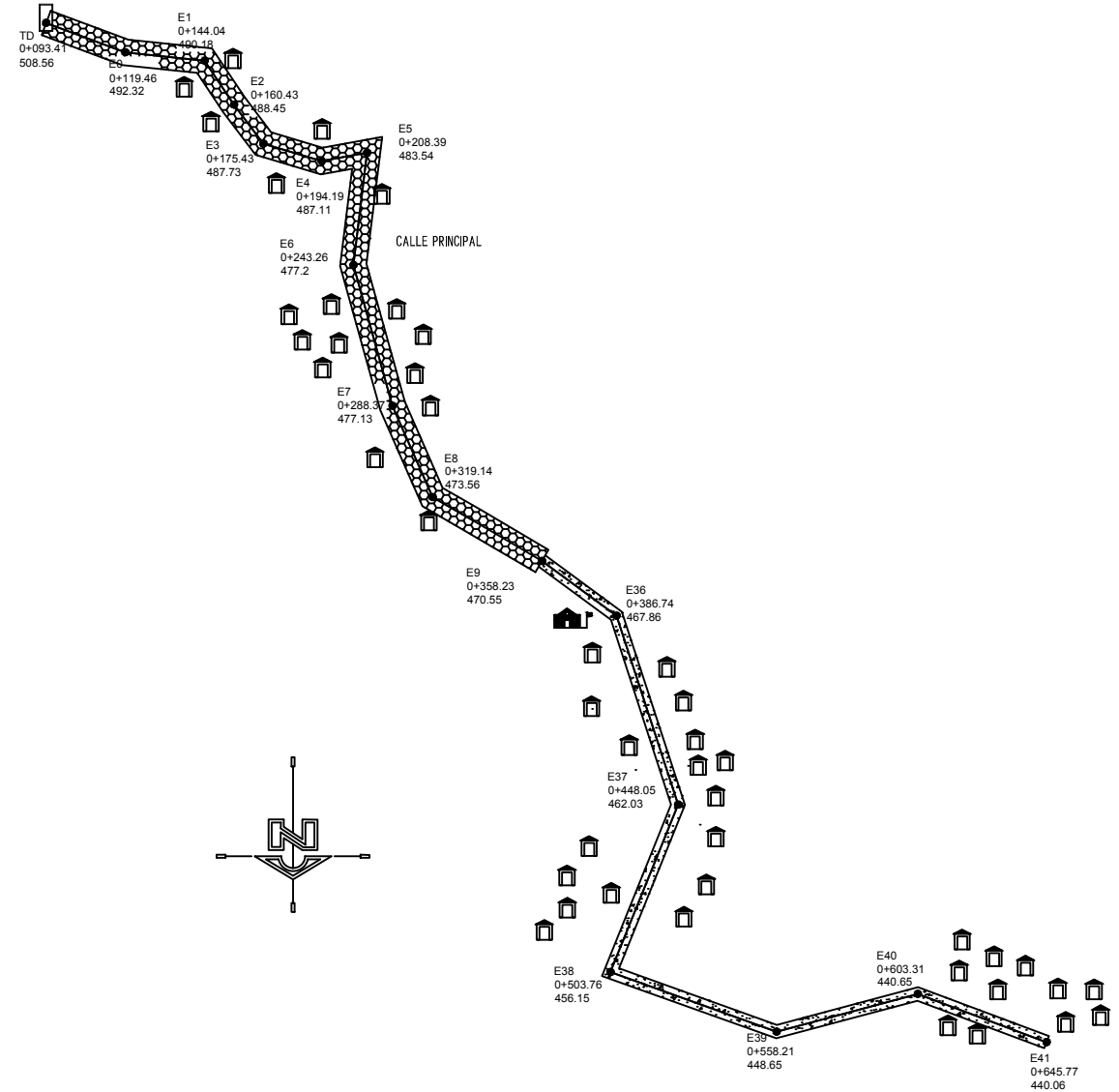
10



PERFIL RAMAL 1 – De TD a E-41

ESCALA H 1/2000
ESCALA V 1/200

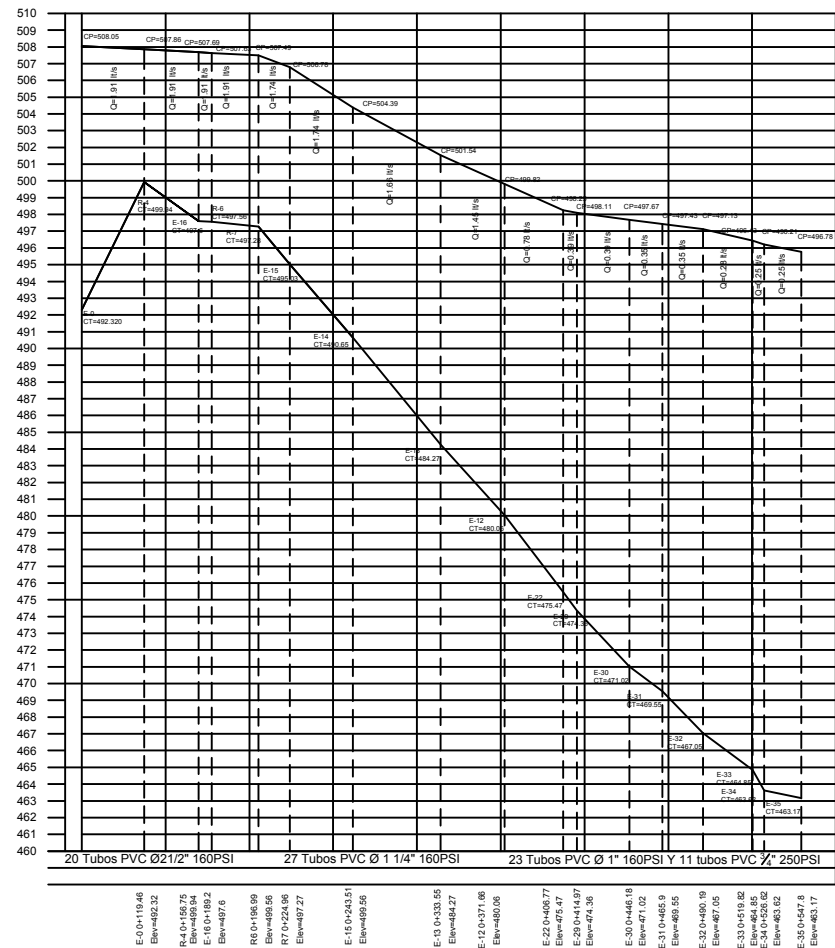
TANQUE DE DISTRIBUCION



PLANTA RAMAL 1 – De TD a E-41

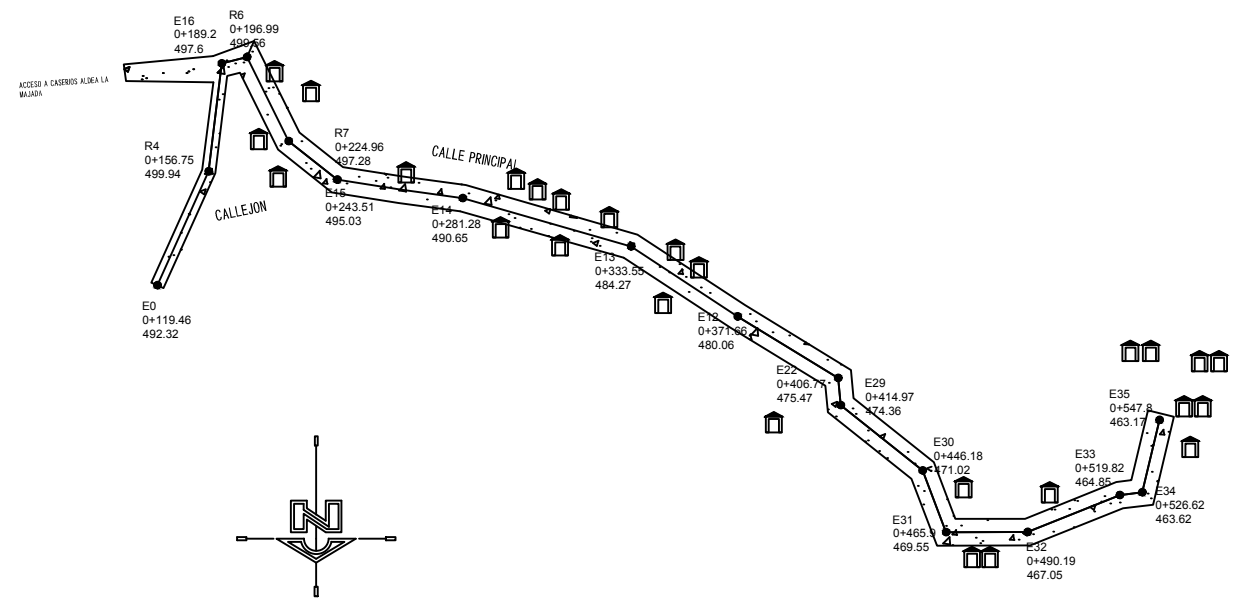
ESCALA 1/2000

		EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S.	
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR BOMBEO		ALDEA LA MAJADA SAN JACINTO	
PLANTA Y PERFIL RAMAL 1		3	
ING. LUIS QUIJADA ASESOR-SUPERVISOR E.P.S.		Vb. Bo.	
FECHA: NOVIEMBRE 2017		ESCALA: INDICADA	
No. PROYECTO:		10	



PERFIL RAMAL 2 – De E-0 a E-35

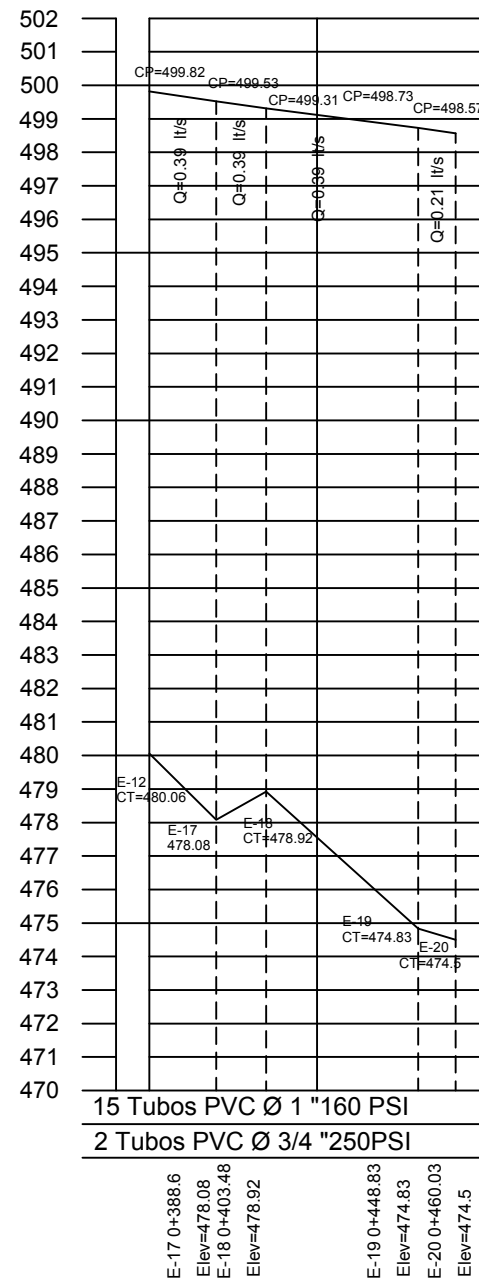
ESCALA H 1/2000
ESCALA V 1/200



PLANTA RAMAL 2 – De E-0 a E-35

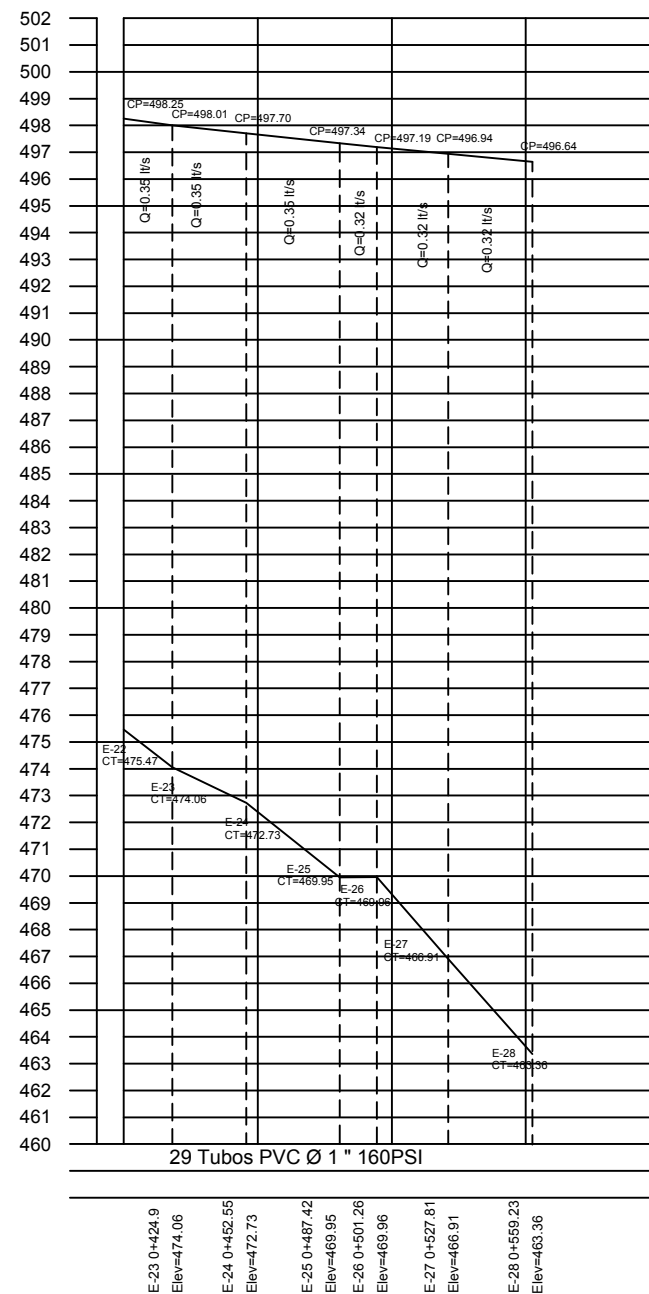
ESCALA 1/2000

		EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S.	
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR BOMBEO	
PROYECTO :		ALDEA LA MAJADA SAN JACINTO	
UBICACIÓN :		PLANTA Y PERFIL RAMAL 2	
PIANO DE :		4	
DISEÑO: ELINK R. VELASQUEZ S.		FECHA: NOVIEMBRE 2017	
DIBUJO: ELINK R. VELASQUEZ S.		ESCALA: INDICADA	
REVISÓ: ELINK R. VELASQUEZ S.		No. PROYECTO:	
ING. LUIS QUIJADA ASESOR-SUPERVISOR E.P.S.		Vb. Bo.	



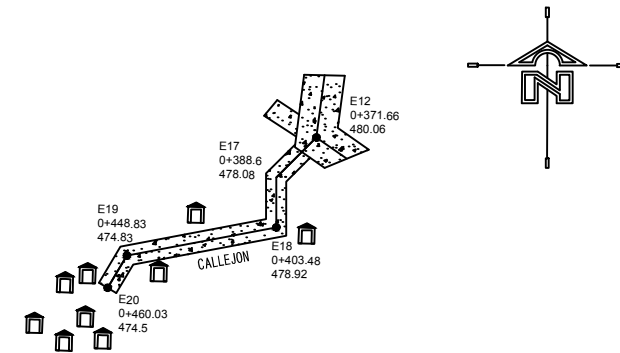
PERFIL RAMAL 3 – De E-12 a E-20

ESCALA H 1/2000
ESCALA V 1/200



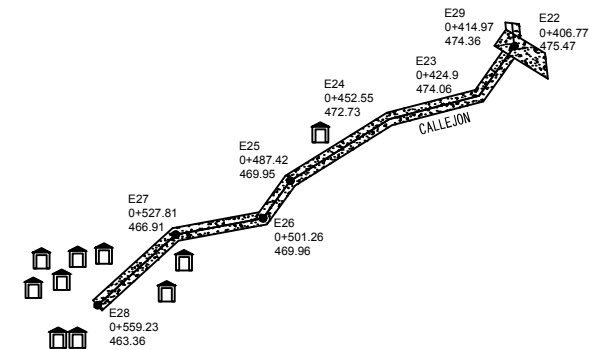
PERFIL RAMAL4 –De E-22 A E-28

ESCALA H 1/2500
ESCALA V 1/250



PLANTA RAMAL 3 – De E-12 a E-20

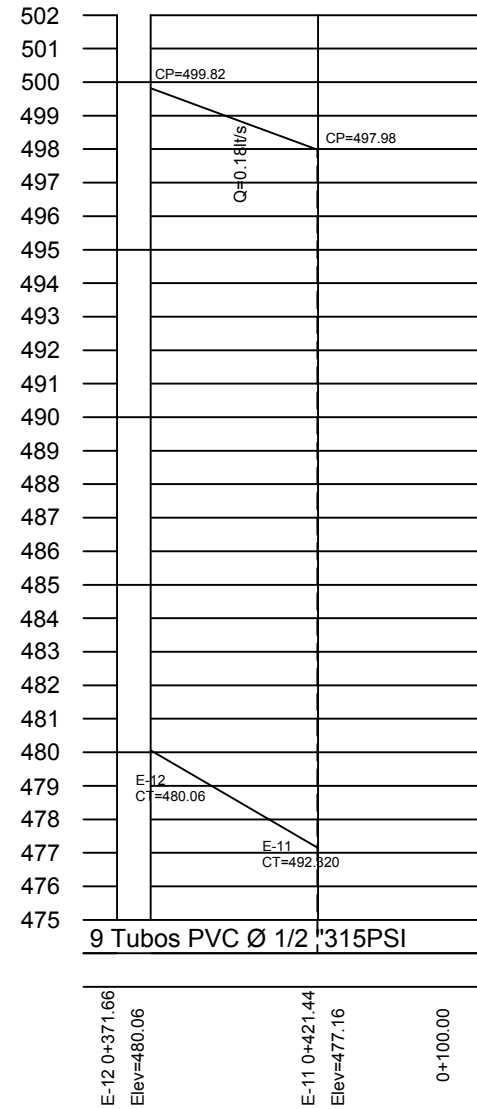
ESCALA 1/2000



PLANTA RAMAL 4 – De E-22 A E-28

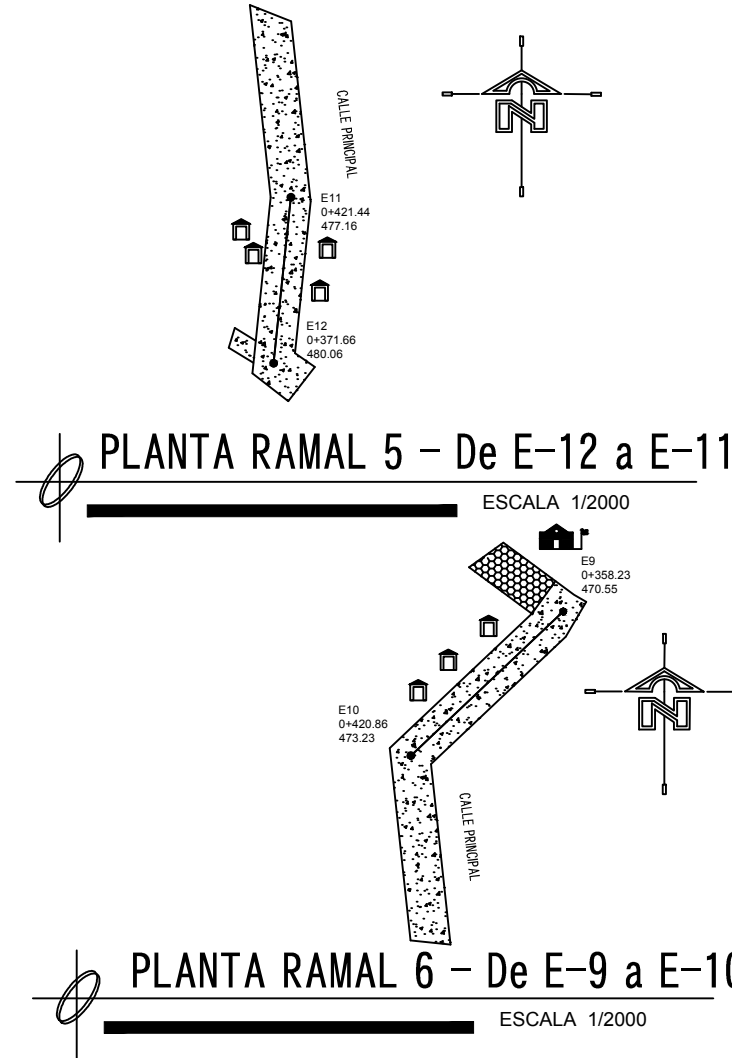
ESCALA 1/2000

		EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S.	
		SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR BOMBEO	
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		UBICACIÓN: ALDEA LA MAJADA SAN JACINTO	
FACULTAD DE INGENIERIA		PLANO DE: PLANTAS Y PERFILES RAMALES 3-4	
DISEÑO: ELINK R. VELASQUEZ S.		HOJA NO. 5 10	FECHA: NOVIEMBRE 2017
DIBUJO: ELINK R. VELASQUEZ S.			ESCALA: INDICADA
REVISÓ: ELINK R. VELASQUEZ S.			ING. LUIS QUIJADA ASESOR-SUPERVISOR E.P.S.



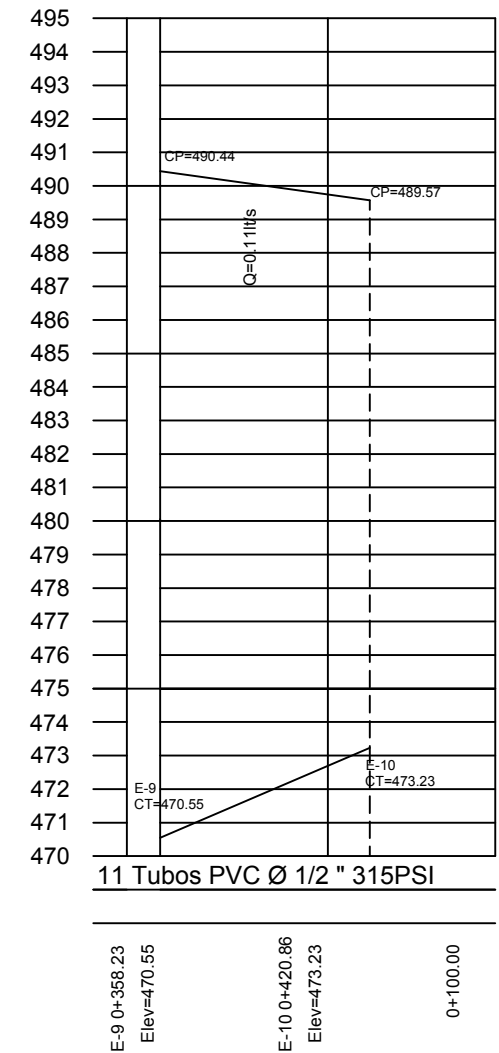
PERFIL RAMAL 5 - De E-12 a E-11

ESCALA H 1/2000
ESCALA V 1/200



PLANTA RAMAL 5 - De E-12 a E-11

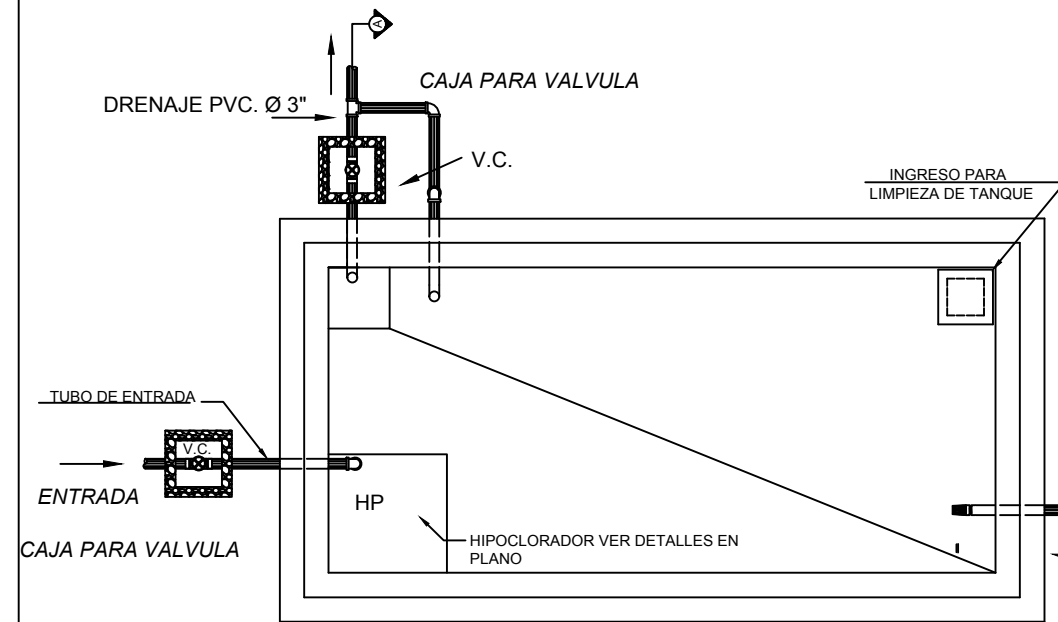
ESCALA 1/2000



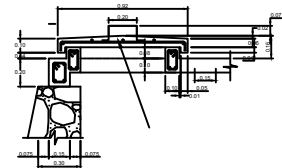
PERFIL RAMAL 6 - De E-9 a E-10

ESCALA H 1/2000
ESCALA V 1/200

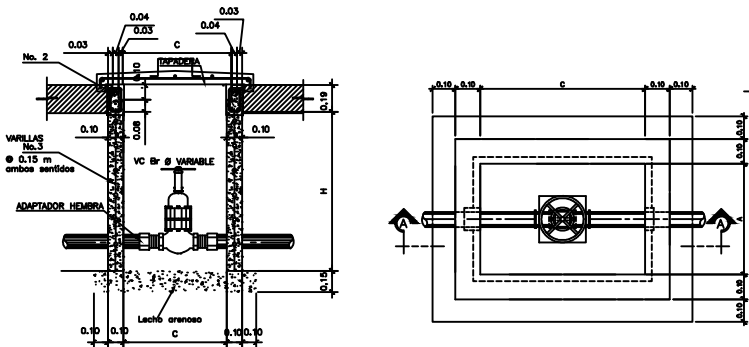
		EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S.	
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR BOMBEO		UBICACIÓN: ALDEA LA MAJADA SAN JACINTO	
PLANTAS Y PERFILES RAMALES 5-6		PLANO DE: PLANTAS Y PERFILES RAMALES 5-6	
DISEÑO: ELINK R. VELASQUEZ S.	DIBUJO: ELINK R. VELASQUEZ S.	REVISÓ: ELINK R. VELASQUEZ S.	ING. LUIS QUIJADA ASESOR-SUPERVISOR E.P.S.
FECHA: NOVIEMBRE 2017		ESCALA: INDICADA	
Nº. PROYECTO:		HOJA NO.: 6	



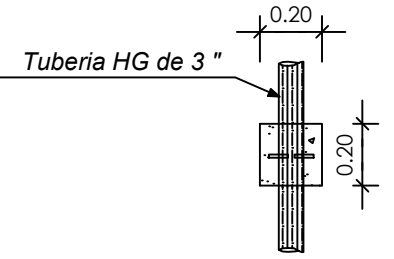
PLANTA DE TANQUE DE DISTRIBUCION
SIN ESCALA



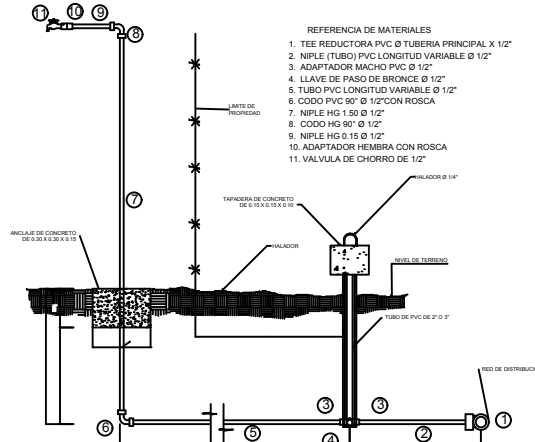
DETALLE DE TAPADERA DE TANQUE
SIN ESCALA



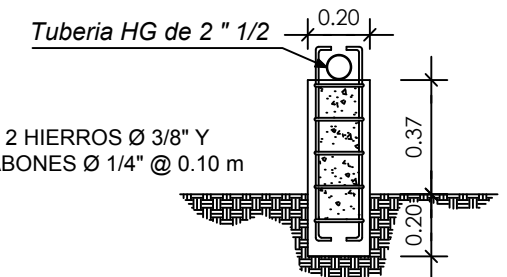
DETALLE DE CAJA PARA VALVULAS
SIN ESCALA



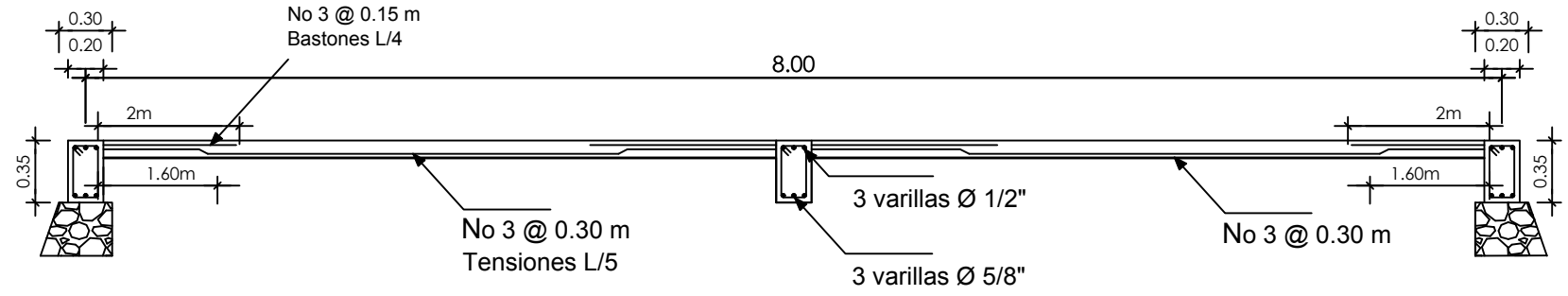
PLANTA - ANCLAJES PARA TUBERIA
SIN ESCALA



CONEXIÓN DOMICILIAR
SIN ESCALA

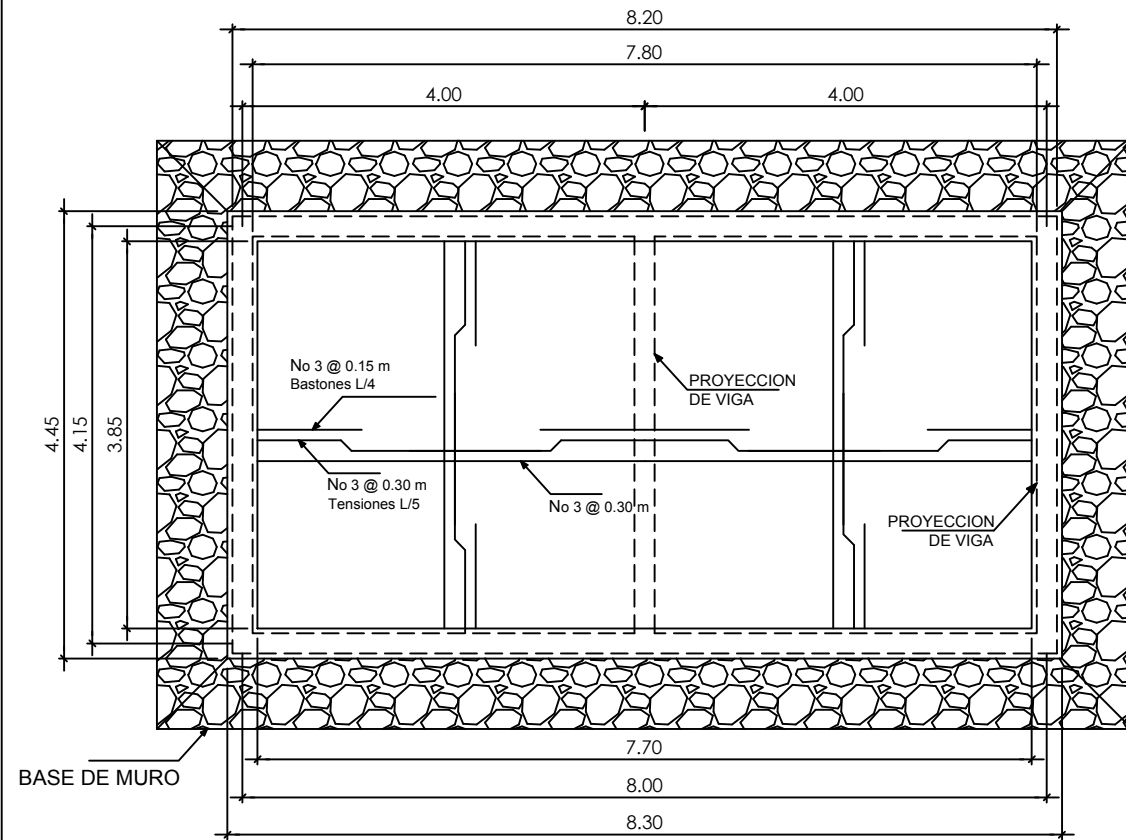


SECCION DE ANCLAJES PARA TUBERIA
SIN ESCALA

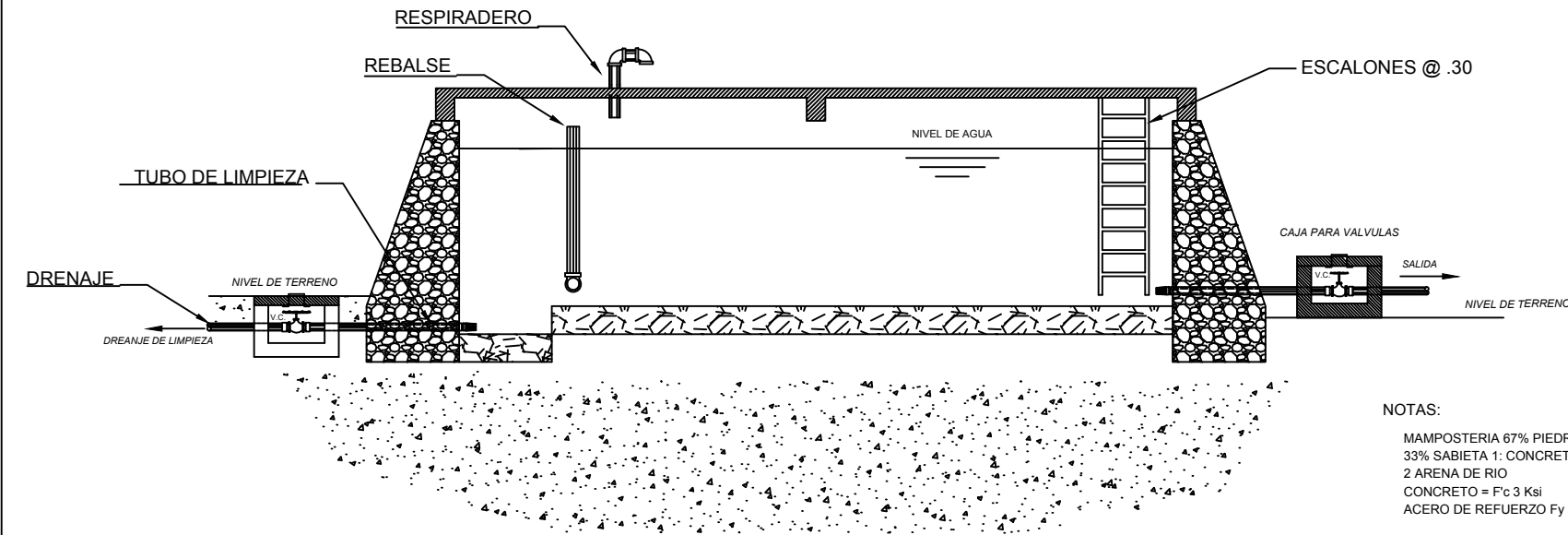


SECCION DE LOSA
SIN ESCALA

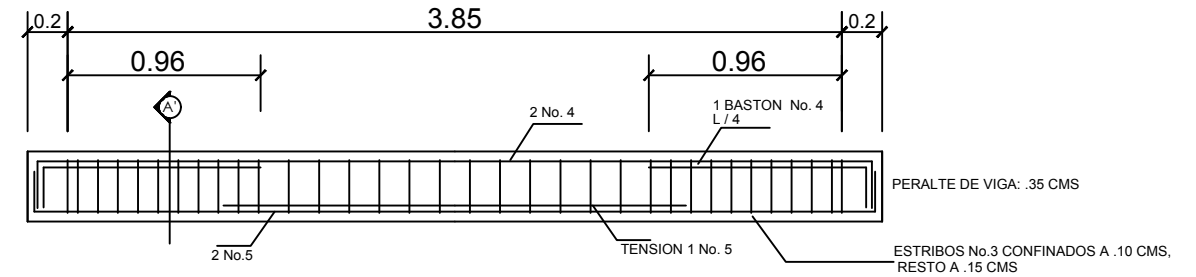
		EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S.	
		SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR BOMBEO	
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		UBICACIÓN: ALDEA LA MAJADA SAN JACINTO	
PROYECTO: TANQUE DE DISTRIBUCION Y DETALLES CONSTRUCTIVOS		PLANO DE: 7	
DISEÑO: ELINK R. VELASQUEZ S.	DIBUJO: ELINK R. VELASQUEZ S.	REVISÓ: ELINK R. VELASQUEZ S.	HOJA NO.: 10 ESCALA: INDICADA FECHA: NOVIEMBRE 2017 No. PROYECTO:



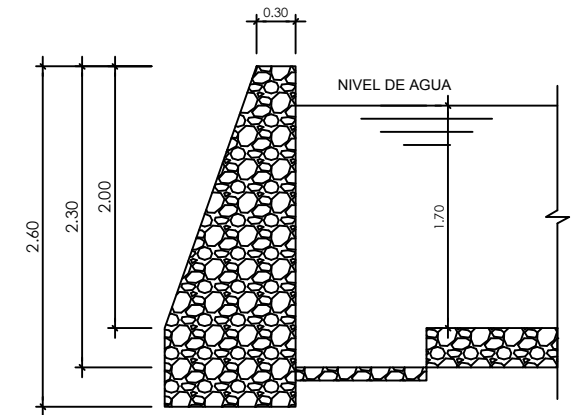
PLANTA LOSA DE TANQUE DE DISTRIBUCION
SIN ESCALA



SECCION A-A DE TANQUE DE DISTRIBUCION
SIN ESCALA



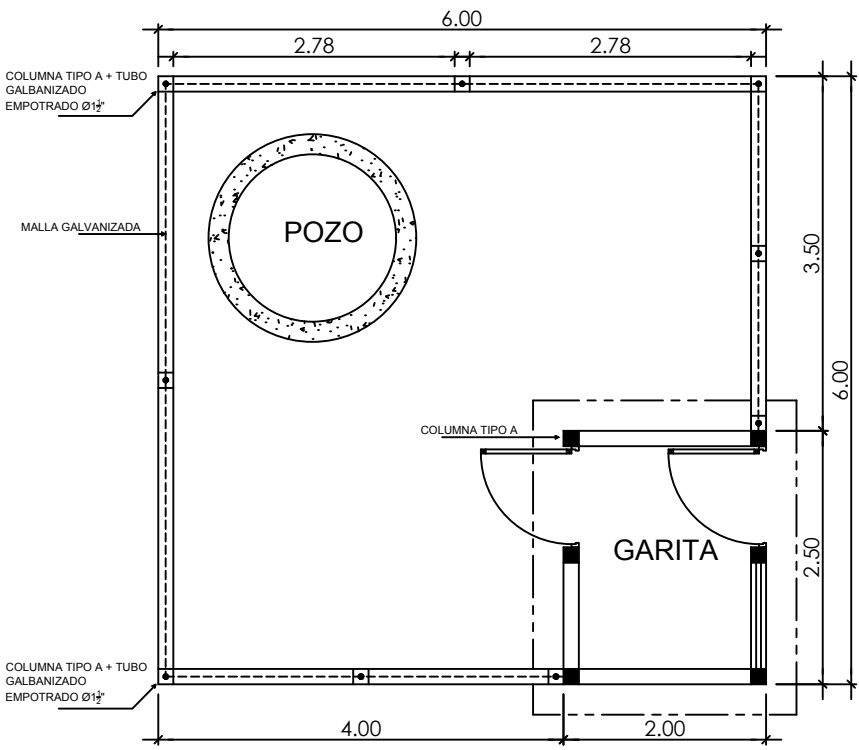
SECCION DE VIGA - A'
SIN ESCALA



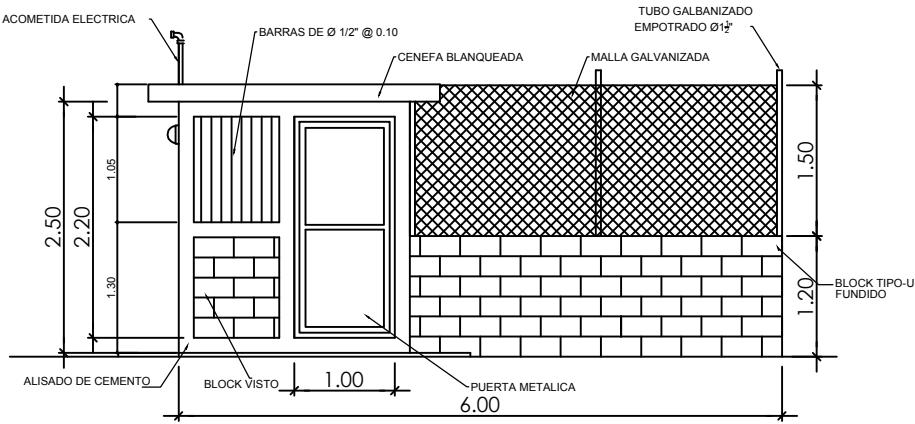
SECCION DE MURO
SIN ESCALA

NOTAS:
MAMPOSTERIA 67% PIEDRA
33% SABIETA 1: CONCRETO
2 ARENA DE RIO
CONCRETO = F'c 3 Ksi
ACERO DE REFUERZO Fy = 40 Ksi

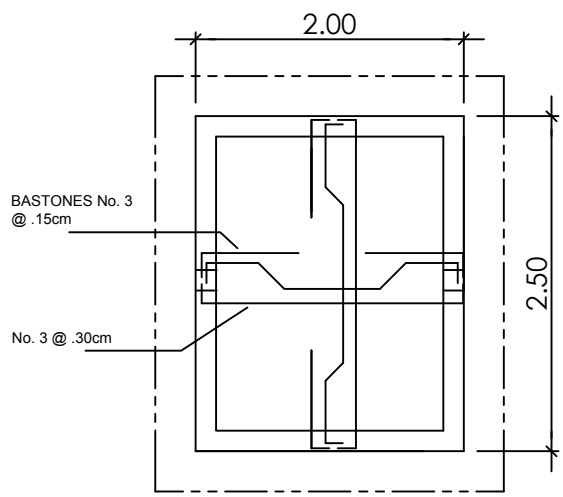
		EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S.	
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR BOMBEO	
PROYECTO:		UBICACIÓN: ALDEA LA MAJADA SAN JACINTO	
PLANO DE:		PLANTA DE LOSA DE TANQUE DE DISTRIBUCION Y DETALLES CONSTRUCTIVOS	
DISEÑO: ELINK R. VELASQUEZ S.	DIBUJO: ELINK R. VELASQUEZ S.	FECHA: NOVIEMBRE 2017	ESCALA: INDICADA
REVISÓ: ELINK R. VELASQUEZ S.	ING. LUIS QUIJADA ASESOR-SUPERVISOR E.P.S.	Vb. Bb.	Nº. PROYECTO:
8		10	



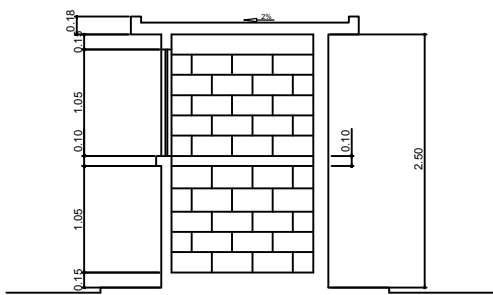
PLANTA - AREA DE POZO
SIN ESCALA



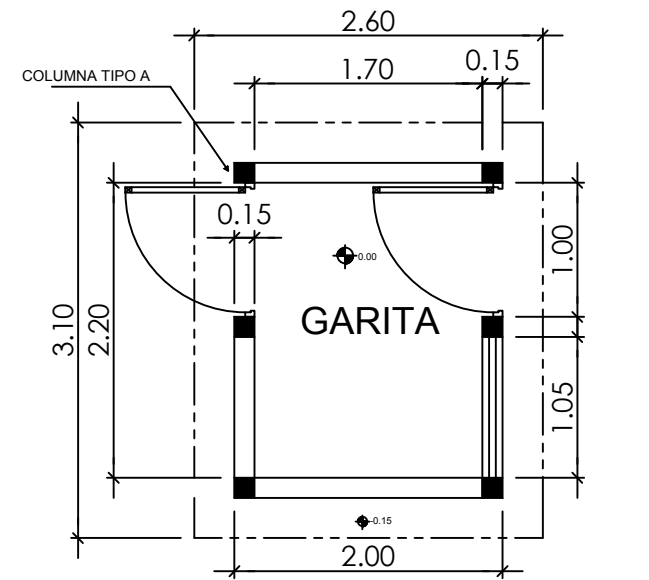
ELEVACION FRONTAL
SIN ESCALA



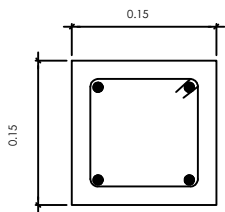
PLANTA ACOTADA DE GARITA
SIN ESCALA



ELEVACION LATERAL GARITA
SIN ESCALA



PLANTA DE LOSA
SIN ESCALA



DETALLE DE COLUMNA TIPO A
SIN ESCALA

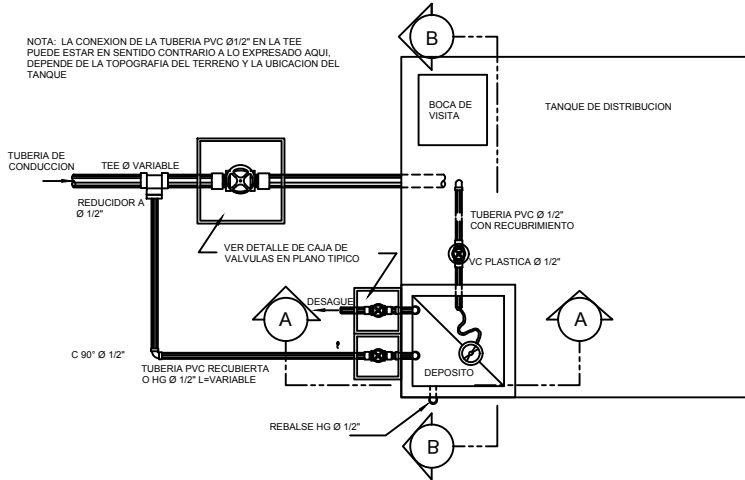
ESPECIFICACIONES TECNICAS

- LA PROPORCION DEL CONCRETO PARA LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES SERA 1:2:2 .
- EL ACERO DEBERA SER LEGITIMO GRADO 40.
- EL TRASLAP PARA LAS VARILLAS DE ACERO SERA COMO MINIMO 30 VECES SU DIAMETRO.
- LOS MUROS SERAN DE BLOCK DE 0.15 x 0.20 x 0.40 METROS, CLASE B:100Kg/cm².
- EL RECUBRIMIENTO DE CONCRETO PARA EL ACERO SERA COMO MINIMO 0.025 METROS O 1 PULGADA, PARA LAS COLUMNAS Y 0.05 METROS POR 2 PULGADAS PARA LOS CIMIENTOS.
- EL MORTERO DE UNION PARA EL LEVANTADO DE MURO SERA TIPO SABIETA PROPORCION 1:1.
- EL AGREGADO GRUESO PARA EL CONCRETO SERA PIEDRIN TRITURADO DIAMETRO ¾".
- PARA EL CERRAMIENTO PERIMETRAL DE UTILIZARA MALLA GALVANIZADA DE 1.50 DE ALTO.

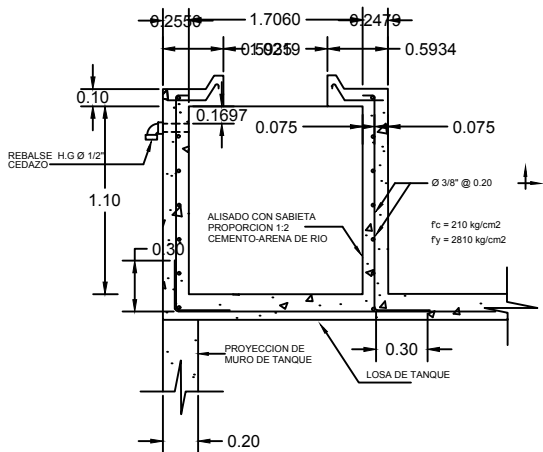
		EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S.	
		SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR BOMBEO	
PROYECTO :		ALDEA LA MAJADA SAN JACINTO	
PLANO DE:		PLANO DE CASETA DE BOMBEO Y DETALLES ESTRUCTURALES	
DISEÑO: ELINK R. VELASQUEZ S.		FECHA: NOVIEMBRE 2017	
DIBUJO: ELINK R. VELASQUEZ S.		ESCALA: INDICADA	
REVISÓ: ELINK R. VELASQUEZ S.		No. PROYECTO:	
ING. LUIS QUIJADA ASESOR-SUPERVISOR E.P.S.		Vº Bº.	

HOJA NO. 9

10



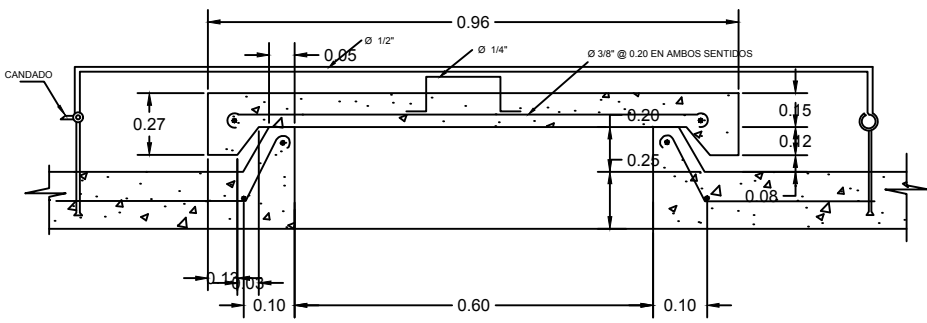
PLANTA DE HIPOCLORADOR



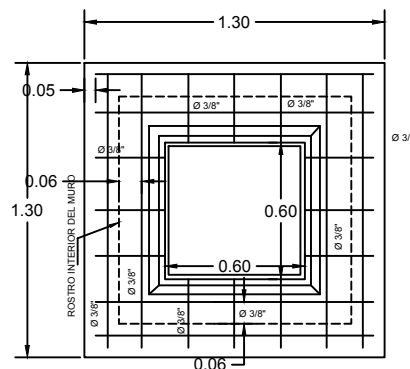
ARMADO DE MUROS

PREPARACION DE LA SOLUCION DE HIPOCLORADOR INSTRUCCIONES

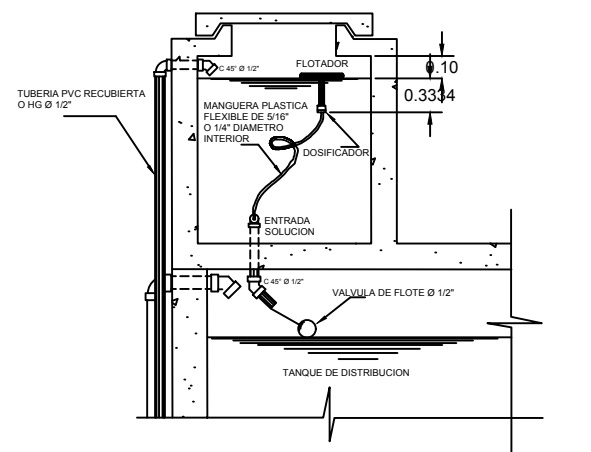
- PREPARAR LA SOLUCION COCENTRADA DE HIPOCLORITO DE SODIO EN OTRO TANQUE O DEPOSITO MEZCLANDOLA PERFECTAMENTE. LA TABLA 1 INDICA LA CANTIDAD DE CLOROGENO NECESARIA PARA PREPARAR UNA SOLUCION AL 0.10% (1000p.p.m)
- DEJAR SEDIMENTAR LA SOLUCION. EL LIQUIDO CLARO PASARLO AL DEPOSITO DEL HIPOCLORADOR EL SEDIMENTO DESECHARLO YA QUE ES INACTIVO Y PRODUCE TAPONAMIENTOS EN LA TUBERIA
- LA TABLA 2 INDICA EL VOLUMEN DE SOLUCION AL 0.1% RESPECTIVAMENTE, NECESARIA PARA APLICAR DURANTE DOS DIAS COMO MINIMO PARA DIFERENTES CAUDALES DE DISEÑO
- PARA VERIAR LA DOSIFICACION GRADUAR EL CAUDAL CON LOS RESPECTIVAMENTE, NECESARIA PARA
- LA CAIDA DE LA SOLUCION DE HIPOCLORITO AL TANQUE DEBERA SER NORMAL A LA ENTRADA DE AGUA PROCEDENTE DE LA CONDUCCION, O EN OTROS PALABRAS, DEBERA CAER LA SOLUCION DE HIPOCLORITO SOBRE EL CHORRO DE AGUA QUE ENTRA AL TANQUE PROCEDENTE DE LA CONDUCCION, CON EL OBJETO DE LOGRAR UNA BUENA MEZCLA EN UN TIEMPO RELATIVAMENTE
- EL PERIODO DE CONTACTO EN EL TANQUE DE DISTRIBUCION SERA COMO MINIMO DE DOS HORAS, TIEMPO DURANTE EL CUAL EL AGUA NO PASARA A LA RED DE DISTRIBUCION. ESTO SOLO SE HACE CUANDO SE INICIA EL PROCESO DE CLORACION



DETALLE DE TAPADERA



DETALLE DE LOSA



SECCION A-A

TABLA No. 1

HIPOCLORITO NECESARIO PARA PREPARAR SOLUCION AL 0.1%						
VOLUMEN DE SOLUCION REQUERIDA	CANTIDAD DE HIPOCLORITO					
	65 %	66 %	67 %	68 %	69 %	70 %
LITROS	GRAMOS	GRAMOS	GRAMOS	GRAMOS	GRAMOS	GRAMOS
1	1.54	1.52	1.49	1.47	1.45	1.43
2	3.08	3.03	2.99	2.94	2.90	2.86
10	15.38	15.15	14.93	14.71	14.49	14.29
25	38.46	37.88	37.31	36.76	36.23	35.71
50	76.92	75.76	74.63	73.53	72.46	71.43
75	115.38	113.64	111.94	110.29	108.70	107.14
100	153.85	151.52	149.25	147.06	144.93	142.86
300	461.55	454.55	447.76	441.18	434.78	428.57
500	769.23	757.58	746.27	735.29	724.64	714.64
600	923.08	909.09	895.52	882.52	869.57	869.57
1000	1538.46	1515.15	1492.54	1470.59	1449.28	1428.57
1 lb. = 460 gramos						
VOLUMEN DEL DEPOSITO A UTILIZARSE 1000 lts. DOSIFICAR 3 LIBRAS Y 1 ONZA PARA 65% DOSIFICAR 3 LIBRAS PARA 70%						

VOLUMEN DE SOLUCION AL 0.1% QUE TIENE QUE INGRESAR AL TANQUE PARA DOSIFICAR 1 mg/l		
CAUDAL DEL SISTEMA	CANTIDAD NECESARIA DE SOLUCION	
l/s	l/Hora	1/Dia
0.50	1.80	43.20
0.60	2.16	51.84
0.70	2.52	60.48
0.80	2.88	69.12
0.90	3.24	77.76
1.00	3.60	86.40
1.10	3.96	95.04
1.20	4.32	103.68
1.30	4.68	112.32
1.40	5.04	120.96
1.50	5.40	129.60
1.60	5.78	138.24
1.70	6.12	146.88
1.80	6.48	155.52
1.90	6.84	164.16
2.00	7.20	172.80
2.10	7.56	181.44
2.20	7.92	190.08
2.30	8.28	198.72
2.40	8.64	207.36
2.50	9.00	216.00
2.60	9.36	224.64
2.70	9.72	233.28
2.80	10.08	241.92
2.90	10.44	250.56
3.00	10.80	259.20
3.30	11.88	285.12
3.50	12.60	302.40
0.50	13.68	328.32
4.00	14.40	345.60
4.50	16.20	388.80
5.00	18.00	432.00
5.50	19.80	475.20
6.00	21.60	518.40

PROYECTO DE INGENIERIA

UBICACION: ALDEA LA MAJADA SAN JACINTO

PLANO DE: DETALLE DE HIPOCLORADOR

ING. LUIS QUIJADA
ASESOR-SUPERVISOR E.P.S.

FECHA: NOVIEMBRE 2017

ESCALA: INDICADA

Nº. PROYECTO:

ANEXOS

Anexo A	Relaciones hidráulicas.
Anexo B	Resultados de laboratorio de análisis físico-químico y bacteriológico.
Anexo C	Constancia de aforo de fuente pozo mecánico La Majada.
Anexo D	Valores de coeficientes para diseño de losas macizas método ACI.

Anexo A. Tabla A 1. Relaciones hidráulicas

q/Q	v/V	d/D	a/A
0.000001	0.019224	0.001	0.000054
0.000005	0.030507	0.002	0.000152
0.000011	0.039963	0.003	0.000279
0.000021	0.048396	0.004	0.000429
0.000034	0.056141	0.005	0.000599
0.00005	0.06337	0.006	0.000788
0.00007	0.070215	0.007	0.000992
0.000093	0.076728	0.008	0.001212
0.00012	0.08297	0.009	0.001446
0.000151	0.08898	0.01	0.001693
0.000185	0.094787	0.011	0.001952
0.000223	0.100417	0.012	0.002224
0.000265	0.105887	0.013	0.002506
0.000311	0.111215	0.014	0.0028
0.000361	0.116413	0.015	0.003105
0.000415	0.121493	0.016	0.003419
0.000473	0.126464	0.017	0.003744
0.000536	0.131335	0.018	0.004078
0.000602	0.136112	0.019	0.004421
0.000672	0.140803	0.02	0.004773
0.000746	0.145412	0.021	0.005134
0.000825	0.149945	0.022	0.005503
0.000825	0.149945	0.022	0.005503
0.000908	0.154406	0.023	0.005881
0.000995	0.1588	0.024	0.006266
0.001086	0.163129	0.025	0.00666
0.001182	0.167398	0.026	0.007061
0.001282	0.171609	0.027	0.00747
0.001386	0.175765	0.028	0.007887
0.001495	0.179868	0.029	0.008311
0.001608	0.183921	0.03	0.008741
0.01725	0.187926	0.031	0.009179
0.001847	0.191885	0.032	0.009624
0.001973	0.1958	0.033	0.010076
0.002103	0.19962	0.034	0.010534
0.002238	0.203503	0.035	0.010999
0.002378	0.207295	0.036	0.01147
0.002521	0.211049	0.037	0.011947
0.00267	0.214766	0.038	0.012431
0.002823	0.218448	0.039	0.012921
0.00298	0.222095	0.04	0.013417
0.003142	0.225709	0.041	0.013919
0.003308	0.229291	0.042	0.014427
0.003479	0.232842	0.043	0.014941
0.003654	0.236362	0.044	0.01546
0.003814	0.239853	0.045	0.015985
0.004019	0.243315	0.046	0.016516
0.004208	0.246749	0.047	0.017052
0.004401	0.250157	0.048	0.017594
0.004599	0.253537	0.049	0.018141
0.004802	0.256893	0.05	0.018693
0.005009	0.260223	0.051	0.019251
0.005221	0.263528	0.052	0.019813
0.005438	0.26681	0.053	0.020381
0.005659	0.270068	0.054	0.020954
0.005885	0.273304	0.055	0.021532
0.006115	0.276517	0.056	0.022116
0.00635	0.279709	0.057	0.022703

q/Q	v/V	d/D	a/A
0.00659	0.282879	0.058	0.023296
0.006834	0.286029	0.059	0.023894
0.007083	0.289158	0.06	0.024496
0.007337	0.292267	0.061	0.025103
0.007595	0.295356	0.062	0.025715
0.007858	0.298427	0.063	0.026332
0.008126	0.30148	0.064	0.026953
0.008398	0.304512	0.065	0.027578
0.008675	0.307527	0.066	0.028208
0.008956	0.310524	0.067	0.028843
0.009243	0.313504	0.068	0.029481
0.009533	0.316466	0.069	0.030125
0.009829	0.319412	0.07	0.030772
0.010129	0.322342	0.071	0.031424
0.010434	0.325255	0.072	0.03208
0.010744	0.328152	0.073	0.032741
0.011058	0.331034	0.074	0.033405
0.011377	0.3339	0.075	0.034074
0.011701	0.33651	0.076	0.034746
0.012029	0.33958	0.077	0.035423
0.012362	0.342408	0.078	0.036104
0.0127	0.345215	0.079	0.036789
0.0127	0.345215	0.079	0.036789
0.013043	0.348007	0.08	0.037478
0.01339	0.350786	0.081	0.038171
0.013742	0.353551	0.082	0.038868
0.014098	0.356302	0.083	0.039568
0.014459	0.359039	0.084	0.040273
0.014825	0.361764	0.085	0.040981
0.015196	0.364475	0.086	0.041693
0.015571	0.367173	0.087	0.042409
0.015951	0.369859	0.088	0.043128
0.016336	0.372532	0.089	0.043851
0.016726	0.375193	0.09	0.044578
0.01712	0.37842	0.091	0.045309
0.017518	0.380479	0.092	0.046043
0.017922	0.383103	0.093	0.046781
0.01833	0.385717	0.094	0.047522
0.018743	0.388318	0.095	0.048267
0.019161	0.390908	0.096	0.049016
0.019583	0.393487	0.097	0.049768
0.02001	0.396055	0.098	0.050523
0.020441	0.398611	0.099	0.051282
0.020878	0.401157	0.1	0.052044
0.021319	0.403692	0.101	0.05281
0.021765	0.406216	0.102	0.053579
0.022215	0.40873	0.103	0.054351
0.02267	0.411234	0.104	0.055127
0.02313	0.413727	0.105	0.055906
0.023594	0.41621	0.106	0.056688
0.024063	0.418683	0.107	0.057473
0.024537	0.421146	0.108	0.058262
0.025015	0.423599	0.109	0.059054
0.025498	0.426042	0.11	0.059849
0.025986	0.428476	0.111	0.060648
0.026479	0.430901	0.112	0.061449
0.026976	0.433316	0.113	0.062254
0.027477	0.435721	0.114	0.063062

Continuación Tabla A.1

q/Q	v/V	d/D	a/A
0.027984	0.438117	0.115	0.063873
0.028495	0.440505	0.116	0.064686
0.02901	0.442883	0.117	0.065503
0.029531	0.445252	0.118	0.066323
0.030056	0.447612	0.119	0.067146
0.030585	0.449964	0.12	0.067972
0.031119	0.452307	0.121	0.068801
0.031658	0.454641	0.122	0.069633
0.032202	0.456967	0.123	0.070468
0.03275	0.459284	0.124	0.071306
0.033302	0.461593	0.125	0.072147
0.03386	0.463893	0.126	0.07299
0.034422	0.466185	0.127	0.073837
0.034988	0.46847	0.128	0.074686
0.035559	0.470746	0.129	0.075538
0.036135	0.473014	0.13	0.076393
0.036715	0.475274	0.131	0.077251
0.0373	0.477526	0.132	0.078112
0.03789	0.47977	0.133	0.078975
0.038484	0.482007	0.134	0.079841
0.039083	0.484236	0.135	0.08071
0.039686	0.486457	0.136	0.081582
0.040294	0.488671	0.137	0.082456
0.040906	0.490877	0.138	0.083333
0.041523	0.493076	0.139	0.084212
0.042145	0.495268	0.14	0.085095
0.042771	0.497452	0.141	0.08598
0.043401	0.499629	0.142	0.086867
0.044036	0.501799	0.143	0.087757
0.044676	0.503961	0.144	0.08865
0.04532	0.506117	0.145	0.089545
0.045969	0.508265	0.146	0.090443
0.046622	0.510407	0.147	0.091344
0.04728	0.512541	0.148	0.092247
0.047943	0.514669	0.149	0.093152
0.048609	0.51679	0.15	0.09406
0.049281	0.518904	0.151	0.094971
0.049956	0.52011	0.152	0.095884
0.050637	0.523112	0.153	0.096799
0.051322	0.525206	0.154	0.097717
0.052011	0.527293	0.155	0.098637
0.052705	0.529374	0.156	0.09956
0.053403	0.531449	0.157	0.100485
0.054106	0.533517	0.158	0.101413
0.054813	0.535578	0.159	0.102343
0.055524	0.537633	0.16	0.103275
0.05624	0.539682	0.161	0.10421
0.056961	0.541725	0.162	0.105147
0.057686	0.543761	0.163	0.106087
0.058415	0.545792	0.164	0.107028
0.059149	0.547816	0.165	0.107972
0.059887	0.549834	0.166	0.108919
0.06063	0.551845	0.167	0.109867
0.061377	0.553851	0.168	0.110818
0.062128	0.555851	0.169	0.111772
0.062884	0.557845	0.17	0.112727
0.063644	0.559833	0.171	0.113685

q/Q	v/V	d/D	a/A
0.064409	0.561815	0.172	0.114645
0.065178	0.563791	0.173	0.115607
0.065951	0.565762	0.174	0.116571
0.066729	0.567726	0.175	0.117537
0.067511	0.569685	0.176	0.118506
0.068298	0.571638	0.177	0.119477
0.069088	0.573586	0.178	0.12045
0.069883	0.575528	0.179	0.121425
0.070683	0.577464	0.18	0.122402
0.071487	0.59395	0.181	0.123382
0.072295	0.58132	0.182	0.124363
0.073107	0.58324	0.183	0.125347
0.073924	0.585154	0.184	0.126332
0.074745	0.587063	0.185	0.12732
0.07557	0.588966	0.186	0.12831
0.0764	0.590864	0.187	0.129302
0.077234	0.592756	0.188	0.130296
0.078072	0.594644	0.189	0.131292
0.078914	0.596526	0.19	0.13229
0.079761	0.598402	0.191	0.13329
0.080612	0.600274	0.192	0.134292
0.081467	0.60214	0.193	0.135296
0.082326	0.604001	0.194	0.136302
0.08319	0.605857	0.195	0.13731
0.0840058	0.607708	0.196	0.13832
0.08493	0.609553	0.197	0.139331
0.085806	0.611394	0.198	0.140345
0.086687	0.61323	0.199	0.141361
0.087571	0.61506	0.2	0.142377
0.08846	0.61689	0.201	0.143398
0.089353	0.61872	0.202	0.144419
0.09025	0.62055	0.203	0.145443
0.091152	0.62238	0.204	0.146468
0.092057	0.62421	0.205	0.147495
0.092967	0.62604	0.206	0.148524
0.093881	0.62787	0.207	0.149555
0.094799	0.6297	0.208	0.150587
0.095721	0.63153	0.209	0.151622
0.096647	0.63336	0.21	0.152658
0.097577	0.634871	0.211	0.153696
0.098512	0.636643	0.212	0.154736
0.09945	0.638415	0.213	0.155778
0.100393	0.640187	0.214	0.156821
0.10134	0.641959	0.215	0.157867
0.10229	0.643731	0.216	0.158914
0.103245	0.645503	0.217	0.159963
0.104204	0.647275	0.218	0.161013
0.105167	0.649047	0.219	0.162065
0.106134	0.650819	0.22	0.163119
0.107105	0.652382	0.221	0.164175
0.10808	0.654108	0.222	0.165233
0.109059	0.655834	0.223	0.166292
0.110042	0.65756	0.224	0.167353
0.111029	0.659286	0.225	0.168415
0.11202	0.661012	0.226	0.169479
0.113015	0.662738	0.227	0.170545
0.114014	0.664464	0.228	0.171613

Continuación Tabla A.1

q/Q	v/V	d/D	a/A
0.253095	0.834073	0.343	0.302223
0.254493	0.835344	0.344	0.303384
0.255894	0.836615	0.345	0.304545
0.257297	0.837886	0.346	0.305706
0.258704	0.839157	0.347	0.306867
0.260113	0.840428	0.348	0.308028
0.261525	0.841699	0.349	0.309189
0.26294	0.84297	0.35	0.311919
0.264357	0.844231	0.351	0.313134
0.265778	0.84547	0.352	0.314349
0.267201	0.846709	0.353	0.315564
0.268627	0.847948	0.354	0.316779
0.270055	0.849187	0.355	0.317994
0.271487	0.850426	0.356	0.319209
0.272921	0.851665	0.357	0.320424
0.274357	0.852904	0.358	0.321639
0.275797	0.854143	0.359	0.322854
0.277239	0.855382	0.36	0.324069
0.278684	0.856627	0.361	0.325284
0.280131	0.85784	0.362	0.326499
0.281581	0.859053	0.363	0.327714
0.283034	0.860266	0.364	0.328929
0.284489	0.861479	0.365	0.330144
0.285947	0.862692	0.366	0.331359
0.287407	0.863905	0.367	0.332574
0.288871	0.865118	0.368	0.333789
0.290336	0.866331	0.369	0.335004
0.291805	0.867544	0.37	0.336219
0.293275	0.868725	0.371	0.337434
0.294749	0.869907	0.372	0.338649
0.296225	0.871089	0.373	0.339864
0.297703	0.872271	0.374	0.341079
0.299184	0.873453	0.375	0.342294
0.300667	0.874635	0.376	0.343509
0.302153	0.875817	0.377	0.344724
0.303642	0.876999	0.378	0.345939
0.305132	0.878181	0.379	0.347154
0.306626	0.879363	0.38	0.348369
0.308121	0.88053	0.381	0.349584
0.30962	0.881694	0.382	0.350799
0.31112	0.882858	0.383	0.352014
0.312623	0.884022	0.384	0.353229
0.314128	0.885186	0.385	0.354444
0.315636	0.88635	0.386	0.355659
0.317146	0.887514	0.387	0.356874
0.318659	0.888678	0.388	0.358089
0.320174	0.889842	0.389	0.359304
0.321691	0.890908	0.39	0.360519
0.32321	0.892047	0.391	0.361734
0.324732	0.893186	0.392	0.362949
0.326256	0.894325	0.393	0.364164
0.327782	0.895464	0.394	0.365379
0.329311	0.896603	0.395	0.366594
0.330842	0.897742	0.396	0.367809
0.332375	0.898881	0.397	0.369024
0.33391	0.90002	0.398	0.370239
0.335448	0.901057	0.399	0.371454

q/Q	v/V	d/D	a/A
0.336988	0.90217	0.4	0.37353
0.33853	0.903283	0.401	0.374778
0.340074	0.904396	0.402	0.376026
0.34162	0.905509	0.403	0.377274
0.343169	0.906622	0.404	0.378522
0.34472	0.907735	0.405	0.37977
0.346272	0.908848	0.406	0.381018
0.347827	0.909961	0.407	0.382266
0.349385	0.911074	0.408	0.383514
0.350944	0.912187	0.409	0.384762
0.352505	0.9133	0.41	0.38601
0.354068	0.914237	0.411	0.387258
0.355634	0.915317	0.412	0.388506
0.357201	0.916397	0.413	0.389754
0.358771	0.917477	0.414	0.391002
0.360342	0.918557	0.415	0.39225
0.361916	0.919637	0.416	0.393498
0.363492	0.920717	0.417	0.394746
0.365069	0.921797	0.418	0.395994
0.366649	0.922877	0.419	0.397242
0.36823	0.923957	0.42	0.39849
0.369814	0.924918	0.421	0.399738
0.371399	0.925971	0.422	0.400986
0.372986	0.927021	0.423	0.402234
0.374576	0.928071	0.424	0.403482
0.376167	0.929121	0.425	0.40473
0.37776	0.930171	0.426	0.405978
0.379355	0.931221	0.427	0.407226
0.380952	0.932271	0.428	0.408474
0.382551	0.933321	0.429	0.409722
0.384151	0.934299	0.43	0.41097
0.385753	0.93532	0.431	0.412218
0.387358	0.936341	0.432	0.413466
0.388964	0.937362	0.433	0.414714
0.390571	0.938383	0.434	0.415962
0.392181	0.939404	0.435	0.41721
0.393792	0.940425	0.436	0.418458
0.395405	0.941446	0.437	0.419706
0.39702	0.942467	0.438	0.420954
0.398637	0.943488	0.439	0.422202
0.400255	0.944509	0.44	0.42345
0.401875	0.945469	0.441	0.424698
0.403497	0.94646	0.442	0.425946
0.40512	0.947451	0.443	0.427194
0.406745	0.948442	0.444	0.428442
0.408372	0.949433	0.445	0.42969
0.41	0.950424	0.446	0.430938
0.41163	0.951415	0.447	0.432186
0.413262	0.952406	0.448	0.433434
0.414895	0.953397	0.449	0.434682
0.41653	0.954388	0.45	0.43593
0.418166	0.955346	0.451	0.437178
0.419804	0.956312	0.452	0.438426
0.421443	0.957278	0.453	0.439674
0.423084	0.958244	0.454	0.440922
0.424727	0.95921	0.455	0.44217
0.426371	0.960176	0.456	0.443418

Continuación Tabla A.

q/Q	v/V	d/D	a/A
0.115017	0.66619	0.229	0.172682
0.116024	0.667916	0.23	0.173753
0.117035	0.669441	0.231	0.174825
0.11805	0.671122	0.232	0.175899
0.119069	0.672803	0.233	0.176975
0.120091	0.674484	0.234	0.178052
0.121118	0.676165	0.235	0.179131
0.122149	0.677846	0.236	0.180212
0.123183	0.679527	0.237	0.181294
0.124221	0.681208	0.238	0.182377
0.125263	0.682889	0.239	0.183463
0.12631	0.68457	0.24	0.184549
0.12736	0.686065	0.241	0.185638
0.128413	0.687704	0.242	0.186728
0.129471	0.689343	0.243	0.187819
0.130533	0.690982	0.244	0.188912
0.131598	0.692621	0.245	0.190006
0.132667	0.69426	0.246	0.191102
0.13374	0.695899	0.247	0.1922
0.134817	0.697538	0.248	0.193299
0.135897	0.699177	0.249	0.194399
0.136982	0.700816	0.25	0.195501
0.13807	0.702273	0.251	0.196605
0.139162	0.703871	0.252	0.197709
0.140258	0.705469	0.253	0.198816
0.141357	0.707067	0.254	0.199923
0.14246	0.708665	0.255	0.201033
0.143567	0.710263	0.256	0.202143
0.144678	0.711861	0.257	0.203255
0.145792	0.713459	0.258	0.204369
0.14691	0.715057	0.259	0.205484
0.148032	0.716655	0.26	0.2066
0.149158	0.718079	0.261	0.207718
0.150287	0.719635	0.262	0.208837
0.15142	0.721191	0.263	0.209957
0.152556	0.722747	0.264	0.211079
0.153696	0.724303	0.265	0.212202
0.15484	0.725859	0.266	0.213327
0.155988	0.727415	0.267	0.214452
0.157139	0.728971	0.268	0.21558
0.158293	0.730527	0.269	0.216708
0.159452	0.732083	0.27	0.217838
0.160613	0.733498	0.271	0.218969
0.161779	0.735	0.272	0.220102
0.162948	0.736502	0.273	0.221236
0.164121	0.738004	0.274	0.222371
0.165297	0.739506	0.275	0.223507
0.166477	0.741008	0.276	0.224645
0.16766	0.74251	0.277	0.225784
0.168847	0.744012	0.278	0.226924
0.170037	0.745514	0.279	0.228065
0.171231	0.747016	0.28	0.229208
0.172428	0.748542	0.281	0.230352
0.173629	0.750015	0.282	0.231497
0.174833	0.751488	0.283	0.232644
0.176041	0.752961	0.284	0.233792
0.177253	0.754434	0.285	0.23494

q/Q	v/V	d/D	a/A
0.178467	0.755907	0.286	0.236091
0.179686	0.75738	0.287	0.237242
0.180907	0.758853	0.288	0.238394
0.182132	0.760326	0.289	0.239548
0.183361	0.761799	0.29	0.240703
0.184593	0.763223	0.291	0.241859
0.185828	0.76466	0.292	0.243016
0.187066	0.766097	0.293	0.244175
0.188309	0.767534	0.294	0.245334
0.189554	0.768971	0.295	0.246495
0.190803	0.770408	0.296	0.247657
0.192055	0.771845	0.297	0.24882
0.19331	0.773282	0.298	0.249984
0.194569	0.774719	0.299	0.251149
0.195831	0.776156	0.3	0.252316
0.197097	0.777553	0.301	0.253461
0.198365	0.778955	0.302	0.254622
0.199637	0.780357	0.303	0.255783
0.200913	0.781759	0.304	0.256944
0.202191	0.783161	0.305	0.258105
0.203473	0.784563	0.306	0.259266
0.204758	0.785965	0.307	0.260427
0.206046	0.787367	0.308	0.261588
0.207338	0.788769	0.309	0.262749
0.208633	0.790171	0.31	0.26391
0.20993	0.791539	0.311	0.265071
0.21232	0.79291	0.312	0.266232
0.212536	0.794281	0.313	0.267393
0.213843	0.795652	0.314	0.268554
0.215154	0.797023	0.315	0.269715
0.216468	0.798394	0.316	0.270876
0.217785	0.799765	0.317	0.272037
0.219105	0.801136	0.318	0.273198
0.220428	0.802507	0.319	0.274359
0.221755	0.803878	0.32	0.27552
0.223084	0.805193	0.321	0.276681
0.224416	0.806527	0.322	0.277842
0.225752	0.807861	0.323	0.279003
0.227091	0.809195	0.324	0.280164
0.228433	0.810529	0.325	0.281325
0.229777	0.811863	0.326	0.282486
0.231125	0.813197	0.327	0.283647
0.232476	0.814531	0.328	0.284808
0.23383	0.815865	0.329	0.285969
0.235187	0.817199	0.33	0.28713
0.236547	0.818521	0.331	0.288291
0.23791	0.819823	0.332	0.289452
0.239275	0.821125	0.333	0.290613
0.240644	0.822427	0.334	0.291774
0.242016	0.823729	0.335	0.292935
0.243391	0.825031	0.336	0.294096
0.244768	0.826333	0.337	0.295257
0.246149	0.827635	0.338	0.296418
0.247532	0.828937	0.339	0.297579
0.248919	0.830239	0.34	0.29874
0.250308	0.831531	0.341	0.299901
0.2517	0.832802	0.342	0.301062

Continuación Tabla A.1

q/Q	v/V	d/D	a/A
0.428016	0.961142	0.457	0.444666
0.429663	0.962108	0.458	0.445914
0.431312	0.963074	0.459	0.447162
0.432962	0.96404	0.46	0.44841
0.434613	0.964962	0.461	0.449658
0.436266	0.9659	0.462	0.450906
0.43792	0.966838	0.463	0.452154
0.439576	0.967776	0.464	0.453402
0.441233	0.968714	0.465	0.45465
0.442891	0.969652	0.466	0.455898
0.444551	0.97059	0.467	0.457146
0.446212	0.971528	0.468	0.458394
0.447874	0.972466	0.469	0.459642
0.449538	0.973404	0.47	0.46089
0.451203	0.974317	0.471	0.462138
0.452869	0.97523	0.472	0.463386
0.454537	0.976143	0.473	0.464634
0.456206	0.977056	0.474	0.465882
0.457876	0.977969	0.475	0.46713
0.459548	0.978882	0.476	0.468378
0.46122	0.979795	0.477	0.469626
0.462894	0.980708	0.478	0.470874
0.464569	0.981621	0.479	0.472122
0.466246	0.982534	0.48	0.47337
0.467923	0.983415	0.481	0.474618
0.469602	0.9843	0.482	0.475866
0.471281	0.985185	0.483	0.477114
0.472962	0.98607	0.484	0.478362
0.474644	0.986955	0.485	0.47961
0.476327	0.98784	0.486	0.480858
0.478012	0.988725	0.487	0.482106
0.479697	0.98961	0.488	0.483354
0.481383	0.990495	0.489	0.484602
0.483071	0.99138	0.49	0.48585
0.484759	0.992258	0.491	0.487098
0.486449	0.99312	0.492	0.488346
0.488139	0.993982	0.493	0.489594
0.489831	0.994844	0.494	0.490842
0.491523	0.995706	0.495	0.49209
0.493217	0.996568	0.496	0.493338
0.494911	0.99743	0.497	0.494586
0.496607	0.998292	0.498	0.495834
0.498303	0.999154	0.499	0.497082
0.5	1.000016	0.5	0.5
0.501698	1.000848	0.501	0.501273
0.503397	1.00169	0.502	0.502546
0.505097	1.002532	0.503	0.503819
0.506798	1.003374	0.504	0.505092
0.508499	1.004216	0.505	0.506365
0.510202	1.005058	0.506	0.507638
0.511905	1.0059	0.507	0.508911
0.513609	1.006742	0.508	0.510184
0.515314	1.007584	0.509	0.511457
0.517019	1.008426	0.51	0.51273
0.518726	1.009185	0.511	0.514003
0.520433	1.01	0.512	0.515276
0.52214	1.010815	0.513	0.516549

q/Q	v/V	d/D	a/A
0.523849	1.01163	0.514	0.517822
0.525558	1.012445	0.515	0.519095
0.527268	1.01326	0.516	0.520368
0.528979	1.014075	0.517	0.521641
0.53069	1.01489	0.518	0.522914
0.532402	1.015705	0.519	0.524187
0.534114	1.01652	0.52	0.52546
0.535828	1.017271	0.521	0.526733
0.537541	1.018057	0.522	0.528006
0.539256	1.018843	0.523	0.529279
0.54097	1.019629	0.524	0.530552
0.542686	1.020415	0.525	0.531825
0.544402	1.021201	0.526	0.533098
0.546118	1.021987	0.527	0.534371
0.547836	1.022773	0.528	0.535644
0.549553	1.023559	0.529	0.536917
0.551271	1.024345	0.53	0.53819
0.55299	1.025108	0.531	0.539463
0.554709	1.02587	0.532	0.540736
0.556428	1.026632	0.533	0.542009
0.558148	1.027394	0.534	0.543282
0.559868	1.028156	0.535	0.544555
0.561589	1.028918	0.536	0.545828
0.56331	1.02968	0.537	0.547101
0.565031	1.030442	0.538	0.548374
0.566753	1.031204	0.539	0.549647
0.568475	1.031966	0.54	0.55092
0.570197	1.032696	0.541	0.552193
0.57192	1.033433	0.542	0.553466
0.573643	1.03417	0.543	0.554739
0.575366	1.034907	0.544	0.556012
0.57709	1.035644	0.545	0.557285
0.578814	1.036381	0.546	0.558558
0.580538	1.037118	0.547	0.559831
0.582262	1.037855	0.548	0.561104
0.583986	1.038592	0.549	0.562377
0.585711	1.039329	0.55	0.56365
0.587436	1.040036	0.551	0.564923
0.589161	1.04075	0.552	0.566196
0.590886	1.041464	0.553	0.567469
0.592611	1.042178	0.554	0.568742
0.594336	1.042892	0.555	0.570015
0.596062	1.043606	0.556	0.571288
0.597787	1.04432	0.557	0.572561
0.599513	1.045034	0.558	0.573834
0.601239	1.045748	0.559	0.575107
0.602964	1.046462	0.56	0.57638
0.60469	1.047128	0.561	0.577653
0.606416	1.047815	0.562	0.578926
0.608141	1.048502	0.563	0.580199
0.609867	1.049189	0.564	0.581472
0.611593	1.049876	0.565	0.582745
0.613318	1.050563	0.566	0.584018
0.615044	1.05125	0.567	0.585291
0.616769	1.051937	0.568	0.586564
0.618494	1.052624	0.569	0.587837
0.620219	1.053311	0.57	0.58911

Continuación Tabla A.1

q/Q	v/V	d/D	a/A
0.621944	1.053973	0.571	0.590383
0.623669	1.054635	0.572	0.591656
0.625394	1.055297	0.573	0.592929
0.627119	1.055959	0.574	0.594202
0.628843	1.056621	0.575	0.595475
0.630567	1.057283	0.576	0.596748
0.632291	1.057945	0.577	0.598021
0.634015	1.058607	0.578	0.599294
0.635738	1.059269	0.579	0.600567
0.637461	1.059931	0.58	0.60184
0.639184	1.06057	0.581	0.603113
0.640906	1.061208	0.582	0.604386
0.642629	1.061846	0.583	0.605659
0.64435	1.062484	0.584	0.606932
0.646072	1.063122	0.585	0.608205
0.647793	1.06376	0.586	0.609478
0.649514	1.064398	0.587	0.610751
0.651234	1.065036	0.588	0.612024
0.652954	1.065674	0.589	0.613297
0.654673	1.066312	0.59	0.61457
0.656392	1.06692	0.591	0.615843
0.658111	1.06753	0.592	0.617116
0.659829	1.06814	0.593	0.618389
0.661546	1.06875	0.594	0.619662
0.663263	1.06936	0.595	0.620935
0.66498	1.06997	0.596	0.622208
0.666696	1.07058	0.597	0.623481
0.668411	1.07119	0.598	0.624754
0.670126	1.0718	0.599	0.626027
0.67184	1.07241	0.6	0.6264
0.673554	1.073021	0.601	0.627717
0.675267	1.073606	0.602	0.629034
0.676979	1.074191	0.603	0.630351
0.678691	1.074776	0.604	0.631668
0.680401	1.075361	0.605	0.632985
0.682112	1.075946	0.606	0.634302
0.683821	1.076531	0.607	0.635619
0.68553	1.077116	0.608	0.636936
0.687238	1.077701	0.609	0.638253
0.688945	1.078286	0.61	0.63957
0.690652	1.078871	0.611	0.640887
0.692357	1.079456	0.612	0.642204
0.694062	1.080041	0.613	0.643521
0.695766	1.080581	0.614	0.644838
0.697469	1.08114	0.615	0.646155
0.699172	1.081699	0.616	0.647472
0.700873	1.082258	0.617	0.648789
0.702574	1.082817	0.618	0.650106
0.704273	1.083376	0.619	0.651423
0.705972	1.083935	0.62	0.65274
0.707669	1.084494	0.621	0.654057
0.709366	1.085053	0.622	0.655374
0.711062	1.085567	0.623	0.656691
0.712757	1.0861	0.624	0.658008
0.71445	1.086633	0.625	0.659325
0.716143	1.087166	0.626	0.660642
0.717834	1.087699	0.627	0.661959

q/Q	v/V	d/D	a/A
0.719525	1.088232	0.628	0.663276
0.721214	1.088765	0.629	0.664593
0.722903	1.089298	0.63	0.66591
0.72459	1.089829	0.631	0.667227
0.726276	1.09035	0.632	0.668544
0.727961	1.09086	0.633	0.669861
0.729645	1.09137733	0.634	0.671178
0.731327	1.09189283	0.635	0.672495
0.733008	1.09240833	0.636	0.673812
0.734688	1.09292383	0.637	0.675129
0.736367	1.09343933	0.638	0.676446
0.738045	1.09395483	0.639	0.677763
0.739721	1.09447033	0.64	0.67908
0.741396	1.09498583	0.641	0.680397
0.743069	1.095424	0.642	0.681714
0.744742	1.095909	0.643	0.683031
0.746413	1.096394	0.644	0.684348
0.748082	1.096879	0.645	0.685665
0.74975	1.097364	0.646	0.686982
0.751417	1.097849	0.647	0.688299
0.753082	1.098334	0.648	0.689616
0.754726	1.098819	0.649	0.690933
0.756408	1.099304	0.65	0.69225
0.758069	1.099789	0.651	0.693567
0.759729	1.100274	0.652	0.694884
0.761387	1.100759	0.653	0.696201
0.763043	1.101178	0.654	0.697518
0.764698	1.101635	0.655	0.698835
0.766351	1.102092	0.656	0.700152
0.768002	1.102549	0.657	0.701469
0.769652	1.103006	0.658	0.702786
0.771301	1.103463	0.659	0.704103
0.772947	1.10392	0.66	0.70542
0.774592	1.104377	0.661	0.706737
0.776236	1.104834	0.662	0.708054
0.777877	1.105291	0.663	0.709371
0.779517	1.105748	0.664	0.710688
0.781155	1.106205	0.665	0.712005
0.782791	1.106563	0.666	0.713322
0.784426	1.106985	0.667	0.714639
0.786059	1.107407	0.668	0.715956
0.78769	1.107829	0.669	0.717273
0.789319	1.108251	0.67	0.71859
0.790946	1.108673	0.671	0.719907
0.792571	1.109095	0.672	0.721224
0.794195	1.109517	0.673	0.722541
0.795816	1.109939	0.674	0.723858
0.797436	1.110361	0.675	0.725175
0.799054	1.110783	0.676	0.726492
0.800669	1.111205	0.677	0.727809
0.802283	1.111627	0.678	0.729126
0.803895	1.112049	0.679	0.730443
0.805504	1.112471	0.68	0.73176
0.807112	1.112768	0.681	0.733077
0.808717	1.11314	0.682	0.734394
0.810321	1.113512	0.683	0.735711
0.811922	1.113884	0.684	0.737028

Continuación Tabla A.1

q/Q	v/V	d/D	a/A
0.813521	1.114256	0.685	0.738345
0.815118	1.114628	0.686	0.739662
0.816713	1.115	0.687	0.740979
0.818305	1.115372	0.688	0.742296
0.819896	1.115744	0.689	0.743613
0.821484	1.116116	0.69	0.74493
0.82307	1.116488	0.691	0.746247
0.824653	1.11686	0.692	0.747564
0.826235	1.117232	0.693	0.748881
0.827814	1.117604	0.694	0.750198
0.82939	1.117976	0.695	0.751515
0.830964	1.118348	0.696	0.752832
0.832536	1.11872	0.697	0.754149
0.834106	1.119092	0.698	0.755466
0.835673	1.119464	0.699	0.756783
0.837238	1.119836	0.7	0.747684
0.8388	1.120116	0.701	0.748851
0.84036	1.120439	0.702	0.750018
0.841917	1.120762	0.703	0.751185
0.843471	1.121085	0.704	0.752352
0.845024	1.121408	0.705	0.753519
0.846573	1.121731	0.706	0.754686
0.84812	1.122054	0.707	0.755853
0.849664	1.122377	0.708	0.75702
0.851206	1.1227	0.709	0.758187
0.852745	1.123023	0.71	0.759354
0.854282	1.123346	0.711	0.760521
0.855815	1.123669	0.712	0.761688
0.857346	1.123992	0.713	0.762855
0.858875	1.124315	0.714	0.764022
0.8604	1.124638	0.715	0.765189
0.861923	1.124961	0.716	0.766356
0.863443	1.125284	0.717	0.767523
0.86496	1.125607	0.718	0.76869
0.866474	1.12593	0.719	0.769857
0.867985	1.126253	0.72	0.771024
0.869494	1.126383	0.721	0.772191
0.870999	1.12666	0.722	0.773358
0.872502	1.126937	0.723	0.774525
0.874002	1.127214	0.724	0.775692
0.875498	1.127491	0.725	0.776859
0.876992	1.127768	0.726	0.778026
0.878482	1.128045	0.727	0.779193
0.87997	1.128322	0.728	0.78036
0.881455	1.128599	0.729	0.781527
0.882936	1.128876	0.73	0.782694
0.884414	1.129099	0.731	0.783861
0.885889	1.129344	0.732	0.785028
0.887361	1.129589	0.733	0.786195
0.88883	1.129834	0.734	0.787362
0.890296	1.130079	0.735	0.788529
0.891758	1.130324	0.736	0.789696
0.893217	1.130569	0.737	0.790863
0.894673	1.130814	0.738	0.79203
0.896125	1.131059	0.739	0.793197
0.897575	1.131304	0.74	0.794364
0.89902	1.131532	0.741	0.795531

q/Q	v/V	d/D	a/A
0.900463	1.13175	0.742	0.796698
0.901902	1.131968	0.743	0.797865
0.903337	1.132186	0.744	0.799032
0.90477	1.132404	0.745	0.800199
0.906198	1.132622	0.746	0.801366
0.907623	1.13284	0.747	0.802533
0.909045	1.133058	0.748	0.8037
0.910463	1.133276	0.749	0.804867
0.911878	1.133494	0.75	0.806034
0.913289	1.133674	0.751	0.805601
0.914696	1.133865	0.752	0.806701
0.9161	1.134056	0.753	0.807801
0.9175	1.134247	0.754	0.808901
0.918896	1.134438	0.755	0.810001
0.920288	1.134629	0.756	0.811101
0.921677	1.13482	0.757	0.812201
0.923062	1.135011	0.758	0.813301
0.924443	1.135202	0.759	0.814401
0.925821	1.135393	0.76	0.815501
0.927194	1.13552	0.761	0.816601
0.928564	1.13568	0.762	0.817701
0.92993	1.13584	0.763	0.818801
0.931292	1.136	0.764	0.819901
0.93265	1.13616	0.765	0.821001
0.934003	1.13632	0.766	0.822101
0.935353	1.136482	0.767	0.823201
0.936699	1.136625	0.768	0.824301
0.938041	1.136768	0.769	0.825401
0.939379	1.136911	0.77	0.826501
0.940712	1.137054	0.771	0.827601
0.942042	1.137199	0.772	0.828701
0.943367	1.13733	0.773	0.829801
0.944688	1.137461	0.774	0.830901
0.946005	1.137592	0.775	0.832001
0.947317	1.137723	0.776	0.833101
0.948626	1.137854	0.777	0.834201
0.94993	1.137985	0.778	0.835301
0.951229	1.138116	0.779	0.836401
0.952524	1.138247	0.78	0.837501
0.953815	1.138293	0.781	0.838601
0.955102	1.138399	0.782	0.839701
0.956384	1.138501	0.783	0.840801
0.957661	1.138601	0.784	0.841901
0.958934	1.138697	0.785	0.843001
0.960203	1.138793	0.786	0.844101
0.961466	1.138889	0.787	0.845201
0.962726	1.138985	0.788	0.846301
0.96398	1.13904	0.789	0.847401
0.96523	1.139095	0.79	0.848501
0.966476	1.13915	0.791	0.849601
0.967716	1.139205	0.792	0.850701
0.968952	1.13926	0.793	0.851801
0.970183	1.139315	0.794	0.852901
0.971409	1.13937	0.795	0.854001
0.972631	1.139425	0.796	0.855101
0.973847	1.139593	0.797	0.856201
0.975059	1.139635	0.798	0.857301

Continuación Tabla A.1

q/Q	v/V	d/D	a/A
0.976265	1.139677	0.799	0.858401
0.977467	1.139719	0.8	0.859501
0.978664	1.139761	0.801	0.858369
0.979855	1.139803	0.802	0.859655
0.981042	1.139845	0.803	0.860941
0.982223	1.139887	0.804	0.862227
0.983399	1.139929	0.805	0.863513
0.984571	1.139971	0.806	0.864799
0.985737	1.140013	0.807	0.866085
0.986897	1.140055	0.808	0.867371
0.988053	1.140097	0.809	0.868657
0.989203	1.140139	0.81	0.869943
0.990348	1.140023	0.811	0.871229
0.991487	1.140028	0.812	0.872515
0.992621	1.140033	0.813	0.873801
0.99375	1.140027	0.814	0.875087
0.994873	1.140021	0.815	0.876373
0.995991	1.140015	0.816	0.877659
0.997103	1.140009	0.817	0.878945
0.998209	1.140003	0.818	0.880231
0.99931	1.139997	0.819	0.881517
1.000405	1.139991	0.82	0.882803
1.001495	1.139985	0.821	0.884089
1.002579	1.139877	0.822	0.885375
1.003657	1.139841	0.823	0.886661
1.004729	1.139802	0.824	0.887947
1.005795	1.139763	0.825	0.889233
1.006856	1.139724	0.826	0.883429
1.00791	1.139685	0.827	0.884393
1.008959	1.139646	0.828	0.885357
1.010002	1.139551	0.829	0.886321
1.011038	1.139489	0.83	0.887285
1.012069	1.139423	0.831	0.888249
1.013093	1.139357	0.832	0.889213
1.014112	1.139291	0.833	0.890177
1.015124	1.139225	0.834	0.891141
1.01613	1.139159	0.835	0.892105
1.017129	1.139039	0.836	0.893069
1.018122	1.13895	0.837	0.894033
1.019109	1.138861	0.838	0.894997
1.02009	1.138772	0.839	0.895961
1.021064	1.138683	0.84	0.896925
1.022031	1.138594	0.841	0.897889
1.022992	1.138446	0.842	0.898853
1.023947	1.138333	0.843	0.899817
1.024895	1.13822	0.844	0.900781
1.025836	1.138107	0.845	0.901745
1.02677	1.137994	0.846	0.902709
1.027698	1.137881	0.847	0.903673
1.028619	1.137768	0.848	0.904637
1.029533	1.137569	0.849	0.905601
1.03044	1.137427	0.85	0.90594
1.031341	1.137281	0.851	0.906848
1.032234	1.137135	0.852	0.907756
1.03312	1.136989	0.853	0.908664
1.033999	1.136843	0.854	0.909572
1.034871	1.136697	0.855	0.91048

q/Q	v/V	d/D	a/A
1.035736	1.136486	0.856	0.911388
1.036594	1.136313	0.857	0.912296
1.037444	1.136137	0.858	0.913204
1.038287	1.135956	0.859	0.914112
1.039122	1.13577	0.86	0.91502
1.039951	1.135594	0.861	0.915928
1.040771	1.135413	0.862	0.916836
1.041584	1.135232	0.863	0.917744
1.04239	1.134983	0.864	0.918652
1.043187	1.134775	0.865	0.91956
1.043978	1.134562	0.866	0.920468
1.04476	1.134349	0.867	0.921376
1.045534	1.134136	0.868	0.922284
1.046301	1.133923	0.869	0.923192
1.04706	1.13371	0.87	0.9241
1.04781	1.133497	0.871	0.925008
1.048553	1.133186	0.872	0.925916
1.049287	1.13294	0.873	0.926824
1.050013	1.132689	0.874	0.927732
1.050731	1.132433	0.875	0.928806
1.051441	1.132172	0.876	0.929572
1.052142	1.131921	0.877	0.930338
1.052835	1.131665	0.878	0.931104
1.05352	1.131409	0.879	0.93187
1.054195	1.131077	0.88	0.932636
1.054863	1.130791	0.881	0.933402
1.055521	1.130499	0.882	0.934168
1.056171	1.130203	0.883	0.934934
1.056811	1.129907	0.884	0.9357
1.057443	1.129611	0.885	0.936466
1.058066	1.129315	0.886	0.937232
1.05868	1.129019	0.887	0.937998
1.059284	1.128638	0.888	0.938764
1.05988	1.128309	0.889	0.93953
1.060466	1.127975	0.89	0.940296
1.061043	1.127634	0.891	0.941062
1.06161	1.127293	0.892	0.941828
1.062168	1.126952	0.893	0.942594
1.062716	1.126611	0.894	0.94336
1.063254	1.12627	0.895	0.944126
1.063783	1.125847	0.896	0.944892
1.064301	1.125472	0.897	0.945658
1.06481	1.125097	0.898	0.946424
1.065309	1.124722	0.899	0.94719
1.065797	1.124311	0.9	0.947956

Fuente: Lemus, 2015, p. 271.

Anexo B. Resultados de laboratorio de análisis físico-químico y bacteriológico.



LABORATORIO AMBIENTAL
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE -CUNCRI-
CARRERA DE INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL
Finca El Zapotillo, Zona 5, Municipio de Chiquimula, Chiquimula
Tel: 78730300



Referido por:	Junior Velasquez	No. Muestra:	01
Identificación de la Muestra:	Pozo San Jacinto	Fecha:	05/05/2016
Localización:	Aldea La Majada, San Jacinto, Chiquimula		
Tipo de Fuente:	Pozo		
Uso de Agua:	Doméstico		
Telefono:			

ANALISIS DE FISICO-QUIMICO DE AGUA				
PARAMETROS		RESULTADOS	Límite Máximo Aceptable	Límite Máximo Permisible
Turbidez	NTU	5	5	15
Conductividad	µS/cm	600	---	menor de 1,500
Temperatura*	°C	25	15 a 25	34
Sólidos Totales	mg/l	405	500	1000
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	364.00	---	500
Oxígeno Disuelto	mg/l	6.82	8	4
Oxígeno Disuelto	% Sat.	108.5	---	80 a 100
pH	Unidades	7.97	7.0 a 7.5	6.5 a 8.5
Fosfatos	mg/l	0.380	0.5	1
Nitratos	mg/l	1.04	---	10
Nitritos	mg/l	0.0120	---	0.1
Sulfato	mg/l	14.87	100	250
Demanda Biológica de Oxígeno BOD5	mg/l	20.00	---	25
Dureza	mg/l CaCO3	200	100	500

* Temperatura: los resultados corresponden a la temperatura de la muestra en el laboratorio, no en el campo

ANALISIS BACTERIOLOGICO DE AGUA		
PARAMETROS	RESULTADOS	Valor de Referencia
CÓLIFORMES TOTALES	240.00 NMP/100 ml	3
ESCHERICHIA COLI	28.00 NMP/100 ml	3
CÓLIFORMES FECALES	28.00 NMP/100 ml	3

Licda. Vilma Leticia Ramos López
Responsable Laboratorio Ambiental

Los resultados de este informe son validos para la muestra como fue recibida en el laboratorio

Fuente: Laboratorio ambiental Centro Universitario de Oriente (CUNORI).

Anexo C. Datos de pozo mecánico aldea La Majada, San Jacinto

Anexo C.1. Constancia de aforo de aforo de pozo perforado La Majada, San Jacinto



Municipalidad de San Jacinto
Chiquimula, Guatemala, C.A.
Teléfonos: 59 64 49 36 * 78 23 17 28
e-mail: munisanjacinto@gmail.com
www.munisanjacinto.com



DISEÑO DEL ENTUBADO DEL POZO

PERFORACION		Fecha: 25-03-2016	
Lugar: Aldea Majada, San Jacinto, Chiquimula		Codigo del Pozo: 7-05	
PROFUNDIDAD (PIES)	PROFUNDIDAD (METROS)	LITOLOGIA	DATOS IMPORTANTES
		SIMBOLOGIA	DESCRIPCION
0	0		
10	3		
20	6		
30	9		
40	12		
50	15		
60	18		
70	21		
80	24		
90	27		
100	30		
110	33		
120	36		
130	39		
140	42		
150	45		
160	48		
170	51		
180	54		
190	57		
200	60		
210	63		
220	66		
230	69		
240	72		
250	75		
260	78		
270	81		
280	84		
290	87		
300	90		
310	93		
320	96		
330	99		
340	102		
350	105		
360	108		
370	111		
380	114		
390	117		
400	120		
410	123		
420	126		
430	129		
440	132		
450	135		
460	138		
470	141		
480	144		
490	147		
500	150		

NIVEL ESTÁTICO Y FECHA

AFORO

FECHA: 17-03-2016
DURACION: 24 hrs
CAUDAL: 59.8 GPM
NIVEL ESTÁTICO: 125 pies
NIVEL DINÁMICO: 260 pies
PROF. DE LA BOMBA: 480 pies
BOMBA UTILIZADA: 60 HP
Oscila 5 DEG de 12 Etapas

TUBERIA

TIPO: Acero Negro 8" x 0.250"
DIAMETRO INTERNO: 8.25"

LIMPIEZA

TOTAL DE HORAS: 120
SISTEMA: Cubeteo

FIRMA Y SELLO:

Ing. Leonel Enrique Monroy Pasquera
Ingeniero Civil
C-13872

Administración
Prof. Leonidas Morales
Un Alcalde para Todos

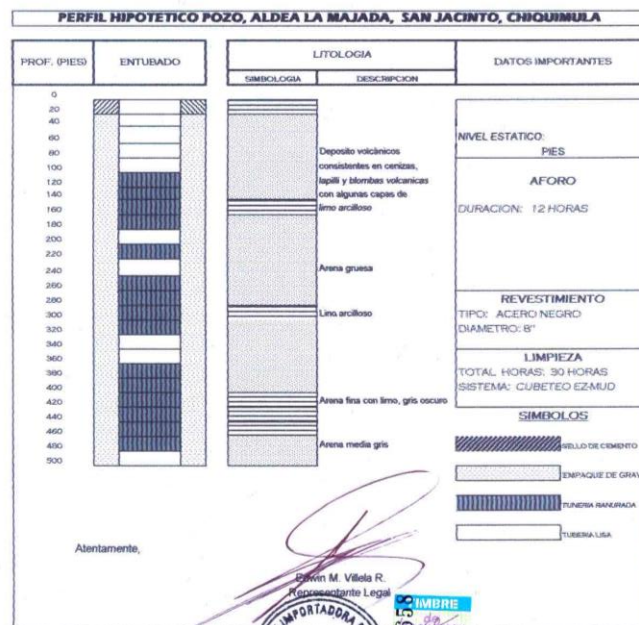


Fuente: proyecto pozo perforado de aldea La Majada, San Jacinto. (DMP) 2015.

Anexo C.2 Perfil hipotético pozo La Majada, San Jacinto



Oficina:
10a. Calle 1-01 Z. 4 Chiquimula
Tel.: 9424 572
Telefax: 9420 994
Tele Escucha PBX 379 0000 • 379 0079
Unidad: 9002913
Celular: 511 7625
Conimor@hotmail.com



Edwin M. Vilela R.
Representante Legal



Edificando con Solidez cada una de sus Obras

Fuente: proyecto pozo perforado de aldea La Majada, San Jacinto. (DMP) 2004.

Anexo C.3 Constancia de aforo de aforo de pozo perforado La Majada, San Jacinto



CONIMOR
CONSTRUCTORA E IMPORTADORA
DEL ORIENTE

Oficina:
10a. Calle 1-01 Z. 4 Chiquimula
Tel. 7942 4572 / 7942 1323
Telefax: 7942 0994
Celular: 5511 7625
Conimor01@yahoo.com

6

DISEÑO DEL ENTUBADO DEL POZO				CODIGO DEL POZO : 7-05 Lugar : Aldea Majadas, San Jacinto, Chiquimula FECHA: 23/03/2005	
PERFORACION: Aldea Majadas, San Jacinto, Chiquimula					
PROFUNDIDAD (PIES)			PROFUNDIDAD (MTRS)	LITOLOGIA SIMBOLOGIA DESCRIPCION	DATOS IMPORTANTES
0			0		NIVEL ESTÁTICO Y FECHA AFORO FECHA: 19-05-04 DURACION: 24 Horas CAUDAL: 67.33 GPM NIVEL ESTÁTICO: 95 Pies NIVEL DINÁMICO: 230 Pies PROF. DE LA BOMBA: 480' BOMBA UTILIZADA: 60 HP Grúta SCLC de 12 etapas
10			3		
20			6		TUBERIA
30			9		
40			12		
50			15		
60			18		
70			21		
80			24		
90			27		
100			30		
110			33		
120			36		TIPO: ACERO NEGRO 8" X 0.250" DIAMETRO INTERNO: 6.25" REJILLA: Recta tipo III
130			39		
140			42		
150			45		
160			48		
170			51		
180			54		
190			57		
200			60		
210			63		
220			66		LIMPEZA TOTAL DE HORAS: 120 SISTEMA: Cubeteo
230			69		
240			72		
250			75		
260			78		
270			81		
280			84		
290			87		
300			90		
310			93		
320			96		
330			99		
340			102		
350			105		
360			108		
370			111		
380			114		
390			117		
400			120		
410			123		
420			126		
430			129		
440			132		
450			135		
460			138		
470			141		
480			144		
490			147		
500			150		

Atentamente,



Edificando con Solidez cada una de sus obras

Fuente: proyecto pozo perforado de aldea La Majada, San Jacinto. (DMP) 2004.

Anexo D. Casos de losa según ACI 308S-05

1. Caso 1: todos los bordes discontinuos
2. Caso 2: todos los bordes continuos
3. Caso 3: los bordes cortos continuos y los largos discontinuo.
4. Caso 4: un borde largo y uno corto continuos, el resto discontinuos.
5. Caso 5: los bordes largos continuos y los cortos discontinuos
6. Caso 6: sólo un borde largo continuo, el resto discontinuos
7. Caso 7: sólo un borde corto continuo, el resto discontinuos
8. Caso 8: sólo un borde largo discontinuo, el resto continuos
9. Caso 9: sólo un borde corto discontinuo, el resto continuos

Anexo D1. Coeficientes para momentos negativos carga muerta

Coeficientes para momentos negativos en losas^a

$$M_{a,neg} = C_{a,neg} w l_a^2$$

donde w = carga muerta más viva uniforme total

$$M_{b,neg} = C_{b,neg} w l_b^2$$

Relación $m = \frac{l_a}{l_b}$	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
									
1.00	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.045 0.045	0.076	0.050 0.050	0.075	0.071	0.071	0.033 0.061	0.061 0.033
0.95	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.050 0.041	0.072	0.055 0.045	0.079	0.075	0.067	0.038 0.056	0.065 0.029
0.90	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.055 0.037	0.070	0.060 0.040	0.080	0.079	0.062	0.043 0.052	0.068 0.025
0.85	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.060 0.031	0.065	0.066 0.034	0.082	0.083	0.057	0.049 0.046	0.072 0.021
0.80	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.065 0.027	0.061	0.071 0.029	0.083	0.086	0.051	0.055 0.041	0.075 0.017
0.75	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.069 0.022	0.056	0.076 0.024	0.085	0.088	0.044	0.061 0.036	0.078 0.014
0.70	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.074 0.017	0.050	0.081 0.019	0.086	0.091	0.038	0.068 0.029	0.081 0.011
0.65	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.077 0.014	0.043	0.085 0.015	0.087	0.093	0.031	0.074 0.024	0.083 0.008
0.60	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.081 0.010	0.035	0.089 0.011	0.088	0.095	0.024	0.080 0.018	0.085 0.006
0.55	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.084 0.007	0.028	0.092 0.008	0.089	0.096	0.019	0.085 0.014	0.086 0.005
0.50	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.086 0.006	0.022	0.094 0.006	0.090	0.097	0.014	0.089 0.010	0.088 0.003

Fuente: Nilson 1999, Diseño de concreto pág.378.

Anexo D2. Coeficientes para momentos positivos con carga muerta

Coeficientes para momentos positivos debidos a carga muerta en losas"

$$M_{d,poz,dl} = C_{a,dl} w_u^2$$

donde w = carga muerta uniforme total

$$M_{b,poz,dl} = C_{b,dl} w_u^2$$

Relación l_b	Caso1 	Caso2 	Caso3 	Caso4 	Caso5 	Caso6 	Caso7 	Caso8 	Caso9 
1.00	$C_{a,dl}$ 0.036	0.018	0.018	0.027	0.027	0.033	0.027	0.020	0.023
	$C_{b,dl}$ 0.036	0.018	0.027	0.027	0.018	0.027	0.033	0.023	0.020
0.95	$C_{a,dl}$ 0.040	0.020	0.021	0.030	0.028	0.036	0.031	0.022	0.024
	$C_{b,dl}$ 0.033	0.016	0.025	0.024	0.015	0.024	0.031	0.021	0.017
0.90	$C_{a,dl}$ 0.045	0.022	0.025	0.033	0.029	0.039	0.035	0.025	0.026
	$C_{b,dl}$ 0.029	0.014	0.024	0.022	0.013	0.021	0.028	0.019	0.015
0.85	$C_{a,dl}$ 0.050	0.024	0.029	0.036	0.031	0.042	0.040	0.029	0.028
	$C_{b,dl}$ 0.026	0.012	0.022	0.019	0.011	0.017	0.025	0.017	0.013
0.80	$C_{a,dl}$ 0.056	0.026	0.034	0.039	0.032	0.045	0.045	0.032	0.029
	$C_{b,dl}$ 0.023	0.011	0.020	0.016	0.009	0.015	0.022	0.015	0.010
0.75	$C_{a,dl}$ 0.061	0.028	0.040	0.043	0.033	0.048	0.051	0.036	0.031
	$C_{b,dl}$ 0.019	0.009	0.018	0.013	0.007	0.012	0.020	0.013	0.007
0.70	$C_{a,dl}$ 0.068	0.030	0.046	0.046	0.035	0.051	0.058	0.040	0.033
	$C_{b,dl}$ 0.016	0.007	0.016	0.011	0.005	0.009	0.017	0.011	0.006
0.65	$C_{a,dl}$ 0.074	0.032	0.054	0.050	0.036	0.054	0.065	0.044	0.034
	$C_{b,dl}$ 0.013	0.006	0.014	0.009	0.004	0.007	0.014	0.009	0.005
0.60	$C_{a,dl}$ 0.081	0.034	0.062	0.053	0.037	0.056	0.073	0.048	0.036
	$C_{b,dl}$ 0.010	0.004	0.011	0.007	0.003	0.006	0.012	0.007	0.004
0.55	$C_{a,dl}$ 0.088	0.035	0.071	0.056	0.038	0.058	0.081	0.052	0.037
	$C_{b,dl}$ 0.008	0.003	0.009	0.005	0.002	0.004	0.009	0.005	0.003
0.50	$C_{a,dl}$ 0.095	0.037	0.080	0.059	0.039	0.061	0.089	0.056	0.038
	$C_{b,dl}$ 0.006	0.002	0.007	0.004	0.001	0.003	0.007	0.004	0.002

Fuente: Nilson 1999, Diseño de concreto pág.379.

Anexo D3. Coeficientes para momentos positivos con carga viva

Coeficientes para momentos positivos debidos a carga viva en losas"

$$M_{a, pos, II} = C_{a, II} w l_a^2$$

donde w = carga viva uniforme total

$$M_{b, pos, II} = C_{b, II} w l_b^2$$

Relación $m = \frac{l_a}{l_b}$	Caso 1 	Caso 2 	Caso 3 	Caso 4 	Caso 5 	Caso 6 	Caso 7 	Caso 8 	Caso 9
1.00 $C_{a,II}$ $C_{b,II}$	0.036 0.036	0.027 0.027	0.027 0.032	0.032 0.032	0.032 0.027	0.035 0.032	0.032 0.035	0.028 0.030	0.030 0.028
0.95 $C_{a,II}$ $C_{b,II}$	0.040 0.033	0.030 0.025	0.031 0.029	0.035 0.029	0.034 0.024	0.038 0.029	0.036 0.032	0.031 0.027	0.032 0.025
0.90 $C_{a,II}$ $C_{b,II}$	0.045 0.029	0.034 0.022	0.035 0.027	0.039 0.026	0.037 0.021	0.042 0.025	0.040 0.029	0.035 0.024	0.036 0.022
0.85 $C_{a,II}$ $C_{b,II}$	0.050 0.026	0.037 0.019	0.040 0.024	0.043 0.023	0.041 0.019	0.046 0.022	0.045 0.026	0.040 0.022	0.039 0.020
0.80 $C_{a,II}$ $C_{b,II}$	0.056 0.023	0.041 0.017	0.045 0.022	0.048 0.020	0.044 0.016	0.051 0.019	0.051 0.023	0.044 0.019	0.042 0.017
0.75 $C_{a,II}$ $C_{b,II}$	0.061 0.019	0.045 0.014	0.051 0.019	0.052 0.016	0.047 0.013	0.055 0.016	0.056 0.020	0.049 0.016	0.046 0.013
0.70 $C_{a,II}$ $C_{b,II}$	0.068 0.016	0.049 0.012	0.057 0.016	0.057 0.014	0.051 0.011	0.060 0.013	0.063 0.017	0.054 0.014	0.050 0.011
0.65 $C_{a,II}$ $C_{b,II}$	0.074 0.013	0.053 0.010	0.064 0.014	0.062 0.011	0.055 0.009	0.064 0.010	0.070 0.014	0.059 0.011	0.054 0.009
0.60 $C_{a,II}$ $C_{b,II}$	0.081 0.010	0.058 0.007	0.071 0.011	0.067 0.009	0.059 0.007	0.068 0.008	0.077 0.011	0.065 0.009	0.059 0.007
0.55 $C_{a,II}$ $C_{b,II}$	0.088 0.008	0.062 0.006	0.080 0.009	0.072 0.007	0.063 0.005	0.073 0.006	0.085 0.009	0.070 0.007	0.063 0.006
0.50 $C_{a,II}$ $C_{b,II}$	0.095 0.006	0.066 0.004	0.088 0.007	0.077 0.005	0.067 0.004	0.078 0.005	0.092 0.007	0.076 0.005	0.067 0.004

Fuente: Nilson 1999, Diseño de concreto pág.380.

Fuente: UNEPAR 1996, plano típico tanque de distribución 50m³ de mampostería.

