



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA LAS ILUSIONES Y DISEÑO
DE RASTRO MUNICIPAL, FINCA MOCAYA, SANTA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ**

Yessica Gabriela Barrios López
Asesorada por el Ing. Oscar Argueta Hernández

Guatemala, abril de 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA LAS ILUSIONES Y DISEÑO
DE RASTRO MUNICIPAL, FINCA MOCAYA, SANTA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
ASESORADA POR EL ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA CIVIL

GUATEMALA, ABRIL DE 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Christian Moisés de la Cruz Leal
VOCAL V	Br. Kevin Vladimir Armando Cruz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Oscar Argueta Hernández
EXAMINADOR	Ing. Mayra Rebeca García Soria de Sierra
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA LAS ILUSIONES Y
DISEÑO DE RASTRO MUNICIPAL, FINCA MOCAYA, SANTA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 09 de agosto del 2017.

Yessica Gabriela Barrios López

Universidad de San Carlos de
Guatemala



Facultad de Ingeniería
Unidad de EPS

Guatemala, 27 de noviembre de 2020
REF.EPS.DOC.374.11.2020

Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Aguilar Polanco:

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), de la estudiante universitaria **Yessica Gabriela Barrios López, Registro Académico 201213508 y CUI 2123 89645 1014** de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **“DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA LAS ILUSIONES Y DISEÑO DE RASTRO MUNICIPAL, FINCA MOCAYA, SANTA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ”**.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

Ing. Oscar Argueta Hernández
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil

c.c. Archivo
OAH/ra

Edificio de EPS, Facultad de Ingeniería, Ciudad Universitaria, zona 12.
Teléfono directo: 2442-3509



Guatemala, 27 de noviembre de 2,020


Ingeniero
Pedro Antonio Aguilar Polanco
Director de Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Estimado Ingeniero Aguilar Polanco:

Le informo que he revisado la tesis graduación de EPS, **“DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA LAS ILUSIONES Y DISEÑO DE RASTRO MUNICIPAL, FINCA MOCAYA, SANTA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ”**, desarrollado por la estudiante de Ingeniería Civil **YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ, CUI: 2123896451014**, Registro Académico: **201213508** quien contó con la asesoría del **ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ**, considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la comunidad del área y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
U S A C

Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa
Revisor del Departamento de Hidráulica

/mrrm.





USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



Guatemala, 29 de noviembre de 2,020

Ingeniero
Pedro Antonio Aguilar Polanco
Director de Escuela de
Ingeniería Civil Facultad de
Ingeniería
Universidad de San Carlos de

Guatemala Estimado Ingeniero

Aguilar Polanco:

Le informo que he revisado el trabajo de **EPS "DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA LAS ILUSIONES Y DISEÑO DE RASTRO MUNICIPAL, FINCA MOCAYA, SANTA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ"**, desarrollado por la estudiante de Ingeniería Civil **YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ** Reg. Estudiantil: 201213508, CUI: 2123896451014 quién contó con la asesoría del **ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ**.

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

Atentamente,

Ingeniero.
Armando Fuentes Roca
Coordinador del Departamento de Estructuras

/mrrm.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua



Universidad de San Carlos de
Guatemala



Facultad de Ingeniería
Unidad de EPS

Guatemala, 02 de diciembre de 2020
REF.EPS.D.190.11.2020

Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Aguilar Polanco:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **“DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA LAS ILUSIONES Y DISEÑO DE RASTRO MUNICIPAL, FINCA MOCAYA, SANTA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ”**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Yessica Gabriela Barrios López, CUI 2123 89645 1014 y Registro Académico 201213508**, quien fue debidamente asesorada y supervisada por el Ing. Oscar Argueta Hernández.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación como Asesor-Supervisor y Director apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
“Id y Enseñad a Todos”

Ing. Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS

OAH/ra



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

El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor y Coordinador de E.P.S. Ing. Oscar Argueta Hernández, al trabajo de graduación de la estudiante Yessica Gabriela Barrios López titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA LAS ILUSIONES Y DISEÑO DE RASTRO MUNICIPAL, FINCA MOCAYA, SANTA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ** da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

Sin otro particular, le saludo muy atentamente.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Armando Fuentes Roca

Director Escuela Ingeniería Civil



Guatemala, abril 2021

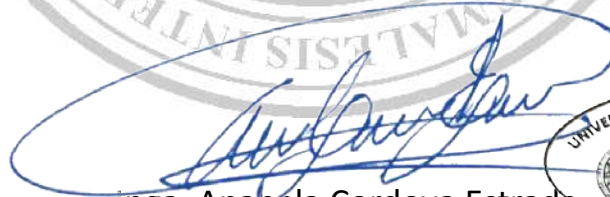
/mrrm.



DTG. 169.2021.

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA LAS ILUSIONES Y DISEÑO DE RASTRO MUNICIPAL, FINCA MOCAYA, SANTA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ**, presentado por la estudiante universitaria: **Yessica Gabriela Barrios López**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



inga. Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, abril de 2021

AACE/asga

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por ser el Ser Supremo que iluminó mi camino en todo momento.
Mis padres	Ricardo Barrios y Gloria López, por su amor, por ser una inspiración, un ejemplo a seguir, y la más grande influencia para mi carrera.
Mis hermanos	Suzeli, Kelly, Karin y Ricardo Barrios y Ángelo López, por su amor, apoyo, comprensión.
Mis abuelas	Cristina Sánchez e Inocenta Pérez, por su amor, apoyo y consejos.
Mis tíos	Por su cariño y motivación.
Mis primos	Por su cariño.
Mis amigos	Por el apoyo, la solidaridad, la comprensión, el cariño y la amistad.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por darme la inteligencia, sabiduría y muchas bendiciones.
Mi padre	Ricardo Barrios Sánchez. Por brindarme su apoyo incondicional, su amor y por el tiempo dedicado a mis proyectos.
Mi madre	Gloria López Pérez. Por brindarme su apoyo incondicional, por ser mi fortaleza, por todo el amor que siempre me brindó, por su aporte económico y por ser la luz en mi camino.
Mis hermanos	Suzeli, Kelly, Karin y Ricardo Barrios y Ángelo López. Por su apoyo incondicional, por el amor y la motivación personal para cumplir esta meta.
Mis abuelas	Cristina Sánchez e Inocenta Pérez. Por el amor, los consejos, por consentirme y cuidarme.
Rolando Escobar	Por su apoyo incondicional, el cariño y su ayuda en la realización de mis proyectos.
Mis tíos	Por el cariño y los consejos brindados.

Mis primos

Por el cariño.

Mis amigos

Vera Zenteno, Mariandre Villatoro, Quevin Solís, Carlos Serrano, Oscar García, Herbert Ramos, David Pinto, Jaime Rojas, por el cariño, el apoyo y su amistad.

Universidad de San Carlos de Guatemala

Por brindarme la educación necesaria para culminar mis estudios universitarios.

Municipalidad de Santa Bárbara, Suchitepéquez

Por darme la oportunidad de realizar mi EPS en sus instalaciones y su municipio.

Mi asesor

Ing. Oscar Argueta Hernández, por orientarme en la realización de mis proyectos.

D.M.P.

Marco Tulio Loarca y Manuel Alvarado. Por el apoyo brindado en la realización de mis proyectos.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN.....	XXIII
OBJETIVOS.....	XXV
INTRODUCCIÓN	XXVII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Monografía del municipio de Santa Bárbara, Suchitepéquez	1
1.1.1. Aspectos generales	1
1.1.2. Ubicación geográfica y colindancias.....	1
1.1.3. Clima	3
1.1.4. Turismo.....	3
1.1.5. Situación demográfica	4
1.1.6. Idioma.....	4
1.1.7. Religión.....	5
1.1.8. Aspectos económicos y actividades productivas.....	5
1.1.9. Investigación diagnóstica.....	7
1.1.9.1. Descripción de las necesidades	7
1.1.9.2. Priorización de las necesidades	8
2. FASE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	11
2.1. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable aldea Las Ilusiones del municipio de Santa Bárbara, Suchitepéquez.....	11

2.1.1.	Descripción del proyecto	11
2.1.2.	Tipo de fuente	12
2.1.3.	Aforo.....	12
2.1.4.	Calidad de agua	13
2.1.4.1.	Examen bacteriológico	14
2.1.4.2.	Examen fisicoquímico	14
2.1.5.	Levantamiento topográfico	16
2.1.6.	Diseño del sistema	17
2.1.7.	Periodo de diseño	17
2.1.8.	Dotación	18
2.1.9.	Estimación de la población futura.....	18
2.1.10.	Parámetros de diseño	19
2.1.10.1.	Caudal medio diario	19
2.1.10.2.	Caudal máximo horario	20
2.1.10.3.	Caudal de vivienda.....	21
2.1.10.4.	Caudal instantáneo	22
2.1.10.5.	Caudal máximo diario.....	22
2.1.11.	Captación	23
2.1.12.	Clases de tuberías	24
2.1.12.1.	Tubería de acero galvanizado	24
2.1.12.2.	Tubería PVC.....	24
2.1.12.2.1.	Diámetros comerciales de tuberías PVC.....	24
2.1.13.	Diseño de la línea de conducción.....	26
2.1.14.	Diseño del sistema de desinfección	30
2.1.14.1.	Propósitos de la desinfección.....	31
2.1.14.2.	Hipoclorador	31
2.1.14.3.	Dosis de cloro necesaria	32

2.1.15.	Diseño de tanque de distribución.....	33
2.1.16.	Diseño de la línea de distribución	54
2.1.16.1.	Método de Hardy Cross	55
2.1.17.	Diseño de obras hidráulicas.....	82
2.1.17.1.	Válvula de aire	83
2.1.17.2.	Válvula de limpieza.....	83
2.1.17.3.	Válvula de compuerta	83
2.1.17.4.	Conexiones domiciliarias.....	84
2.1.18.	Propuesta de operación y mantenimiento	84
2.1.18.1.	Mantenimiento del sistema de agua potable.....	84
2.1.18.2.	Propuesta de tarifa	86
2.1.18.2.1.	Costo de operación	86
2.1.18.2.2.	Costo de mantenimiento.....	86
2.1.18.2.3.	Costo de tratamiento	87
2.1.18.2.4.	Costo de administración	87
2.1.18.2.5.	Costo de reserva	88
2.1.19.	Presupuesto del sistema	89
2.1.20.	Cronograma.....	93
2.1.20.1.	Cronograma físico	93
2.1.20.2.	Cronograma financiero	94
2.1.21.	Evaluación socioeconómica.....	95
2.1.21.1.	Valor presente neto	95
2.1.21.2.	Tasa interna de retorno (TIR)	97
2.1.22.	Mitigación del impacto ambiental en sistemas de agua potable.....	97

3.	FASE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	101
3.1.	Diseño de rastro municipal en finca Mocaya, municipio de Santa Bárbara, Suchitepéquez	101
3.1.1.	Descripción del proyecto	101
3.1.2.	Ubicación del terreno	102
3.1.3.	Estudio topográfico.....	102
3.1.3.1.	Planimetría	103
3.1.3.2.	Altimetría	103
3.1.4.	Estudio de suelos	103
3.1.5.	Normas utilizadas en el diseño arquitectónico de rastros	107
3.1.5.1.	Criterios generales de diseño.....	107
	3.1.5.1.1. Criterios generales de iluminación	109
	3.1.5.1.2. Instalaciones	109
	3.1.5.1.3. Otros criterios.....	116
3.1.6.	Diseño arquitectónico.....	116
3.1.6.1.	Distribución de ambientes	117
3.1.6.2.	Alturas	118
3.1.7.	Descripción del sistema estructural a utilizar.....	118
3.1.7.1.	Descripción del sistema estructural de mampostería	119
3.1.7.2.	Ventajas estructurales de la mampostería reforzada	119
3.1.8.	Tipos de cargas que afectan a la estructura.....	119
3.1.8.1.	Cargas gravitacionales.....	120
	3.1.8.1.1. Carga viva	120

3.1.9.	Análisis estructural por medio de la mampostería reforzada, utilizando el método de análisis simplista.....	122
3.1.9.1.	Integración de cargas	126
3.1.9.2.	Cálculo de cargas	128
3.1.9.3.	Guía para establecer la estructura sismo resistente según AGIES	128
3.1.9.4.	Corte basal	140
3.1.9.5.	Distribución de la fuerza de sismos ...	141
3.1.9.6.	Cálculo de momentos	142
3.1.9.7.	Solución por método simplista.....	143
3.1.9.8.	Localización de centro de masa	146
3.1.9.9.	Localización de centro de rigidez.....	148
3.1.9.10.	Resultados de análisis.....	151
3.1.9.11.	Esfuerzos admisibles.....	156
3.1.9.11.1.	Cálculo de máximo esfuerzo axial permitido.....	156
3.1.9.11.2.	Cálculo de esfuerzo flexionante máximo permitido.....	157
3.1.9.11.3.	Cálculo de esfuerzo a corte	158
3.1.9.11.4.	Cálculo de esfuerzo de tensión.....	158
3.1.10.	Diseño de mampostería.....	158
3.1.10.1.	Diseño de muros críticos	159
3.1.10.2.	Diseño de columnas	163
3.1.10.3.	Diseño de vigas y soleras.....	172

3.1.11.	Diseño de cubierta de estructura metálica a dos aguas.....	175
3.1.11.1.	Costaneras	176
3.1.11.2.	Vigas	182
3.1.11.3.	Diseño de cimentación	188
3.1.12.	Presupuesto de rastro municipal	207
3.1.13.	Cronograma	210
3.1.13.1.	Cronograma físico	210
3.1.13.2.	Cronograma financiero	211
3.1.14.	Evaluación de impacto ambiental	212
CONCLUSIONES.....		219
RECOMENDACIONES		221
BIBLIOGRAFÍA.....		223
APÉNDICES.....		225
ANEXOS.....		251

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación geográfica de Santa Bárbara.....	2
2.	Ubicación geográfica.....	15
3.	Momentos actuantes en losa	38
4.	Pre dimensionamiento de muros de tanque.....	48
5.	Presiones que actúan sobre muro	50
6.	Planta hidráulica red de distribución circuito cerrado	58
7.	Malla 26 de circuito cerrado	74
8.	Ubicación geográfica.....	102
9.	Ábaco para el cálculo de tuberías de agua fría	111
10.	Canaleta.....	114
11.	Muros estructurales.....	144
12.	Muro crítico F	159
13.	Relación modular	161
14.	Columna tipo 2	163
15.	Columna tipo 3	163
16.	Detalle de columna A	169
17.	Detalle de columna B	169
18.	Detalle de columna C	170
19.	Detalle de solera de humedad	173
20.	Detalle de solera intermedia 1.....	174
21.	Detalle de solera intermedia 2.....	174
22.	Detalle de viga	175
23.	Área tributaria de costanera	177

24.	Modelo matemático de costanera	177
25.	Reacciones en los apoyos	179
26.	Deflexión de costanera	181
27.	Diseño de vigas	182
28.	Esquema de cargas actuantes en los nudo	184
29.	Diagrama de cuerpo libre de viga	184
30.	Diagrama de corte de viga	185
31.	Diagrama de momento flexionante de viga.....	186
32.	Sección de viga.....	186
33.	Cimiento corrido rastro municipal.....	189
34.	Longitud de punzonamiento cimiento corrido del rastro.....	192
35.	Zapata de rastro municipal	195
36.	Sección crítica por corte punzonante.....	197
37.	Rampa.....	199
38.	Diagrama de momentos para losa de rampa.....	201
39.	Armado de losa en una dirección para rampa	203

TABLAS

I.	Diámetros comerciales de tuberías PVC	25
II.	Tubería de PVC 1120 ASTM D 2241 SDR 26	25
III.	Resultados de momentos actuantes.....	38
IV.	Resultados de espaciamiento losa 1	42
V.	Resultados de espaciamiento losa 2	43
VI.	Datos del muro de tanque de distribución.....	51
VII.	Ejemplo de cálculo de delta	76
VIII.	Ejemplo de uniones de circuitos	77
IX.	Cota piezométrica circuito 17.....	79
X.	Cota piezométrica circuito 7.....	80

XI.	Presión dinámica circuito 17	81
XII.	Presión estática circuito 17	82
XIII.	Programa de operación y mantenimiento.....	84
XIV.	Días no trabajados	89
XV.	Días efectivos.....	90
XVI.	Integración de prestaciones	90
XVII.	Porcentaje de indirectos.....	91
XVIII.	Porcentaje de factor ayudante	91
XIX.	Resumen del presupuesto	92
XX.	Medidas de mitigación en operación y construcción	99
XXI.	Valor soporte del suelo.....	106
XXII.	Demanda de accesorios.....	110
XXIII.	Diámetros de las derivaciones simples para drenaje	112
XXIV.	Altura de edificación	118
XXV.	Muestra los valores de carga viva para diferentes usos de ocupación, según la norma AGIES NSD2-10.....	120
XXVI.	Aceleraciones máximas efectivas para el sismo básico y para el sismo frecuente	130
XXVII.	Nivel de protección requerido.....	131
XXVIII.	Redundancia estructural (q1)	133
XXIX.	Número de ejes estructurales (q2)	134
XXX.	Resumen datos para análisis sísmico	136
XXXI.	Tipos de suelos	137
XXXII.	Factor de reducción de respuesta sísmica.....	139
XXXIII.	Fuerza de sismo.....	142
XXXIV.	Momentos.....	143
XXXV.	Distribución de muros estructurales	145
XXXVI.	Cálculo de centro de masa de la estructura, sentido X	146
XXXVII.	Cálculo de centro de masa de la estructura sentido Y	147

XXXVIII.	Cálculo del centro de rigidez de la estructura en Y	149
XXXIX.	Cálculo del centro de rigidez de la estructura en X.....	150
XL.	Resultados análisis de mampostería, método simplista x-x.....	153
XLI.	Resultados análisis de mampostería, método simplista y-y.....	154
XLII.	Resumen de fuerza y momento aplicado en cada muro y-y	155
XLIII.	Resumen de fuerza y momento aplicado en cada muro x-x.....	156
XLIV.	Refuerzo vertical mínimo para edificaciones de un nivel	164
XLV.	Separación máxima del refuerzo vertical	165
XLVI.	Resumen de As necesario en muros en X.....	167
XLVII.	Resumen de As necesario en muros en Y.....	168
XLVIII.	Área de acero distribuida por muros sentido X	170
XLIX.	Área de acero distribuida por muros sentido Y	171
L.	Acero de refuerzo mínimo para soleras	172
LI.	Cargas muertas para cubiertas de lámina	176
LII.	Propiedades de costaneras	179
LIII.	Cálculo de momento de inercia de viga	187
LIV.	Parámetros de aguas residuales	204
LV.	Presupuesto de rastro municipal.....	207

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
HG	Acero galvanizado
q_o	Capacidad de carga última
q_{on}	Capacidad portante neta última
C_m	Carga muerta
C_v	Carga viva
CA-2	Carretera de dos carriles
Q	Caudal
Q_{vu}	Caudal de vivienda
q	Caudal instantáneo
QMD	Caudal máximo diario
QMH	Caudal máximo horario
Q_m	Caudal medio diario
C	Coefficiente de fricción
C_u	Cohesión
Z	Desplante
Φ	Diámetro nominal
Dot	Dotación
N_γ	Factor de flujo
N_q	Factor de flujo de carga
N_c	Factor de flujo de carga última
k	Factor de vivienda
FMD	Factor máximo diario
FMH	Factor máximo horario

Km	Kilometro
lts/hab/día	Litros por habitante por día
lts/s	Litros por segundo
L	Longitud
m	Metro
M²	Metro cuadrado
M³	Metro cúbico
n	Número
No. Vi	Número de vivienda
h_f	Pérdida de carga
PET	Plan estratégico territorial
P_f	Población futura
P_o	Población inicial
PVC	Policloruro de vinilo
%	Porcentaje
P	Presión
i	Tasa de crecimiento poblacional
V_s	Valor soporte
V	Velocidad

GLOSARIO

Abastecimiento	Es una actividad que consiste en satisfacer, en el tiempo apropiado y de la forma adecuada, las necesidades de las personas en lo referente al consumo de algún recurso o producto.
Acometida	Instalación de una derivación o ramal secundario en un conducto.
Aforo	Medir la cantidad de agua por unidad de tiempo que llega a un depósito.
Aguas servidas	Son las aguas residuales domésticas y que son el resultado de las actividades cotidianas de las personas.
Anclaje	Se emplea para sujetar elementos estructurales al bloque de cimentación en la que se apoya.
Asentamiento	Es la deformación vertical en la superficie de un terreno proveniente de la aplicación de cargas o debido al peso propio de las capas.
Bacteriológico	Es el estudio de las bacterias como organismos, metabólicamente activos causantes de importantes enfermedades en el organismo.

Bastones	Varilla de refuerzo encorvada que se utiliza para fortalecer elementos estructurales.
Bovinos	El ganado vacuno o bovino es aquel tipo de ganado que está representado por un conjunto de vacas, bueyes y toros que son domesticados por el ser humano para su aprovechamiento y producción.
Caudal	Cantidad de agua que lleva una corriente o que fluye de un manantial o fuente.
Cimentación	Se denomina cimentación al conjunto de elementos estructurales de una estructura cuya misión es transmitir sus cargas o elementos apoyados en ella al suelo, distribuyéndolas de forma que no superen su presión admisible ni produzcan cargas zonales.
Cloruros	Compuesto de cloro y otro elemento químico diferente del oxígeno; se obtiene por acción del cloro o del ácido clorhídrico con un metal o su hidróxido.
Cohesión	Es la cualidad por la cual las partículas del terreno se mantienen unidas en virtud de fuerzas internas, que dependen, entre otras cosas, del número de puntos de contacto que cada partícula tiene con sus vecinas.
Compresión	Es la resultante de las tensiones o presiones que existen dentro de un sólido deformable o medio continuo, caracterizada porque tiende a una

reducción de volumen del cuerpo, y a un acortamiento del cuerpo en determinada dirección.

Concreto ciclópeo	Concreto Portland al que se adiciona piedra grande o mediana en porcentajes según diseño. Por lo general se utiliza en estructuras de gran volumen.
Conexiones prediales	Es la tubería comprendida entre el punto de derivación de la red de distribución y el hidrómetro, por donde el agua potable es conducida.
Costanera	Maderos largos como vigas que forman la armadura del tejado.
Corte basal	Es la reacción que tu estructura tiene cuando está sujeta principalmente a fuerzas accidentales (horizontales) como viento o sismo.
Cota piezométrica	Es una medida específica de la presión del líquido por encima de un datum geodésico.
Cuantía de acero	Se refiere a la relación que hay de acero por partes de hormigón.
Cubierta	Es un elemento constructivo que protege a los edificios en la parte superior y por extensión, a la estructura sustentante de dicha cubierta.

Decomiso	Se emplea para nombrar a una pena que implica la privación del producto o de los instrumentos de un acto ilícito, la pena que consiste en la pérdida de algo por tratarse de un género prohibido.
Deflexión	Es el grado en el que un elemento estructural se desplaza bajo la aplicación de una fuerza o carga.
Densidad	Es una magnitud escalar referida a la cantidad de masa en un determinado volumen de una sustancia o un objeto sólido.
Desfogar	Agujero por el que desagua un conducto cubierto.
Desinfección	Es un proceso físico o químico que mata o inactiva agentes patógenos tales como bacterias, virus y protozoos, impidiendo el crecimiento de microorganismos patógenos en fase vegetativa que se encuentren en objetos inertes.
Desplante	Es un dato que se obtiene de la mecánica de suelos, ya que aquí se determina a que profundidad se encuentra un estrato estable para la cimentación.
Dosificador	Aparato o mecanismo que sirve para suministrar cantidades determinadas de un producto o sustancia.
Dotación	La cantidad de agua que se asigna para cada habitante y que incluye el consumo de todos los

servicios que realiza en un día medio anual, tomando en cuenta las pérdidas.

Elasticidad	Propiedad de los cuerpos de volver a su forma original después de sufrir una deformación al aplicárseles una fuerza.
Emanación	Olor o exhalación que se desprende de algunos cuerpos.
Esbeltez	Es la relación que existe entre la sección de la barra y su longitud.
Escaldado	Operación que consiste en aflojar la pilosidad de la piel por medio del calor húmedo para facilitar la remoción de las cerdas por acción mecánica.
Esfuerzo	Son todas aquellas fuerzas internas a las estructuras que contrarrestan las acciones exteriores a que están sometidas dichas estructuras.
Eslabón	Pieza con forma de anillo que está enlazada con otras formando una cadena que se coloca como refuerzo para soportar el esfuerzo tangencial o cortante.
Estribo	Armadura perpendicular a las barras longitudinales de una viga de hormigón armado que se coloca

como refuerzo para soportar el esfuerzo tangencial o cortante.

Excentricidad	Distancia existente entre dos ejes paralelos.
Excretas	Sustancias de desecho que son eliminadas por el organismo.
Faenado	Matar y preparar el ganado para el consumo.
Fétido	Que desprende un olor malo, desagradable e intenso.
Filtración	Proceso unitario de separación de sólidos en una suspensión a través de un medio mecánico poroso, también llamados tamiz, criba, cedazo o filtro.
Flexión	Es el esfuerzo resultante de aplicar fuerzas perpendicularmente al eje principal del elemento que tienden a doblarlo.
Ganado	Es un conjunto de animales que conviven en un mismo terreno y se desplazan y alimentan en conjunto.
Ganado mayor	Se designa como ganado mayor, a la hacienda vacuna (bovinos), yegüerizos o caballares (equinos) y a la hacienda híbrida (mulo y asnos o burros).

Ganado menor	Se designa como ganado menor, a la hacienda lanar (ovinos), y a la hacienda de cerda (porcinos) y a los caprinos.
Hipoclorador	Consta de un recipiente, que en su interior tiene una manguera que se sostiene por un flotador, permitiendo el flujo de una solución de cloro al punto de salida del recipiente.
Infectocontagiosas	Enfermedad producida por un microorganismo que se puede transmitir entre personas.
Mampostería	Sistema tradicional de construcción que consiste en erigir muros y parámetros mediante la colocación manual de los elementos o los materiales que los componen (denominados mampuestos).
Matarife	Es una técnica de acuchillamiento que solo debe hacerse en animales aturdidos. El cuchillo debe estar limpio y afilado y suficientemente largo para la especie y el tamaño del animal.
Materia fecal	Material de desecho que descargan los intestinos.
Mitigación	Conjunto de medidas para minimizar el impacto destructivo y perturbador de un desastre.
Mortero	Es un material de construcción obtenido al mezclar arena y agua con cemento, que actúa como

conglomerante. Además, se usa para rellenar los espacios que quedan entre los bloques y para el revestimiento de paredes.

Oscilación	Es el movimiento repetido en torno a una posición central o posición de equilibrio.
Peralte	La pendiente transversal que se da en las curvas a la plataforma de un refuerzo (estribo o eslabón).
Porcinos	Este tipo de ganado está compuesto por cerdos, puercos o cochinos.
Predio	Finca, tierra o posesión inmueble.
Recubrimiento	El recubrimiento de hormigón es la distancia entre la superficie exterior de la armadura (incluyendo cercos y estribos) y la superficie del hormigón más cercana.
Refuerzo	Es lo que ayuda en la estructura de la construcción para que este fijo el hierro que se coloca al concreto.
Riel	Barra pequeña de metal en bruto.
Rigidez	Capacidad de resistencia de un cuerpo a doblarse o torcerse por la acción de fuerzas exteriores que actúan sobre su superficie.

Sedimentos	Conjunto de partículas sólidas que queda depositado en el fondo del recipiente que contiene un líquido.
Sismos	Serie de vibraciones de la superficie terrestre generadas por un movimiento brusco y repentino de las capas internas.
Torsión	Es la sollicitación que se presenta cuando se aplica un momento sobre el eje longitudinal de un elemento constructivo o prisma mecánico.
Turbiedad	Es la medida del grado de transparencia que pierde el agua o algún otro líquido incoloro por la presencia de partículas en suspensión.
Válvulas	Dispositivo que abre o cierra el paso de un fluido por un conducto en una máquina, aparato o instrumento, gracias a un mecanismo, a diferentes presiones.
Zapatas	Es un tipo de cimentación superficial (normalmente aislada), que puede ser empleada en terrenos razonablemente homogéneos y de resistencias a compresión medias o altas.

RESUMEN

En la aldea Las Ilusiones del municipio de Santa Bárbara, Suchitepéquez, no cuentan con un sistema de abastecimiento de agua potable. Los pobladores del lugar obtienen el agua de una fuente superficial, pero no siempre es constante y pasan varios días sin el vital líquido. Por esta razón surge la necesidad del proyecto, que incluye la captación de agua subterránea de un nacimiento ubicado en finca Mocá Grande, línea de conducción de 1 863,63 m, tanque de almacenamiento de 198 m³, línea de distribución de 241,5 m y red de distribución de 6 522,86 m, para un total de 8 628,02 m de introducción de tubería. Con este proyecto se busca abastecer de agua a la población de la aldea Las Ilusiones para el beneficio de 2 730 habitantes en un período de diseño de 22 años.

Para la municipalidad de Santa Bárbara, Suchitepéquez, es necesario el diseño de un rastro municipal de un nivel, localizado en finca Mocaya, a 2,5 km del municipio. Actualmente cuentan con un rastro obsoleto que está dentro de la comunidad y no brinda las medidas de higiene necesarias para el uso del mismo. El diseño del rastro municipal cuenta con una estructura de mampostería confinada y su cubierta será de estructura metálica a dos aguas. Cuenta con un área de construcción de 243,11 m² y 65,55 m² para el área de corrales. Este proyecto está diseñado para llevar a cabo la técnica de matarife de ganado mayor y menor, con sus respectivas instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas.

Cada proyecto contiene su respectiva descripción, diseño, memoria de cálculo, presupuesto, cronograma físico-financiero y planos.

OBJETIVOS

General

Diseñar los proyectos de sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Las Ilusiones y el rastro municipal para la finca Mocaya, de Santa Bárbara, Suchitepéquez.

Específicos

1. Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad con base en los teoremas hidráulicos y estructurales de la ingeniería siguiendo los lineamientos propuestos por el Instituto Nacional de Fomento Municipal (INFOM).
2. Diseñar un rastro municipal de un nivel, con base en análisis de edificaciones en mampostería, diseño estructural y concreto armado.
3. Elaborar los planos de construcción, presupuesto, cronograma de ejecución física y financiera para cada uno de los proyectos propuestos.
4. Promover programas de capacitación dentro de las aldeas para lograr un adecuado mantenimiento y uso del recurso agua, así como promover el uso adecuado de las técnicas de matarife.
5. Desarrollar una guía para la operación y mantenimiento de los diferentes proyectos en coordinación de las autoridades municipales.

INTRODUCCIÓN

El municipio de Santa Bárbara del departamento de Suchitepéquez cuenta con algunos servicios necesarios para vivir en la mayoría de su territorio, sin embargo, con el continuo crecimiento poblacional acelerado hay una fuerte presión sobre el uso del suelo que conlleva a un aumento de necesidades. Para satisfacer las necesidades básicas de los habitantes se propone mejorar la infraestructura, con proyectos que contribuyen a cubrir estas necesidades.

El capítulo 1 contiene la monografía y generalidades del área de estudio, para identificar las necesidades básicas y elegir los parámetros correspondientes a la región. El capítulo 2 contiene el desarrollo del diseño de abastecimiento de agua potable por gravedad, donde se recolectan y transportan las aguas y luego las distribuyen para hacer las conexiones domiciliarias y así llevar a los habitantes el vital líquido.

El capítulo 3 contiene el desarrollo del proyecto de infraestructura que consiste en el diseño de un rastro municipal de un nivel con área de construcción de 243,11 m², y 65,55 m² para el área de corrales, ya que el existente no cumple con las necesidades para brindarle un buen servicio a la población. Se llevará a cabo la técnica de matarife de ganado mayor y menor.

Con el diseño de los proyectos se ayuda a resolver los problemas de saneamiento debido a la falta de un abastecimiento de agua potable y un rastro municipal. Dichas obras son de vital importancia para mejorar la calidad de vida de sus habitantes y la salud de los mismos. Son necesarios para evitar contaminación ambiental, visual, olores fétidos y proliferación de enfermedades.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía del municipio de Santa Bárbara, Suchitepéquez

A continuación, se presentan aspectos generales del municipio de Santa Bárbara, Suchitepéquez, para dar a conocer las características y particularidades del mismo.

1.1.1. Aspectos generales

El municipio de Santa Bárbara del departamento de Suchitepéquez es llamado así en honor a la Virgen de Santa Bárbara. El nombre original del municipio era Santa Bárbara de la Costilla, por esta razón a los pobladores se les llamaba barbareños o costilleros.

En un principio, su jurisdicción abarcaba parte de la costa grande, de allí su denominación oficial "Santa Bárbara de la Costilla y La Grande"; así aparece en el decreto del 11 de octubre de 1825, por medio del cual el Estado de Guatemala declaró los pueblos que comprenden el territorio nacional.

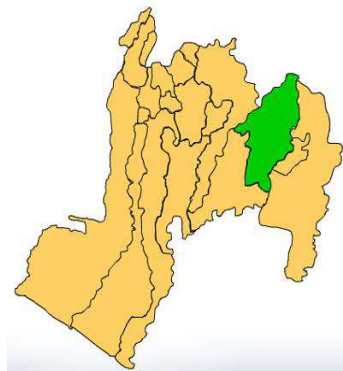
1.1.2. Ubicación geográfica y colindancias

Santa Bárbara es municipio del departamento de Suchitepéquez, se encuentra localizado al noreste de la cabecera departamental. Pertenece a la región VI de Suchitepéquez y en el Plan Estratégico Territorial (PET) se localiza en el Territorio No. 4. Tiene una extensión territorial de 132 kilómetros

cuadrados. Sus coordenadas son: latitud 14 °26'12", longitud. 91 °13'40" y su altitud es de 424,56 m.

Se llega por la carretera centroamericana CA-2 que de la ciudad de Guatemala conduce al Pacífico hasta llegar al kilómetro 118, en donde se toma el desvío por la carretera departamental RD SCH-15, de allí se recorren nueve kilómetros antes de llegar a la cabecera municipal; Santa Bárbara se localiza a 42 kilómetros de la cabecera departamental de Suchitepéquez y a 127 kilómetros desde la Ciudad de Guatemala.

Figura 1. **Ubicación geográfica de Santa Bárbara**



Fuente: SEGEPLAN.

El municipio está localizado en la costa sur entre las cuencas Madre Vieja y Nahualate; limita al norte con Chicacao (Suchitepéquez) y Santiago Atitlán (Sololá); al este con Patulul y San Juan Bautista (Suchitepéquez); al sur con Río Bravo y San Juan Bautista (Suchitepéquez); y al oeste con Río Bravo y Chicacao (Suchitepéquez).

1.1.3. Clima

La temperatura es de 27 °C promedio, el municipio se encuentra ubicado en la zona climática denominada bocacosta. El clima por lo regular es cálido, aunque por su ubicación geográfica y topográfica, en las comunidades de la parte baja promedia 25 °C. Entre ellas están la aldea San Fernando Chipó, El Jardín, Buenos Aires, Nueva Esperanza, Labores Chipó, caserío Bella Luz, San Mateo, Magali, El Hormiguero, finca La Concha, La Esperanza, Santa Fe, Santiago Variedades, Armenia y Las Margaritas.

La parte alta oscila entre 20 °C y 10 °C, en virtud que la jurisdicción del municipio abarca parte del volcán de Atitlán, como aldea El Esfuerzo, 5 de abril, Santa Adelaida, El Guayabal, Las Ilusiones, La Zona y Miramar, Finca los Andes, Mi Tierra, Ujuxtes, Mocá, Panamá, La Asunción, San Joaquín, La Distracción y San Rafael Panán.

1.1.4. Turismo

Este departamento posee muchos atractivos naturales como la laguneta Mocá, lago Tinen, la caída de agua Río Chita, gruta de Agua Caliente, playa de Churirín, Tulate; además posee centros arqueológicos como el Sambo, San Pablo Jocopilas, Ruinas de Chocolá y Pozo de la Virgen; ha sido también declarado centro histórico el museo particular del Señor Callo Jerez Cordero. Lugares que invitan a los turistas nacionales y extranjeros a admirar sus bellezas.

1.1.5. Situación demográfica

Según las proyecciones del INE, Santa Bárbara posee una población de 26 052 habitantes para el 2016, con una tasa de crecimiento anual de 4,38 % de las cuales el 76 % representa la no indígena y el 24 % la indígena, esta con ascendencia maya; notándose también que las etnias Kaqchikel y K'iche sobresalen respecto a los otros dos grupos de este género. Este dato cobra importancia al relacionarse con el vínculo histórico que Santa Bárbara tuvo con Sololá, principalmente con la población Kaqchikel.

- Población por intervalos de edad: según las proyecciones del INE, en el 2016 Santa Bárbara posee una población de 26 052 habitantes, de los cuales 50,48 % son mujeres y 49,52 % hombres. En Santa Bárbara nacen más mujeres que hombres.

La diferencia entre hombres y mujeres se presenta mayormente en las edades de 40 a 55 años en el que el porcentaje de hombres es de tan solo 44 % y el de mujeres es de 56 %.

- Concentración y densidad poblacional: la densidad poblacional es de 192 habitantes por kilómetro cuadrado, con referencia al patrón de asentamiento, SEGEPLAN Suchitepéquez, registró en el 2009 que 48,56 Has., son utilizadas para centros poblados.

1.1.6. Idioma

El idioma predominante es el español, en segundo lugar, el Kaqchikel, entre otros idiomas de origen precolombino.

1.1.7. Religión

La población del municipio practica la religión católica, evangélica y mormona. En Semana Santa, la Iglesia Católica realiza una serie de oficios religiosos, tales como, misas, rezos y las tradicionales procesiones que dan la solemnidad a este tipo de acontecimientos. La Procesión del Santísimo Sacramento es considerada una actividad importante para la población. Existen algunos “centros espiritistas”, en el área rural todavía se encuentra uno que otro zahorín de la etnia cakchiquel y brujos ubicados en el casco del pueblo.

1.1.8. Aspectos económicos y actividades productivas

Se destacan las actividades y factores que determinan la producción, la vinculación con mercados y la organización empresarial que existe en el municipio, así como la identificación de los principales motores de su desarrollo económico.

Se enumeran las potencialidades agrícolas, pecuarias, agroindustriales, ecoturística, artesanales y de servicios que pueden en determinado momento contribuir al desarrollo económico del municipio de Santa Bárbara y beneficiar a la población, al crear oportunidades de empleo directo e indirecto.

- **Agrícolas:** uno de los aspectos más importantes del municipio es su actividad agrícola y se debe a que más del 50 % de sus tierras tienen potencialidad para la agricultura por la característica de los suelos y su riqueza en nutrientes, lo cual permite cultivar los siguientes productos: café, chile jalapeño, sandía, elote dulce, papaya, mandarina, tamarindo, pepino, lentejas.

- Pecuarías: a través de las encuestas, entrevista y observación se comprobó que existen productores pecuarios que tienen los recursos necesarios (económicos, infraestructura y logística) que permiten el desarrollo de los siguientes productos: miel de abeja, crianza de pez tepemechín, crianza y engorde de pelibuey, producción de camarón y crianza de ganado mayor y menor.
- Artesanal: la planta de bambú actualmente se cultiva en el municipio y la utilización de este producto no ha sido aprovechada, por tal razón cabe la posibilidad de facilitar un modelo de desarrollo sostenible para las comunidades rurales y que sustituya a la madera para la elaboración de muebles, decorados y artículos para el hogar. Este producto tiene la peculiaridad de ser rentable a corto plazo lo cual puede generar fuentes de ingresos de manera directa ya que tiene un crecimiento rápido. Esta potencialidad podrá llevarse a cabo en la aldea El Esfuerzo.
- Potencialidades agroindustriales: es un sector que se encuentra explotado, por una procesadora de té.
- Potencialidades ecoturísticas
 - Centro ecoturístico: existe la reserva privada Los Andes, ubicada en las faldas del volcán Atitlán. Hasta el momento no se ha aprovechado o potencializado por su poca divulgación.
 - Hostal Laguna de Mocá: el municipio cuenta con una laguna artificial, la cual se encuentra en la parte norte y representa una potencialidad debido a su ubicación como centro turístico para

descanso, la laguna figura como una atracción turística para el departamento de Suchitepéquez, pero no ha sido promovida.

1.1.9. Investigación diagnóstica

Se realizó un diagnóstico para determinar la situación actual y necesidades del municipio.

1.1.9.1. Descripción de las necesidades

Se presentan algunas de las principales necesidades del municipio de Santa Bárbara:

- Sistema de agua potable para la aldea Las Ilusiones: el agua potable es de gran importancia para poder brindarle a la comunidad la oportunidad de contar con este servicio necesario para vivir. Es importante recalcar que esta obra es de vital importancia debido a que con ella se mejorará la calidad de vida de sus habitantes, pero principalmente la salud de los mismos.
- Rastro municipal en finca Mocaya: se cuenta con un rastro obsoleto que está dentro la comunidad, y el Ministerio de ambiente ha prohibido su uso por que viene a perjudicar a los pobladores de la comunidad de Santa Bárbara. El rastro no cumple con las medidas de higiene necesarias para el uso del mismo, el riesgo a la salud humana es muy alto y con ello evitar la contaminación y emanación de olores fétidos que contaminan el ambiente en esa pujante comunidad.

- Sistema de alcantarillado sanitario en Santa Bárbara: la falta de un sistema apropiado para captar y desfogar las aguas servidas ocasiona distintos problemas a la población, como enfermedades, contaminación, deterioro de calles, entre otros.
- Diseño de parque municipal: se cuenta con un área para el parque central y se está dando una problemática debido que en el edificio municipal no hay suficiente espacio para el personal, se están alojando en el mercado municipal y las personas del mercado están utilizando el área del parque para sus respectivas ventas.
- Ampliación de edificio municipal: se cuenta con un solo nivel en el edificio municipal y se quiere hacer un diseño para 2 niveles y poder realizar una buena distribución de las oficinas que cumplan con las medidas necesarias para un eficiente desempeño de sus trabajadores y prestarle un mejor servicio a la comunidad.

1.1.9.2. Priorización de las necesidades

Considerando las observaciones anteriores se determina que la primera necesidad a ejecutar es el diseño del sistema de agua potable para la aldea Las Ilusiones, por lo que se realizará de acuerdo al presupuesto municipal vigente mejorando así la calidad de vida de sus habitantes, evitando enfermedades infectocontagiosas, teniendo para el efecto un servicio esencial para los habitantes de toda la comunidad.

Como segunda necesidad a ejecutar se determinó el diseño del rastro municipal para brindarle a la comunidad un desarrollo de infraestructura y con

ello evitar la contaminación y emanación de los olores fétidos que perjudican a la comunidad y al medio ambiente.

2. FASE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable aldea Las Ilusiones del municipio de Santa Bárbara, Suchitepéquez.

Este proyecto es de vital importancia para la municipalidad. Dicha aldea es un área de mayor densidad de población en el municipio. Es necesario el sistema de abastecimiento de agua potable para que la población tenga una vida más sana mientras va en crecimiento.

2.1.1. Descripción del proyecto

El proyecto es un diseño de abastecimiento de agua potable para la aldea se realizará por gravedad. Cuenta con un nacimiento propiedad de la municipalidad, tanque de captación existente, línea de conducción, tanque de distribución y red de distribución. Con una longitud de su línea de conducción de 1 863,66 m, tanque de distribución con capacidad de 198 m³ con una longitud de su línea de distribución 241,5 m y con una longitud de su red de distribución 6 522,86 m, para un total de 8 628,02 m de introducción de tubería para el beneficio de 2 730 pobladores.

Cuenta con los permisos de los propietarios de los terrenos donde pasará la tubería hasta llegar a la población. Los terrenos en los cuales se ejecutará el tanque de captación y distribución son propiedad municipal.

Con este proyecto se visualiza que las autoridades municipales están previendo que no habrá escases de agua en la comunidad de Las Ilusiones por un tiempo estipulado de 22 años.

2.1.2. Tipo de fuente

La fuente de abastecimiento de agua es subterránea por medio de un nacimiento, el cual se encuentra ubicado en finca Mocá Grande que está a una distancia de 3 626,55 km de la aldea Las Ilusiones.

Para captar el agua subterránea que brota en dicho nacimiento existe una caja de captación de concreto de 1,50 de alto por 3,5 de ancho y 2 m de largo.

Este tipo de fuente tiene una gran ventaja debido a que el agua que brota del nacimiento es pura y no hay necesidad de brindarle ningún tipo de tratamiento para potabilizarla. Esto se da debido a que dicha agua se encuentra aislada del ambiente externo.

2.1.3. Aforo

El aforo de la fuente tiene como objeto conocer el caudal del agua del nacimiento y con este dato saber si dicha fuente logra satisfacer la demanda de la población.

Se utilizó el método volumétrico, que consiste en tomar el tiempo que tarda en llenarse un recipiente el cual se conoce su volumen y con un cronómetro se mide el tiempo de llenado. El caudal se puede calcular mediante la siguiente fórmula.

$$Q = \frac{V}{T}$$

Donde:

Q = Caudal en litros por segundo

T = Tiempo de llenado en segundos

V = Volumen del recipiente en litros

Este dato fue proporcionado por el departamento de planificación de la municipalidad. Los aforos realizados a este lugar son de 9,81 l/s y emplearon el método volumétrico.

- El caudal que produce la fuente es de 9,81 litros/segundo
- El aforo fue realizado en junio del 2017

2.1.4. Calidad de agua

Es un factor muy importante en el diseño del sistema de agua potable, por lo que la calidad de esta debe ser sanitariamente segura para el consumo humano, ya que es un elemento indispensable para la vida.

Para determinar la calidad del agua es necesario basarse en la norma COGUANOR NGO 29 001, la cual indica los límites que deben encontrarse en características de calidad física, químicas y bacteriológicas del agua.

Para el proyecto de la aldea Las Ilusiones se realizó el examen bacteriológico y fisicoquímico por el centro de investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala (Ver anexos).

2.1.4.1. Examen bacteriológico

El centro de Investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala proporciona un envase de vidrio esterilizado de 100 mililitros, el cual debe ser llenado con una muestra de la fuente que no contenga sedimentos, esta debe ser refrigerada y no deben de exceder más de 24 horas antes de ser llevadas al laboratorio.

El examen bacteriológico indica el nivel de contaminación bacteriana y con materia fecal encontradas en la muestra. Los resultados del examen bacteriológico indican que el agua se enmarca en la clasificación II, calidad bacteriológica que precisa la aplicación de los métodos habituales de tratamiento (coagulación, filtración, desinfección) según norma COGUANOR NGO 29 001.

2.1.4.2. Examen fisicoquímico

El centro de Investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala proporciona un envase desechable esterilizado de 1 galón, el cual debe ser llenado con una muestra de la fuente que no contenga sedimentos. Se debe llenar y lavar, repetir esto tres veces y a la cuarta vez recoger la muestra y tomar su temperatura. La muestra debe ser llevada al laboratorio sin refrigerar antes de 24 horas después de ser tomada.

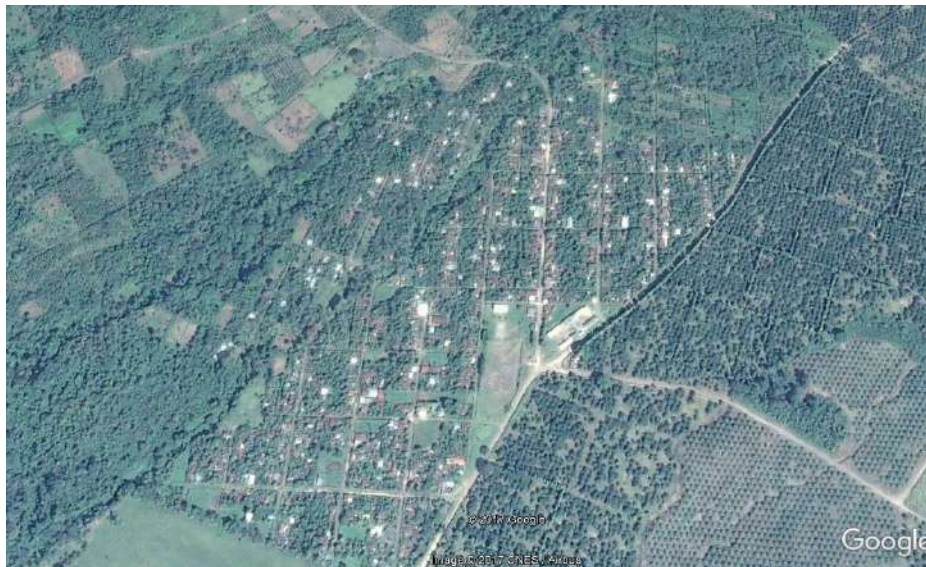
El examen fisicoquímico muestra propiedades físicas como olor, sabor, pH, turbiedad, temperatura y conductividad eléctrica. El análisis químico mide la cantidad de minerales y la cantidad de materia orgánica existente en el agua que afectan su calidad, como amoníaco, nitritos, nitratos, cloro residual, manganeso, cloruros, fluoruros, sulfatos, hierro total, dureza total, sólidos

totales, sólidos volátiles, sólidos fijos, sólidos en suspensión, sólidos disueltos y también su alcalinidad.

El resultado que se obtuvo del examen fisicoquímico sanitario indica que el agua es potable ya que cumple con la norma COGUANOR 29 001.

- Ubicación del terreno: se encuentra en la aldea Las Ilusiones de Santa Bárbara Suchitepéquez a una distancia de 13,70 km del municipio. Sus coordenadas son: latitud $14^{\circ}30'39,42''N$, longitud. $91^{\circ}14'25,24''O$ y su altitud es de 783 m.

Figura 2. **Ubicación geográfica**



Fuente: elaboración propia, empleando Google Earth.

2.1.5. Levantamiento topográfico

La topografía es uno de los aspectos con los que se debe ser muy cuidadoso, esta se utiliza para determinar las distancias horizontales y verticales de puntos sobre la superficie terrestre, con esta se debe describir y representar en los diferentes planos la superficie en la cual se hará la línea de conducción y la red de distribución. Es un elemento básico para la elaboración del diseño. Para realizar el levantamiento topográfico se utilizó el siguiente equipo: Teodolito, estadal, cinta métrica, estacas, entre otros.

- Altimetría: es un método de medición rápida y de precisión aceptable. Se utiliza para el levantamiento de detalles donde es difícil el manejo de la cinta métrica.

En altimetría se utilizó el método taquimétrico el cual consiste en la medición indirecta de distancia con teodolito y mira vertical. Utilizando un teodolito que en su retículo tenga los hilos estadimétricos, se toman los ángulos verticales de dos puntos de la mira y con geometría se calcula la distancia requerida.

- Planimetría: es la parte de la topografía que estudia el conjunto de métodos y procedimientos que tienden a conseguir la representación a escala de todos los detalles interesantes del terreno sobre una superficie plana, prescindiendo de su relieve; solo tiene en cuenta la proyección del terreno sobre un plano horizontal imaginario que se supone es la superficie media de la tierra.

En planimetría se utilizó el método de radiaciones para la línea de conducción, el cual consiste en la medición de varios puntos para una

poligonal abierta, a partir de cuyos vértices se hacen las radiaciones, con el fin de determinar la ubicación de los puntos de referencia y el método de conservación de azimut para la red de distribución que está formada por un circuito cerrado el cual consiste en formar una poligonal cerrada que sumando los ángulos interiores de una suma de 360 grados y así poder determinar la ubicación del terreno, trazando sus líneas secundarias.

2.1.6. Diseño del sistema

El diseño del sistema de abastecimiento de agua potable se realizará por gravedad, con una longitud de su línea de conducción de 1 863,66 m, una longitud de 241 m, en la línea de distribución y una longitud de su red de distribución 6 522,86 m, en la cual se utilizará un circuito cerrado.

2.1.7. Periodo de diseño

El periodo de diseño es el tiempo en el cual el sistema de abastecimiento de agua potable va a prestar su servicio eficiente, para satisfacer a la población. Para optar por un periodo de diseño se debe tomar en cuenta distintos factores como la vida útil de los materiales, calidad de los materiales y de las construcciones, costos y tasas de interés, futuras ampliaciones del sistema, comportamiento del sistema en sus primeros años, población de diseño y su caudal.

Se establece para el efecto de la normativa INFOM-UNEPAR lo siguiente:

- Obras civiles: 20 años.
- 2 años de gestión y consideración.

2.1.8. Dotación

Se refiere a la cantidad de agua asignada a un habitante en un día (en volumen por unidad de tiempo) en una población. Para determinar la dotación se deben tomar en cuenta varios factores como el clima, nivel de vida, actividades productivas, abastecimiento privado, servicios comunales o públicos, facilidad de drenaje, calidad y cantidad de agua, medición y presiones.

La dotación que más le conviene a la aldea Las Ilusiones de acuerdo a su clima que oscila entre 20 °C y 10 °C, con un nivel de vida en desarrollo y progreso, con actividades productivas se recomienda que la dotación este entre 60 a 120 l/hab/día. Considerando lo antes mencionado se asigna una dotación de 100 l/hab/día.

2.1.9. Estimación de la población futura

Para el cálculo de la estimación de la población futura se utilizó el método de incremento geométrico, el cual consiste en el cálculo de la población con base a la tasa de crecimiento poblacional con los datos realizados por el INE.

Los datos proporcionados por la dirección municipal de planificación (DMP) de la población actual de la aldea Las Ilusiones es de 2 730 habitantes y los datos del INE proyectan una tasa de crecimiento anual de 4,38 %.

$$p_f = p_o(1 + i)^n$$

Donde:

pf = población futura

p_0 = población inicial

i = tasa de crecimiento poblacional

n = número de años en el futuro

Este proyecto fue diseñado por un periodo de 22 años, considerando un tiempo de gestión administrativa de 1 año y 1 año de ejecución, para tener un financiamiento y construcción del proyecto.

Sustituyendo datos se tiene:

$$p_f = 2\,730(1 + 0,0438)^{22}$$

$$p_f = 7\,011 \text{ habitantes}$$

2.1.10. Parámetros de diseño

Los parámetros de diseño se utilizan para determinar los caudales para los consumos de agua requeridos por la población que se va a abastecer por medio del diseño del sistema de abastecimiento de agua potable.

2.1.10.1. Caudal medio diario

Es la cantidad de agua que consume una población en un periodo de 24 horas, también se define como el promedio de los consumos diarios en un periodo de un año.

Se determina por medio de la siguiente expresión:

$$q_m = \frac{(Dot * p_f)}{86\,400}$$

Donde:

q_m = Caudal medio diario en l/s

Dot= dotación en l/hab/día

P_f = número de habitantes proyectados al futuro

Sustituyendo datos se obtiene:

$$q_m = \frac{(100 * 7\ 011)}{86\ 400}$$
$$q_m = 8,11\ l/s$$

2.1.10.2. Caudal máximo horario

Es el máximo consumo de agua durante una hora del día en un periodo de un año. Este caudal se utiliza para diseñar la red de distribución.

Se determina por medio de la siguiente expresión:

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

Donde:

Q_{MH} = caudal máximo horario en l/s

Q_m = caudal medio diario en l/s

FMH = factor máximo horario

- Factor de 2 a 3 para poblaciones menores de 1 000 habitantes y de 2 para poblaciones futuras mayores de 1 000 habitantes. La selección del factor es función inversa al tamaño de la población a servir.

Sustituyendo datos se obtiene:

$$Q_{MH} = 8,11 * 2$$

$$Q_{MH} = 16,22 \text{ l/s}$$

2.1.10.3. Caudal de vivienda

Es un valor estimado del consumo de agua que le corresponde a cada domicilio.

Se determina por medio de la siguiente expresión:

$$Q_{vu} = \frac{Q_{mh}}{No. vi}$$

Donde:

Q_{vu} = caudal de vivienda unitario en l/s/vivienda

Q_{mh} = Caudal máximo horario en l/s

No. vi = Número de viviendas actuales

Sustituyendo datos se obtiene:

$$Q_{vu} = \frac{16,22}{650}$$

$$Q_{vu} = 0,02 \frac{l}{s} / vivienda$$

2.1.10.4. Caudal instantáneo

Para el diseño de los ramales de distribución deberá hacerse una comparación entre los cálculos del caudal obtenidos con el FMH y el criterio de uso simultáneo. Deberá utilizarse el resultado que sea mayor de ambos.

Se determina por medio de la siguiente expresión:

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

Donde:

q = caudal de uso simultáneo no menor de 0,20 l/s

k = 0,15 para menos de 55 viviendas

k = 0,20 para más de 55 viviendas

k = 0,25 para llena cántaros

n = número de conexiones o llena cántaros futuros

Sustituyendo datos se obtiene:

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

$$q = 0,20\sqrt{650 - 1}$$

$$q = 5,1 \text{ l/s}$$

2.1.10.5. Caudal máximo diario

Es conocido como el caudal de conducción porque con este se diseña la línea de conducción. Se define como el máximo consumo de agua durante 24 horas en un periodo de un año.

Se determina por medio de la siguiente expresión:

$$QMD = Q_M * FMD$$

Donde:

QMD = caudal máximo diario en l/s

Q_m = caudal medio diario en l/s

FMD = factor máximo diario

- Factor que va de 1,2 a 1,5 para poblaciones futuras menores de 1 000 habitantes y de 1,2 para mayores de 1 000 habitantes.

Sustituyendo datos se obtiene:

$$QMD = 8,11 * 1,2$$

$$QMD = 9,73 \text{ l/s}$$

2.1.11. Captación

La obra de captación es una estructura capaz de recolectar y almacenar el agua de la fuente, la cual debe ser tratada para luego ser distribuida si cumple con las medidas sanitarias necesarias.

La obra de captación subterránea existente se construyó para garantizar el flujo del brote del agua y pueda ser captado por medio de un tanque de recolección, el cual fue construido por mampostería reforzada con material impermeable con su protección sanitaria.

2.1.12. Clases de tuberías

Los materiales más comunes usados para las tuberías de acueductos son el cloruro de polivinilo (PVC) y el acero galvanizado (H.G.).

2.1.12.1. Tubería de acero galvanizado

El acero galvanizado tiene su principal aplicación cuando se encuentre sobre la superficie del terreno, ya que si se entierra empieza a corroerse, la tubería de acero galvanizado debe cumplir con la norma ANSI-ASTM A 120-79.

2.1.12.2. Tubería PVC

El cloruro de polivinilo (PVC) es el material que más se emplea en la actualidad, ya que es más económico, más liviano, fácil de instalar, durable y no se corroe, pero también tiene muchas desventajas: es más frágil y no se puede dejar a la intemperie, ya que se vuelve quebradizo.

La tubería PVC se fabrica según la Norma ASTM D-1 785, bajo la clasificación de cédulas 40, 80 y 120. En este proyecto se utilizó tubería PVC.

2.1.12.2.1. Diámetros comerciales de tuberías PVC

La tubería se dispuso conforme a los diámetros que se comercializan en Guatemala para tubos de 6 metros de largo, como se muestran en las siguientes tablas.

Tabla I. **Diámetros comerciales de tuberías PVC**

Presión	Diámetro comercial (plg)	Sdr
125 PSI = 87,88 m.c.a.	3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 15, 18	32,5
160 PSI = 112,49 m.c.a.	1, 1 $\frac{1}{4}$, 1 $\frac{1}{2}$, 2, 2 $\frac{1}{2}$, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 15	26
250 PSI = 175,77 m.c.a.	$\frac{3}{4}$, 1, 1 $\frac{1}{4}$, 1 $\frac{1}{2}$, 2, 2 $\frac{1}{2}$, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12	17

Fuente: AGUILAR RUÍZ, Pedro. *Apuntes sobre el curso de ingeniería sanitaria 1* .p.60.

Tabla II. **Tubería de PVC 1120 ASTM D 2241 SDR 26**

Diámetro comercial		Diámetro exterior		Espesor de pared		Diámetro interior		Pesos aproximados	
mm	plg	Mm	plg	mm	plg	mm	plg	kg.	lb
25	1	33,40	1,315	1,52	0,060	30,35	1,195	1,35	2,97
31	1 1/4	42,16	1,660	1,63	0,064	38,91	1,532	1,83	4,03
38	1 1/2	48,26	1,900	1,85	0,073	44,55	1,754	2,39	5,27
50	2	60,33	2,375	2,31	0,091	55,70	2,193	3,72	8,21
62	2 1/2	73,03	2,875	2,79	0,110	67,45	2,655	5,45	12,01
75	3	88,90	3,500	3,43	0,135	82,04	3,230	8,14	17,94
100	4	114,30	4,500	4,39	0,173	105,51	4,154	13,41	29,57
125	5	141,30	5,563	5,43	0,214	130,43	5,135	20,51	45,21
150	6	168,28	6,625	6,48	0,255	155,32	6,115	29,10	64,15
200	8	219,08	8,625	8,43	0,332	202,21	7,961	49,32	108,74
250	10	273,05	10,750	10,49	0,413	252,07	9,924	76,48	168,61
300	12	323,85	12,750	12,45	0,490	298,95	11,770	107,62	237,26
375	15	388,62	15,300	14,94	0,588	358,74	14,124	162,44	357,38

Fuente: AGUILAR RUÍZ, Pedro. *Apuntes sobre el curso de ingeniería sanitaria 1* .p.61.

En el sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Las Ilusiones se utilizó tubería PVC con una presión de trabajo de 160 PSI= 112,49 m.c.a., una presión mínima de ruptura de 500 PSI=35,15 kg/cm² (falla en 60 a 90 segundos).

2.1.13. Diseño de la línea de conducción

Es una línea de tuberías que trabajan por gravedad y conducen el agua de la obra de captación hasta el tanque de distribución. Para el diseño de la línea de conducción es necesario saber el valor del caudal máximo diario que es: QMD=9,73 l/s, debido a que es un sistema por gravedad.

Según la guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales INFOM-UNEPAR, nos muestra los límites para la conducción de las velocidades, a la que se debe diseñar la línea de conducción las cuales son:

- Mínima = 0,4 m/s
- Máxima = 3,0 m/s

Pasos para el diseño de la línea de conducción:

- Cálculo de diámetro teórico:

$$\Phi = \left[\frac{1\,743,811 * (L) * Q^{1,85}}{C^{1,85} * h_f} \right]^{\frac{1}{4,87}}$$

Donde:

h_f = Pérdida de carga (debidas a la fricción) expresada en metros

L = Longitud de la tubería expresada en metros, L es multiplicada por 1,05 @ 1,10 por la inclinación de la tubería.

Q= Caudal (QMD 9,73 l/seg)

C= Coeficiente de fricción PVC=150, HG=100

Φ=Diámetro nominal o comercial de la tubería (pulgadas)

Sustituyendo datos se obtiene:

$$\Phi = \left[\frac{1\,743,811 * (89,87 * 1,05) * 9,73^{1,85}}{150^{1,85} * (178,12 - 176,77)} \right]^{\frac{1}{4,87}}$$

$$\Phi = 3,9180 \text{ pulgadas}$$

Se seleccionó un diámetro comercial de 4" con diámetro interno de 4,154", ya que este cumple con los parámetros de velocidad y presión.

- Cálculo de pérdida por medio de la fórmula de Hazen y Williams:

$$h_f = \frac{1\,743,811 * (L * 1,05) * Q^{1,85}}{C^{1,85} * \Phi^{4,87}}$$

Donde:

h_f = Pérdida de carga (debidas a la fricción) expresada en metros

L = Longitud de la tubería expresada en metros, L es multiplicada por 1,05 @ 1,10 por la inclinación de la tubería.

Q= Caudal (QMD 9,73 l/seg)

C= Coeficiente de fricción PVC=150, HG=100

Φ=Diámetro nominal o comercial de la tubería (pulgadas)

Sustituyendo datos se obtiene:

$$h_f = \frac{1\,743,811 * (89,87 * 1,05) * 9,73^{1,85}}{150^{1,85} * 4,154^{4,87}}$$

$$h_f = 1,02 \text{ m}$$

- Cálculo de velocidad

$$V = \frac{1,9735 * Q}{D^2}$$

Donde:

V= Velocidad en m/s

Q= Caudal (QMD 9,73 l/seg)

D= Diámetro interior de la tubería (pulgadas)

Sustituyendo datos se obtiene:

$$V = \frac{1,9735 * 9,73}{4,154^2}$$

$$V = 1,11 \text{ m/s}$$

0,4 m/s \leq 1,11 m/s < 3,0 m/s, entonces, el diámetro de tubería cumple los parámetros.

- Cálculo de cota piezométrica

$$CP = Ci - Hf$$

Donde:

CP= Cota piezométrica expresada en metros columna de agua

Ci=Cota inicial expresada en metros

Hf= Pérdida de carga (debidas a la fricción) expresada en metros

Sustituyendo datos se obtiene:

$$CP = 183,41 - 1,02$$

$$CP = 182,39 \text{ m}$$

- Cálculo de presión dinámica

$$PD = CP - Cf$$

Donde:

PD= Presión dinámica expresada en metros

CP= Cota piezométrica expresada en metros columna de agua

Cf= Cota final expresada en metros

Sustituyendo datos se obtiene:

$$PD = 182,39 - 176,77$$

$$PD = 5,62 \text{ m}$$

La presión obtenida es aceptable ya que se encuentra dentro de los límites permitidos.

- Cálculo de presión estática

$$PE = PD + \Sigma Hf$$

Donde:

PE= Presión estática expresada en metros

PD= Presión dinámica expresada en metros

Cf= Cota final expresada en metros

Sustituyendo datos se obtiene:

$$PE = 5,62 + 3,97$$

$$PE = 9,59 \text{ m}$$

La presión obtenida es aceptable ya que esta no debe ser mayor que la presión de trabajo.

2.1.14. Diseño del sistema de desinfección

A continuación, se describe tratamiento obligatorio que debe dársele al agua para garantizar la potabilidad y asegura la ausencia de microorganismos patógenos.

2.1.14.1. Propósitos de la desinfección

Con el propósito de proveer a los usuarios agua libre de bacterias, virus y amebas, se debe de incorporar un sistema de desinfección. En nuestro medio se aplica cloro tanto en el área rural como en el área urbana, ya sea como gas o como compuesto clorado.

- Hipoclorito de calcio: es un compuesto sólido de cloro, disponible en el comercio en forma de tabletas o de gránulos.
- Alimentación de cloro: se hará con tabletas de hipoclorito de calcio [Ca (OCI)] al 90 % de ingrediente activo y con las siguientes dimensiones para cada tableta: diámetro 3/8 pulgada, alto 1 1/4 pulgada, peso 300 gramos.
- Funcionamiento: deberá ser automático, sin partes móviles, sin requerir energía eléctrica para su funcionamiento, debe permitir el flujo de agua a través de las tabletas de hipoclorito de calcio para formar la solución.

2.1.14.2. Hipoclorador

Se deberá instalar el clorador en una caja instalada en la tubería de entrada al tanque y deberá graduarse el flujo para permitir que la cantidad de cloro residual, en el punto más alejado oscile entre 0,7 y 1,5 partes por millón.

2.1.14.3. Dosis de cloro necesaria

Se realizará el cálculo de las tabletas de hipoclorito de calcio que se utilizarán, según el manual de tratamiento y desinfección de agua para consumo humano del ministerio de salud pública y atención social.

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

Donde:

G = gramos de tricloro.

C = gramos por litro deseados = 0,15 %

M = litros de agua a tratarse por día = 9,73 l/s = 840 672 l/día.

D = número de días = 30 días

% CL = concentración de cloro = 90 %.

Sustituyendo datos se obtiene:

$$G = \frac{0,0015 * 840\ 672 * 30}{0,90}$$

$$G = 42\ 033,6 \text{ gramos/mes}$$

Considerando que una tableta contiene 300 gramos, el consumo de tabletas al mes es:

$$CT = \frac{42\ 033,6 \text{ gramos/mes}}{300 \text{ gramos/tableta}}$$

$$CT = 140,11 \text{ tableta/mes}$$

$$CT \approx 140 \text{ tableta/mes}$$

2.1.15. Diseño de tanque de distribución

El tanque de distribución tiene como función cubrir las variaciones horarias del consumo del agua. El volumen de los tanques de almacenamiento o distribución se calculará de acuerdo a la demanda real de las comunidades. Cuando no se tengan estudios de dichas demandas, en sistemas por gravedad se adoptará de 25 a 40 % del consumo medio diario estimado.

$$Vol = \frac{qm * \% \text{ de almacenamiento} * 1m^3 * 86\,400 \text{ s/día}}{1\,000 \text{ lts}}$$

Donde:

Vol= Volumen del tanque

Qm= caudal medio diario

Sustituyendo datos se obtiene:

$$Vol = \frac{8,11 \text{ l/s} * 0,25 * 1m^3 * 86\,400 \text{ s/día}}{1\,000 \text{ lts}} = 175,18 \text{ m}^3$$

Se utilizará un tanque de distribución con capacidad de 198 m³ para que el sistema siempre cuente con agua suficiente, este será a base de muros de concreto ciclópeo y cubierta de losa plana de concreto reforzado.

Para el diseño de la losa del tanque de distribución se aplicó el método 3 del ACI. A continuación, se presentan las dimensiones del tanque:

Largo = 12 m

Ancho = 6,6 m

Alto = 2,5 m

Para determinar si será una losa en una o dos direcciones, se utilizará la siguiente relación:

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

Donde:

a = lado corto de la losa.

b = lado largo de la losa.

Si $m < 0,5$ Losa armada en una dirección

Si $0,5 \leq m \leq 1$ Losa armada en dos direcciones

$$m = \frac{6,6}{12} = 0,55$$

Por lo tanto, se clasifica como una losa en dos direcciones.

- Espesor de losa:

$$t = \frac{2(6,6 \text{ m}) + 2(12)}{180} = 0,22 \text{ m}$$

El espesor mínimo es de 10 cm, aunque según el código ACI se pueden fundir espesores hasta de 9 cm, pero por cuestiones prácticas de campo se utilizará un mínimo de 10 cm, lo cual indica que se debe colocar vigas intermedias.

Datos:

a=3,8 carga viva= 200 kg/m² fy=2 800 kg/cm²
b=6,6 γ= 2400 kg/m³ s.c.=120 kg/m²

$$m = \frac{3,8}{6,6} = 0,57$$

$$t = \frac{2(3,8m) + 2(6,6)}{180} = 0,10 \text{ m}$$

Se propone una losa tradicional en dos direcciones con espesor de 10 cm.

- Integración de carga última:

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

$$cu = 1,4 \left(\left(2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 0,10\text{m} \right) + 120 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right) + 1,7 \left(200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right)$$

$$cu = 504 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 340 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$cu = 844 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

- Cálculo de momentos actuantes, según coeficientes:

Positivos:

$$M_{(a+)} = C_a * CM_u * a^2 + C_a * CV_u * a^2$$

$$M_{(b+)} = C_b * CM_u * b^2 + C_b * CV_u * b^2$$

Negativos:

$$M_{(a-)} = C_a * CU * a^2$$

$$M_{(b)} = C_b * CU * b^2$$

Donde:

M = momento actuante

C_a = coeficiente de momentos de ACI para el método 3

C_b = coeficiente de momentos de ACI para el método 3

CM_u = carga muerta

CV_u = carga viva

CU = carga última

a, b = lado corto y largo de la losa, respectivamente

Momentos actuantes de la losa 1=losa 3 (caso 6, método 3 de ACI):

Positivos:

$$M_{(a+)} = 0,058 * 504 \frac{kg}{m^2} * 3,8^2 + 0,073 * 340 \frac{kg}{m^2} * 3,8^2 = 585,86 \text{ kg} - m$$

$$M_{(b+)} = 0,004 * 504 \frac{kg}{m^2} * 6,6^2 + 0,006 * 340 \frac{kg}{m^2} * 6,6^2 = 176,68 \text{ kg} - m$$

Calculando momentos en los extremos discontinuos de las losas, como 1/3 de los momentos al centro del claro.

$$M_{(a-)} = \frac{1}{3} * 780,51 = 260,17 \text{ kg} - m$$

$$M_{(b-)} = \frac{1}{3} * 176,68 = 58,89 \text{ kg} - m$$

Negativos:

$$M_{(a-)} = 0,096 * 844 \frac{kg}{m^2} * 3,8^2 = 1 \text{ 169,99 kg} - m$$

$$M_{(-b)} = 0 * 844 \frac{kg}{m^2} * 6,6^2 = 0 \text{ kg} - m$$

Momentos actuantes de la losa 2 (caso 5, método 3 de ACI):

$$M_{(a+)} = 0,038 * 504 \frac{kg}{m^2} * 3,8^2 + 0,063 * 340 \frac{kg}{m^2} * 3,8^2 = 585,86 \text{ kg} - m$$

$$M_{(b+)} = 0,002 * 504 \frac{kg}{m^2} * 6,6^2 + 0,005 * 340 \frac{kg}{m^2} * 6,6^2 = 117,96 \text{ kg}$$

Negativos:

$$M_{(a-)} = 0,089 * 844 \frac{kg}{m^2} * 3,8^2 = 1\ 084,67 \text{ kg} - m$$

$$M_{(b-)} = 0 * 844 \frac{kg}{m^2} * 6,6^2 = 0 \text{ Kg} - m \quad \text{Sin continuidad}$$

Calculando momentos en los extremos discontinuos de las losas, como 1/3 de los momentos al centro del claro.

$$M_{(b-)} = \frac{1}{3} * 117,96 = 39,32 \text{ kg} - m$$

Balaceo de momentos:

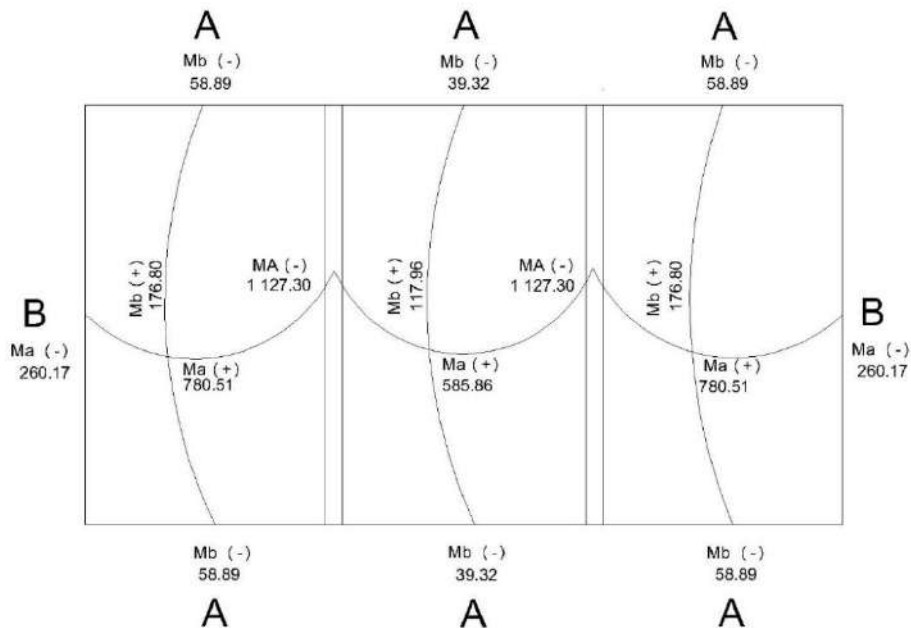
$$M_A = \frac{M1+M2}{2} = \frac{1\ 169,99+1\ 084,62}{2} = 1\ 127,30 \text{ kg} - m$$

Tabla III. **Resultados de momentos actuantes**

Momentos actuantes de la losa 1=losa 3 (caso 6, método 3 de ACI)	Momentos actuantes de la losa 2 (caso 5, método 3 de ACI)
$M_{(a+)} = 780,51 \text{ kg-m}$	$M_{(a+)} = 585,86 \text{ kg-m}$
$M_{(b+)} = 176,68 \text{ Kg-m}$	$M_{(b+)} = 117,96 \text{ kg-m}$
$M_{(a-)} = 1\ 169,99 \text{ Kg-m}$	$M_{(a-)} = 1\ 084,67 \text{ Kg-m}$
$M_{(b-)} = 0$ Sin continuidad	$M_{(b-)} = 0$ Sin continuidad
$M_{(a-)} = 260,17 \text{ kg-m}$	$M_{(a-)} = 0$ Tiene continuidad
$M_{(b-)} = 58,89 \text{ Kg-m}$	$M_{(b-)} = 39,32 \text{ Kg-m}$
$M_A = 1\ 127,30 \text{ kg-m}$	

Fuente: elaboración propia.

Figura 3. **Momentos actuantes en losa**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2 018.

- Diseño de armado de losa: para hacer el diseño de armado de losa, se tomará una franja unitaria de $b = 100 \text{ cm}$ y se determina el peralte (d) efectivo de esta:

$$d = (\text{espesor}) - (\text{recubrimiento}) - \left(\frac{\text{diámetro de la varilla}}{2} \right)$$

$$d = (10 \text{ cm}) - (2,5 \text{ cm}) - \left(\frac{0,953}{2} \right) = 7,02 \text{ cm}$$

Cálculo del refuerzo requerido con los siguientes datos:

$$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2 \quad b = 100 \text{ cm}$$

$$Fy = 2810 \text{ kg/cm}^2 \quad d = 7,02 \text{ cm}$$

$$As_{min} = \left(\frac{0,25 \sqrt{f'c}}{fy} \right) * b * d$$

$$As_{min} = \left(\frac{0,25 \sqrt{210 \text{ kg/cm}^2}}{2810 \text{ kg/cm}^2} \right) * 100 \text{ cm} * 7,02 \text{ cm} = 0,91 \text{ cm}^2$$

$$As_{min} = \left(\frac{14,1}{fy} \right) * b * d$$

$$As_{min} = \left(\frac{14,1}{2810 \text{ kg/cm}^2} \right) * 100 * 7,02 = 3,52 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento considerando una varilla núm. 3:

$$3,52 \text{ cm}^2 \text{-----} 100$$

$$0,71 \text{ cm}^2 \text{-----} S$$

$$s = \frac{(0,71\text{cm}^2)(100\text{cm}^2)}{3,52\text{cm}^2} = 0,20 \text{ cm}$$

Según ACI, la separación máxima permitida es de 2t

$$S_{max} = 2 * 10 = 20 \text{ cm}$$

Por lo que está dentro del rango, entonces sí se puede utilizar la separación propuesta.

Momento último que resiste el acero mínimo usando varillas No 3:

$$MAS_{min} = \phi \left(As * fy \left(d - \frac{As * fy}{1,7 * b * fc} \right) \right)$$

$$MAS_{min} = 0,71 \left(3,52 * 2\,810 \left(7,02 - \frac{3,52 * 2\,810}{1,7 * 100 * 210} \right) \right) = 473,54 \text{ kg} - m$$

En este caso, tres de los momentos actuantes son mayores al momento que resiste el acero mínimo.

$$\frac{(As * Fy)^2}{1,7 * f'c * b} - As * fy * d + \frac{Mu * 100}{0,71} = 0$$

Sustituyendo valores para el momento $M_{(a+)} = 780,51 \text{ kg-m}$ losa 1:

$$\frac{\left(As * 2\,810 \frac{\text{kg}}{\text{cm}} \right)^2}{1,7 * 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 100 \text{ cm}} - As * 2\,810 \frac{\text{kg}}{\text{cm}} * 7,0 \text{ cm} + \frac{780,51 \text{ kg} - m * 100 \text{ cm}}{0,71} = 0$$

$$A_s = 5,9728cm^2$$

Cálculo del espaciamiento para $A_s = 5,9728cm^2$ utilizando varilla No. 3:

$$s = \frac{(0,71 cm^2)(100 cm^2)}{5,97cm^2} = 0,11 cm$$

Sustituyendo valores para el momento $M_{(a-)} = 1 169,99 Kg-m$ losa 1:

$$\frac{\left(As * 2 810 \frac{kg}{cm}\right)^2}{1,7 * 210 \frac{kg}{cm^2} * 100cm} - As * 2 810 \frac{kg}{cm} * 7,02 cm + \frac{1 169,99 kg - m * 100 cm}{0,71} = 0$$

$$A_s = 9,33cm^2$$

Cálculo del espaciamiento para $A_s = 9,33cm^2$ utilizando varilla No. 3:

$$s = \frac{(0,71cm^2)(100cm^2)}{9,33cm^2} = 0,76 cm$$

Sustituyendo valores para el momento $M_{(a-)} = 1 084,67 Kg-m$ losa 2:

$$\frac{\left(As * 2 810 \frac{kg}{cm}\right)^2}{1,7 * 210 \frac{kg}{cm^2} * 100cm} - As * 2 810 \frac{kg}{cm} * 7,02cm + \frac{1 084,67kg - m * 100cm}{0,71} = 0$$

$$A_s = 8,56$$

Cálculo del espaciamiento para $A_s = 8,56cm^2$ utilizando varilla No. 3:

$$s = \frac{(0,71cm^2)(100cm^2)}{8,56cm^2} = 0,82 cm$$

Sustituyendo valores para el momento mayorado $M_A = 1\,127,30$ kg-m:

$$\frac{\left(A_s * 2\,810 \frac{kg}{cm} \right)^2}{1,7 * 210 \frac{kg}{cm^2} * 100cm} - A_s * 2\,810 \frac{kg}{cm} * 7,02cm + \frac{1\,127,30kg - m * 100cm}{0,71} = 0$$

$$A_s = 8,94$$

Cálculo del espaciamiento para $A_s = 8,94cm^2$ utilizando varilla No. 3:

$$s = \frac{(0,71cm^2)(100cm^2)}{8,56cm^2} = 0,80\,cm$$

Tabla IV. **Resultados de espaciamiento losa 1**

Momentos losa 1 kg-m	Área cm^2	Espaciamiento cm
$M_{(a+)} = 780,51$	5,97	10
$M_{(b+)} = 176,68$	3,52	20
$M_{(a-)} = 1\,169,99$	9,33	10
$M_{(a-)} = 260,17$	3,52	20
$M_{(b-)} = 58,89$	3,52	20
$M_A = 1\,127,30$	8,94	10

Fuente: elaboración propia.

Tabla V. **Resultados de espaciamiento losa 2**

Momentos losa 2 kg-m	Área cm^2	Espaciamiento cm
$M_{(a+)} = 585,86$	4,4	15
$M_{(b+)} = 117,96$	3,52	20
$M_{(a-)} = 1\ 084,67$	8,56	10
$M_{(b-)} = 39,32$	3,52	20
$M_A = 1\ 127,30$	8,94	10

Fuente: elaboración propia.

$$M_u = 1\ 127,30\ kg - m \quad A_s = 8,94\ cm^2 \quad \text{Usar No. 3 @ 0,10 m}$$

$$M > M_{as_{min}} \quad \text{Usar No. 3 @ 0,20 m}$$

$$A_{stemp} = 0,002 * 100 * 10 = 2\ cm^2 \quad \text{Usar No. 3 @ 0,20 m}$$

Por lo que se armará con varillas No. 3 @ 20 cm en el sentido largo y con varillas No.3 @ 10 cm en el sentido corto.

- Chequeo por corte

El corte debe ser resistido únicamente por el concreto, por tal razón, se debe verificar si el espesor de la losa es el adecuado.

$$V_{max} = \frac{Cu * l}{2} = \frac{844 * 6,6}{2} = 2\ 911,8\ kg$$

$$V_{res} = 0,53 * \emptyset * b * d * \sqrt{f_c}$$

$$V_{res} = 0,53 * 0,85 * 100 * 7,02 * \sqrt{210} = 4\,582,91 \text{ kg}$$

Como $V_{res} > V_{m\acute{a}x.}$ el espesor de la losa es el adecuado, por lo que no es necesario aumentar el espesor.

- Dise\~no de viga:

$$H = \frac{l}{14} = \frac{6,6m}{14} = 0,47m \rightarrow 50cm$$

$$b = \frac{h}{2} = \frac{50}{2} = 25cm$$

Integraci3n de cargas:

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

$$cu = 1,4 \left(\left(2\,400 \frac{kg}{m^3} * 0,10m \right) + 120 \frac{kg}{m^2} \right) + 1,7 \left(200 \frac{kg}{m^2} \right)$$

$$cu = 504 \frac{kg}{m^2} + 340 \frac{kg}{m^2}$$

$$cu = 844 \frac{kg}{m^2}$$

$$W_{losa} = \frac{Cu * a}{b}$$

$$W_{losa} = \frac{844 \frac{kg}{m^2} * 3,8m}{6,6m} = 485,94 \frac{kg}{m^2}$$

$$A_t = \left(\frac{6,6 + 2,8}{2} \right) * 1,9 * 2 = 17,86m^2$$

$$w_{tot} = 485,94 \frac{kg}{m^2} * 17,86m^2 / 6,6m + 270kg/m = 1\,584,98kg/m$$

Cálculo de momentos en vigas según ACI 318S-11 8.3.3:

$$Mv(-) = w_{tot} * l^2/24 = 1\,584,98\text{kg/m} * 6,6^2/24 = 2\,876,74\text{kg/m}$$

$$Mv(+) = w_{tot} * l^2/14 = 1\,584,98\text{kg/m} * 6,6^2/14 = 4\,931,55\text{kg/m}$$

Acero mínimo:

$$d = (\text{altura}) - (\text{recubrimiento}) - \left(\frac{\text{diámetro de la varilla}}{2}\right)$$

$$d = (50\text{cm}) - (3\text{cm}) - \left(\frac{0,953}{2}\right) = 46,52\text{cm}$$

$$As_{min} = \left(\frac{14,1}{fy}\right) * b * d$$

$$As_{min} = \left(\frac{14,1}{2\,810\text{kg/cm}^2}\right) * 25 * 46,52 = 5,83\text{ cm}^2$$

$$As_{min} = \left(\frac{0,8 * \sqrt{f'c}}{fy}\right) * b * d$$

$$As_{min} = \left(\frac{0,80\sqrt{210}}{2\,810}\right) * 25 * 46,52 = 4,28\text{ cm}^2$$

Acero máximo:

$$As_{max} = 0,50 \left(\frac{0,85 * 0,85 * fc * 6\,115}{fy(6\,115 + fy)}\right) * b * d$$

$$A_{s_{max}} = 0,50 \left(\frac{0,85 * 0,85 * 210 \frac{kg}{cm^2} * 6\ 115}{2\ 810 \frac{kg}{cm^2} \left(6\ 115 + 2\ 810 \frac{kg}{cm^2} \right)} \right) * 25 * 46,52 = 21,51$$

Acero longitudinal:

Calculando A_s para el momento actuante en la viga:

$$M_{As_{min}} = \phi \left(A_s * f_y \left(d - \frac{A_s * f_y}{1,7 * b * f_c} \right) \right)$$

$$M_{As_{min}} = 0,71 \left(5,83 * 2\ 810 \left(46,52 - \frac{5,83 * 2\ 810}{1,7 * 25 * 210} \right) \right) = 5\ 197,44\ kg - m$$

El momento que resiste el acero mínimo es mayor al momento negativo y al positivo por lo que se propone colocar 3 núm. 5 corridas, equivalentes a un área de acero de 5,94 cm², lo cual cubre al acero requerido por el momento que es 5,84.

Cálculo de corte resistente:

Si $V_{res} > V_u$, la sección de la viga resiste los efectos del corte. y necesita estribos solo por armado, $S=d/2$.

Si $V_{res} < V_u$, diseñar estribos por corte.

$$v_u = \frac{W_{total} * l}{2}$$

$$v_u = 1\ 584,98\ kg/m * 6,6m/2 = 5\ 230,43\ kg$$

$$V_{res} = 0,53 * \phi * b * d * \sqrt{f_c}$$

$$V_{res} = 0,53 * 0,85 * 25 * 46,52 * \sqrt{210} = 7\,592,49 \text{ kg}$$

El cortante resistente es mayor al actuante, por lo tanto, el espaciamiento máximo será el menor valor entre los siguientes:

61 cm

$d/2 = 46,26/2 = 23,26 \rightarrow 20 \text{ cm}$

Estribos No.3 @ 20 cm, el primero a 10 cm (d/4)

Por lo tanto, el armado de la viga intermedia con base de 25 cm, altura de 50 cm será con tres varillas No. 5 corridas en la cama superior y en la cama inferior tres varillas No. 5 corridas con estribos No. 3 @ 20 cm y el primero a 10 cm.

- Diseño de vigas perimetrales

Debido a que estas vigas se encuentran apoyadas en toda su longitud solamente están sometidas a esfuerzos de compresión, no se profundiza su análisis estructural; por lo tanto, sus dimensiones y armado se simplifican siendo entonces: una base de 25 cm, altura de 50 cm, tres varillas corridas No. 5 tanto en la cama superior como inferior y estribos No.2 a cada 20 cm.

- Diseño de muros del tanque de abastecimiento

Para el diseño de los muros se consideran tres casos críticos los cuales se detallan en los cálculos a continuación:

Datos:

Densidad del suelo = $1,42 \text{ Ton/m}^3$

Densidad del agua = $1,00 \text{ Ton/m}^3$

Densidad del concreto ciclópeo = $2,7 \text{ Ton/m}^3$

$H_{\text{muro}}=2,80 \text{ m}$

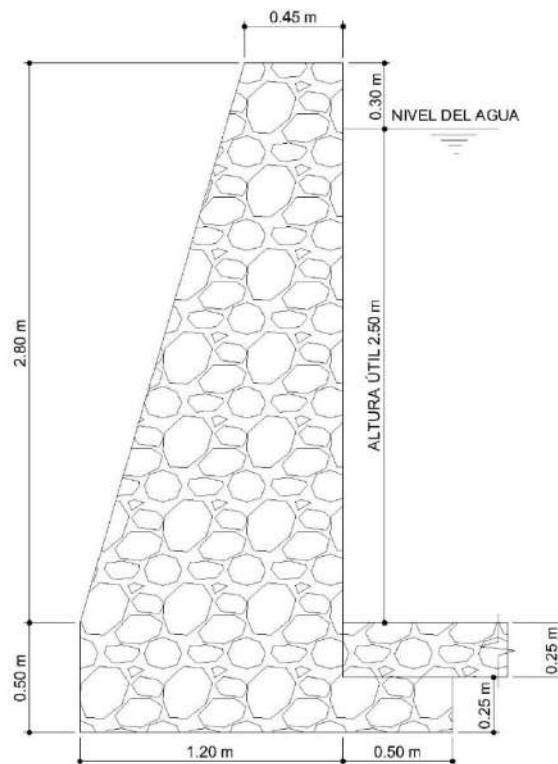
$H_a=1,50 \text{ m}$

μ =coeficiente de fricción suelo-muro= $0,25$

Φ = (ángulo de fricción interna del suelo) = $18^\circ = 0,31415 \text{ rad}$

$V_s=25 \text{ Ton/m}^2$ (asumido)

Figura 4. **Predimensionamiento de muros de tanque**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

Cálculo de carga puntual debida al peso de viga intermedia, viga perimetral y de la losa:

Carga puntual debido a viga intermedia (Cpv):

$$Cpv = 5\,230,43kg$$

Es el cortante máximo en el diseño a corte de la viga intermedia.

Carga uniformemente distribuida en lados cortos (W_{Lc})

$$W_{Lc} = CU * \frac{At}{Lado\ corto}$$

Donde:

W_{Lc} = carga uniformemente distribuida en lados cortos

CU = carga última

At = área tributaria en lado corto

$$W_{Lc} = 844 \frac{kg}{m^2} * \frac{3,8m * 1,9m}{3,8m} = 801,8kg/m$$

Carga uniformemente distribuida debido a viga perimetral (W_{vp}):

$$W_{vp} = 0,25\ m * 0,50\ m * 2\ 400\ kg/m^3 = 300kg/m$$

Carga uniformemente distribuida total (W_{tot})

$$W_{tot} = W_{Lc} + W_{vp} = 801,8\ kg/m + 300\ kg/m = 1\ 108,8\ kg/m$$

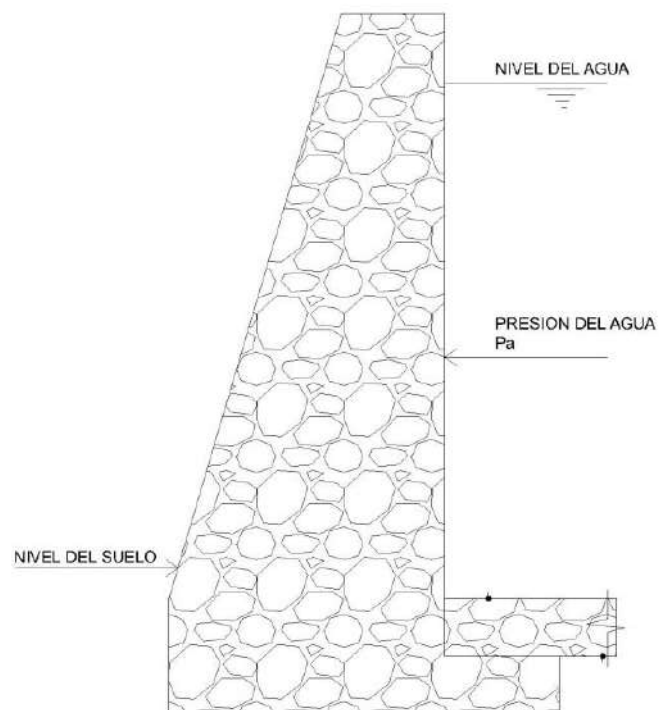
Carga puntual por unidad de metro final (Cp)

$$Cp = 1\,101,8 \text{ kg/m} * 1\text{m} + 5\,230,43 \text{ kg} = 6\,332,23 \text{ kg}$$

Momento respecto a "A" debido a carga puntual (Mc):

$$Mc = 6\,332,23 \text{ kg} * (0,50 + (0,25/2)) = 3\,957,64 \text{ kg} - \text{m}$$

Figura 5. **Presiones que actúan sobre muro**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

Tabla VI. **Datos del muro de tanque de distribución**

Sección	Dimensiones (m)		Área (m ²)	ρ (T/m ³)	Peso WR (T/m)	Brazo (m)	MR(T-m)
1	0,75	2,80	1,05	2,7	2,835	0,500	1,4175
2	0,45	2,80	1,26	2,7	3,402	0,975	3,3169
3	0,25	1,20	0,30	2,7	0,810	0,600	0,4860
4	0,25	1,70	0,425	2,7	1,1475	0,850	0,9754
					8,1945		6,1958

Fuente: elaboración propia.

- Coeficiente de empuje activo K_a

$$K_a = \frac{1 - \operatorname{sen}\phi}{1 + \operatorname{sen}\phi}$$

$$K_a = \frac{1 - \operatorname{sen}0,31415}{1 + \operatorname{sen}0,31415} = 0,5278$$

- Coeficiente de empuje pasivo K_p

$$K_p = \frac{1 + \operatorname{sen}\phi}{1 - \operatorname{sen}\phi}$$

$$K_p = \frac{1 + \operatorname{sen}0,31415}{1 - \operatorname{sen}0,31415} = 1,8944$$

- Cálculo de cargas totales de los diagramas

Carga pasiva (P_{py})

$$P_{py} = \frac{1}{2} (K_p \cdot \gamma_s \cdot H^2)$$

$$P_{py} = \frac{1}{2} (1,8944 * 1,42 * 2,8^2) = 10,5450 T/m$$

Carga activa (Pay)

$$P_{py} = \frac{1}{2} K_a * \gamma_{agua} * h a^2$$

$$P_{ay} = \frac{1}{2} (0,52785 * 1 * 2,5^2) = 1,6495 T/m$$

- Momentos debido a las cargas totales de los diagramas de presión

Momento pasivo (Mpy)

$$M_{py} = P_{py} * \frac{h}{3}$$

$$M_{py} = 10,54 * \frac{2,8}{3} = 9,84 T - m$$

- Momento activo (May)

$$M_{ay} = P_{ay} * \frac{a}{3}$$

$$M_{ay} = 1,6495 * \frac{2,8}{3} = 1,54 T - m$$

- Revisión de estabilidad

Por volteo

$$FSV = \frac{\sum Mr}{\sum Mact}$$

$$FSV = \frac{6,196}{1,54} = 4,02$$

$FSV > 2$ si cumple

- Presión máxima bajo la base del muro

$$a = \frac{Mpy + Mw - May}{\sum w}$$

$$a = \frac{9,84 T - m + 6,20 T - m - 1,54 T - m}{8,19T - m} = 1,77$$

Si $3a > L$, entonces no existirá tensión, como en este caso.

- Coordenadas resultantes

$$x = \frac{MR - May}{\sum W}$$

$$x = \frac{6,1958 - 1,54 T - m}{8,1945T - m} = 0,57m$$

- Excentricidad

$$E = \frac{base}{2} - x$$

$$E = \frac{1,7}{2} - 0,57 = 0,28m$$

- Presión máxima

$$Pmax = \frac{W}{base} + \frac{6WE}{base^2}$$

$$P_{max} = \frac{8,1945}{1,7} + \frac{6 * 8,1945 * 0,28}{1,7^2} = 9,58 \text{ ton/m}^2 < 25 \text{ ton/m}^2$$

- Presión mínima

$$P_{min} = \frac{W}{base} - \frac{6WE}{base^2}$$

$$P_{min} = \frac{8,1945}{1,7} - \frac{6 * 8,1945 * 0,28}{1,7^2} = 0,0567 \text{ ton/m}^2$$

$$P_{max} = 0,0567 \frac{ton}{m^2} > 0 \text{ ton/m}^2$$

De acuerdo a los resultados obtenidos, las dimensiones propuestas resisten las cargas aplicadas sobre el muro.

2.1.16. Diseño de la línea de distribución

Son las tuberías que llevan el agua hasta el consumidor final. Para este proyecto se diseñó la red de distribución por redes combinadas, por la población con urbanización bien definida.

Según la guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales INFOM-UNEPAR, nos muestra los límites para la conducción de las presiones y velocidades, a la que se debe diseñar la línea de distribución las cuales son:

Las presiones dinámicas de servicio en la red de distribución serán:

- Mínima = 10 m.c.a.
- Máxima = 60 m.c.a

Velocidades:

- Mínima = 0,6 m/s
- Máxima = 3,0 m/s

2.1.16.1. Método de Hardy Cross

Este método se utiliza mediante iteraciones para compensar los caudales que circularán en las tuberías, y se deben tomar en cuenta las siguientes consideraciones generales:

- Conviene que la dirección de los caudales siga la pendiente del terreno.
- En cada nodo la sumatoria de caudales de entrada debe ser igual a la sumatoria de caudales de salida.
- El signo de los caudales que circulan a favor de las agujas del reloj es positivo y el de los que van en contra de dicho sentido es negativo.
- El valor de las correcciones de los caudales se deriva de la aplicación del binomio de Newton, $\Sigma Hf = 0$ esta relación es difícilmente cumplida. Por lo tanto, se corrigen los caudales para cada circuito, con la siguiente expresión:

$$\Delta Q = - \frac{\Sigma Hf}{1,85 * \Sigma \frac{Hf}{Q}}$$

Donde:

ΔQ = Corrección de caudal

ΣHf = Sumatoria de pérdidas de carga

$\Sigma \frac{Hf}{Q}$ = Sumatoria de pérdidas de carga partido caudal

- En los tramos comunes a varios circuitos, se deberán aplicar las correcciones de los otros circuitos, pero con signo cambiado.

$$Q_{n+1} = Q + \Delta Q$$

Donde:

Q_{n+1} =Es el nuevo caudal compensado

Q =Es el caudal conocido

ΔQ =Es la compensación del caudal

- Los circuitos se considerarán compensados cuando el valor absoluto de todas las iteraciones sean menor al uno por ciento del caudal de entrada, calculándose en ese momento los caudales finales y sus correspondientes pérdidas de carga.

$$\Delta_n \text{ y } \Delta_{n+1} = 0,01 * Q_{total}$$

Donde el caudal total es el caudal que entra a los circuitos.

Procedimiento de aplicación del método:

- Fijar los puntos de consumo y determinar los caudales.
- Distribuir los caudales.

- Fijar los diámetros de las tuberías para los diferentes tramos de los circuitos, es recomendable, cuando no se tiene experiencia, determinar los mismo a través de la aplicación de la fórmula de Hazen & Williams, equiparando la pérdida de carga a la diferencia de altura entre cotas de cada nodo, aproximando el resultado al diámetro comercial más próximo.
- Mediante la aplicación de la fórmula de Hazen & Williams, calcular la pérdida de carga en cada tramo.
- Calcular la relación H_f/Q en cada tramo.
- Efectuar las sumatorias.
- Calcular el valor de la corrección para cada circuito.
- Calcular el nuevo caudal. Como comprobación de que se ha operado correctamente, los caudales que se conducen en los tramos comunes a varios circuitos deben ser iguales.
- Iniciar una nueva iteración, es decir, repetir los pasos indicados, hasta que las correcciones sean inferiores al valor recomendado.
- Calcular los caudales finales.
- Calcular las pérdidas de carga finales.
- Determinar las presiones en la red.

Ejemplo:

Compensar el circuito mostrado en la gráfica siguiente utilizando el método de Cross.

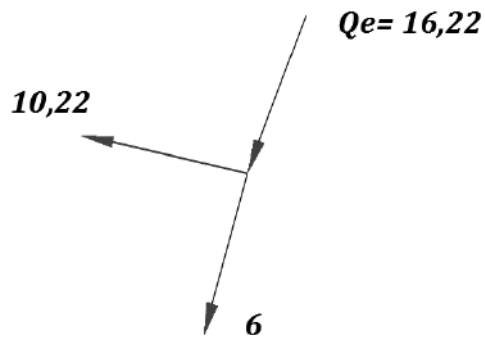
Figura 6. **Planta hidráulica red de distribución circuito cerrado**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

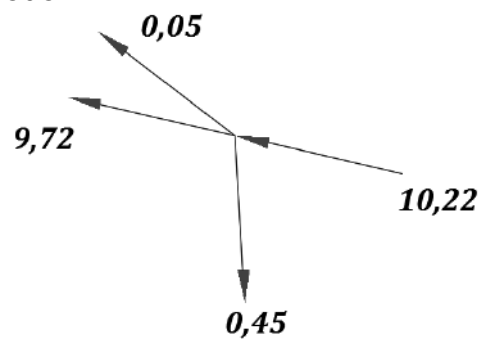
Distribuir los caudales, tomando en consideración que en cada nodo la sumatoria de caudales de entrada debe ser igual a la sumatoria de caudales de salida; y que es conveniente que la dirección del caudal siga la pendiente del terreno.

Nodo A:



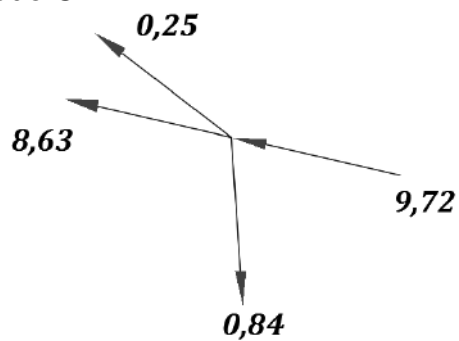
$$Q_e = Q_s$$
$$Q_e = 16,22$$
$$Q_s = 10,22 + 6 = 16,22$$

Nodo B:



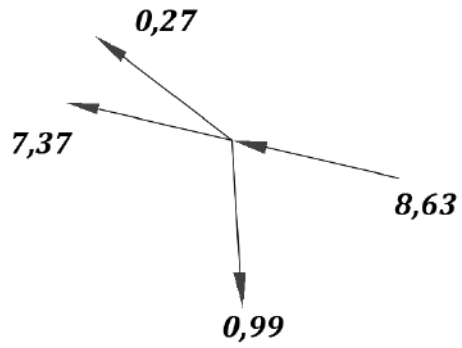
$$Q_e = Q_s$$
$$Q_e = 10,22$$
$$Q_s = 0,05 + 0,45 + 9,72$$
$$Q_s = 10,22$$

Nodo C:



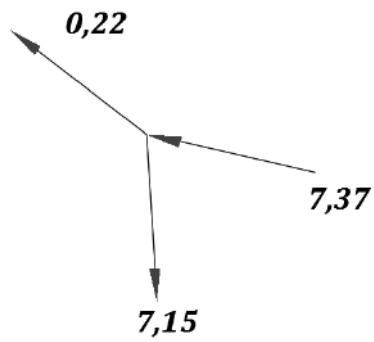
$$Q_e = Q_s$$
$$Q_e = 9,72$$
$$Q_s = 0,25 + 0,84 + 8,63 =$$
$$Q_s = 9,72$$

Nodo D:



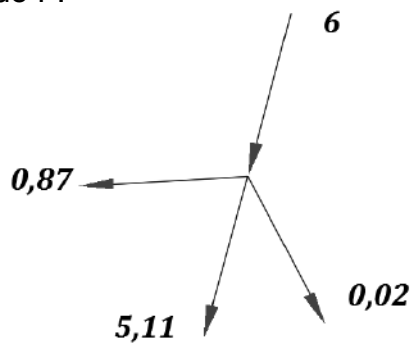
$$\begin{aligned} Q_e &= Q_s \\ Q_e &= 8,63 \\ Q_s &= 0,27 + 0,99 + 7,37 = \\ Q_s &= 8,63 \end{aligned}$$

Nodo E:



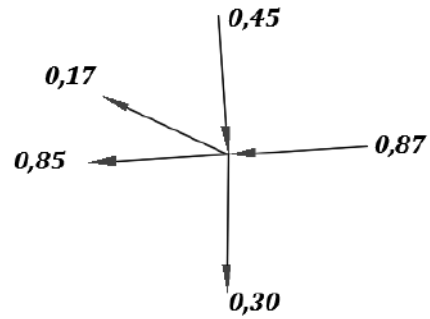
$$\begin{aligned} Q_e &= Q_s \\ Q_e &= 7,37 \\ Q_s &= 0,22 + 7,15 = 7,37 \end{aligned}$$

Nodo F:



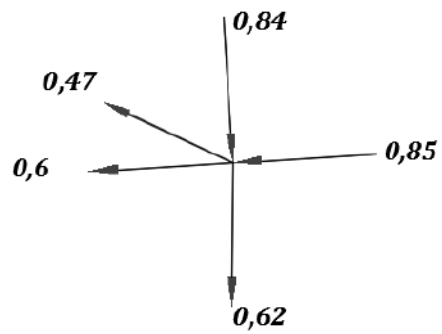
$$\begin{aligned} Q_e &= Q_s \\ Q_e &= 6 \\ Q_s &= 0,02 + 0,87 + 5,11 = \\ Q_s &= 6 \end{aligned}$$

Nodo G:



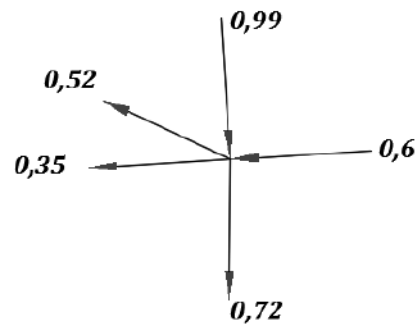
$$\begin{aligned} Q_e &= Q_s \\ Q_e &= 0,45 + 0,87 = 1,32 \\ Q_s &= 0,17 + 0,30 + 0,85 = \\ Q_s &= 1,32 \end{aligned}$$

Nodo H:



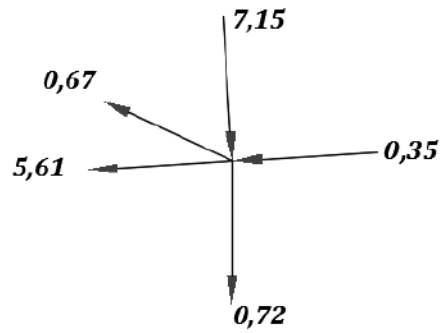
$$\begin{aligned} Q_e &= Q_s \\ Q_e &= 0,84 + 0,85 = 1,69 \\ Q_s &= 0,47 + 0,62 + 0,6 = \\ Q_s &= 1,69 \end{aligned}$$

Nodo I:



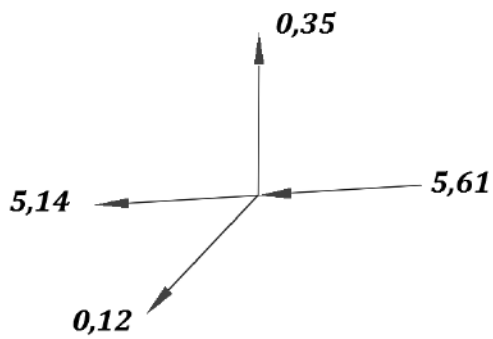
$$\begin{aligned} Q_e &= Q_s \\ Q_e &= 0,99 + 0,6 = 1,59 \\ Q_s &= 0,52 + 0,72 + 0,35 = \\ Q_s &= 1,59 \end{aligned}$$

Nodo J:



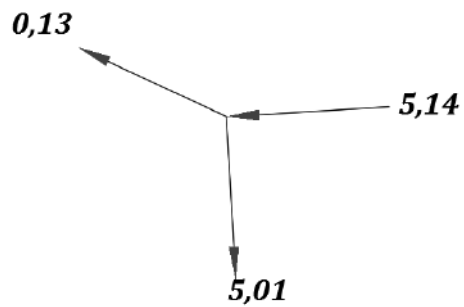
$$\begin{aligned} Q_e &= Q_s \\ Q_e &= 7,15 + 0,35 = 7,50 \\ Q_s &= 0,67 + 0,72 + 5,61 = \\ Q_s &= 7,50 \end{aligned}$$

Nodo J-K:



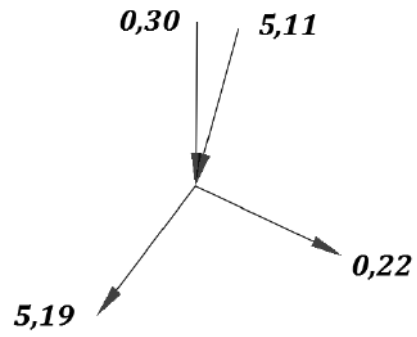
$$\begin{aligned} Q_e &= Q_s \\ Q_e &= 5,61 \\ Q_s &= 0,12 + 0,35 + 5,14 = \\ Q_s &= 5,61 \end{aligned}$$

Nodo K:



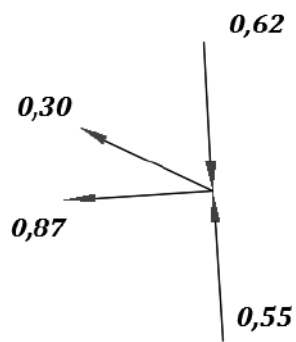
$$\begin{aligned} Q_e &= Q_s \\ Q_e &= 5,14 \\ Q_s &= 0,13 + 5,01 = 5,14 \end{aligned}$$

Nodo L:



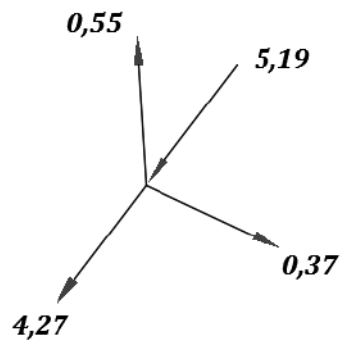
$$Q_e = Q_s$$
$$Q_e = 5,11 + 0,30 = 5,41$$
$$Q_s = 0,22 + 5,19 = 5,41$$

Nodo N:



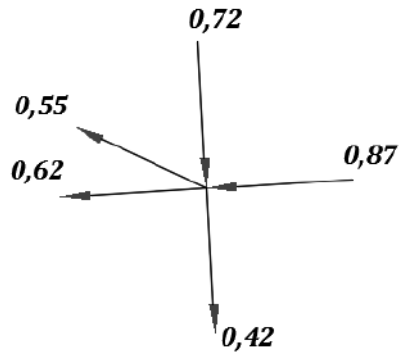
$$Q_e = Q_s$$
$$Q_e = 0,62 + 0,55 = 1,17$$
$$Q_s = 0,30 + 0,87 = 1,17$$

Nodo M:



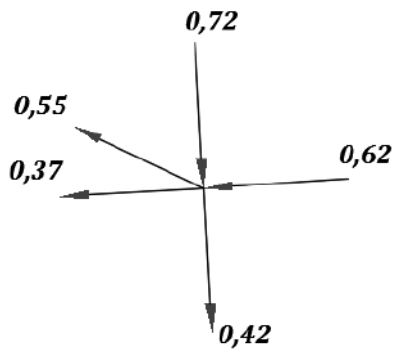
$$Q_e = Q_s$$
$$Q_e = 5,19$$
$$Q_s = 0,37 + 0,55 + 4,27 =$$
$$Q_s = 5,19$$

Nodo O:



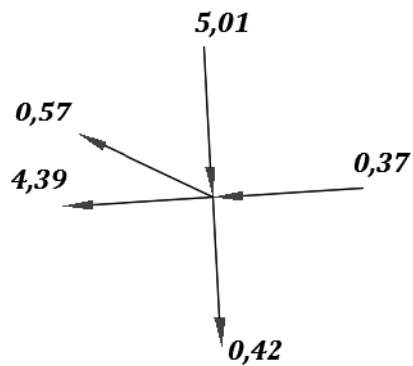
$$\begin{aligned} Q_e &= Q_s \\ Q_e &= 0,87 + 0,72 = 1,59 \\ Q_s &= 0,55 + 0,42 + 0,62 = \\ Q_s &= 1,59 \end{aligned}$$

Nodo P:



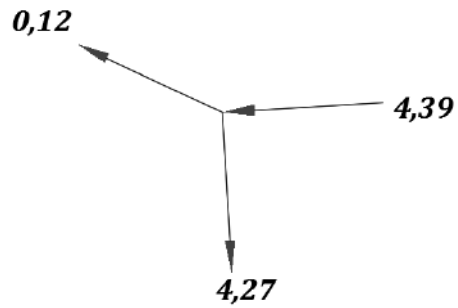
$$\begin{aligned} Q_e &= Q_s \\ Q_e &= 0,72 + 0,62 = 1,34 \\ Q_s &= 0,55 + 0,42 + 0,37 = \\ Q_s &= 1,34 \end{aligned}$$

Nodo Q:



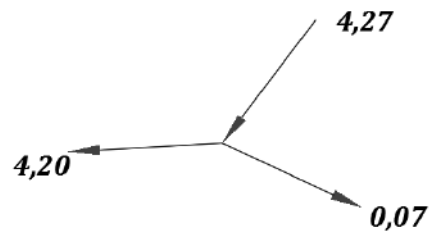
$$\begin{aligned} Q_e &= Q_s \\ Q_e &= 5,01 + 0,37 = 5,38 \\ Q_s &= 0,57 + 0,42 + 4,39 = \\ Q_s &= 5,38 \end{aligned}$$

Nodo R:



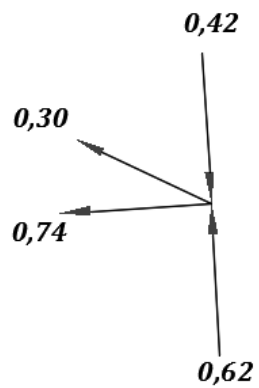
$$\begin{aligned} Q_e &= Q_s \\ Q_e &= 4,39 \\ Q_s &= 0,12 + 4,27 = 4,39 \end{aligned}$$

Nodo S:



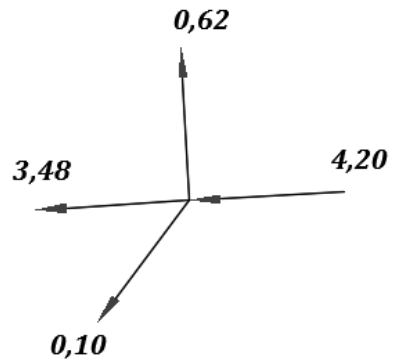
$$\begin{aligned} Q_e &= Q_s \\ Q_e &= 4,27 \\ Q_s &= 0,07 + 4,20 = 4,27 \end{aligned}$$

Nodo U:



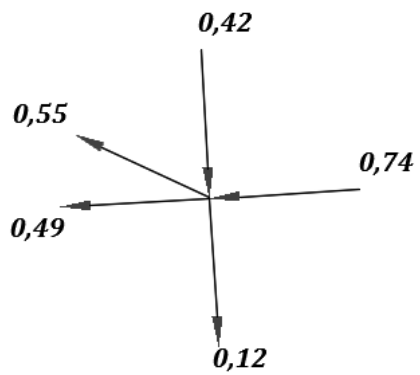
$$\begin{aligned} Q_e &= Q_s \\ Q_e &= 0,62 + 0,42 = 1,04 \\ Q_s &= 0,30 + 0,74 = 1,04 \end{aligned}$$

Nodo T:



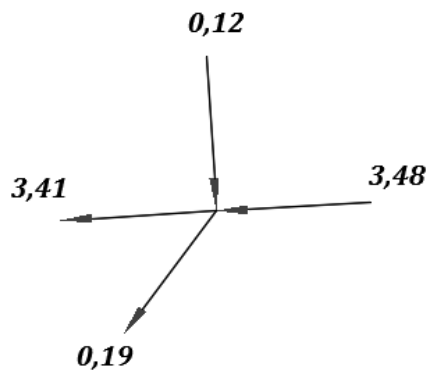
$$\begin{aligned} Q_e &= Q_s \\ Q_e &= 4,20 \\ Q_s &= 0,10 + 0,62 + 3,48 = \\ Q_s &= 4,20 \end{aligned}$$

Nodo W:



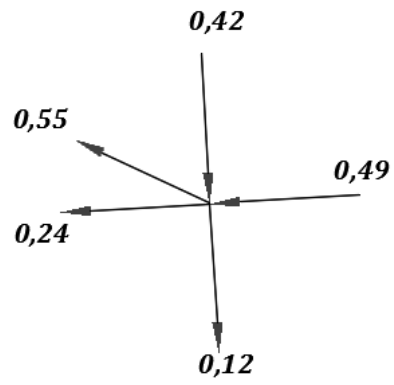
$$\begin{aligned} Q_e &= Q_s \\ Q_e &= 0,74 + 0,42 = 1,16 \\ Q_s &= 0,55 + 0,12 + 0,49 = \\ Q_s &= 1,16 \end{aligned}$$

Nodo V:



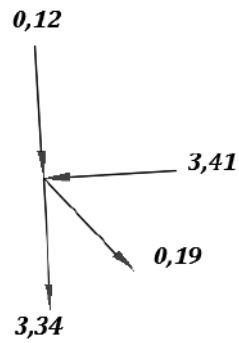
$$\begin{aligned} Q_e &= Q_s \\ Q_e &= 0,12 + 3,48 = 3,6 \\ Q_s &= 0,19 + 3,41 = 3,6 \end{aligned}$$

Nodo Y:



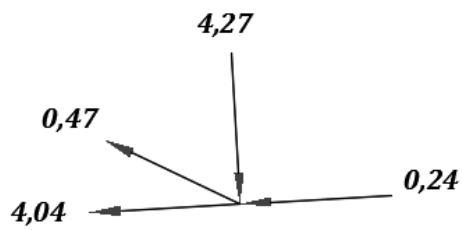
$$Q_e = Q_s$$
$$Q_e = 0,49 + 0,42 = 0,91$$
$$Q_s = 0,55 + 0,24 + 0,12 =$$
$$Q_s = 0,91$$

Nodo X:



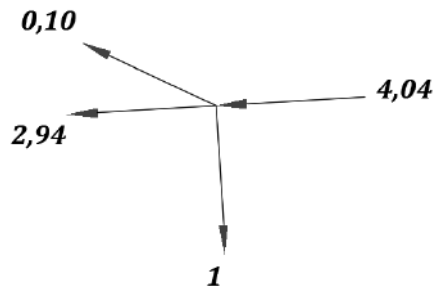
$$Q_e = Q_s$$
$$Q_e = 3,41 + 0,12 = 3,53$$
$$Q_s = 0,19 + 3,34 = 3,53$$

Nodo Z:



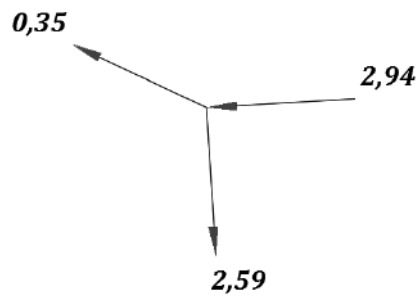
$$Q_e = Q_s$$
$$Q_e = 4,27 + 0,24 = 4,51$$
$$Q_s = 0,47 + 4,04 = 4,51$$

Nodo 1:



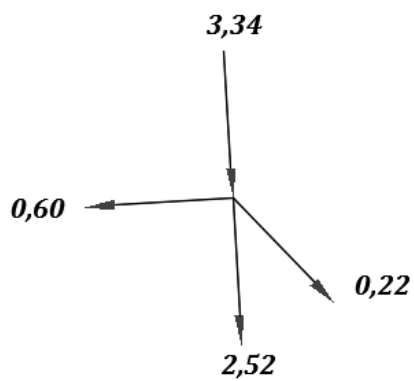
$$\begin{aligned} Q_e &= Q_s \\ Q_e &= 4,04 \\ Q_s &= 1 + 0,10 + 2,94 = \\ Q_s &= 4,04 \end{aligned}$$

Nodo 2:



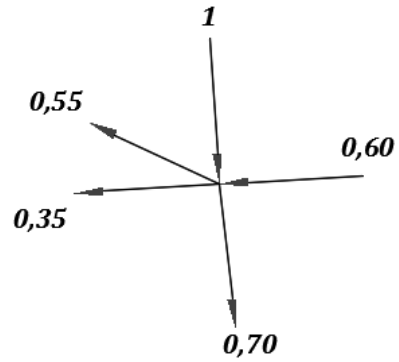
$$\begin{aligned} Q_e &= Q_s \\ Q_e &= 2,94 \\ Q_s &= 0,35 + 2,59 = 2,94 \end{aligned}$$

Nodo 3:



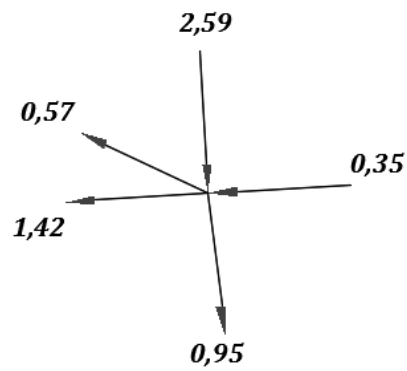
$$\begin{aligned} Q_e &= Q_s \\ Q_e &= 3,34 \\ Q_s &= 0,22 + 2,52 + 0,60 \\ Q_s &= 3,34 \end{aligned}$$

Nodo 4:



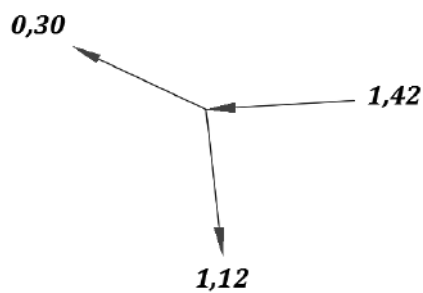
$$\begin{aligned} Q_e &= Q_s \\ Q_e &= 1 + 0,60 = 1,60 \\ Q_s &= 0,55 + 0,70 + 0,35 = \\ Q_s &= 1,60 \end{aligned}$$

Nodo 5:



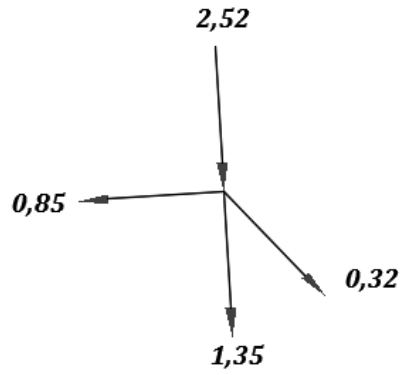
$$\begin{aligned} Q_e &= Q_s \\ Q_e &= 2,59 + 0,35 = 2,94 \\ Q_s &= 0,57 + 0,95 + 1,42 = \\ Q_s &= 2,94 \end{aligned}$$

Nodo 6:



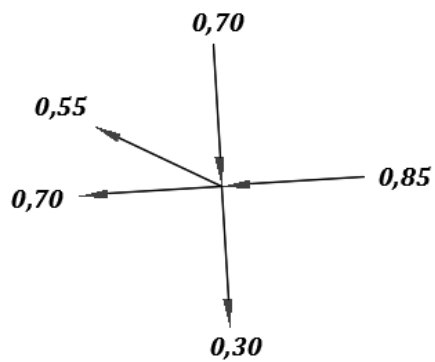
$$\begin{aligned} Q_e &= Q_s \\ Q_e &= 1,42 \\ Q_s &= 0,30 + 1,12 = 1,42 \end{aligned}$$

Nodo 7:



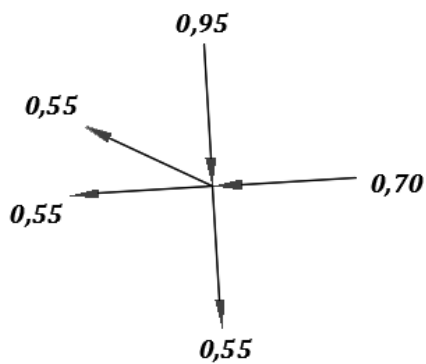
$$\begin{aligned} Q_e &= Q_s \\ Q_e &= 2,52 \\ Q_s &= 0,32 + 0,85 + 1,35 = \\ Q_s &= 2,52 \end{aligned}$$

Nodo 8:



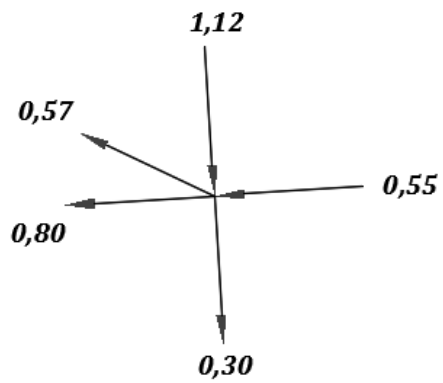
$$\begin{aligned} Q_e &= Q_s \\ Q_e &= 0,85 + 0,70 = 1,55 \\ Q_s &= 0,55 + 0,3 + 0,7 = \\ Q_s &= 1,55 \end{aligned}$$

Nodo 9:



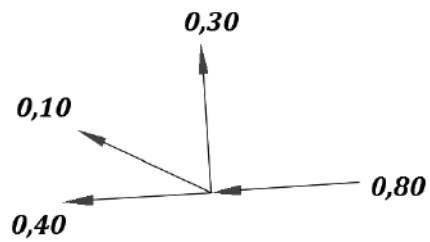
$$\begin{aligned} Q_e &= Q_s \\ Q_e &= 0,95 + 0,7 = 1,65 \\ Q_s &= 0,55 + 0,55 + 0,55 = \\ Q_s &= 1,65 \end{aligned}$$

Nodo 10:



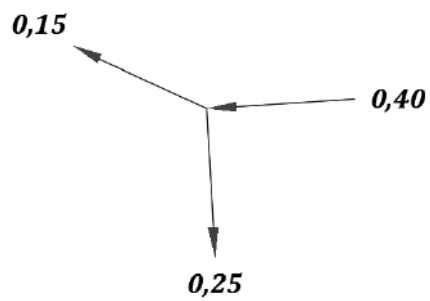
$$\begin{aligned} Q_e &= Q_s \\ Q_e &= 1,12 + 0,55 = 1,67 \\ Q_s &= 0,57 + 0,80 + 0,30 = \\ Q_s &= 1,67 \end{aligned}$$

Nodo 10-11:



$$\begin{aligned} Q_e &= Q_s \\ Q_e &= 0,80 \\ Q_s &= 0,40 + 0,10 + 0,30 = \\ Q_s &= 0,80 \end{aligned}$$

Nodo 11:



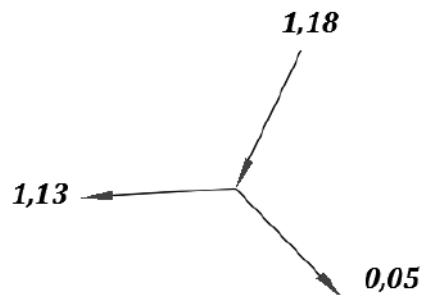
$$\begin{aligned} Q_e &= Q_s \\ Q_e &= 0,40 \\ Q_s &= 0,25 + 0,15 = 0,40 \end{aligned}$$

Nodo 12:



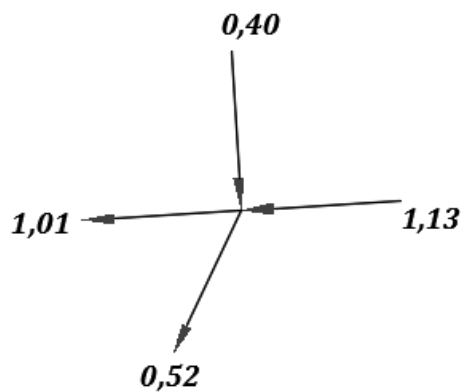
$$\begin{aligned} Q_e &= Q_s \\ Q_e &= 1,35 \\ Q_s &= 1,18 + 0,17 = 1,35 \end{aligned}$$

Nodo 13:



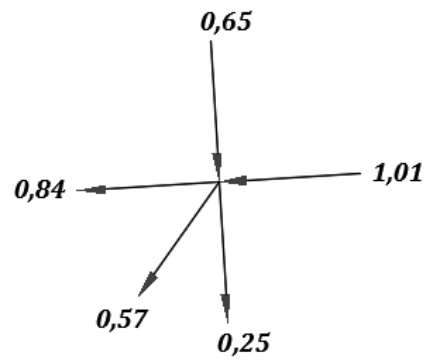
$$\begin{aligned} Q_e &= Q_s \\ Q_e &= 1,18 \\ Q_s &= 1,13 + 0,05 = 1,18 \end{aligned}$$

Nodo 14:



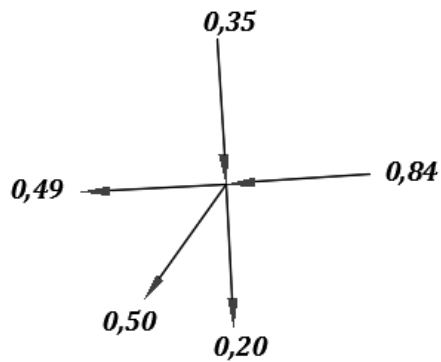
$$\begin{aligned} Q_e &= Q_s \\ Q_e &= 0,40 + 1,13 = 1,53 \\ Q_s &= 1,01 + 0,52 = 1,53 \end{aligned}$$

Nodo 15:



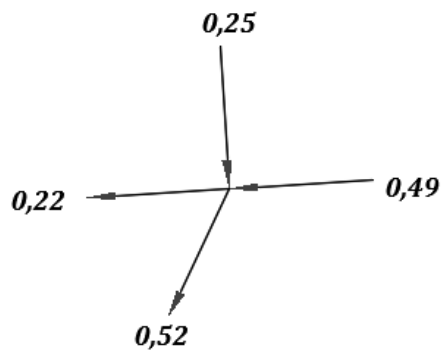
$$\begin{aligned} Q_e &= Q_s \\ Q_e &= 1,01 + 0,65 = 1,66 \\ Q_s &= 0,57 + 0,84 + 0,25 = \\ Q_s &= 1,66 \end{aligned}$$

Nodo 16:



$$\begin{aligned} Q_e &= Q_s \\ Q_e &= 0,35 + 0,84 = 1,19 \\ Q_s &= 0,49 + 0,50 + 0,20 = \\ Q_s &= 1,19 \end{aligned}$$

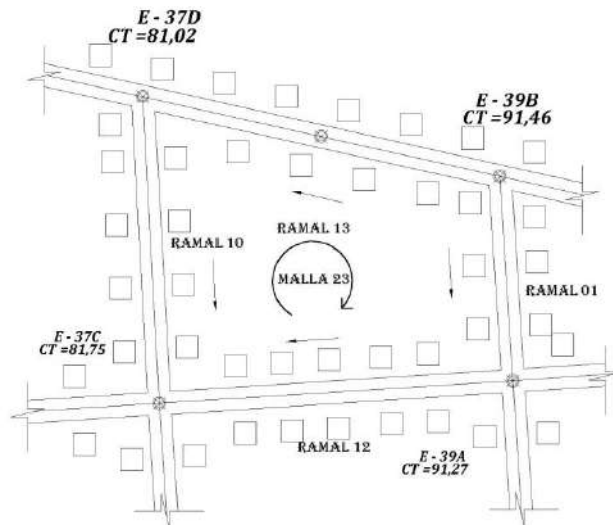
Nodo 17:



$$\begin{aligned} Q_e &= Q_s \\ Q_e &= 0,25 + 0,49 = 0,74 \\ Q_s &= 0,22 + 0,52 = 0,74 \end{aligned}$$

Pasos para el diseño de la red de distribución por circuito cerrado de una de las mallas:

Figura 7. **Malla 26 de circuito cerrado**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

- Cálculo de diámetro teórico:

$$\Phi = \left[\frac{1743,811 * (L) * Q^{1,85}}{C^{1,85} * h_f} \right]^{\frac{1}{4,87}}$$

Donde:

h_f = Pérdida de carga (debidas a la fricción) expresada en metros

L = Longitud de la tubería expresada en metros, L es multiplicada por 1,05

@ 1,10 por la inclinación de la tubería.

Q= Caudal propuesto 9,72 l/seg

C= Coeficiente de fricción PVC=150, HG=100

Φ =Diámetro nominal o comercial de la tubería (pulgadas)

Sustituyendo datos se obtiene:

Tramo 39B-37D

$$\Phi = \left[\frac{1\,743,811 * (92,50 * 1,05) * 9,72^{1,85}}{150^{1,85} * (91,46 - 81,02)} \right]^{\frac{1}{4,87}}$$

$$\Phi = 2,5885 \text{ pulgadas} = 3''$$

De igual forma se calcula el resto de los tramos, en los cuales se presentan los diámetros teóricos.

- Cálculo de pérdida por medio de la fórmula de Hazen y Williams:

$$h_f = \frac{1\,743,811 * (L * 1,05) * Q^{1,85}}{C^{1,85} * \Phi^{4,87}}$$

Donde:

h_f = Pérdida de carga (debidas a la fricción) expresada en metros

L = Longitud de la tubería expresada en metros, L es multiplicada por 1,05 @ 1,10 por la inclinación de la tubería.

Q= Caudal propuesto 9,72 l/seg

C= Coeficiente de fricción PVC=150, HG=100

Φ =Diámetro nominal o comercial de la tubería (pulgadas)

Sustituyendo datos se obtiene:

$$h_f = \frac{1\,743,811 * (92,50 * 1,05) * 9,72^{1,85}}{150^{1,85} * 3,23^{4,87}}$$

$$h_f = 3,55 \text{ m}$$

De igual forma se calcula el resto de los tramos, en los cuales se presentan las pérdidas de carga.

- Calcular la relación pérdida de carga y caudal.

Tramo: 39B-37D

$$\frac{h_f}{Q} = \frac{9,72}{3,55} = 0,3652$$

De igual forma se calcula el resto de los tramos.

- Calcular delta.

Tabla VII. **Ejemplo de cálculo de delta**

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	DIÁMETRO INT. (")	Q DISEÑO (l/s)	HF	HF/Q	DELTA
23	39B-39A	54,60	1,20	0,45	0,86	1,9111	-0,0907
	39A-37C	93,45	1,20	0,85	4,77	5,6118	-0,0907
	37C-37D	81,90	1,75	-0,84	-0,63	0,7500	-0,0907
	37D-39B	97,13	3,23	-9,72	-3,55	0,3652	-0,0907
SUMATORIA				-9,26	1,45	8,6381	

Fuente: elaboración propia.

$$\frac{-\sum h_f}{1,85 * \sum \frac{h_f}{Q}} = \frac{-1,45}{1,85 * 8,6381} = -0,0907$$

Delta es -0,0907 para todo el circuito, de igual forma se calcula delta en el resto de los circuitos.

Efectuar uniones con otros circuitos.

Tabla VIII. **Ejemplo de uniones de circuitos**

Tramo	Lon (m)	Ø int. (")	Q diseño (l/s)	Hf	Hf/q	Delta	Otros circuitos	Q1	Hf1
39B-39A	54,60	1,20	0,45	0,86	1,9111	-0,0907	0,0051	0,3643	0,58
39A-37C	93,45	1,20	0,85	4,77	5,6118	-0,0907	-0,2492	0,5100	1,86
37C-37D	81,90	1,75	-0,84	-0,63	0,7500	-0,0907	-0,0745	-1,0053	-0,88
37D-39B	97,13	3,23	-9,72	-3,55	0,3652	-0,0907		-9,8107	-3,61
SUMATORIA			-9,26	1,45	8,6381				-2,05

Fuente: elaboración propia.

Se colocan en otros circuitos las deltas de los circuitos que están a la par para realizar las correcciones.

- Para obtener el nuevo caudal se hace una sumatoria entre el caudal de diseño más el delta y otros circuitos.
- Para obtener la nueva pérdida, se debe utilizar el nuevo caudal.

- Si el valor absoluto de delta es menor que el 1 % por el caudal de entrada ya no se deben hacer iteraciones, si el caso no es así se deben hacer más iteraciones hasta que este valor quede menor.
- Cálculo de velocidad

$$V = \frac{1,9735 * Q}{D^2}$$

Donde:

V= Velocidad en m/s

Q= 0,4723 l/seg (Caudal corregido)

D= Diámetro interior de la tubería (pulgadas)

Sustituyendo datos se obtiene:

$$V = \frac{1,9735 * 0,4723}{1,195^2}$$

$$V = 0,65 \text{ m/s}$$

0,6 m/s ≤ 0,65 m/s < 3,0 m/s, entonces, el diámetro de tubería cumple con los parámetros.

- Cálculo de cota piezométrica

$$CP = Ci - Hf$$

Donde:

CP= Cota piezométrica expresada en metros columna de agua

Ci=Cota inicial expresada en metros

Hf= Pérdida de carga (debidas a la fricción) expresada en metros

Sustituyendo datos se obtiene:

$$CP = 99,48 - 0,85$$

$$CP = 98,63m$$

La cota piezométrica en un circuito cerrado se debe ir encontrando por medio de cada malla.

Si la pérdida corregida tiene una sumatoria de 0,00 la cota piezométrica será igual al inicio y al final. Si tiene error se encontrará cierta variación en las alturas.

Ejemplos:

Tabla IX. **Cota piezométrica circuito 17**

Circuito	Tramo	Longitud (m)	Cota (m)	Diámetro int. (")	Q2	Hf2	Piezométrica (m.c.a.)
	46		73,98				99,48
17	46-44	113,40	73,12	1,75	0,8285	0,85	98,63
	44-41B	94,50	63,42	1,20	0,7683	4,01	94,62
	41B-22	113,40	65,27	1,75	-0,7414	-0,69	95,31
	22-46	94,50	73,98	1,20	-0,7856	-4,17	99,48
SUMATORIA						0,00	

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. **Cota piezométrica circuito 7**

Circuito	Tramo	Longitud (m)	Cota (m)	Diámetro int. (")	Q2	Hf2	Piezométrica (m.c.a.)
	32		58,8				87,61
7	32-30	114,45	58,09	2,19	2,3277	1,96	85,65
	30-27B	94,50	50,24	1,20	0,5927	2,48	83,17
	27B-27D	114,45	49,88	1,75	-0,8545	-0,91	84,08
	27D-32	94,50	58,80	1,20	-0,7200	-3,55	87,63
SUMATORIA						-0,02	

Fuente: elaboración propia.

Calcular las presiones en la red tomando en cuenta que las presiones deben encontrarse dentro de los 10 y los 60 metros columna de agua (m.c.a), de manera que para cumplir con dicho requerimiento es necesario que en la entrada de la red exista una presión que permita satisfacer dicha condición.

La Presión dinámica en un circuito cerrado se debe ir encontrando por medio de cada malla.

- Cálculo de presión dinámica

$$PD = CP - CT$$

Donde:

PD= Presión dinámica expresada en metros

CP= Cota piezométrica expresada en metros columna de agua

Cf= Cota final expresada en metros

Sustituyendo datos se obtiene:

$$PD = 98,63 - 73,12$$

$$PD = 25,51 \text{ m}$$

La presión obtenida es aceptable ya que se encuentra dentro de los límites permitidos.

Tabla XI. **Presión dinámica circuito 17**

Circuito	Tramo	Longitud (m)	Cota (m)	Ø int. (")	Q2	Hf2	Pz (m.c.a.)	Presión dinámica (m)
	46		73,98				99,48	25,50
17	46-44	113,40	73,12	1,75	0,8285	0,85	98,63	25,51
	44-41B	94,50	63,42	1,20	0,7683	4,01	94,62	31,20
	41B-22	113,40	65,27	1,75	-0,7414	-0,69	95,31	30,04
	22-46	94,50	73,98	1,20	-0,7856	-4,17	99,48	25,50
SUMATORIA						0,00		

Fuente: elaboración propia.

- Cálculo de presión estática

$$PE = PD + \Sigma Hf$$

Donde:

PE= Presión estática expresada en metros

PD= Presión dinámica expresada en metros

Cf= Cota final expresada en metros

Sustituyendo datos se obtiene:

$$PE = 25,51 + (0,85 + 15,03)$$

$$PE = 41,39 \text{ m}$$

La presión obtenida es aceptable ya que esta no debe ser mayor que la presión de trabajo.

Tabla XII. **Presión estática circuito 17**

Circuito	Tramo	Longitud (m)	Cota (m)	Ø int. (")	Q2	Hf2	Pz. (m.c.a.)	P.d. (m)	P. E. (m)
	46		73,98				99,48	25,50	40,53
17	46-44	113,40	73,12	1,75	0,8285	0,85	98,63	25,51	41,39
	44-41B	94,50	63,42	1,20	0,7683	4,01	94,62	31,20	51,09
	41B-22	113,40	65,27	1,75	-0,7414	-0,69	95,31	30,04	49,24
	22-46	94,50	73,98	1,20	-0,7856	-4,17	99,48	25,50	40,53
SUMATORIA						0,00			

Fuente: elaboración propia.

2.1.17. Diseño de obras hidráulicas

En el diseño de agua potable es necesario ayudar al sistema y son indispensables las válvulas de aire, válvulas de compuerta, válvulas de limpieza, tanque de captación, tanque de almacenamiento y conexiones domiciliarias.

2.1.17.1. Válvula de aire

Las válvulas de aire permiten tanto el ingreso como la salida de este. El acceso de aire se produce cuando se inicia bruscamente la salida del agua, son utilizadas en las líneas de conducción. Las líneas por gravedad tienen tendencia a acumular aire en los puntos altos.

Las válvulas de aire deben colocarse en los puntos altos. Son importantes como en el caso de una ruptura, porque de no contarse con una válvula de aire, pueden producirse presiones negativas dentro de la misma y se puede llegar a romper la tubería si es de PVC, o a colapsarse si es de acero.

2.1.17.2. Válvula de limpieza

Estas válvulas sirven para extraer de la tubería la arena que haya ingresado a la misma, la cual tiende a depositarse en los puntos más bajos del perfil. Como válvula de limpieza se emplea una de compuerta, de diámetro igual al de la tubería que sirve, pero nunca puede ser menor de 2”.

2.1.17.3. Válvula de compuerta

Las válvulas de compuerta sirven para abrir o cerrar el flujo de agua en un sistema de agua. Es completamente incorrecto utilizarla para regular el flujo.

Las válvulas de compuerta pueden ser de hierro fundido, de bronce o de plástico. Las primeras se emplean principalmente para diámetros de 6” en adelante; las de bronce son más económicas que las de hierro fundido de 4” de diámetro o menos, las de plástico se emplean en los equipos dosificadores de solución de hipoclorito de calcio.

2.1.17.4. Conexiones domiciliarias

La instalación domiciliar de tipo predial consiste en un chorro que se ubica en el límite de cada predio, se realizara desde la red de distribución, por medio de una tee reductora, del diámetro de la red de distribución, a la tubería de ½”, para todas las viviendas. Lleva una válvula de paso con su respectiva seguridad.

2.1.18. Propuesta de operación y mantenimiento

La correcta operación y las buenas prácticas de mantenimiento son necesarias para el funcionamiento correcto y el alargamiento de la vida útil de un sistema de abastecimiento de agua potable.

2.1.18.1. Mantenimiento del sistema de agua potable

A continuación, se describe las actividades mantenimiento necesarias para que el sistema de agua potable funcione eficientemente durante el periodo de diseño.

Tabla XIII. **Programa de operación y mantenimiento**

Acción	Repetición
Captación	
Revisar el nivel en el tanque de captación.	Mensual
Revisar válvulas y rebalses.	Mensual
Limpiar el área adyacente a la captación, removiendo malezas, rocas, o basura.	Mensual
Observar que el nacimiento no está siendo contaminado por aguas negras, letrinas, animales, etc.	Anual
Revisar que las válvulas giren con facilidad.	Anual

Continuación tabla XIII.

Revisar que la tubería y las válvulas no tengan grietas o fugas, de existir, repararlas o cambiarlas si es necesario.	Anual
Línea de conducción	
Mantener una brecha sobre la línea de conducción con el objetivo de facilitar la inspección de la tubería.	Anual
Revisar que no existan fugas, cualquier área húmeda anormal debe ser inspeccionada, buscando posibles fugas.	Mensual
Revisar elementos de mampostería y concreto.	Semestral
Tanque de distribución	
Para limpiar el tanque, hay que cortar la entrada del agua de la línea de conducción cerrando la válvula. Abrir la válvula de drenaje del tanque para vaciarlo. En el interior, las paredes y el fondo del tanque se limpian con cepillos metálicos. Luego limpiar con agua los residuos.	Semestral
Revisar que las válvulas giren con facilidad y que no tengan grietas o fugas, si existen, repararlas o cambiarlas si es necesario.	Trimestral
Revisar que el tanque no tenga grietas en las paredes.	Semestral
Red de distribución	
Inspeccionar la tubería de la red de distribución con el objetivo de encontrar fugas u otros problemas, si existen, repararlas; si no se pueden reparar, anotarlas en las hojas de registro.	Mensual
Revisar que las válvulas giren con facilidad y que no tengan grietas o fugas, si existen, repararlas o cambiarlas si es necesario.	Semestral
Válvulas	
Abrir y cerrar lentamente cada válvula del sistema para evitar el golpe de ariete y comprobar que el número de vueltas, y el sentido de rotación al abrir o cerrar sean iguales a los anotados en la hora de registro.	Semestral
Revisar empaques, pernos y tuercas, si están en mal estado cambiarlos, para evitar fugas.	Semestral
Pintar y retocar con pintura anticorrosiva todas las válvulas.	Semestral
Conexiones domiciliarias	
Revisar empaques de las llaves de los chorros.	Mensual
Revisar posibles fugas en las conexiones de todos los sectores	Trimestral

Fuente: elaboración propia,

2.1.18.2. Propuesta de tarifa

A continuación, se presenta la elaboración de la tarifa que se usará para el correcto funcionamiento del sistema.

2.1.18.2.1. Costo de operación

Representa el pago mensual al fontanero por revisión de tubería, conexiones domiciliarias, mantenimiento y operación del sistema de abastecimiento.

Salario mínimo para actividad no agrícola	Q	2 742,36
Incentivo	Q	250,00
Aguinaldo	Q	228,53
Bono	Q	228,53
Vacaciones	Q	<u>150,27</u>
Salario mensual	Q	3 599,69

$$Co = \text{salario mensual} * \text{cantidad de operarios}$$

$$Co = 3 599,69 * 4 = 14 398,76$$

2.1.18.2.2. Costo de mantenimiento

Se utilizará para la compra de materiales para el proyecto, cuando sea necesario mejorar o sustituir los que estén instalados. Se estima como el 15 por millar del costo total del proyecto, por la suma de uno más el porcentaje del 6 % debido a la inflación.

$$\text{Costo de mantenimiento} = \text{costo total del proyecto} * 0,0015 * (1 + I)$$

$$\text{Costo de mantenimiento} = \frac{2\,232\,973,36 * 0,015 * (1 + 0,006)}{12}$$

$$\text{Costo de mantenimiento} = Q\,2\,807,96/\text{mes}$$

2.1.18.2.3. Costo de tratamiento

Este costo será el necesario para la compra y mantenimiento del método de desinfección.

$$\text{Costo de tratamiento} = \text{Costo de tabletas} * \text{número de tabletas que se usarán al mes}$$

$$\text{Costo de tratamiento} = Q\,30,00/\text{tableta} * 140 \text{ tabletas}$$

$$\text{Costo de tratamiento} = Q\,4\,200,00/\text{mes}$$

2.1.18.2.4. Costo de administración

Este costo servirá para tener un fondo para gastos de útiles de oficina, viáticos u otros gastos que puedan surgir durante el funcionamiento del sistema. Se puede estimar un 15 % de la suma de los costos anteriores.

$$\text{Costo total} = \text{costo operación} + \text{costo mantenimiento} + \text{costo tratamiento}$$

$$\text{Costo total} = Q\,14\,398,76 + Q\,2\,807,96 + Q\,4\,200,00$$

$$\text{Costo total} = Q\,21\,406,72$$

$$\text{Costo de administración} = \text{costo total} * 15 \%$$

$$\text{Costo de administración} = Q\,21\,406,72 * 15 \%$$

$$\text{Costo de administración} = Q\,3\,211,01/\text{mes}$$

2.1.18.2.5. Costo de reserva

Cantidad de dinero dedicada a cualquier imprevisto que afecte al proyecto. Será del 12 % de la suma de los costos de operación, mantenimiento y tratamiento.

$$\text{Costo total} = (\text{costo operación} + \text{costo mantenimiento} + \text{costo tratamiento}) * 0,12$$

$$\text{Costo total} = (Q 14 398,76 + Q 2 807,96 + Q 4 200,00) * 0,12$$

$$\text{Costo total} = 2 568,80/\text{mes}$$

Tarifa Propuesta

Costo de operación	Q 14 398,76
Costo de mantenimiento	Q 2 807,96
Costo de tratamiento	Q 4 200,00
Costo de administración	Q 3 211,01
Costo de reserva	<u>Q 2 568,80</u>
	Q 27 186,53

Número de conexiones prediales = 650

Tarifa propuesta por conexión predial = Q 41,83 /mes

Tomando en cuenta que el sistema beneficiará a 650 viviendas de la aldea Las Ilusiones, se estableció una cuota de Q. 42,00 por vivienda que servirá para pagar los gastos.

2.1.19. Presupuesto del sistema

Al presupuesto del proyecto se le aplicó un porcentaje de prestaciones de 85,00 % a la mano de obra calificada y no calificada, la integración del mismo se realizó en base a lo siguiente:

- Días no trabajados en el 2019
- Días efectivos en el 2019
- Relaciones porcentuales

A continuación, se muestra la integración del porcentaje de prestaciones.

Tabla XIV. Días no trabajados

Días no trabajados según el código de trabajo de Guatemala			
No.	Descripción	Fecha	Cantidad de días
1	Inicio de año	1 de enero	1
2	Jueves, viernes y sábado santo	Marzo o Abril	3
3	Día del trabajador	1 de mayo	1
4	Día del ejercito	30 de junio	1
5	Día de la independencia	15 de septiembre	1
6	Día de la revolución	20 de octubre	1
7	Día de todos los Santos	1 de noviembre	1
8	Noche buena (solo medio día)	24 de diciembre	0,5
10	Fin de año (solo medio día)	31 de diciembre	0,5
11	Día de la feria	Depende la localidad	1
12	Sábados (solo medio día)	1 semana / 52 semanas	26
13	Domingos	1 semana / 52 semanas	52
14	Vacaciones		15
Total de días de asueto remunerado			104

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. **Días efectivos**

Días efectivos			
1	Días del año	días	365
2	Días no trabajados	días	104
Total de días efectivos			261

Fuente: elaboración propia,

Tabla XVI. **Integración de prestaciones**

Prestaciones laborales		
No.	Descripción	Porcentaje de pago
1	Instituto Guatemalteco de Seguridad Social	10,67 %
2	Total de días de asueto remunerado (104)	39,86 %
4	Bono 14 (1 salario por cada 12 salarios)	11,49 %
5	Aguinaldo (1 salario por cada 12 salarios)	11,49 %
6	Indemnización (1 salario por cada 12 salarios)	11,49 %
Factor total por prestaciones		85,00 %

Fuente: elaboración propia,

Al presupuesto del proyecto se le aplicó un porcentaje de gastos indirectos de 30 % al costo directo, la integración del mismo se realizó con base en lo siguiente:

Tabla XVII. **Porcentaje de indirectos**

Integración costos indirectos		
No.	Descripción	Porcentaje de pago
1	Gastos administrativos	10,00 %
2	Imprevistos	5,00 %
3	Gastos legales y fianzas	2,50 %
4	Financiamiento	2,50 %
5	Utilidad	10,00 %
Factor total por costos indirectos		30,00 %

Fuente: elaboración propia.

De igual forma al presupuesto del proyecto se le aplicó un porcentaje de factor ayudante de 45,08 % a la mano de obra calificada, la integración del mismo se realizó en base a lo siguiente:

- Caso 1: Dos albañiles – un ayudante
- Caso 2: Un albañil – un ayudante

Los salarios diarios tanto para la mano de obra calificada (albañil) y no calificada (ayudante) se obtuvo con base en el Acuerdo Gubernativo 242-2018. A continuación, se muestra la integración del porcentaje de factor ayudante.

Tabla XVIII. **Porcentaje de factor ayudante**

Factor ayudante				
Caso	Descripción	Unidad	P.U.	Porcentaje
	Salario diario albañil	día	Q 150,00	
	Salario diario ayudante	día	Q 90,16	
Caso 1:	Dos albañiles – un ayudante			
	2 albañiles*1 día/albañil	día	Q 300,00	
	1 ayudante* 1 día/ayudante	día	Q 90,16	

Continuación tabla XVIII.

Total porcentaje caso 1				30,05 %
Caso 2:	Cuatro albañiles - un ayudante			
	Albañiles ambulantes			
	4 albañiles*1 día/albañil	día	Q	600,00
	1 ayudante* 1 día/ayudante	día	Q	90,16
Total porcentaje caso 2				15,03 %
Factor total por ayudante				45,08 %

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIX. **Resumen del presupuesto**

No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1,00	TRABAJOS PRELIMINARES				
1,01	Trazo, estaqueado y replanteo Topográfico	8628,04	ML	Q 3,75	Q 32,355,15
2,00	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
2,01	Excavación de zanja	2149,96	M3	Q 52,87	Q 113,668,39
2,02	Relleno de zanja (incluye retiro)	1664,89	M3	Q 145,94	Q 242,974,05
3,00	LÍNEA DE CONDUCCIÓN				
3,01	Tubería PVC Ø 3" ASTM D-2241	736,92	ML	Q 114,21	Q 84,163,63
3,02	Tubería PVC Ø 4" ASTM D-2241	1126,74	ML	Q 161,24	Q 181,675,56
3,03	Válvula de limpieza	3,00	UNIDAD	Q 3,678,87	Q 11,036,61
3,04	Válvula de aire	4,00	UNIDAD	Q 3,678,87	Q 14,715,48
3,05	Válvula de compuerta	4,00	UNIDAD	Q 3,781,24	Q 15,124,96
4,00	Tanque de almacenamiento				
4,01	Tanque de almacenamiento	1,00	UNIDAD	Q 374,920,17	Q 374,920,17
5,00	Sistema de desinfección				
5,01	Dosificador de Hipoclorito	1,00	UNIDAD	Q 7,909,47	Q 7,909,47
6,00	LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN				
6,01	Tubería PVC Ø 4" ASTM D-2241	241,50	ML	Q 162,89	Q 39,337,94
7,00	RED DE DISTRIBUCIÓN				
7,01	Tubería PVC Ø 1" ASTM D-2241	3112,52	ML	Q 56,02	Q 174,363,37
7,02	Tubería PVC Ø 1 1/4" ASTM D-2241	413,60	ML	Q 60,30	Q 24,940,08
7,03	Tubería PVC Ø 1 1/2" ASTM D-2241	1161,30	ML	Q 66,26	Q 76,947,74
7,04	Tubería PVC Ø 2" ASTM D-2241	847,35	ML	Q 77,85	Q 65,966,20
7,05	Tubería PVC Ø 2 1/2" ASTM D-2241	452,24	ML	Q 94,90	Q 42,917,58
7,06	Tubería PVC Ø 3" ASTM D-2241	535,87	ML	Q 117,22	Q 62,814,68
7,07	Conexión Domiciliar	650,00	UNIDAD	Q 1,023,08	Q 665,002,00
8,00	Pruebas de laboratorio				
8,01	Examen físico-Químico y bacteriológico	1,00	Global	Q 2,140,32	Q 2,140,32
	TOTAL DEL PROYECTO				Q 2,232,973,36

Fuente: elaboración propia.

2.1.21. Evaluación socioeconómica

El proyecto del diseño del sistema de agua potable tiene un gran componente social, ya que es para las comunidades, por lo tanto, posee un enfoque para análisis de su evaluación en ese sentido. Por tanto, se debe considerar los efectos indirectos y de valorización social, así como los beneficios y costos de instalación y manejo del sistema.

2.1.21.1. Valor presente neto

Se utiliza para conocer alternativas de inversión del proyecto. Por lo tanto, consiste en analizar la inversión inicial, ingresos y egresos anuales del mismo. Para este proyecto la tasa de rendimiento mínima atractiva que se utilizará será de un 12 %.

El costo de operación y mantenimiento (CA) anuales, si el gasto al mes es de Q /mes se calcula así:

$$CA = 27\ 186,53 * 12 = Q\ 326\ 238,36/Anual$$

La tarifa mensual es de Q 42 al mes, mientras que la tarifa anual (TA) es de:

$$TA = 42 * \text{número de viviendas} * 12 \text{ meses}$$

$$TA = 42 * 650 * 12 = Q\ 327\ 600,00/Anual$$

Costo de operación y mantenimiento

$$VP = CA * \left[\frac{(1 + i)^{n-1}}{i * (1 + i)^n} \right]$$

$$VP = 326\,238,36 * \left[\frac{(1 + 0,12)^{22-1}}{0,12 * (1 + 0,12)^{22}} \right]$$

$$VP = Q\,2\,427\,368,75$$

Tarifa poblacional

$$VP = TA * \left[\frac{(1 + i)^{n-1}}{i * (1 + i)^n} \right]$$

$$VP = 327\,600,00 * \left[\frac{(1 + 0,12)^{22-1}}{0,12 * (1 + 0,12)^{22}} \right]$$

$$VP = Q\,2\,437\,500,00$$

El VPN está dado por la sumatoria de ingresos menos los egresos que se realizarán durante 22 años del proyecto:

$$VPN = \text{ingresos} - \text{egresos}$$

$$VPN = Q\,2\,437\,500,00 - Q\,2\,427\,368,75$$

$$VPN = Q\,10\,131,25$$

Con la tasa propuesta el resultado indica que el proyecto es auto sostenible durante el período del diseño.

2.1.21.2. Tasa interna de retorno (TIR)

Ya que este proyecto es de carácter social no es posible obtener una TIR atractiva, por lo tanto, se debe analizar a nivel municipal según costo/beneficio:

$$\begin{aligned} \text{Costo} &= \text{inversión inicial} - \text{VPN} \\ \text{Costo} &= Q 2 232 973,36 - Q 10 131,25 = Q 2 222 842,11 \end{aligned}$$

Beneficio: número de habitantes en el futuro:

$$\frac{\text{Costo}}{\text{Beneficio}} = \frac{2 222 842,11}{7 011} = Q317,05/\text{hab}$$

Con base en el valor anterior se concluye que el proyecto podrá ser considerado favorable según las instituciones.

2.1.22. Mitigación del impacto ambiental en sistemas de agua potable

Un buen manejo del impacto ambiental proporciona herramientas para disminuir el impacto que provoca el proyecto:

- Se tendrá el cuidado de pasar la tubería entre los árboles para que estos no fueran cortados, y se colocará la tubería sobre un lado del paso peatonal.
- Se compactará las zanjas para no provocar inestabilidad del suelo, ya que las profundidades de las zanjas tienen lo mínimo posible.

- Se identificará el lugar de excavación y se proporcionará equipo de protección a los trabajadores para no provocar problemas respiratorios. Para el acarreo del material sobrante se utilizará lonas para evitar la propagación de partículas y depositar los materiales sobrantes en un lugar autorizado por la municipalidad.
- Para disminuir la contaminación auditiva se trabajará en horarios laborales normales y se proporcionará equipo de protección para los trabajadores.
- Para los tramos de ejecución del proyecto se contará con señalización para las personas que circulan en el lugar, así como con el apoyo de la policía de tránsito.
- Se mantendrá un control por parte de la municipalidad para tener vigilado el caudal, para utilizar únicamente la cantidad de agua necesaria, tanto para la construcción como para el consumo de la comunidad beneficiada, a través de dotaciones diarias, de un control de acceso y cuidado a las fuentes de agua.
- Se implementará arbustos del lugar con vegetación propia, así como árboles de la región.

Tabla XX. **Medidas de mitigación en operación y construcción**

Alteraciones	Medidas de mitigación
Sociedad	
Inconvenientes en la circulación vehicular y peatonal.	Implementación de vías alternas para circulación.
	Señalización completa en el área de trabajo.
Ambiente	
Generación de ruidos propios de las actividades constructivas.	No extender las jornadas de trabajo fuera de las horas hábiles.
Presencia de partículas de polvo.	Realización de riego permanente a las fuentes de partículas de polvo.
Paisaje	
Modificación visual en el área de construcción de tanques.	Utilización de arbustos de la región como barrera visual en los alrededores de los tanques.
Disminución del caudal en las fuentes de abastecimiento.	Aplicación de un plan de reforestación en el área afectada.
Disposición de desechos	
Disposición de excretas y aguas servidas.	Instalación de letrinas y realización del servicio de limpieza correspondiente.

Fuente: elaboración propia.

3. FASE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

3.1. Diseño de rastro municipal en finca Mocaya, municipio de Santa Bárbara, Suchitepéquez

Este proyecto de inversión es importante para los pobladores de toda la comunidad por ser un rastro en el cual se evitará la contaminación y la emanación de olores fétidos, por la supervisión constante de las autoridades sanitarias del municipio.

3.1.1. Descripción del proyecto

El proyecto a realizar es un diseño de un rastro municipal de un nivel en el cual su estructura será de mampostería y su cubierta será de estructura metálica a dos aguas, este proyecto está diseñado para llevar a cabo las técnicas de matarife de ganado mayor y menor.

El área del terreno es de 322,46 m². Se realizó una distribución de los ambientes. El diseño cumple con las normas estructurales, salud y de seguridad necesarias para los vecinos y pobladores del municipio.

El diseño del rastro municipal cuenta con sus respectivas instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas, con sus respectivos planos y el diseño de su fosa séptica.

3.1.2. Ubicación del terreno

El terreno se encuentra ubicado en finca Mocaya del municipio de Santa Bárbara, Suchitepéquez a 2,5 km del municipio. Sus coordenadas son: latitud $14^{\circ}27'2,87''N$, longitud. $91^{\circ}12'57,46''O$ y su altitud es de 424,63 m.

Figura 8. Ubicación geográfica



Fuente: elaboración propia, empleando Google Earth.

3.1.3. Estudio topográfico

Es la ciencia y la técnica de realizar mediciones de ángulos y distancias en extensiones de terreno lo suficientemente reducidas como para despreciar el efecto de la curvatura terrestre, para después procesarlas y obtener así coordenadas de puntos, direcciones, elevaciones, áreas o volúmenes, en forma gráfica o numérica, según los requerimientos del trabajo.

Las mediciones y recopilaciones de datos del terreno o trayecto que se desea representar, a ese procedimiento se le conoce como levantamiento topográfico.

3.1.3.1. Planimetría

Es la parte de la topografía que estudia el conjunto de métodos y procedimientos que tienden a conseguir la representación a escala de todos los detalles interesantes del terreno sobre una superficie plana. La planimetría tiene como objeto determinar las distancias horizontales y las coordenadas vistas en planta de todos los componentes del terreno. Para esto se realizó radiaciones con conservación de azimut, utilizando un teodolito y un estadal.

3.1.3.2. Altimetría

Es un método de medición rápida y de precisión aceptable que se utiliza para el levantamiento de detalles donde es difícil el manejo de la cinta métrica. Tiene como fin determinar las diferencias de nivel existentes entre todos los componentes del terreno, para esto se realizó el método taquimétrico.

3.1.4. Estudio de suelos

Un estudio de suelos nos permite conocer las características físicas y mecánicas del suelo. Es una de las informaciones más importantes para la planificación, diseño y construcción de un proyecto y los asentamientos de la estructura en relación al peso que va a soportar.

Los datos obtenidos del ensayo son:

Tipo de ensayo: no consolidado y no drenado.

Descripción del suelo: Arcilla con arena y grava color café oscuro.

Dimensión y tipo de la probeta: 2,5" x 5,0"

Ángulo de fricción Interna $\phi = 24,87^\circ = 0,4341 \text{ rad}$

Cohesión $C_u = 5,13 \text{ ton/m}^2$

$\gamma_{\text{suelo}} = 1,35 \text{ ton/m}^3$

Profundidad (Z) = 1,40 m

- Determinación del valor soporte del suelo

Se aplicó la fórmula del Dr. Karl Terzaghi a los valores obtenidos del análisis.

$$q_d = 1,3 * C_u * N_c + \gamma * Z * N_q + 0,4 * \gamma * B * N_\gamma$$

Donde:

q_d = capacidad de carga límite en T/m^2

C_u = cohesión del suelo en T/m^2

γ = peso volumétrico del suelo en T/m^2

Z = profundidad de desplante de la cimentación en metros

B = ancho de la zapata

N_c = factor debido a la sobrecarga

N_q = factor debido a la cohesión

N_γ = factor debido a peso del suelo

Factores:

Calculando el factor de capacidad de carga debido a la sobrecarga (N_c):

$$N_q = \frac{e^{\left(\frac{3}{2}\pi - \Phi(\text{rad})\right) \tan \Phi}}{2 \cos^2\left(45 + \frac{\Phi}{2}\right)}$$

$$N_q = \frac{e^{\left(\frac{3}{2}\pi - (0,43)\right) * \tan(24,87)}}{2 \cos^2\left(45 + \frac{24,87}{2}\right)} = 12,54$$

Calculando el factor de capacidad de carga debido a la cohesión (N_c):

$$N_c = \cot \Phi (N_q - 1)$$

$$N_c = \cot(24,87)(12,54 - 1) = 24,89$$

Calculando el factor de capacidad de carga debido al peso del suelo (N_γ):

$$N_\gamma = 2 * (N_q + 1) * \tan \Phi$$

$$N_\gamma = 2 * (12,54 + 1) * \tan(24,87) = 12,55$$

Ahora sabiendo los factores de carga se puede calcular el valor de carga límite del suelo:

$$q_d = 1,3 * C_u * N_c + \gamma * Z * N_q + 0,4 * \gamma * B * N_\gamma$$

$$q_d = 1,3 * 5,13 \text{ ton/m}^2 * 24,89 + 1,35 \text{ ton/m}^3 * 1,40 \text{ m} * 12,54 + 0,4$$

$$* 1,35 \text{ ton/m}^3 * 1,40 * 12,55 =$$

$$q_d = 199,18 \text{ ton/m}^2$$

V_s = Valor soporte

$$v_s = \frac{q_d}{FS}$$

Donde:

FS= factor de seguridad = 3

$$v_s = \frac{199,18}{3} = 66,39 \text{ ton/m}^2$$

Tabla XXI. **Valor soporte del suelo**

Material de suelo	T/m2	Observaciones
Roca sana	645	---
Roca regular	430	---
Roca intermedia	215	---
Roca agrietada y porosa	22-86	---
Suelos gravillosos	90	Compactados, buena granulometría
Suelos arenosos	32-64	Densos
Arena fina	22-43	Densa
Suelos arcillosos	53	Duros
Suelos arcillosos	22	Solidez mediana
Suelos limosos	32	Denso
Suelos limosos	16	Densidad mediana

Fuente: CRESPO VILLALAZ, Carlos. *Mecánica de suelos y cimentaciones*. p. 193.

Para el diseño de la cimentación del edificio se tomará un valor soporte del suelo de 66,39 ton/m². Con base a esto se puede decir que el valor obtenido si está dentro del valor soporte permisible según el tipo de suelo.

3.1.5. Normas utilizadas en el diseño arquitectónico de rastros

Este diseño sigue los reglamentos que norma la constitución de rastros para realizar la técnica de matarife de ganado mayor y menor, manual de requisitos higiénico sanitario para el diseño de instalaciones, construcción y equipo de un matadero; Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Viceministerio de Sanidad animal y regulaciones, guía para la administración de rastros y mataderos municipales, reglamento de rastro municipal, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Instituto de Fomento Municipal, llevando a cabo cada una de las recomendaciones y criterios de diseño.

3.1.5.1. Criterios generales de diseño

Son todos los aspectos importantes para el diseño, en los cuales se puede mencionar una generalización para el diseño de los diferentes rastros, los cuales se clasifican en:

Rastros TIF: son los que permiten una industrialización de los productos derivados de la carne. Este tipo de rastro opera fundamentalmente para que sus productos se destinen a la comercialización de grandes centros urbanos y a la exportación.

Rastros TSS: son los que se conocen comúnmente como rastros municipales. Se caracterizan por el equipamiento y servicios que proporcionan, así como por el tipo de inspección que lleva a cabo la Secretaría de Salud consistente en el control sanitario de la carne. Estos se clasifican de la siguiente manera:

- Rastro de aves (aves)
- Rastro de ovejas (ganado menor)
- Rastro de cabras (ganado menor)
- Rastro de porcinos (ganado menor)
- Rastro de caballos (ganado mayor)
- Rastro de bovinos (ganado mayor)

Clasificación según índice de matanza.

- 1ª categoría más de 50 animales al día.
- 2ª categoría entre 10 y 50 animales al día.
- 3ª categoría entre 1 y 9 animales al día.
- 4ª categoría entre 1 y 5 animales por semana.

Esta clasificación fue tomada del Manual de Administración de Mataderos Municipales de Guatemala y es el que rige en la actualidad para el análisis de los mismos y la propuesta de diseño. En nuestro medio se le clasifica en:

- Rastro público, municipal, de exportación, domiciliar y privado.
- Rastro domiciliar u obrador: utilizado en algunos municipios por no existir rastro municipal. La municipalidad autoriza el destace en viviendas particulares y en la mayoría de los casos el destace sin autorización (mataderos clandestinos).
- Rastro privado o industrial: son para abastecer de forma directa a las industrias de embutidos, conservas y productos cárnicos para uso local o de exportación. Cuenta con servicios de veterinario para inspección de sus productos y son sometidos a control de calidad y a requerimientos

higiénicos de normas internacionales. Se dedican en específico a un solo tipo de destace de ganado mayor o menor.

3.1.5.1.1. Criterios generales de iluminación

La iluminación es un factor importante para el diseño, debido a que esta debe ser en abundante proporción para el buen funcionamiento y el desempeño de los trabajadores. Puede ser natural y artificial.

Cada ambiente debe estar muy bien iluminado con sus respectivas ventanas y luminarias de acuerdo a sus distancias necesarias y a la colocación que se encuentre una de la otra, ya que tienen que tener efectos positivos en todos los trabajadores que la utilizan por que redunda en beneficio visual para el diseño del rastro municipal.

3.1.5.1.2. Instalaciones

Son las que suministran el agua potable, es un conjunto de tuberías y conexiones para distribuir agua dentro de la construcción, el sistema de agua potable está diseñado como circuito cerrado para mantener la presión en cada área del rastro este proyecto se utilizará tubería pvc de 1/2", con los diferentes accesorios: uniones, tees, codos, adaptadores, tapones y grifos.

Para alimentar todos los accesorios se diseñó un circuito basado en el método de Hunter, donde se deben tomar en cuenta las demandas de agua de los artefactos a ser usados en el edificio. Se debe encontrar el caudal de la siguiente manera:

$$Q = 0,30 * \sqrt{\sum P}$$

Tabla XXII. **Demanda de accesorios**

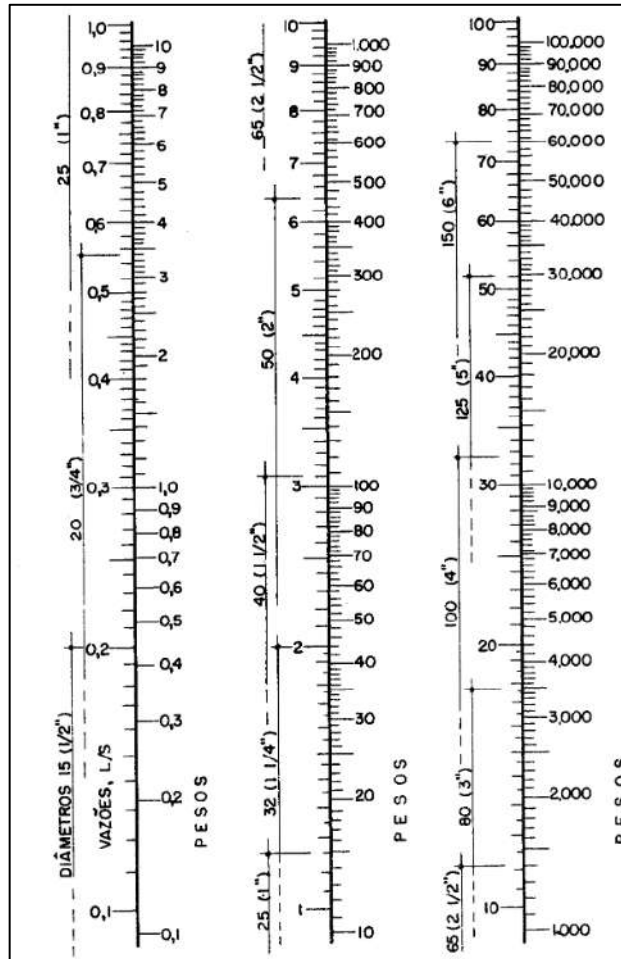
Accesorio	Demanda	Cantidad	Parcial
Inodoro con caja de descarga	0,30	4	1,2
Lavamanos	0,50	4	2
Lavaplatos	1,00	2	2
Pila	0,50	1	0,5
Grifos	0,50	24	12
Total			17,7

Fuente: elaboración propia.

$$Q = 0,30 * \sqrt{17,7} = 1,26$$

Con el caudal obtenido se procede a definir el diámetro de la tubería, según la figura 9, indica que para el caudal que se obtuvo, se debe poner una tubería de 1 1/4 pulgadas de diámetro. Para los subramales que alimentan los accesorios deberá ser la tubería de 1/2 pulgada de diámetro como mínimo. La tubería utilizada debe cumplir con la Norma ASTM D2241 y los accesorios serán cédula 40 y cumplir con la Norma ASTM D2466.

Figura 9. **Ábaco para el cálculo de tuberías de agua fría**



Fuente: ENRIQUEZ HARPER, Gilberto. *Cálculo de instalaciones hidráulicas y sanitarias, residenciales y comerciales.* p. 128.

Debe cumplir con la fórmula de velocidad:

$$v = \frac{1,9735 \cdot Q}{D^2} = \frac{1,9735 \cdot 1,26}{1,532} = 1,059 \text{ m/s} \quad \text{Si cumple } D=1 \frac{1}{4}''$$

$$v = \frac{1,9735 \cdot Q}{D^2} = \frac{1,9735 \cdot 1,26}{0,926} = 2,89 \text{ m/s} \quad \text{Si cumple } D= \frac{3}{4}''$$

- Drenajes: para el diseño de las instalaciones sanitarias se debe asignar un número de unidades mueble (UM) y un diámetro de tubería a cada uno de ellos. Se debe considerar que para las tuberías enterradas se debe tener un mínimo de 2 % y un máximo de 6 % de pendiente, por lo que se utilizará una del 2 %. El edificio cuenta con 4 servicios sanitarios, 4 lavamanos y 2 lavaplatos.

Tabla XXIII. **Diámetros de las derivaciones simples para drenaje**

Accesorio	Diámetro
Servicio sanitario con caja de descarga	3"
Lavamanos	1 ½"
Lavaplatos	1 ½"
Pila	1 ½"
Regadera	1 ¼"
Lavado de vísceras	1 ¼"
Bebedores	1 ¼"
Lavado de sangre	3"
Reposadera	3"

Fuente: RODRÍGUEZ SOZA, Luis. *Guía para las instalaciones sanitarias en edificios*. p. 105.

Para los ramales de drenaje de aguas negras se utilizará tubería PVC de 3 pulgadas de diámetro para los ramales secundarios y 4 pulgadas para la tubería principal ya que recibiría un total de 42 artefactos.

- Pluviales: este drenaje debe estar diseñado para evacuar las aguas provenientes de precipitaciones pluviales.

La intensidad de lluvia se calculará con la siguiente fórmula para un periodo de retorno de 20 años y un tiempo de concentración $t = 5$ minutos.

$$I = \frac{1160}{(t + 5)^{0,705}}$$

$$I = \frac{1160}{(5 + 5)^{0,705}} = 228,8 \text{ mm/h}$$

El caudal a drenar será determinado con la siguiente ecuación:

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

Donde:

C = coeficiente de escorrentía inclinados 7 % = 0,35

I = intensidad de lluvia en mm/hora

A = área de la superficie a drenar en hectáreas

Q= Caudal en m³/s

$$Q = \frac{0,35 * 228,8 * 0,0309}{360} = 0,0069 \text{ m}^3/\text{s}$$

Se calcula el diámetro de la tubería por medio de la ecuación de Manning. Como se tiene tubería de PVC se utiliza un coeficiente de rugosidad n = 0,009 y una pendiente de 1 %.

$$\varnothing = \left(\frac{69100 * Q * n}{s^{1/2}} \right)^{3/8}$$

$$\varnothing = \left(\frac{69100 * 0,0069 * 0,009}{0,001^{1/2}} \right)^{3/8} = 6,3054 \text{ cm} \sim 2,48 \text{ plg}$$

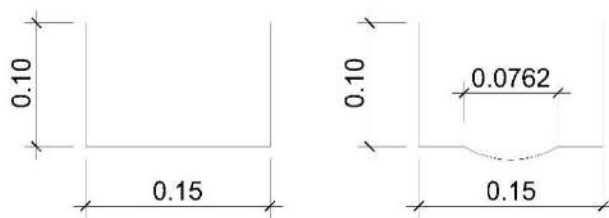
Se utilizará tubería de 3" para el drenaje pluvial en cada esquina del rastro.

Se propone una canaleta de 10x15x10 de acero galvanizado

$$Q = 0,0069 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$N = 0,014$$

Figura 10. **Canaleta**



Fuente: elaboración propia.

$$y_c = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{b^2 * g}} = \sqrt[3]{\frac{(0,0069)^2}{0,15^2 * 9,81}} = 0,06 \text{ m} \text{ Si cumple } h > y_c$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{0,15 * 0,06}{(0,06 * 2) + 0,15} = 0,033 \text{ m}$$

$$Q = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}} * A$$

$$S = \sqrt{\frac{0,0069 * 0,014}{0,033^{\frac{2}{3}} * (0,15 * 0,06)}} = 0,32 \%$$

Se utilizará una canaleta de acero galvanizado con dimensiones 10x15x10 cm para el drenaje pluvial la cual se colocará a una inclinación de 0,32 %.

- Eléctricas: es un conjunto de alambres o cables de instalaciones realizadas con el fin de hacer llegar electricidad a todos los aparatos eléctricos de una estructura, en esta se encuentran las instalaciones de iluminación y las de potencia.
- Iluminación: el sistema eléctrico está constituido por 4 circuitos de iluminación.
 - 8 lámparas y 1 reflector
 - 10 lámparas fluorescentes
 - 3 reflectores y 4 lámparas
 - 5 lámparas y 2 reflectores

Consta de 10 luminarias de 2 x 40 watts que consumirán 400 watts de potencia.

$$I = \frac{P}{V} = \frac{800}{240} = 3,33A$$

Se utilizarán flipones de 15 amperios para los circuitos de iluminación y la instalación se hará con conductores de cobre calibre 6.

- Fuerza: para las instalaciones de fuerza se pondrá tomacorrientes de 180 watts quedando de la siguiente manera:

Se colocarán 3 circuitos quedando así:

- 9 tomacorrientes
- 9 tomacorrientes
- 10 tomacorrientes

Consta de 10 tomacorrientes con capacidad de 180 watt, los cuales consumirán 1 800 watts.

$$I = \frac{P}{V} = \frac{1\ 800}{240} = 7,5A$$

Se utilizarán flipones de 15 amperios para los circuitos de fuerza y la instalación se hará con conductores de cobre calibre 6.

3.1.5.1.3. Otros criterios

- Ventilación: es importante tener una adecuada ventilación y esta puede ser natural o artificial, utilizando los medios naturales disponibles y los medios que fueron diseñados para renovar el aire dentro de las instalaciones, con esto podemos contrarrestar los olores fétidos.
- Rugosidad en pisos: por donde pasen las reses se debe dar un acabado rústico, para evitar caídas y fracturas de las mismas.

3.1.6. Diseño arquitectónico

El edificio se diseñó para una capacidad de 1 a 9 animales promedio por día para la práctica de matarife, con 23 m de largo y 10,57 m de ancho, formando un área de 243,11 m² y corrales de 3,45x19 m = 65,55 m². El diseño arquitectónico consiste en brindarle los espacios adecuados y la distribución de los diferentes ambientes que componen el edificio, para tener un lugar funcional y cómodo para su uso, según la tercera categoría.

3.1.6.1. Distribución de ambientes

Se acuerdan los ambientes mínimos que debe contemplar un rastro de tercera categoría:

- Localización aislada de focos de contaminación y ubicación que altere el medio ambiente y a terceros.
- Área de Protección Sanitaria (cerca perimetral).
- Dotación de agua potable y disposición de basura.
- Corrales de llegada con dimensiones de 2,50 m² por bovino y 1,00 m² por porcino.
- Corrales de pre-sacrificio, con dispositivos para baño anterior al sacrificio (bovino – porcino).
- Bebederos (bovinos – porcinos).
- Área para canales retenidas o en observación (bovinos – porcinos).
- Depósito para decomiso.
- Sistema aéreo para el faenado.
- Área para limpieza de vísceras digestivas “verdes” separada de la playa de matanza.
- Área y equipo mecánico para escaldado y depilado de cerdos. (opcional).
- Sistema de disposición de contenido gastro-entérico y otros desechos y tratamiento de contaminantes y líquidos.
- Inspección veterinaria.
- Tanques o cisternas de reserva para agua.
- Almacén y bodega.
- Área para servicio de mantenimiento.
- Vestidores para personal.

- Servicios sanitarios (proporcional al número de empleados).
- Oficinas administrativas.
- Equipo de primeros auxilios y de protección.
- Control del sistema higiénico sanitario BPM, POES.

3.1.6.2. Alturas

La altura del rastro municipal será de 4,5 metros tipo cajón y de 3,00 metros en su interior, datos que se obtuvo de la tabla siguiente:

Tabla XXIV. **Altura de edificación**

Tipo de proyecto	Clima templado o frío	Clima cálido
Edificio municipal	2,65	3,00
Mercado		
Locales fijos	2,65	3,00
Piso de plaza cubierto	3,50	3,50 a 5,00
Centro de uso comunitario	4,00	5,00 a 5,75
Salón social		
Salón social + deportivo	6,00 libres en cancha	Igual criterio
Otros ambientes	2,75	3,20
Rastro		
Área de faenado aéreo	4,50	4,50
Otros ambientes	2,85	3,00

Fuente: JORDÁN ZABALETA, Mario René. *Propuesta de normas de diseño para edificios de uso público en los municipios de la República de Guatemala*. p. 49.

3.1.7. Descripción del sistema estructural a utilizar

El sistema estructural a utilizar será el que se denomina como muros confinados. Se refiere a los muros de mampostería que tienen el refuerzo vertical y horizontal concentrado en elementos de concreto.

3.1.7.1. Descripción del sistema estructural de mampostería

En este proyecto se utilizará la mampostería confinada, la cual se realiza a través de la conformación de un muro que luego confina con vigas y columnas de concreto reforzado vaciadas en sitio. Para el buen funcionamiento de los muros confinados se tomará en cuenta: las dimensiones, la cuantía de refuerzo de los elementos de confinamiento, la esbeltez, el trabajo en conjunto que se logre entre los mampuestos y los elementos de confinamiento.

El objetivo de la mampostería confinada es conseguir lazos de confinamiento entre vigas y columnas del marco confinante y lograr que trabajen como un solo elemento resistente a momentos flexionantes.

3.1.7.2. Ventajas estructurales de la mampostería reforzada

El uso de la mampostería reforzada permite:

- Tramos más largos
- Paredes más altas y más fuertes
- Resistencia al sonido
- Resistencia al fuego incrementada

3.1.8. Tipos de cargas que afectan a la estructura

Los elementos de la estructura de mampostería reforzada tienen que soportar las cargas a las que van a ser sometidos, estas no deben exceder los máximos esfuerzos permisibles de los materiales utilizados. Para el diseño del

rastró municipal, se debe considerar los diferentes tipos de cargas que van a actuar directa o indirectamente, siendo estas las cargas gravitacionales y las cargas laterales.

3.1.8.1. Cargas gravitacionales

Son las cargas verticales que deben de ser soportadas por la estructura, son la carga viva y la muerta. Estas cargas son estáticas.

3.1.8.1.1. Carga viva

Son las producidas por el uso y la ocupación de la edificación; no son permanentes, en algunos casos pueden no estar presentes, por lo que su magnitud y distribución son inciertas en determinado momento.

Tabla XXV. **Muestra los valores de carga viva para diferentes usos de ocupación, según la norma AGIES NSD2-10**

Tipo de ocupación o uso		Wv (kg/m ²)
Vivienda	Balcones	500
	habitaciones y pasillos	200
	Escaleras	300
Oficina	pasillos y escaleras	300
	Oficinas	250
	área de cafetería	500
Hospitales	Pasillos	500
	clínicas y encamamiento	250
	Farmacia	500
	Escaleras	500
	cafetería y cocina	500

Continuación tabla XXV.

Hoteles	Habitaciones	200
	servicios y áreas públicas	500
Educativos	Aulas	200
	pasillos y escaleras	500
	salones de Lectura de Biblioteca	200
	área de estanterías de Biblioteca	700
Escaleras	escaleras privadas	300
	escaleras públicas	500
	Balcones	500
Reunión	vestíbulos públicos	500
	plazas a nivel de la calle	500
	salas con asiento fijo	300
	escenarios y circulaciones	500
Garajes	garajes para automóviles de pasajeros 250	250
	garajes para vehículos de carga	500
	rampas de uso colectivo	750
	corredores de circulación	500
	servicio y reparación	500
Instalaciones deportivas públicas	zonas de circulación	500
	zonas de asientos	400
	zonas sin asientos	800
	canchas deportivas	Ver nota (a)
Almacenes	minoristas	500
	mayoristas	600
Bodegas	cargas livianas	600
	cargas pesadas	1 200
Fábricas	industrias livianas	500
	industrias pesadas	1 000
Cubiertas pesadas	azoteas de concreto con acceso	200
	azoteas sin acceso horizontal o inclinadas	100
Cubiertas livianas	techos de lámina, tejas, cubiertas plásticas, lonas, etc. (aplica a la estructura que soporta la cubierta final)	50 (b)

Fuente: AGIES NSE 2-10. Normas. p. 6.

3.1.9. Análisis estructural por medio de la mampostería reforzada, utilizando el método de análisis simplista

Para la elaboración del análisis simple se deben de tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

Para la distribución de la fuerza lateral a cada muro se deben considerar únicamente los muros paralelos a la dirección en que esta actúa, presentándose dos efectos sobre ellos los cuales son: uno de traslación en la misma dirección y otro de rotación respecto al centro de rigidez cuando no coincide con el centro de masa.

Los muros tienden a experimentar ladeo paralelo al plano que contiene al muro, no se debe de considerar en el sentido contrario.

Los muros generalmente actúan como miembros verticales que están sujetos a fuerzas horizontales en los niveles de piso.

Como cualquier método siempre existen ventajas y limitaciones, por lo que este no es la excepción. Las limitaciones que presenta este método son las siguientes:

Como se mencionó anteriormente únicamente se toman en cuenta los muros paralelos a la acción de la carga, despreciándose de esta manera la contribución a la resistencia de los muros perpendiculares.

Supone rigidez mayor en el diafragma horizontal que la presentada por los muros de corte.

Para las estructuras cuya relación altura – largo (h / d) en el sentido de la carga lateral sea mayor a 4,0 los esfuerzos entre juntas de muros son tan grandes que los resultados se alejan de la realidad.

Acerca del procedimiento de análisis, para la distribución de la carga lateral, se debe proceder a calcular la rigidez de los muros que están únicamente en la dirección del sismo, utilizando para ello las ecuaciones presentadas para muros en voladizo o empotrados.

Teniendo ya las rigideces de cada muro se procede a distribuir la carga lateral.

$$P = P_i' \pm P_i''$$

Donde:

P_i' = Es la fuerza por efecto traslacional resistida por el elemento i

P_i'' = Es la fuerza por efecto rotacional resistida por el elemento i

La fuerza traslacional está definida por la siguiente ecuación:

$$P_i' = \frac{R_i * P}{\sum R_i}$$

Donde:

P = la carga lateral aplicada a toda la estructura

Ri = la rigidez relativa del elemento i

$\sum R_i$ = es la sumatoria de todas las rigideces relativas de los muros paralelos a la dirección de la carga.

La fuerza rotacional está definida por la siguiente ecuación:

$$P_i'' = \frac{e * P}{E_i}$$

Siendo:

$$E_i = \frac{\sum R_i * d_i^2}{R_i * d_i}$$

e = la excentricidad perpendicular a la acción de la fuerza P , no es más que la distancia entre el centro de rigidez y el centro de masa de toda la estructura.

D_i = es la distancia entre el centro de rigidez de toda la estructura y el centro de rigidez de cada muro.

Con lo anterior se puede expresar P_i'' de la siguiente manera:

$$P_i'' = \frac{R_i * d_i}{\sum R_i * d_i^2} * P e$$

Luego se debe calcular el momento, el cual se debe determinar en la base de cada nivel, tomando en cuenta las fuerzas que corresponden a las fuerzas de sismo de los niveles superiores por sus alturas correspondientes. Se utiliza para ello la siguiente expresión.

$$M_{base} = \sum P_i * h_i \quad \text{Si existieran niveles superiores}$$

Al igual que la fuerza de corte, el momento calculado se transmitirá a cada elemento de la estructura proporcionalmente a su rigidez, por lo que se debe de considerar el momento flexionante cuya expresión es:

$$M' = \frac{R}{\sum R} * M_{base}$$

Además, se debe considerar para cada elemento la torsión provocada por un sismo. Se calcula con la siguiente expresión.

$$M = P * h_{muro}$$

Siendo el momento actuante la sumatoria vectorial de los momentos M' y M'' , pero si la magnitud de esta es menor que la magnitud de alguno de sus factores, se debe colocar el momento mayor.

Limitaciones del análisis simple:

- Únicamente se pueden analizar estructuras de mampostería reforzada con no más de dos niveles.
- Plantas con no más de 30 muros en sentido X donde cada uno debe estar referido a un plano de coordenadas con distancias al eje X y Y.
- Plantas con no más de 30 muros en sentido Y donde cada uno debe estar referido a un plano de coordenadas con distancias al eje X y Y.

3.1.9.1. Integración de cargas

Para realizar la integración de cargas de la cubierta, se tomarán en cuenta la carga por peso de lámina galvanizada, carga por peso propio y carga de viento.

- Techo

- Carga muerta

Peso de lámina galvanizada calibre 26 0,82 lb/pie²

Peso propio de la armadura 2,00 lb/pie²

- Carga viva

Carga vertical equivalente de viento 18,00 lb/pie²

Carga total 20,82 lb/pie²

$$Techo = \frac{20,82lb}{pie^2} * \frac{1kg}{2,2lb} * \frac{3,28^2 pie^2}{1 m^2} = 101,81kg/m^2$$

- Viga

- Carga muerta

Dimensiones propuestas= 0,15*0,25

Peso de concreto= 2 400 kg/m³

Longitud de viga = 67,14 m

$$Viga = 0,15m * 0,25m * 67,14m * 2 400 \frac{kg}{m^3} = 6 042,60 kg$$

- Sobre carga y acabados

Acabados = 25 kg/m²

Tabiques = 70 kg/m²

Instalaciones = 25 kg/m²

Sobrecarga = 30 kg/m²

$$\text{Área} = 249,86\text{m}^2$$

$$W_{s y a} = 150\text{kg/m}^2 * 243,11\text{m}^2 = 36\ 466,50\text{kg}$$

- Muros

Muros = 150 kg/m²

Longitud de muros exteriores = 67,14

Altura de muros exteriores = 4,5

Área de ventanas exteriores = 29,86 m²

Área de puertas exteriores = 18,74 m²

$$Muros = (67,14\text{m} * 4,5\text{m} - 29,86\text{m}^2 - 18,74\text{m}^2) * 150\text{kg/m}^2 = 38\ 029,50\ \text{kg}$$

Longitud de muros interiores = 61,15

Altura de muros interiores = 3,00

Área de ventanas interiores = 1,47m²

Área de puertas interiores = 20,18m²

$$Muros = (61,15\text{m} * 3\text{m} - 1,47\text{m}^2 - 20,18\text{m}^2) * 150\text{kg/m}^2 = 24\ 270,00\ \text{kg}$$

$$Total\ Muros = 38\ 029,50\text{kg} + 24\ 270,00\ \text{kg} = 62\ 299,50\ \text{kg}$$

- Carga viva

$$Carga\ viva = 500kg/m^2 * 243,11m^2 = 121\ 555,00$$

3.1.9.2. Cálculo de cargas

$$Techo = 101,81kg/m^2 * 249,86m^2 = 25\ 438,25kg$$

$$Viga = 6\ 042,60\ kg$$

$$W_{s\ y\ a} = 36\ 466,50kg$$

$$Total\ Muros = 62\ 299,50\ kg$$

$$Carga\ viva = 121\ 555,00kg$$

$$Total\ de\ cargas = 251\ 801,85\ kg \rightarrow 251,8035\ Ton$$

3.1.9.3. Guía para establecer la estructura sismo resistente según AGIES

Esta es una guía propuesta por la Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (AGIES) para determinar la estructuración sismo resistente de una edificación e integrar el índice de calidad Q, para ello se debe cumplir con los siguientes requerimientos.

Todo edificio debe ser diseñado y construido para resistir un mínimo total de fuerza sísmica lateral; para este caso, dicha fuerza será resistida por medio de muros de corte (muros de mampostería reforzada).

- Las obras se clasifican en:
 - Obras críticas: son indispensables para el desenvolvimiento socio – económico de grandes sectores de la población; también se clasifican en esta categoría a las obras que al fallar pondrían en peligro a grandes cantidades de personas, como los puentes, centrales energéticas, entre otros.
 - Obras esenciales: este tipo de obras no pueden fallar durante o después de un desastre natural por lo que deben de mantenerse en funcionamiento durante y después del mismo, entre estas están: hospitales con instalaciones de emergencia, quirófanos, instalaciones de defensa civil, bomberos, policía y comunicaciones asociadas con la atención de desastres, instalaciones de captación y tratamiento de agua, puentes sobre carreteras de primer orden, entre otros.
 - Obras importantes: estas son aquellas que albergan o pueden afectar a gran número de personas, donde sus ocupantes estén restringidos a desplazarse, donde se presten servicios no esenciales después de un desastre, entre éstas están: edificios educativos y guarderías, edificaciones del estado no esenciales, hospitales, sanatorios y centros de salud públicos y privados, prisiones, museos, edificios mayores de 5 niveles o de 3 000 metros cuadrados de área interior como teatros, cines, templos, mercados, auditorios, restaurantes, o similares que alojen a más de 300 personas, aquí no se incluyen estacionamientos.

- Obras ordinarias: entre éstas están: viviendas, comercios, edificios industriales y agrícolas que por su tamaño, función o volumen no se pueden clasificar en otra categoría.
- Obras utilitarias: son las que no se diseñan para albergar personas pero que en un momento determinado pueden utilizarse para ello en períodos de tiempo no prolongados, en caso de duda se pueden clasificar como obras ordinarias.

Para el proyecto de rastro municipal aplica una obra ordinaria.

- Índice de sismicidad del sitio: es una medida relativa de la severidad esperada del sismo en una localidad. Para el efecto de esta norma el territorio de la república de Guatemala se divide en macrozonas de amenaza sísmica, teniendo una distribución geográfica por municipios. Se puede encontrar en el anexo A de AGIES NSE-2, página 58, que Santa Bárbara cuenta con:

$$zona = 4,2$$

$$I_0 = 4$$

Tabla XXVI. **Aceleraciones máximas efectivas para el sismo básico y para el sismo frecuente**

Zona	Lo	Ao	Af	Observaciones
2	2	0,15 g	0,15 g	Cuando sea necesario interpolar hacerlo sobre líneas norte-sur
3	3	0,15g a 0,40g	0,015 a 0,15g	
4,1	4	0,40 g	0,15 a 0,20 g	
4,2	4	0,40 g	0,20 g	

Fuente: AGIES. Norma NR-2. p. 12.

Para este proyecto de acuerdo a la tabla anterior se obtiene $A_o = 0,40$.

- Nivel de protección requerido: este no es más que una medida del grado de protección suministrado al público y a los usuarios de las obras contra riesgos derivados de las solicitaciones de carga y amenazas naturales. Este valor es determinado por el índice de sismicidad y la clasificación de la obra.

El nivel de protección hace énfasis en la necesidad de proyectar edificaciones con un control explícito de su deformación lateral, especialmente para sismos.

Tabla XXVII. **Nivel de protección requerido**

Índice de sismicidad	Clasificación de la obra				
	Crítica	Esencial	Importante	Ordinaria	Utilitaria
2	C2	C1	B	B	A
3	D	C2	C2	B	B
4	E	D	C2	C1	B
5	E	E	D	C2	C1
Nota	Ver clasificación de obra Ver índice de sismicidad				

Fuente: AGIES NR. *Norma – 2: 2000*. p. 8.

Para este proyecto se utilizará un nivel de protección C1

- Perfil del suelo:

Se definen 3 tipos de perfiles de suelos en AGIES NR-2 para poder establecer el espectro del sismo de diseño, los cuales son:

- Perfil del suelo S1, este debe satisfacer cualquiera de las siguientes condiciones, roca de cualquier clase, este material se caracteriza por tener velocidades de onda de corte mayores a 800 metros/segundo. Este es un suelo rígido cuyo basamento rocoso está a menos de 50 metros de profundidad, constituido por arenas, gravas densas o arcillas firmes.
- Perfil del suelo S2, este debe satisfacer cualquiera de las siguientes condiciones, suelo firme cuyo basamento rocoso está a más de 50 metros de profundidad, está conformado por suelos granulares densos, limos densos cenizas volcánicas o arcillas firmes. Generalmente son suelos firmes y estables cuyo perfil no se clasifica como S1 ni S3.
- Perfil del suelo S3, este debe satisfacer cualquiera de las siguientes condiciones, generalmente perfiles de suelo donde la velocidad de onda de corte del depósito es menor de 200 metros por segundo.

La clasificación en este caso será un perfil del suelo = S1 por ser una arcilla con arena y grava color café oscuro.

- Sistemas estructurales básicos: la estructura de una edificación se clasificará conforme a lo especificado en este inciso. Cada estructura o cada parte significativa de la misma se clasificarán, en cada dirección de análisis independientemente, en una de cinco posibles familias E1 a E5. En caso de no ser posible clasificarla, o en caso de duda, se clasificará como E6, "otro tipo".

- Sistema de cajón (E2): es un sistema estructural integrado con muros estructurales que soportan toda o casi toda la carga vertical. Las fuerzas sísmicas deben ser resistidas por los propios muros estructurales o por marcos arrostrados. Los muros y marcos deben estar unidos por diafragmas en el plano horizontal.
- Redundancia estructural: la redundancia estructural se verifica separadamente para cada dirección de análisis atendiendo al número de tramos, número de ejes estructurales y al número de muros en cada dirección, en caso de que dos ejes tienen diferente índice q1 o q2 se tomará el promedio de ambas.

Tabla XXVIII. **Redundancia estructural (q1)**

Número de tramos	Requisitos	Índice q1	
4 o más	Tramo menor > 0,75 tramo mayor	2,5	
	Tramo menor < 0,45 tramo mayor	+1,5	
3 tramos	Tramo menor > 0,75 tramo mayor	1,5	0,0
	Tramo menor < 0,45 tramo mayor		
2 tramos	Tramo menor > 0,75 tramo mayor	0,0	-2,5
	Tramo menor < 0,45 tramo mayor		
1 tramo	--	-3,0	
Ningún tramo	Es estructura tipo E5	--	

Fuente: AGIES NR. *Norma 3:2000*. p. 12.

Para relaciones intermedias a las indicadas se puede interpolar o tomar el índice menor. La longitud del tramo, para efectos de la comparación anterior, se define por conveniencia como el claro libre entre soportes consecutivos. Si dos soportes están acoplados por medio de un dintel, no se contará el dintel como uno de los tramos. Si dos soportes están acoplados con una viga o elemento

articulado en ambos extremos no se contará ese tramo, Si los marcos en una dirección dada tienen diferentes índices, el índice q, será el promedio aritmético de los índices de cada marco en esa dirección de análisis.

Tabla XXIX. **Número de ejes estructurales (q2)**

Número de tramos	Requisitos	Índice q2
5 o más	--	2,5
4 ejes	Smín > 0,70 Smáx	2,5
	Smín > 0,45 Smáx	0,0
3 ejes	Smín > 0,70 Smáx	0,0
	Smín > 0,45 Smáx	-2,5
1 o menos	--	-3,0

Fuente: AGIES NR. *Normas 3:2000*. p. 13.

- Presencia de muros o riostras (q3): Los sistemas de cajón el tienen un índice de calidad $q_3 = +2,5$. Es implícito en las estructuras con muros o riostras que debe haber diafragmas horizontales capaces de recolectar y transferir a los muros las demandas sísmicas en cada piso.
- Regularidad en planta (q4): Si se cumple que los diafragmas de todos los pisos sobre el nivel del suelo no tienen variaciones abruptas de rigidez se podrá asignarse un índice de calidad $q_4 = +2,5$ en cada dirección de análisis. Si ningún piso tiene planta regular, se asignará un índice $q_4 = -4,0$ en cada dirección de análisis. Las situaciones intermedias podrán interpolarse entre estos dos valores.

- Excentricidad en planta (q5): Si la distancia horizontal entre el centro de rigidez en cualquier nivel y el centro de masa de todos los niveles por arriba de dicho nivel no excede 0,30 veces la máxima dimensión de la planta se podrá asignar un índice de calidad $q5 = +5,0$ en cada dirección de análisis. Si no se cumple ninguno de los dos se asignará un índice de calidad $q5 = -8,0$ en cada dirección de análisis. No habrá interpolación entre estos dos valores.
- Regularidad vertical (q6): Si en todos los pisos de una estructura se cumple con los tres requisitos de la configuración de planta se podrá asignar un índice de calidad $q6 = +0,00$. Si no se cumple con alguno de los tres requisitos se asignará un índice de calidad $q6 = -12,0$. No habrá interpolación entre esos dos valores.
- Configuración vertical: para utilizar el método de análisis de la carga estática equivalente se deberá cumplir con los siguientes requisitos:
 - Los desplazamientos laterales o derivas de cada piso serán razonablemente proporcionales a la altura de ese piso sobre el nivel del suelo.
 - La rigidez de cualquiera de los entrepisos de la estructura deberá ser mayor o igual a la rigidez del correspondiente entrepiso inmediato superior.
 - Los tabiques, sillares y otros elementos secundarios o no estructurales no deberán contribuir a la rigidez lateral del entrepiso.

Tabla XXX. **Resumen datos para análisis sísmico**

Nombre de la edificación	Rastro Municipal, Finca Mocaya		
Clasificación de la obra	Ordinaria		
Índice de sismicidad de sitio	Zona= 4,2	I _o =4	
Nivel de protección requerido	C1		
Perfil del suelo	S2		
Aceleración máxima efectiva del terreno	0,40g		
Tipo de estructura	Sistema de cajón E1		
Descripción de la estructura			
Número de pisos bajo el suelo	0	Sobre el suelo	1
Altura total bajo el suelo	0	Sobre el suelo	4,5
Longitud X máx. bajo el suelo	0	Sobre el suelo	10,57
Longitud Y máx. bajo el suelo	0	Sobre el suelo	23
Configuración de la edificación	Dirección del análisis ambos		
	X	Y	
Redundancia estructural			
Número de tramos	q1=2,5	q1=+1,5	
Número de ejes estructurales	q2 = 2,50	q2 = 2,50	
Presencia de muros o riostras	q3 = 2,50	q3 = 2,50	
Configuración en planta			
Regularidad en planta	q4 = 2,50	q4 = 2,50	
Excentricidad en planta	q5 = 5	q5 = 5	

Fuente: elaboración propia, empleando de AGIES NR-3.p. 16.

Según lo desarrollado con anterioridad se procederá a realizar los cálculos correspondientes para llegar a conocer el corte basal que afecta al edificio.

- Cálculo del período fundamental de vibración T

$$T = T_e = \frac{0,09H_n}{\sqrt{L}}$$

Donde:

H_n = Altura del edificio

L = Longitud (x, y)

- En eje x

$$T = \frac{0,09 * 4,5}{\sqrt{10,57}} = 0,1246$$

- En eje y

$$T = \frac{0,09 * 4,5}{\sqrt{23}} = 0,0844$$

- Cálculo de periodo de vibración T_A y T_B

Tabla XXXI. **Tipos de suelos**

	S1	S2	S3
TA	0,12	0,12	0,12
TB	0,4	0,52	0,74

Fuente: ÁLVAREZ HAASE, Ricardo Augusto. *Programas para análisis de estructuras de mampostería reforzada por lo métodos simplista y realista*. p. 52.

Tipo de suelo S1 da como resultado $T_A=0,12$ $T_B=0,40$

- Cálculo de función de ampliación dinámica

Condición	Función de ampliación dinámica
$T < T_A$	$D(T) = 1 + 1,5 T / T_A$
$T_A < T < T_B$	$D(T) = 2,5$
$T > T_B$	$D(T) = 2,5 (T_B / T)^{0,67}$

- En eje x

$$D(T) = 2,5$$

- En eje y

$$D(T) = 1 + 1,5T/T_A$$

$$D(T) = 1 + 1,5 * \frac{0,0844}{0,12} = 2,06$$

- Cálculo de la demanda sísmica de diseño:

$$s_a * T = A_0 * D(T)$$

- En eje x

$$s_a * T = 0,40 * 2,5 = 1$$

- En eje y

$$s_a * T = 0,40 * 2,06 = 0,82$$

- Cálculo del factor de reducción de respuesta sísmica "R"

Tabla XXXII. **Factor de reducción de respuesta sísmica**

Tipo de estructura	C	Sistema vertical sismo resistente	Factor Ro
Sistema de cajón	E2	Con muros estructurales de:	
		Mampostería reforzada	2,50
		Concreto reforzado	3,50
		Mampostería sin refuerzo	1,00
		Mampostería reforzada interiormente	1,70
		Madera	4,00
		Marcos arriostrados	3,00

Fuente: AGIES NR. Norma 3, 2000. p. 6.

$$R = 1,2 * R_o * Q \qquad Q = 1 + 0,1 * \sum q_i$$

- En eje x
 - $Q = 1 + 0,1 * (2,5 + 2,5 + 2,5 + 2,5 + 5 + 0)$
 - $Q = 2,5$
- En eje Y
 - $Q = 1 + 0,1 * (1,5 + 2,5 + 2,5 + 2,5 + 5 + 0)$
 - $Q = 2,4$
- En eje x $R = 1,2 * 2,5 * 2,5 = 7,5$
- En eje y $R = 1,2 * 2,5 * 2,4 = 7,2$

- Cálculo de coeficiente sísmico

$$C_s = \frac{S_a * T}{R}$$

- En eje x

$$C_{sx} = \frac{1}{7,5} = 0,13$$

- En eje y

$$C_{sy} = \frac{0,82}{7,2} = 0,11$$

3.1.9.4. Corte basal

El rastro se considera fijo en la base y se diseñará en cada dirección de análisis para resistir como mínimo el cortante basal estático equivalente (V_B) de acuerdo con la siguiente expresión:

$$V_B = C_s * W_s$$

Donde:

C_s = coeficiente sísmico de diseño

W_s = peso de la parte de la edificación capaz de generar fuerzas inerciales que distribuyan al cortante basal.

$$W_s = 251\,801,85 \text{ kg} \rightarrow 251,80 \text{ Ton}$$

- En eje x

$$V_{Bx} = 0,13 * 251\ 801,85\ kg = 32\ 734,24\ kg$$

$$V_{Bx} = 0,13 * 251,80\ ton = 32,73\ ton$$

- En eje Y

$$V_{By} = 0,11 * 251\ 801,85\ kg = 27\ 698,20\ kg$$

$$V_{By} = 0,11 * 251,80\ ton = 27,70\ ton$$

3.1.9.5. Distribución de la fuerza de sismos

La fuerza de sismo deberá ser distribuida por cada piso, esto servirá para saber las fuerzas y momentos que estarán actuando en cada muro de corte, y así poder diseñarlos.

$$F = V * \frac{w_i * h_i}{\sum_{i=0}^n w_i * h_i}$$

$$V_{Bx} = 32,73\ ton \quad F_x = V_x * \frac{w_x * h_x}{\sum_{i=0}^n w_x * h_x}$$

$$V_{By} = 27,70\ ton \quad F_y = V_Y * \frac{w_y * h_y}{\sum_{i=0}^n w_y * h_y}$$

Tabla XXXIII. **Fuerza de sismo**

Distribución de la fuerza de sismo								
			Eje X			Eje Y		
Nivel	Wi (Ton)	Hi(m)	Wi*Hik (ton-m)	Fx (Ton)	Fx acumulado	Wi*Hik	Fy (Ton)	Fy acumulado
Techo	25,44	4,50	114,48	32,73	32,73	114,48	27,70	27,70
1ro.	226,36	0,00	0,00	0,00	32,73	0,00	0,00	27,70
Sumatorias			114,48			114,48		

Fuente: elaboración propia.

$$F_x = 32,73 \text{ Ton}$$

$$F_y = 27,70 \text{ Ton}$$

3.1.9.6. **Cálculo de momentos**

Las fuerzas laterales generadas por vientos o por sismo pueden generar grandes momentos de volteo sobre las estructuras. Si el momento de volteo es lo suficientemente grande puede sobre pasar la carga muerta de la estructura e inducir tensiones en los extremos de los muros de corte.

Puede también causar grandes fuerzas de compresión que pueden requerir un aumento en la resistencia específica de la mampostería ($f'm$) que se pretende utilizar, llegando a ser necesario un aumento en el acero de refuerzo o un aumento en el ancho de las unidades de mampostería.

Tabla XXXIV. **Momentos**

Momento de volteo										
	Eje X					Eje Y				
Nivel	Fi (Ton)	Hi (m)	Fi*Hi	(Hi- Hx)	Mvx (Ton- m)	Fi (Ton)	Hi (m)	Fi*Hi	(Hi- Hx)	MvY (Ton- m)
Techo	32,73	4,50	147,29	0,00	0,00	27,70	4,50	124,65	0,00	0,00
1ro.	0,00	0,00	0,00	4,50	147,29	0,00	0,00	0,00	4,50	124,65
	Sumatorias		147,29				124,65			

Fuente: elaboración propia.

$$Mv_x = 147,28 \text{ Ton} - M$$

$$Mv_y = 124,65 \text{ Ton} - M$$

3.1.9.7. Solución por método simplista

Primero se deben numerar los muros verticales y horizontales de la estructura para ambos niveles, tal como se muestra en los planos siguientes, considerando que no se toman los vanos de puertas y ventanas.

A continuación, se presenta la tabla en la cual muestra las longitudes de los muros estructurales que se utilizaran para el diseño del análisis de mampostería del rastro municipal.

Tabla XXXV. **Distribución de muros estructurales**

Muro (x)	Longitud (m)	Muro (y)	Longitud (m)
1	2,70	a	0,80
2	2,70	b	0,80
3	2,70	c	0,15
4	2,70	d	4,18
5	2,70	e	1,40
6	2,70	f	7,03
7	2,70	g	2,45
8	1,65	h	2,45
9	2,30	i	2,48
10	1,08	j	0,95
11	1,17	k	0,78
12	3,35	l	2,48
13	2,45	m	2,45
14	0,78	n	2,45
15	0,78	ñ	1,50
		o	1,28
		p	1,50
		q	1,50
		r	4,15
		s	4,15
		t	1,37
		u	0,20
		v	0,20
		w	0,20
		x	0,20
		y	0,93
		z	0,15

Fuente: elaboración propia.

3.1.9.8. Localización de centro de masa

El centro de masa es el punto matemático donde se asume que todo el peso o masa de la estructura se ha de concentrar. Se obtiene por medio del cálculo de momentos desde un punto base hacia cada una de las longitudes de los elementos y dividiéndola por la suma de todos los momentos por la longitud total de los mismos.

Tabla XXXVI. **Cálculo de centro de masa de la estructura, sentido X**

Muro	Longitud	Distancia X al eje Y	Distancia Y	L*X	L*Y
1	2,70	9,15	0,00	24,71	0,00
2	2,70	9,15	3,40	24,71	9,18
3	2,70	9,15	5,25	24,71	14,18
4	2,70	9,15	6,80	24,71	18,36
5	2,70	9,15	10,2	24,71	27,54
6	2,70	9,15	13,4	24,71	36,18
7	2,70	9,15	16,6	24,71	44,82
8	1,65	2,41	0,00	3,98	0,00
9	2,30	5,77	18,83	13,27	43,31
10	1,08	4,16	21,48	4,49	23,20
11	1,17	0,59	0,00	0,69	0,00
12	3,35	1,60	18,83	5,36	63,08
13	2,45	1,19	21,48	2,92	52,63
14	0,78	2,93	22,85	2,29	17,82
15	0,78	0,39	22,85	0,30	17,82
Σ	32,46			206,27	368,12

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVII. Cálculo de centro de masa de la estructura sentido Y

Muro	Longitud	Distancia X al eje Y	Distancia Y al eje X	L*X	L*Y
a	0,80	10,42	0,36	8,34	0,29
b	0,80	10,42	3,07	8,34	2,46
c	0,15	10,42	5,25	1,56	0,79
d	4,18	10,42	8,85	43,56	36,99
e	1,40	10,42	13,40	14,59	18,76
f	7,03	10,42	19,38	73,25	136,24
g	2,45	9,07	12,21	22,22	29,91
h	2,45	9,07	15,41	22,22	37,75
i	2,48	7,87	1,20	19,52	2,98
j	0,95	7,87	3,84	7,48	3,65
k	0,78	7,87	5,60	6,14	4,37
l	2,48	7,87	8,00	19,52	19,84
m	2,45	7,87	11,39	19,28	27,91
n	2,45	7,87	14,59	19,28	35,75
o	1,28	7,87	19,39	10,07	24,82
p	1,50	7,87	22,15	11,81	33,23
q	1,50	6,47	22,15	9,71	33,23
r	4,15	4,66	20,85	19,34	86,53
s	4,15	3,20	20,85	13,28	86,53
t	1,37	0,00	0,69	0,00	0,95
u	0,20	0,00	3,40	0,00	0,68
v	0,20	0,00	6,80	0,00	1,36
w	0,20	0,00	10,20	0,00	2,04
x	0,20	0,00	13,40	0,00	2,68
y	0,93	0,00	16,97	0,00	15,78
z	0,15	0,00	19,92	0,00	2,99
ñ	1,50	0,00	22,18	0,00	33,27
Σ	48,18			349,51	681,78

Fuente: elaboración propia.

$$C_{mx} = \frac{\sum(L * X)}{\sum L} = \frac{206,27 + 349,51}{32,46 + 48,18} = 6,89$$

$$C_{my} = \frac{\sum(L * Y)}{\sum L} = \frac{368,12 + 681,78}{32,46 + 48,18} = 13,02$$

3.1.9.9. Localización de centro de rigidez

El centro de rigidez es el punto matemático que concentra toda la rigidez del sistema en el nivel del sistema que se esté analizando. Es el eje por el cual el centro de masa y las fuerzas laterales suelen rotar.

La rigidez está relacionada con la deformación de la edificación ante la acción de las cargas. La estructura deberá tener suficiente cantidad de elementos para que la deformación lateral no sea excesiva.

$$R = \frac{1}{\Delta}$$

Donde la deflexión es definida como la suma de deflexiones por flexión, más la deflexión por corte.

Si el muro está en voladizo se deberá de usar la fórmula que está dada a continuación:

$$\Delta_{voladizo} = \frac{P}{E_m * t} * \left[\left(\frac{h}{d} \right)^3 + 3 * \left(\frac{h}{d} \right) \right]$$

Si el muro esta empotrado se debe usar la fórmula que está dada a continuación:

$$\Delta_{empotrado} = \frac{P}{E_m * t} * \left[4 * \left(\frac{h}{d} \right)^3 + 3 * \left(\frac{h}{d} \right) \right]$$

Tabla XXXVIII. **Cálculo del centro de rigidez de la estructura en Y**

Muro	Longitud (m)	h/l	Rigidez (muro t=14)	Distancia X	Distancia Y	L*X	L*Y	R*X	R*Y
1	2,70	1,67	1,4482	9,15	0,00	24,71	0,00	-----	0,00
2	2,70	1,11	2,9802	9,15	3,40	24,71	9,18	-----	10,13
3	2,70	1,11	2,9802	9,15	5,25	24,71	14,18	-----	15,65
4	2,70	1,11	2,9802	9,15	6,80	24,71	18,36	-----	20,27
5	2,70	1,11	2,9802	9,15	10,20	24,71	27,54	-----	30,40
6	2,70	1,11	2,9802	9,15	13,40	24,71	36,18	-----	39,93
7	2,70	1,11	2,9802	9,15	16,60	24,71	44,82	-----	49,47
8	1,65	2,73	0,4906	2,41	0,00	3,98	0,00	-----	0,00
9	2,30	1,30	2,2962	5,77	18,83	13,27	43,31	-----	43,24
10	1,08	2,78	0,4694	4,16	21,48	4,49	23,20	-----	10,08
11	1,17	3,85	0,2040	0,59	0,00	0,69	0,00	-----	0,00
12	3,35	0,90	4,0828	1,60	18,83	5,36	63,08	-----	76,88
13	2,45	1,22	2,5567	1,19	21,48	2,92	52,63	-----	54,92
14	0,78	5,77	0,0669	2,93	22,85	2,29	17,82	-----	1,53
15	0,78	5,77	0,0669	0,39	22,85	0,30	17,82	-----	1,53
Σ			29,5629						354,03

Fuente: elaboración propia.

$$CR_y = \frac{\sum(R * Y)}{\sum RY} = \frac{354,03}{29,56} = 11,98$$

Tabla XXXIX. Cálculo del centro de rigidez de la estructura en X

Muro	Longitud (m)	h/l	Rigidez (muro t=14)	Distancia X	Distancia Y	L*X	L*Y	R*X	R*Y
a	0,80	5,63	0,0717	10,42	0,36	8,34	0,29	0,75	-----
b	0,80	5,63	0,0717	10,42	3,07	8,34	2,46	0,75	-----
c	0,15	30,00	0,0005	10,42	5,25	1,56	0,79	0,01	-----
d	4,18	1,08	3,1113	10,42	8,85	43,56	36,99	32,42	-----
e	1,40	3,21	0,3278	10,42	13,40	14,59	18,76	3,42	-----
f	7,03	0,64	6,4157	10,42	19,38	73,25	136,24	66,85	-----
g	2,45	1,22	2,5567	9,07	12,21	22,22	29,91	23,19	-----
h	2,45	1,22	2,5567	9,07	15,41	22,22	37,75	23,19	-----
i	2,48	1,21	2,5918	7,87	1,20	19,52	2,98	20,40	-----
j	0,95	3,16	0,3412	7,87	3,84	7,48	3,65	2,69	-----
k	0,78	3,85	0,2040	7,87	5,60	6,14	4,37	1,61	-----
l	2,48	1,21	2,5918	7,87	8,00	19,52	19,84	20,40	-----
m	2,45	1,22	2,5567	7,87	11,39	19,28	27,91	20,12	-----
n	2,45	1,22	2,5567	7,87	14,59	19,28	35,75	20,12	-----
o	1,28	2,34	0,7059	7,87	19,39	10,07	24,82	5,56	-----
p	1,50	2,00	1,0000	7,87	22,15	11,81	33,23	7,87	-----
q	1,50	2,00	1,0000	6,47	22,15	9,71	33,23	6,47	-----
r	4,15	0,72	5,5265	4,66	20,85	19,34	86,53	25,75	-----
s	4,15	0,72	5,5265	3,20	20,85	13,28	86,53	17,68	-----
t	1,37	3,28	0,3102	0,00	0,69	0,00	0,95	0,00	-----
u	0,20	22,50	0,0012	0,00	3,40	0,00	0,68	0,00	-----
v	0,20	22,50	0,0012	0,00	6,80	0,00	1,36	0,00	-----
w	0,20	22,50	0,0012	0,00	10,20	0,00	2,04	0,00	-----
x	0,20	22,50	0,0012	0,00	13,40	0,00	2,68	0,00	-----
y	0,93	4,84	0,1095	0,00	16,97	0,00	15,78	0,00	-----
z	0,15	30,00	0,0005	0,00	19,92	0,00	2,99	0,00	-----
ñ	1,50	3,00	0,3889	0,00	22,18	0,00	33,27	0,00	-----
Σ			40,5271					299,25	

Fuente: elaboración propia.

$$CR_x = \frac{\sum(R * X)}{\sum RX} = \frac{299,25}{40,5271} = 7,38$$

3.1.9.10. Resultados de análisis

- Centro de masas de muros:

$$C_{mx} = \frac{\sum(L * X)}{\sum L} = \frac{206,27 + 349,51}{32,46 + 48,18} = 6,89$$

$$C_{my} = \frac{\sum(L * Y)}{\sum L} = \frac{368,12 + 681,78}{32,46 + 48,18} = 13,02$$

- Centro de rigidez de muros:

$$CR_x = \frac{\sum(R * X)}{\sum RX} = \frac{299,25}{40,5271} = 7,38$$

$$CR_y = \frac{\sum(R * Y)}{\sum RY} = \frac{354,03}{29,56} = 11,98$$

- Cálculo de excentricidad con respecto al centro de rigidez

$$e'x = |x_{cr} - x_{cm}|$$

$$e'x = |7,38 - 6,89| = 0,49$$

$$e'y = |11,98 - 13,02| = 1,04$$

- Excentricidad mínima = 5 por ciento de la dimensión perpendicular a la fuerza aplicada.

$$\text{Sentido X} = 0,05 * 23 = 1,15 \text{ metros}$$

$$\text{Sentido Y} = 0,05 * 10,57 = 0,53 \text{ metros}$$

- Excentricidad accidental

$$e_x = |x_{cr} - x_{cm}| \pm 0,05 * b$$

$$e_x = |7,38 - 6,89| + 0,05 * 23 = 1,64$$

$$e_x = |7,38 - 6,89| - 0,05 * 23 = -0,66$$

$$e_y = |11,98 - 13,02| + 0,05 * 10,57 = 1,57$$

$$e_x = |11,98 - 13,02| - 0,05 * 10,57 = 0,51$$

A continuación, se presentan dos tablas en las que se presentan los resultados finales del análisis de mampostería. Se muestran los resultados de las fuerzas y momentos en los cuales estarán afectados los muros.

Tabla XL. Resultados análisis de mampostería, método simplista x-x

Corte = 2v
 ey=e'y+eminy
 Momento torsión
 Momento de volteo
 ycr
 dy=y-ycr

97,08
 1,57
 76,2078
 218,43
 11,98

e'y
 eminy
 v

1,04
 0,53
 209,08

Muro	Rigidez (muro t=14)	Distancia Y	dy	R*dy	R*d ² y	f _v (ton)	f _t (ton)	F=FV+FT	M _{vi} (ton-m)	M _{ti} (ton-m)	M _{dis} (M _{vi} +M _{ti})
1	1,4482	0,00	11,98	17,35	207,85	4,76	-0,94	4,76	10,70	-4,23	10,70
2	2,9802	3,40	8,58	25,57	219,39	9,79	-1,38	9,79	22,02	-4,15	22,02
3	2,9802	5,25	6,73	20,06	134,98	9,79	-1,08	9,79	22,02	-3,25	22,02
4	2,9802	6,80	5,18	15,44	79,97	9,79	-0,84	9,79	22,02	-2,51	22,02
5	2,9802	10,20	1,78	5,30	9,44	9,79	-0,29	9,79	22,02	-0,86	22,02
6	2,9802	13,40	1,42	4,23	6,01	9,79	0,23	10,02	22,02	0,69	22,71
7	2,9802	16,60	4,62	13,77	63,61	9,79	0,74	10,53	22,02	2,23	24,25
8	0,4906	0,00	11,98	5,88	70,41	1,61	-0,32	1,61	3,62	-1,43	3,62
9	2,2962	18,83	6,85	15,73	107,74	7,54	0,85	8,39	16,97	2,55	19,52
10	0,4694	21,48	9,50	4,46	42,36	1,54	0,24	1,78	3,47	0,72	4,19
11	0,2040	0,00	11,98	2,44	29,28	0,67	-0,13	0,67	1,51	-0,59	1,51
12	4,0828	18,83	6,85	27,97	191,58	13,41	1,51	14,92	30,17	4,54	34,71
13	2,5567	21,48	9,50	24,29	230,74	8,40	1,31	9,71	18,89	3,94	22,83
14	0,0669	22,85	10,87	0,73	7,90	0,22	0,04	0,26	0,49	0,18	0,67
15	0,0669	22,85	10,87	0,73	7,90	0,22	0,04	0,26	0,49	0,18	0,67
Σ	29,5629				1409,16				218,43		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLI. Resultados análisis de mampostería, método simplista y-y.

Corte = 2v	82,14	e'x	0,49
ex=e'x+eminy	1,64	eminy	1,15
Momento torsión	67,3548	v	41,07
Momento de volteo	184,82		
Xcr	7,38		
dx=x-xcr			

Muro	Rigidez (muro t=14)	Distancia X	dx	R*dx	$R\tilde{d}x^2$	fv(ton)	ft(ton)	F=V+FT	M vi(ton- m)	M ti(ton- m)	Mdis (Mvi+Mti)
a	0,0717	10,42	3,0400	0,220	0,6600	0,1453	0,0506	0,1959	0,3270	0,2277	0,5547
b	0,0717	10,42	3,0400	0,220	0,6600	0,1453	0,0506	0,1959	0,3270	0,2277	0,5547
c	0,0005	10,42	3,0400	0,002	0,0046	0,0010	0,0003	0,0013	0,0023	0,0014	0,0037
d	3,1113	10,42	3,0400	9,460	28,7500	6,3060	2,1775	8,4835	14,1888	9,7988	23,9876
e	0,3278	10,42	3,0400	1,000	3,0300	0,6644	0,2302	0,8946	1,4949	1,0359	2,5308
f	6,4157	10,42	3,0400	19,500	59,2900	13,0033	4,4886	17,4919	29,2582	20,1987	49,4569
g	2,5567	9,07	1,6900	4,320	7,3000	5,1819	0,9944	6,1763	11,6596	2,9832	14,6428
h	2,5567	9,07	1,6900	4,320	7,3000	5,1819	0,9944	6,1763	11,6596	2,9832	14,6428
i	2,5918	7,87	0,4900	1,270	0,6200	5,2530	0,2923	5,5453	11,8197	0,8769	12,6966
j	0,3412	7,87	0,4900	0,170	0,0800	0,6915	0,0391	0,7306	1,5560	0,1173	1,6733
k	0,2040	7,87	0,4900	0,100	0,0500	0,4135	0,0230	0,4365	0,9303	0,0690	0,9993
l	2,5918	7,87	0,4900	1,270	0,6200	5,2530	0,2923	5,5453	11,8197	0,8769	12,6966
m	2,5567	7,87	0,4900	1,250	0,6100	5,1819	0,2877	5,4696	11,6596	0,8631	12,5227
n	2,5567	7,87	0,4900	1,250	0,6100	5,1819	0,2877	5,4696	11,6596	0,8631	12,5227
o	0,7059	7,87	0,4900	0,350	0,1700	1,4307	0,0806	1,5113	3,2192	0,2418	3,4610
p	1,0000	7,87	0,4900	0,490	0,2400	2,0268	0,1128	2,1396	4,5604	0,3384	4,9000
q	1,0000	6,47	0,9100	0,910	0,8300	2,0268	-0,2095	2,0268	4,5604	-0,6285	4,5604
r	5,5265	4,66	2,7200	15,030	40,8900	11,2011	-3,4596	11,2011	25,2031	-10,3788	25,2031
s	5,5265	3,20	4,1800	23,100	96,5600	11,2011	-5,3172	11,2011	25,2031	-15,9516	25,2031
t	0,3102	0,00	7,3800	2,290	16,8900	0,6287	-0,5271	0,6287	1,4146	-2,3720	1,4146
u	0,0012	0,00	7,3800	0,010	0,0700	0,0024	-0,0023	0,0024	0,0055	-0,0104	0,0055
v	0,0012	0,00	7,3800	0,010	0,0700	0,0024	-0,0023	0,0024	0,0055	-0,0104	0,0055
w	0,0012	0,00	7,3800	0,010	0,0700	0,0024	-0,0023	0,0024	0,0055	-0,0104	0,0055
x	0,0012	0,00	7,3800	0,010	0,0700	0,0024	-0,0023	0,0024	0,0055	-0,0104	0,0055
y	0,1095	0,00	7,3800	0,810	5,9600	0,2219	-0,1864	0,2219	0,4994	-0,8388	0,4994
z	0,0005	0,00	7,3800	0,004	0,0300	0,0010	-0,0009	0,0010	0,0023	-0,0041	0,0023
ñ	0,3889	0,00	7,3800	2,870	21,1800	0,7882	-0,6606	0,7882	1,7735	-2,9727	1,7735
Σ	40,5271				292,6146				184,8203		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLII. **Resumen de fuerza y momento aplicado en cada muro y-y**

Muro	F Toneladas	F (kilogramos)	M (Ton- m)	M (kg-m)
a	0,1959	195,90	0,5547	554,70
b	0,1959	195,90	0,5547	554,70
c	0,0013	1,30	0,0037	3,70
d	8,4835	8 483,50	23,9876	23 987,60
e	0,8946	894,60	2,5308	2 530,80
f	17,4919	17 491,90	49,4569	49 456,90
g	6,1763	6 176,30	14,6428	14 642,80
h	6,1763	6 176,30	14,6428	14 642,80
i	5,5453	5 545,30	12,6966	12 696,60
j	0,7306	730,60	1,6733	1 673,30
k	0,4365	436,50	0,9993	999,30
l	5,5453	5 545,30	12,6966	12 696,60
m	5,4696	5 469,60	12,5227	12 522,70
n	5,4696	5 469,60	12,5227	12 522,70
o	1,5113	1 511,30	3,4610	3 461,00
p	2,1396	2 139,60	4,9000	4 900,00
q	2,0268	2 026,80	4,5604	4 560,40
r	11,2011	11 201,10	25,2031	25 203,10
s	11,2011	11 201,10	25,2031	25 203,10
t	0,6287	628,70	1,4146	1 414,60
u	0,0024	2,40	0,0055	5,50
v	0,0024	2,40	0,0055	5,50
w	0,0024	2,40	0,0055	5,50
x	0,0024	2,40	0,0055	5,50
y	0,2219	221,90	0,4994	499,40
z	0,0010	1,00	0,0023	2,30
	0,7882	788,20	1,7735	1 773,50

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIII. **Resumen de fuerza y momento aplicado en cada muro x-x**

Muro	F Toneladas	F (kilogramos)	M (Ton-m)	M (kg-m)
1	4,76	4760	10,70	10700
2	9,79	9790	22,02	22020
3	9,79	9790	22,02	22020
4	9,79	9790	22,02	22020
5	9,79	9790	22,02	22020
6	10,02	10020	22,71	22710
7	10,53	10530	24,25	24250
8	1,61	1610	3,62	3620
9	8,39	8390	19,52	19520
10	1,78	1780	4,19	4190
11	0,67	670	1,51	1510
12	14,92	14920	34,71	34710
13	9,71	9710	22,83	22830
14	0,26	260	0,67	670
15	0,26	260	0,67	670

Fuente: elaboración propia.

3.1.9.11. Esfuerzos admisibles

A continuación, se hará el cálculo de los esfuerzos admisibles de los muros de mampostería, estos esfuerzos servirán para compararlos con los esfuerzos actuantes en cada muro y así poder realizar un diseño óptimo para el rastro.

3.1.9.11.1. Cálculo de máximo esfuerzo axial permitido

Según el AGIES este se define como el esfuerzo axial en los muros de mampostería con refuerzo interior, en kilogramos por centímetro cuadrado, el cual no deberá exceder al valor calculado con la siguiente fórmula:

$$F_a = 0,20 * f'_m \left[1 - \frac{(h)^3}{40t} \right]$$

Donde:

F_a : esfuerzo axial de compresión en el muro de mampostería

f'_m : resistencia a la compresión de la mampostería

t: espesor del muro

h: altura libre del muro

Sustituyendo datos obtenemos:

$$F_a = 0,50 * 0,20 * 70 \text{ kg/cm}^2 \left[1 - \frac{(450\text{cm})^3}{40 * 14\text{cm}} \right]$$

$$F_a = 5,86 \text{ kg/cm}^2$$

3.1.9.11.2. Cálculo de esfuerzo flexionante máximo permitido

Según el AGIES, este se define como el esfuerzo de compresión producido por la flexión, en kilogramos por centímetro cuadrado, el cual no deberá exceder al valor obtenido con:

$$F_b = 0,33 * f'_m$$

$$F_b = 0,5 * 0,33 * 70\text{kg/cm}^2$$

$$F_b = 11,55 \text{ kg/cm}^2$$

3.1.9.11.3. Cálculo de esfuerzo a corte

El esfuerzo de corte en muros producido por fuerzas laterales, en kg/cm^2 , no deberá de exceder al valor calculado de acuerdo con.

$$f_v = 0,3 * \sqrt{f'_m}$$
$$f_v = 0,5 * 0,3 * \sqrt{70kg/cm^2}$$
$$f_v = 1,26 kg/cm^2$$

3.1.9.11.4. Cálculo de esfuerzo de tensión

El esfuerzo de tensión en las barras de acero de refuerzo, en kg/cm^2 , no deberá exceder al valor indicado en.

$$f_s = 0,4 * f_y$$
$$f_s = 0,4 * 2810kg/cm^2$$
$$f_s = 1124kg/cm^2$$

3.1.10. Diseño de mampostería

La mampostería es un sistema constructivo en el que se ensambla un levantado vertical de unidades o piezas que se unen entre ellas con un mortero de liga, con refuerzo que está concentrado en elementos verticales y horizontales de concreto el cual se denomina muros confinados que conforman una estructura que se techa de diversas formas.

Las unidades de mampostería consideradas en el diseño de dicho proyecto incluyen bloques de concreto huecos y sólidos. La resistencia de las

unidades de mampostería se determinará conforme a la siguiente norma COGUANOR (Comisión Guatemalteca de Normas) para muros, NTG 41054; esta define 3 clases de bloque A, B, C en lo referente a calidad, dimensiones, absorciones y clasificación por resistencia.

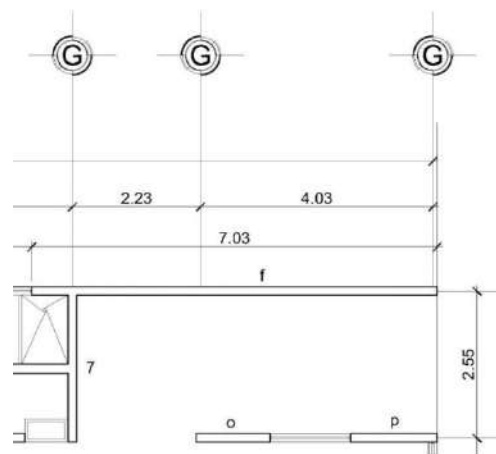
Se utilizará block tipo B con dimensiones de 0,14 x 0,19 x 0,39 m.

El método aceptado en este proyecto para el diseño de muros confinados es el método de esfuerzos de trabajo, o también llamado esfuerzos de servicio, aun cuando se incluya las fuerzas de origen sísmico.

3.1.10.1. Diseño de muros críticos

Los muros críticos en este caso son los muros "F" y "12", teniendo ya los esfuerzos admisibles para mampostería, se procede a realizar el cálculo de los esfuerzos actuantes, con los datos que el análisis simplista dio como resultado.

Figura 12. Muro critico F



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

- Cálculo del esfuerzo axial actuante (f_a)

$$Techo = 25\,438,25kg * \frac{7,03m}{67,14m} = 2\,663,55\,kg$$

$$Viga = 6\,042,60kg * \frac{7,03m}{67,14m} = 632,7\,kg$$

$$WS\ y\ AC = \frac{150kg}{M^2} * (7,03 * 4,5) = 4\,745,25\,kg$$

$$Muro = \frac{150kg}{M^2} * (7,03 * 4,5) = 4\,745,25\,kg$$

$$CV = 243\,110kg * \frac{7,03m}{67,14m} = 25\,455,21\,kg$$

$$W_u = 1,4\,CM + 1,7\,CV$$

$$WU = 1,4 * 12\,786,75 + 1,7 * 12\,727,61 = 39\,538,39$$

$$f_a = \frac{w_u}{t * b} = \frac{39\,538,39}{14 * 703} = 4,02$$

- Cálculo de corte unitario (f_v) y esfuerzo flexionante (f_b)

$$f_v = \frac{F}{t * L}$$

$$f_v = \frac{17\,491,90}{14 * 703} = 1,77\,kg/cm^2$$

$$f_b = \frac{Mc}{I} = \frac{6MY}{t * L^2}$$

$$f_b = \frac{6 * 49,46 * 1\,000 * 100}{14 * 703^2} = 4,29kg/cm^2$$

Valores calculados con anterioridad:

$$F_a = 5,86 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_b = 11,55 \text{ kg/cm}^2$$

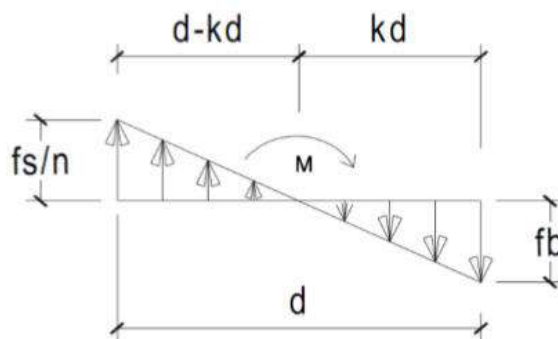
$$f_v = 1,26 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_s = 1124 \text{ kg/cm}^2$$

$$fb = \left(1,33 - \frac{fa}{Fa}\right) * fb$$

$$fb = \left(1,33 - \frac{4,02}{5,86}\right) * 11,55 = 7,44$$

Figura 13. **Relación modular**



Fuente: elaboración propia

$$n = \frac{Es}{Em} = \frac{2,1E6}{750} * 70 = 40$$

$$\frac{fs}{n} = \frac{1124}{40} = 28,10$$

Mediante relación de triángulos obtenemos:

$$\frac{40}{7,03 - 7,03k} = \frac{7,71}{7,03k}$$

$$k = 0,1616$$

$$J = 1 - \frac{k}{3} = 1 - \frac{0,1616}{3} = 0,9461$$

Determinación de acero mínimo:

$$As_{\text{mínimo en columnas}} = 0,0007 * b * h$$

$$As_{\text{mínimo en soleras}} = 0,015 * b * h$$

$$AS_{\text{mínimo}} = 0,0007 * b * h = 0,0007 * 14 * 703 = 6,89$$

Determinación de acero requerido:

$$AS_{\text{requerido}} = \frac{M}{f_s * j * d}$$

$$AS_{\text{requerido}} = \frac{49,46 * 1\,000 * 100}{1\,124 * 0,95 * 703} = 6,59 \text{ cm}^2$$

$$AS_{\text{mín}} > AS_{\text{requerido}}$$

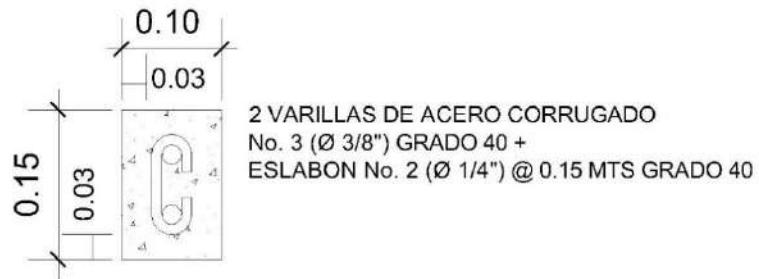
Se colocarán 3 columnas tipo 2 y 1 columna tipo 3.

Figura 14. **Columna tipo 2**



Fuente: elaboración propia, empleando de AGIES NSE-7,4. y ACI cap.7.

Figura 15. **Columna tipo 3**



Fuente: elaboración propia empleando de AGIES NSE-7,4. y ACI cap.7.

$$\text{Área de acero total en el muro} = 4 * 0,72 * 3 + 2 * 0,72 = 10,08 \text{ cm}^2$$

3.1.10.2. **Diseño de columnas**

Es un elemento estructural que se usa principalmente para resistir carga axial de compresión. Las dimensiones mínimas aceptables de elementos de concreto para el refuerzo vertical son:

- En el sentido normal al muro: no menos que el espesor del muro
- En el otro sentido: refuerzos con armado de 4 barras o más: no menos que el espesor del muro. Refuerzos con armado de 2 barras: 100 mm.

Los muros confinados de mampostería deberán reforzarse verticalmente con un área de acero no menor que 0,0007 veces el área de su sección transversal.

Tipo A para edificaciones de un nivel, y refuerzo vertical tipo B. El refuerzo tipo B está indicado únicamente en los vanos de puertas y ventanas. La separación de los estribos, tanto para los refuerzos tipo A y tipo B, no excederá de 1,5 veces la menor dimensión del refuerzo vertical ni de 200 mm.

Tabla XLIV. **Refuerzo vertical mínimo para edificaciones de un nivel**

No. Del nivel	Refuerzo vertical mínimo	
	Tipo A	Tipo B
1. Nivel	4 No. 3	2 No. 3

Fuente: AGIES NSE 7,4. *Mampostería reforzada nr9: 2000.*

Las separaciones máximas a que podrán estar los refuerzos mínimos verticales entre sí, de acuerdo al material de los muros. En esquinas, intersecciones de muros y en ambos extremos de un muro, se deberá colocar refuerzo tipo A, aunque quede a menor distancia que la estipulada en dicha tabla. Los laterales de los vanos de las puertas y ventanas, deberán rematarse por lo menos con refuerzos tipo B.

Tabla XLV. Separación máxima del refuerzo vertical

Material del muro	Ancho (mm)	Distancia entre refuerzos tipo A (m)	Distancia entre refuerzos tipo A y refuerzo tipo B (m)
Ladrillo tubular	230	5,00	2,50
Bloques de arcilla cocida	140	4,00	2,00
	110	3,00	1,75
Bloques de concreto	150	4,00	2,00

Fuente: AGIES NSE 7,4. Mampostería reforzada NR9: 2000.

Muro del eje "X"

$$A = 0,0007 * d * t$$

d = longitud del muro = 23 m

t = ancho de la pared del muro = 15 cm

$$Asx = 0,0007 * 2300 \text{ cm} * 15 \text{ cm} = 24,15 \text{ cm}^2$$

$$As = 4x0,72 \text{ cm}^2 = 5,08 \text{ cm}^2 * 6 = 17,28 \text{ cm}^2 < 24,15 \text{ cm}^2$$

$$As_{requerido} < Asx$$

No cumple se debe buscar otro tipo de refuerzo.

$$As = 4x1,27 \text{ cm}^2 = 5,08 \text{ cm}^2 * 6 = 30,48 \text{ cm}^2 > 24,15 \text{ cm}^2$$

En el muro de 23 m de longitud, se necesitan 6 columnas y debido a las intersecciones de los muros se usarán 9 columnas.

Muro del eje "Y"

$$A = 0,0007 * d * t$$

d = longitud del muro = 10,57 m

t = ancho de la pared del muro = 15 cm

$$A_{sy} = 0,0007 * 1057 \text{ cm} * 15 \text{ cm} = 11,10 \text{ cm}^2$$

$$A_{sy} = 4 * 0,72 \text{ cm}^2 = 2,88 \text{ cm}^2 * 3 = 8,64 \text{ cm}^2 < 11,10 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_requerido} < A_{sx}$$

No cumple se debe buscar otro tipo de refuerzo.

$$A_s = 4 * 1,27 \text{ cm}^2 = 5,08 \text{ cm}^2 * 3 = 15,24 \text{ cm}^2 > 11,10 \text{ cm}^2$$

En el muro de 10,57 m de longitud se necesitan 3 columnas como mínimo y se usarán 5 columnas debido a las intersecciones de los muros.

Tabla XLVI. **Resumen de As necesario en muros en X**

Muro (x)	Longitud (m)	As min cm2	As requerido
1	2,70	2,65	3,71
2	2,70	2,65	7,72
3	2,70	2,65	7,72
4	2,70	2,65	7,72
5	2,70	2,65	7,72
6	2,70	2,65	7,96
7	2,70	2,65	8,05
8	1,65	1,62	13,76
9	2,30	2,25	8,03
10	1,08	1,06	3,67
11	1,17	1,15	1,21
12	3,35	3,28	6,45
13	2,45	2,40	8,82
14	0,78	0,76	0,80
15	0,78	0,76	0,80

Fuente: elaboración propia.

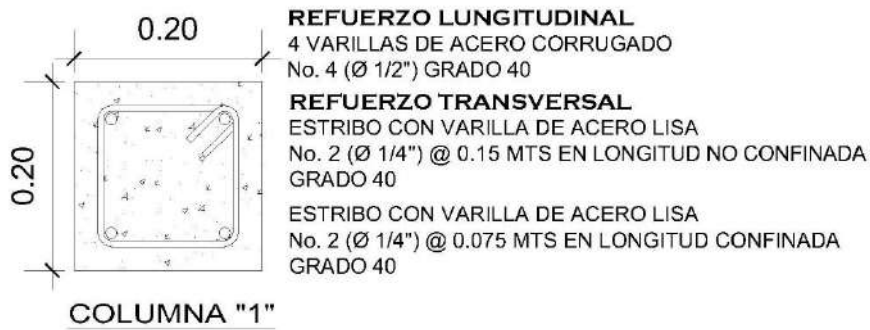
Tabla XLVII. **Resumen de As necesario en muros en Y**

Muro (y)	Longitud (m)	As min cm2	As requerido
a	0,80	0,78	0,64
b	0,80	0,78	0,64
c	0,15	0,15	0,02
d	4,18	4,10	5,37
e	1,40	1,37	1,69
f	7,03	6,89	6,59
g	2,45	2,40	5,66
h	2,45	2,40	5,66
i	2,48	2,43	4,85
j	0,95	0,93	1,66
k	0,78	0,76	1,21
l	2,48	2,43	4,85
m	2,45	2,40	4,84
n	2,45	2,40	4,84
ñ	1,50	1,47	1,11
o	1,28	1,25	2,56
p	1,50	1,47	3,09
q	1,50	1,47	2,88
r	4,15	4,07	5,75
s	4,15	4,07	5,75
t	1,37	1,34	0,96
u	0,20	0,20	0,03
v	0,20	0,20	0,03
w	0,20	0,20	0,03
x	0,20	0,20	0,03
y	0,93	0,91	0,50
z	0,15	0,15	0,01

Fuente: elaboración propia.

A continuación, se presenta el refuerzo a utilizar en muros estructurales, así como también su distribución:

Figura 16. **Detalle de columna A**



Fuente: elaboración propia, empleando AGIES NSE-7.4. y ACI cap.7, p. 12.

$$A_s = 5,08 \text{ cm}^2$$

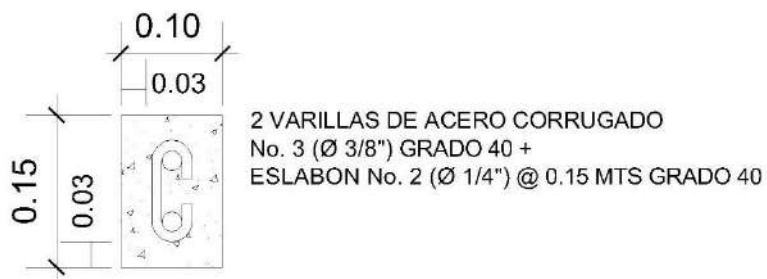
Figura 17. **Detalle de columna B**



Fuente: elaboración propia, empleando AGIES NSE-7,4. y ACI cap.7, p. 12.

$$A_s = 2,88 \text{ cm}^2$$

Figura 18. **Detalle de columna C**



Fuente: elaboración propia, empleando AGIES NSE-7,4. y ACI cap.7, p. 12.

$$A_s = 1,44 \text{ cm}^2$$

Tabla XLVIII. **Área de acero distribuida por muros sentido X**

Muro (x)	As min cm ²	As requerido	Elemento	As a utilizar
1	2,65	3,71	2A	10,16
2	2,65	7,72	1A+1B	7,96
3	2,65	7,72	1A+1B	7,96
4	2,65	7,72	1A+1B	7,96
5	2,65	7,72	1A+1B	7,96
6	2,65	7,96	1A+1B	7,96
7	2,65	8,05	3B	8,64
8	1,62	13,76	2A	10,16
9	2,25	8,03	1A+1D	7,96
10	1,06	3,67	1B+1C	4,32
11	1,15	1,21	1A+1C	6,52
12	3,28	6,45	1A+1B	7,96
13	2,40	8,82	2B	5,76
14	0,76	0,80	1B+1C	4,32
15	0,76	0,80	1B+1C	4,32

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIX. **Área de acero distribuida por muros sentido Y**

Muro (y)	As min cm ²	As requerido	Elemento	As a utilizar
A	0,78	0,64	1B+1C	4,32
B	0,78	0,64	1B+1C	4,32
C	0,15	0,02	1B	2,88
D	4,10	5,37	2B+1C	7,20
E	1,37	1,69	1B+2C	5,76
F	6,89	6,59	3B+1C	10,08
G	2,40	5,66	2B	5,76
H	2,40	5,66	2B	5,76
I	2,43	4,85	1A+1C	6,52
J	0,93	1,66	1B+1C	4,32
K	0,76	1,21	1B+1C	4,32
L	2,43	4,85	1A+1C	6,52
m	2,40	4,84	1A+1C	6,52
n	2,40	4,84	1A+1C	6,52
o	1,25	2,56	1B+1C	2,88
p	1,47	3,09	1B+1C	4,32
q	1,47	2,88	1B+1C	4,32
r	4,07	5,75	1A+2B	10,84
s	4,07	5,75	1A+2B	7,96
t	1,34	0,96	1A+1C	6,52
u	0,20	0,03	1A	5,08
v	0,20	0,03	1A	5,08
w	0,20	0,03	1A	5,08
x	0,20	0,03	1A	5,08
y	0,91	0,50	1A+1C	6,52
z	0,15	0,01	1B	2,88
ñ	1,47	1,11	2C	2,88

Fuente: elaboración propia.

3.1.10.3. Diseño de vigas y soleras

El ancho mínimo de las soleras de los muros estructurales deberá ser el espesor del muro y el área de su sección no deberá ser menor que 20 000 mm².

Los muros confinados de mampostería deberán reforzarse horizontalmente con un área de acero no menor que 0,0015 veces el área de su sección transversal.

Para edificaciones de un nivel se indican en esta norma, tres tipos de soleras: solera hidrófuga, solera intermedia y solera superior o de techo. Si la altura libre del muro es mayor que 2,80 m, se deberá colocar más de una solera intermedia.

Tabla L. Acero de refuerzo mínimo para soleras

Tipo de solera	Refuerzo mínimo
Hidrófuga	4 No. 3; Estribos No. 2 a 200 mm
Intermedia	2 No. 3; Estribos No. 2 a 200 mm
Entrepiso	4 No. 3; Estribos No. 2 a 200 mm
Superior	4 No. 3; Estribos No. 2 a 200 mm

Fuente: AGIES NSE 7,4. *Mampostería Reforzada (NR9: 2000)*.

El recubrimiento del acero de refuerzo no deberá ser menor de 15 mm.

El concreto que se utilice en las soleras, sillares y dinteles de muros estructurales deberá tener una resistencia mínima a los 28 días de 176 kg/cm².

Muro del eje "X"

Área de acero horizontal

$$A_{sh} = 0,0015 * h * t$$

Donde:

H = altura = 5,70 m

t = ancho de la pared del muro = 15 cm

$$A_{sh} = 0,0015 * 570 * 15 = 12,83 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_requerido} = 4 \times 0,72 = 2,88 * 5 = 14,4 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_requerido} < A_{sh}$$

Se colocarán 5 soleras con 4 varillas No. 3 cada una, el cemento corrido, que también trabaja como solera, completará el refuerzo horizontal.

Figura 19. **Detalle de solera de humedad**



Fuente: elaboración propia, empleando AGIES NSE-7.4. y ACI cap.7.

$$A_s = 2,88 \text{ cm}^2$$

Figura 20. **Detalle de solera intermedia 1**



Fuente: elaboración propia, empleando AGIES NSE-7.4. y ACI cap.7.

$$A_s = 2,88 \text{ cm}^2$$

Figura 21. **Detalle de solera intermedia 2**



Fuente: elaboración propia, empleando AGIES NSE-7.4. y ACI cap.7.

$$A_s = 2,88 \text{ cm}^2$$

Figura 22. **Detalle de viga**



Fuente: elaboración propia, empleando AGIES NSE-7.4. y ACI cap.7.

$$A_s = 2,88 \text{ cm}^2$$

3.1.11. **Diseño de cubierta de estructura metálica a dos aguas**

La cubierta o techo sirve de defensa contra las inclemencias del tiempo o cualquier otro agente exterior perturbador. En su construcción tiene que tomarse en cuenta las características que deben poseer, para hacerlas más idóneas al clima o medio ambiente imperante.

La cubierta será de lámina galvanizada corrugada calibre 26 que estará apoyada sobre una armadura formada por costanera y tendales.

La pendiente será de 22 %.

3.1.11.1. Costaneras

Para calcular la carga uniformemente distribuida (w) que actúa sobre cada costanera, es necesario determinar el área tributaria sobre cada costanera y las cargas por unidad de superficie del techo.

Para el diseño de costanera utilizaremos las siguientes cargas:

Tabla LI. **Cargas muertas para cubiertas de lámina**

Tipo de lámina	Peso lb/pie²
Lámina corrugada	
Calibre 28	1,09
Calibre 26	0,82
Calibre 24	0,68
Calibre 20	2
Calibre 18	3
Lámina duralita	
Costalita de 3 mm de espesor	1,8
Ondalita de 6 mm de espesor	3
Canaleta extra	4

Fuente: MÁRQUEZ VÁSQUEZ, Luis Arnoldo. *Consideraciones en el diseño de edificios industriales en acero*. p. 44.

Carga muerta

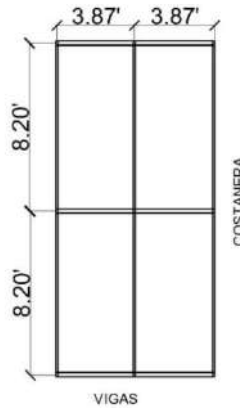
Peso de la lámina galvanizada calibre 26 0,82 lb/pie²

Carga viva

Carga por un obrero 8,00 lb/pie²

Total 8,82 lb/pie²

Figura 23. **Área tributaria de costanera**



Fuente: elaboración propia.

$$\text{Área} = 3,87' \times 8,20' = 31,73 \text{ pie}^2$$

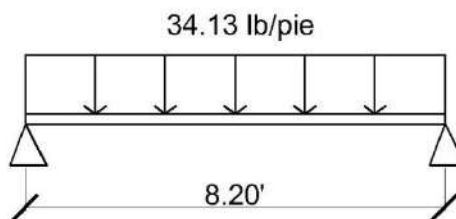
$$\text{Carga} = 8,82 \text{ lb/pie}^2$$

$$\text{Longitud} = 8,20 \text{ pie}$$

$$w = \frac{\text{Carga total} * \text{área tributaria}}{\text{Longitud de costanera}} = \frac{8,82 \frac{\text{lb}}{\text{pie}^2} * 31,73 \text{ pie}^2}{8,20 \text{ pie}}$$

$$w = 34,13 \text{ lb/pie} \text{ ó } 2,84 \text{ lb/pul}$$

Figura 24. **Modelo matemático de costanera**



Fuente: elaboración propia.

$$M = \frac{wl^2}{8}$$

$$M = \frac{34,13lb/pie * (8,20 pie)^2}{8}$$

$$M = 286,86 lb - pie \text{ ó } 3\,442,35 lb - pul$$

- Flexión: para el diseño a flexión de las costaneras, se realizará los siguientes cálculos:

$$S = \frac{M}{F}$$

Donde:

S= Módulo de sección

M= Momento

F= Esfuerzo permisible de acero de costanera (20 000 lb/pul²) o 0,6fy según AISC

$$S = \frac{3\,442,35lb - pul}{20\,000 \frac{lb}{pul^2}} = 0,1721pul^3$$

Los datos de las costaneras comerciables son:

Tabla LII. **Propiedades de costaneras**

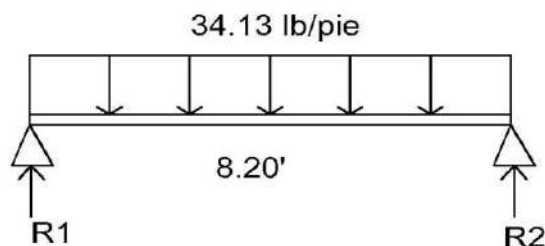
Medidas de costaneras	Espesor "t" (plg)	Área (plg ²)	Ix (pulg ⁴)	Iy (pulg ⁴)	Sx (plg ³)	Sy (plg ³)
a = 4" b = 2" c = 1/2"	0,0625	0,44	1,79	0,0001	0,51	0
a = 5" b = 2" c = 1/2"	0,0625	0,5	2,67	0,0002	0,67	0,01
a = 6" b = 2" c = 1/2"	0,0625	0,56	3,8	0,0002	0,84	0,01
a = 7" b = 2" c = 1/2"	0,0625	0,63	5,21	0,0002	1,04	0,01
a = 8" b = 2" c = 1/2"	0,0625	0,69	6,93	0,0002	1,26	0,01
a = 9" b = 2" c = 1/2"	0,0625	0,75	9	0,0002	1,5	0,01
a = 10" b = 2" c = 1/2"	0,0625	0,81	11,44	0,0003	1,76	0,01

Fuente: elaboración propia.

En este caso, se utilizará la costanera más pequeña que es de 4"X2"X1/2" con un módulo de sección de $S = 0,51 \text{ pulg}^3$. Entonces se tiene que la costanera es la adecuada ($0,1721 < 0,51$).

- Corte: la fuerza cortante es perpendicular al eje longitudinal de la costanera. En una viga simplemente apoyada, las reacciones en los apoyos de la viga se encuentran como se indica a continuación:

Figura 25. **Reacciones en los apoyos**



Fuente: elaboración propia.

Haciendo sumatoria de fuerzas en el punto 1, se tiene:

$$\begin{aligned}\sum F_y &= 0 \uparrow + \\ \sum F_{y_1} &= R_1 + R_2 - 34,13 \frac{lb}{ft} * 8,20 ft \\ R_1 + R_2 &= 279,86 lb \\ \sum M_1 &= 0 \\ (34,13 * 8,20 * 4,1) - (8,20 * R_2) &= 0 \\ R_2 &= 139,93 lb \\ R_1 &= 279,86 - R_2 \\ R_1 &= 139,93 lb\end{aligned}$$

Se procede a encontrar el esfuerzo cortante:

$$T = \frac{V}{A}$$

Donde:

T= Esfuerzo cortante

V= Corte máximo actuante

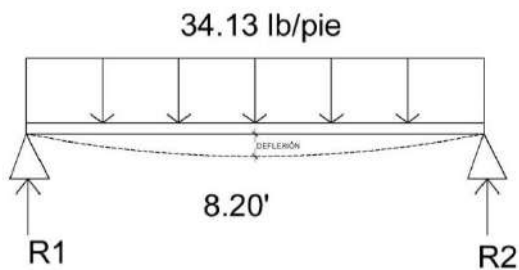
A= Área de sección

$$T = \frac{139,93 lb}{0,44 plg^2} = 318,02 lb/plg^2 \leq 14 500 lb/plg^2$$

Se determina que el cortante en el elemento analizado es mucho menor que el esfuerzo permisible del acero para costanera.

- Deflexión: la distancia perpendicular del eje neutro de la costanera hasta el punto más lejano de la curva elástica se conoce como deflexión. La deflexión real debe ser menor que la deflexión permisible.

Figura 26. **Deflexión de costanera**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

$$D_y = \frac{5WL^3}{384EI}$$

Donde:

D_y = deflexión real

W = carga uniformemente distribuida

L = longitud de costanera

E = elasticidad de acero (29 000 ksi)

I = inercia de costanera

Datos:

$W = 2,84 \text{ lb/plg}$

$L = 98,4 \text{ plg}$

$E = 29\ 000 \cdot 10^3 \text{ lb/plg}^2$

$I = 1,79 \text{ plg}^4$

$$D_y = \frac{5 * 2,84lb/plg * (98,4plg)^3}{384 * 29\ 000 * 10^3 lb/plg^2 * 1,49plg^4} = 0,0006787plg$$

Deflexión permisible:

$$D_p = \frac{L}{360}$$

$$D_p = \frac{98,4plg}{360} = 0,2733plg$$

$$D_y < D_p$$

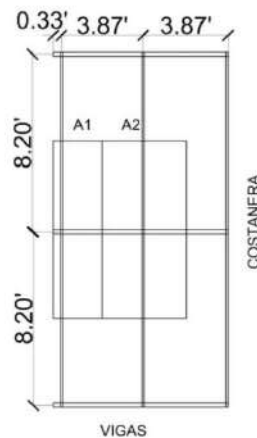
$$0,0006787plg < 0,2733plg$$

Como la deflexión real es menor que la deflexión permisible la costanera elegida es correcta.

3.1.11.2. Vigas

Vigas metálicas son las estructuras que soportan todo el peso de la cubierta.

Figura 27. **Diseño de vigas**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

$$A_1 = \left(\frac{3,87'}{2} * 8,20' \right) + (0,33' * 8,20) = 18,60pie^2$$

$$A_2 = (3,87' * 8,20) = 31,73pie^2$$

Para realizar la estimación de carga, se tomarán en cuenta la carga por peso de lámina galvanizada, carga por peso propio y carga de viento.

Carga muerta

Peso de lámina galvanizada calibre 26 0,82 lb/pie²

Peso propio de la armadura 2,00 lb/pie²

Carga viva

Carga vertical equivalente de viento 18,00 lb/pie²

Carga total 20,82 lb/pie²

Ahora se calculará la carga que llega a cada nudo y esta es igual al área tributaria de la sección multiplicada por la carga total aplicada.

$$P_1 = A_1 * W$$

$$P_1 = 18,60pie^2 * 20,82 \text{ lb/pie}^2$$

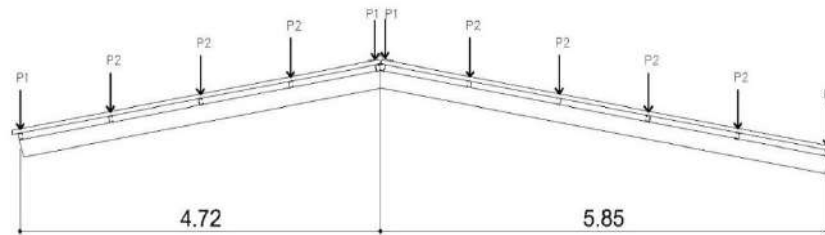
$$P_1 = 387,25lb$$

$$P_2 = A_2 * W$$

$$P_2 = 31,73pie^2 * 20,82 \text{ lb/pie}^2$$

$$P_2 = 660,62lb$$

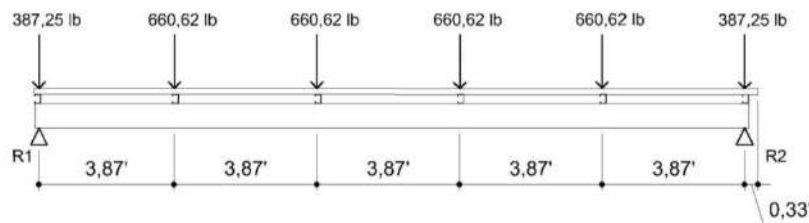
Figura 28. **Esquema de cargas actuantes en los nudos**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

Para analizar las vigas, se tomará como un modelo matemático de una viga simplemente apoyada en sus extremos con cargas puntuales. Es necesario conocer el corte y momento flexionante máximo que actúa en la viga para conocer el módulo de sección y determinar la capacidad resistente del elemento. Los valores de corte y momento se encontrarán de la siguiente forma:

Figura 29. **Diagrama de cuerpo libre de viga**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

Al realizar la sumatoria de momentos en el punto 1, se tiene:

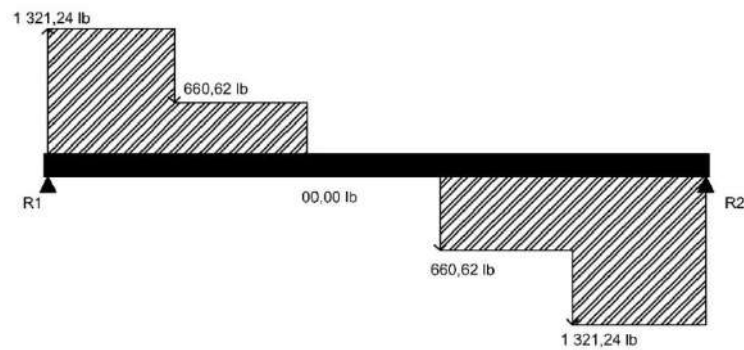
$$\Sigma M1 = 0$$

$$\begin{aligned}\Sigma M1 &= 660,62lb * 3,87' + 660,62lb * 7,74' + 660,62lb * 11,61' + 660,62lb * 15,48' \\ &+ 387,25lb * 19,35' - R2 * 19,35' = \\ R2 &= 1\,708,49lb\end{aligned}$$

Para encontrar la reacción dos (R2), es necesario realizar sumatoria de fuerzas verticales:

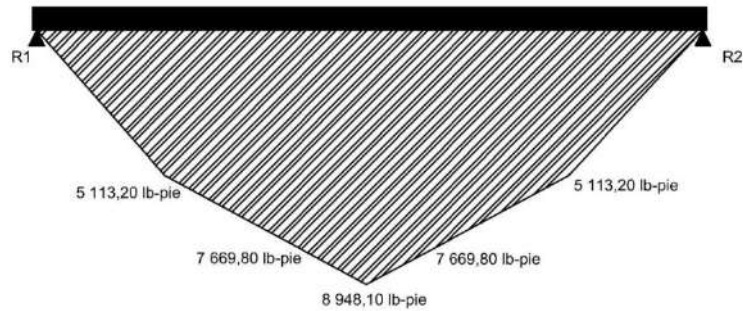
$$\begin{aligned}\Sigma Mv &= 0 \\ \Sigma Mv &= 387,25lb * 2 + 660,62lb * 4 - R2 = R1 \\ \Sigma Mv &= 387,25lb * 2 + 660,62lb * 4 - 1\,708,49 = R1 \\ R1 &= 1\,708,49lb\end{aligned}$$

Figura 30. Diagrama de corte de viga



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

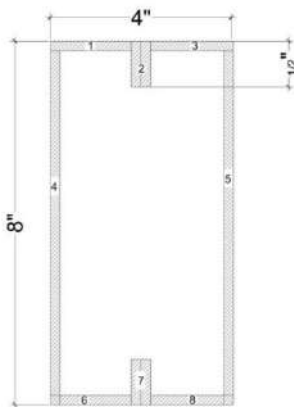
Figura 31. **Diagrama de momento flexionante de viga**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

El momento máximo actuante es 8 948,10 lb-pie o 107 377,20 lb-plg. Ahora se procede a calcular el momento máximo resistente de nuestra viga propuesta y debe ser mayor al momento actuante. En nuestro caso la viga propuesta será formada por dos costaneras tipo C con dimensiones de 8"X2".

Figura 32. **Sección de viga**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

El momento de inercia de la viga se calcula dividiendo la sección de la viga en figuras geométricas de área conocida, en este caso rectángulos, y luego

encontrar la distancia del eje x al centroide de cada figura para luego utilizar el teorema de ejes paralelos.

Tabla LIII. **Cálculo de momento de inercia de viga**

Figura	Área (plg ²)	Yc	Yc ²	AYc ²	Io	Io+ AYC ²
1	0,2344	3,875	15,0156	3,5197	0,0003	3,5200
2	0,2500	3,500	12,2500	3,0625	0,0026	3,0651
3	0,2344	3,875	15,0156	3,5197	0,0003	3,5200
4	0,9688	0	0	0	4,8488	4,8488
5	0,9688	0	0	0	4,8488	4,8488
6	0,2344	3,875	15,0156	3,5197	0,0003	3,5200
7	0,2500	3,500	12,2500	3,0625	0,0026	3,0651
8	0,2344	3,875	15,0156	3,5197	0,0003	3,5200
					Inercia	29,9078

Fuente: elaboración propia.

La inercia es 29,9078 y esto servirá para calcular el módulo de sección.

- Módulo de sección: el módulo de inercia se calcula con la siguiente ecuación:

$$S = \frac{I}{C}$$

Donde:

S = módulo de sección

I = inercia de la sección

C = Distancia del centro hasta la fibra extrema

$$S = \frac{29,9078pul^4}{4pul} = 7,477pul^3$$

- Momento resistente: con los datos anteriores se procede a calcular el momento resistente con la ecuación siguiente:

$$M = S * F$$

Donde:

M = momento máximo resistente

S = módulo de la sección

F = 0,6 fy

$$M = 7,477plg^3 * 0,6 * 34\ 000lb/plg^2$$

$$M = 152\ 530,8lb - plg$$

El momento actuante debe ser menor al resistente y en este caso se cumple, por lo tanto, la sección propuesta es correcta.

$$M_{actuante} < M_{resistente}$$

$$107\ 377,20\ lb - plg < 152\ 530,8\ lb - plg$$

3.1.11.3. Diseño de cimentación

Los cimientos son elementos estructurales destinados a soportar todas las cargas de la estructura y transmitir las al suelo. El tipo de cimentación depende, principalmente del tipo de estructura, la naturaleza de las cargas, las condiciones del suelo y su costo.

Los muros estarán soportados por un cimiento corrido que soportará las cargas inducidas. Para el diseño de debe verificar la carga admisible del suelo,

para asegurar la seguridad ocupacional de las personas que utilizaran el rastro municipal. El cimiento corrido tendrá las siguientes características:

$$\gamma_{\text{concreto}} = 2,4 \text{ ton}/\text{m}^3$$

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

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

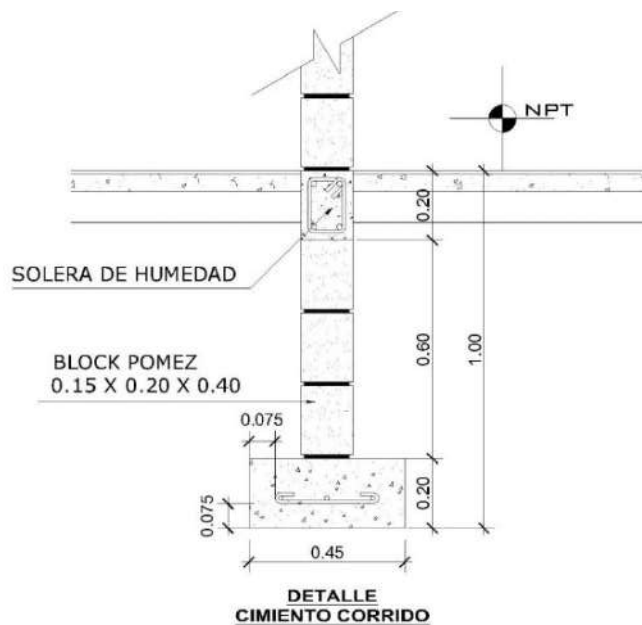
$$t = 0,2\text{m}$$

$$FCU = 1,50$$

$$\gamma_{\text{suelo}} = 1,35 \text{ ton}/\text{m}^3$$

$$q_{\text{adm}} = 66,39 \text{ ton}/\text{m}^2$$

Figura 33. **Cimiento corrido rastro municipal**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

Debe determinarse la carga que soportará el cimiento corrido por unidad lineal (W_u):

$$W_U = \frac{W_{edificio}}{L_{total}} = \frac{251,80t}{121,55m} = 2,07 t/m$$

Donde:

W_U = peso que soportará el cimiento corrido

$W_{edificio}$ = peso del rastro municipal

L_{total} = longitud total de muros

- Carga de trabajo (W_T):

$$W_T = \frac{W_U}{F_{CU}} = \frac{2,07}{1,50} = 1,38 t/m$$

- Presión actuante (q_{act})

Es la presión total vertical que actúa en la base de la cimentación. Se define como el cociente entre la carga total y el área de la cimentación; incluye todas las componentes verticales (sobrecarga, peso de la estructura, peso del cimiento, peso de la tierra).

$$P_{total} = W_t + W_{suelo} + W_{cimiento}$$

$$P_{total} = 1,38 + 1,35 * 0,45 * 0,75 + 2,4 * 0,45 * 0,2 * 1$$

$$P_{total} = 2,05 ton$$

$$q_{act} = \frac{P_{total}}{área} = \frac{2,05}{0,45 * 1} = 4,56 ton/m^2$$

Con el resultado anterior, se puede establecer que es factible la construcción del rastro con el cimiento calculado, ya que la presión que éste ejerce sobre el suelo es menor a la capacidad del suelo:

$$q_{act} < q_{admissible}$$

$$4,56 < 66,39$$

- Diseño del espesor del cimiento:
 - Presión de diseño última (q_{diu}) es la presión actuante incrementada por un factor de seguridad llamado factor de carga última, el cual se encuentra en el rango de 1 a 1,5.

$$q_{diu} = F_{CU} \times q_{dis} = 1,50 * 4,56 = 6,84 \text{ ton/m}^2$$

- Peralte del cimiento (d):

$$d = t - rec - \frac{\emptyset}{2} = 20 - 7,50 - \frac{1,27}{2} = 11,87 \sim 12 \text{ cm}$$

- Chequeo a corte:

$$x = \frac{B - b}{2} - d = \frac{0,45 - 0,15}{2} - 0,12 = 0,03 \text{ m}$$

- Corte actuante:

$$v_{act} = q_{disu} * x = 7,43 * 0,03 = 0,2229 \text{ ton}$$

Longitud de punzonamiento de cimiento corrido

- Corte resistente:

$$v_r = 0,53 * 0,85 * \sqrt{f'c} * b * d$$

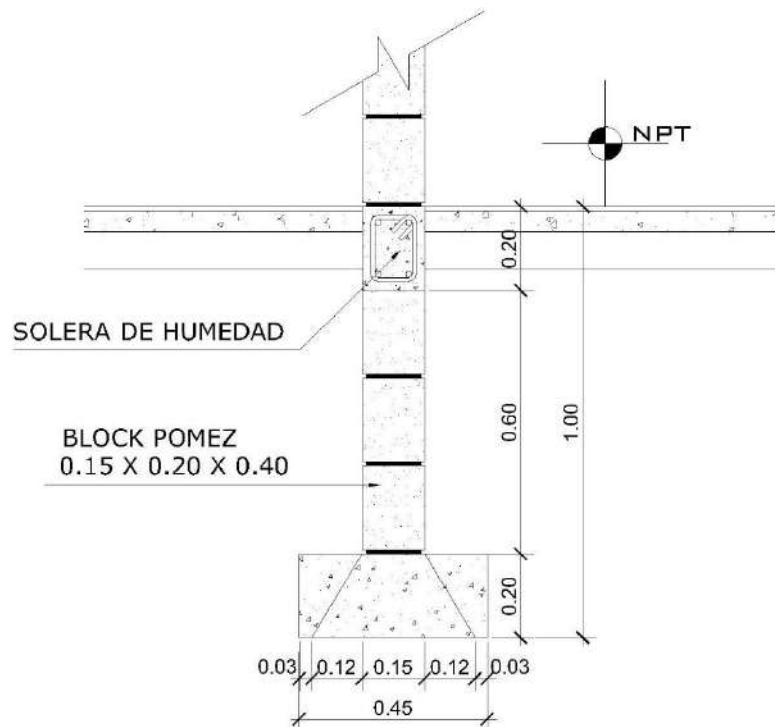
$$v_r = 0,53 * 0,85 * \sqrt{210} * 100 * 12$$

$$v_r = 7,83 \text{ ton}$$

$$v_{act} < v_r$$

Esto quiere decir que el espesor propuesto si resiste el corte simple.

Figura 34. **Longitud de punzonamiento cimiento corrido del rastro**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

Como el corte actuante es menor que el corte resistente, esto da la seguridad que el espesor del cimiento es capaz de soportar las cargas que se le aplican.

- Diseño por flexión:

$$L = \frac{B - b}{2} = \frac{0,45 - 0,15}{2} = 0,15m$$

$$M = \frac{wl^2}{2} = \frac{6,84 * 0,15^2}{2} = 0,076950 \text{ ton} - m$$

$$M = 76,95 \text{ kg} - m$$

- Área de acero requerido:

$$A_{s_{req}} = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{Mu * b}{0,003825 * f'c}} \right] * 0,85 * \left(\frac{f'c}{fy} \right)$$

$$A_{s_{req}} = \left[100 * 12 - \sqrt{(100 * 12)^2 - \frac{76,95 * 100}{0,003825 * 210}} \right] * 0,85 * \left(\frac{210}{2810} \right) = 0,25 \text{ cm}^2$$

- Área de acero mínimo:

$$A_{s_{min}} = \frac{14,10}{fy} * b * d = \frac{14,10}{2810} * 0,45 * 12 = 2,71 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{min}} = \frac{14,10}{fy} * b * d = \frac{14,10}{2810} * 100 * 12 = 6,02 \text{ cm}^2$$

Cálculo de espaciamiento de los eslabones:

$$6,02 \text{ cm}^2 \rightarrow 100$$

$$1,27 \text{ cm}^2 \rightarrow S$$

$$S = 21,10 \text{ cm}$$

Los eslabones tendrán una separación de 20 centímetros

- Área de acero por temperatura

$$A_{s_{tem}} = 0,002 * b * t$$

$$A_{s_{tem}} = 0,002 * 45 * 20 = 1,8cm^2$$

El área de acero por temperatura la cubren 3 varillas no. 4 corridas

- Diseño de zapata

En las columnas típicas, de sección 0,20 m x 0,20 m se colocará zapatas para reforzar la estructura.

$$\gamma_{concreto} = 2,4 \text{ ton}/m^3$$

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

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

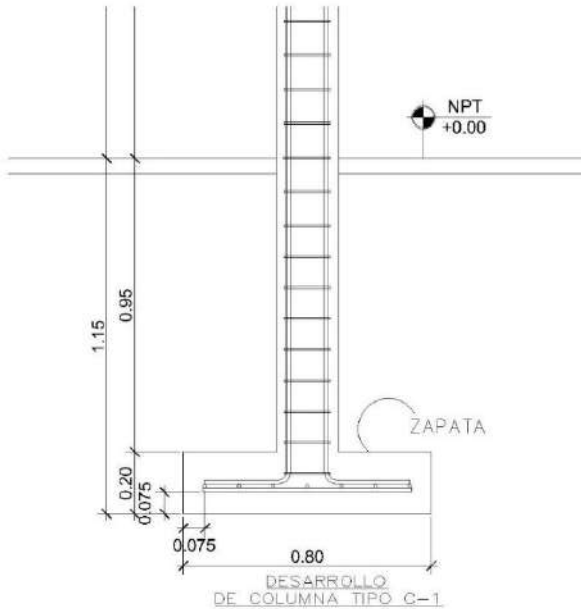
$$t = 0,2m$$

$$FCU = 1,50$$

$$\gamma_{suelo} = 1,35 \text{ ton}/m^3$$

$$q \text{ adm} = 66,39 \text{ ton}/m^2$$

Figura 35. Zapata de rastro municipal



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

Debe determinarse la carga que soportará el cimiento corrido por unidad lineal (W_U):

$$W_U = \frac{W_{\text{edificio}}}{\text{Total } z} = \frac{251,80t}{20} = 12,59 \text{ t/m}$$

Donde:

W_U = peso que soportará el cimiento corrido

W_{edificio} = peso del rastro municipal

Total z = cantidad total de zapatas

- Carga de trabajo (W_T):

$$W_T = \frac{W_U}{F_{CU}} = \frac{12,59}{1,50} = 8,39 \text{ t/m}$$

- Presión actuante (q_{act}): es la presión total vertical que actúa en la base de la cimentación. Se define como el cociente entre la carga total y el área de la cimentación; incluye todas las componentes verticales (sobrecarga, peso de la estructura, peso del cemento, peso de la tierra).

$$P_{total} = W_t + W_{suelo} + W_{cimiento} + W_{columna}$$

$$P_{total} = 8,39 + 1,35 * 0,80 * 0,95 + 2,4 * 0,80 * 0,2 * 1 + 0,20 * 0,20 * 4,50 * 2,4$$

$$P_{total} = 10,23 \text{ ton}$$

$$q_{act} = \frac{P_{total}}{\text{área}} = \frac{10,23}{0,80 * 0,80} = 15,98 \text{ ton/m}^2$$

Con el resultado anterior, se puede establecer que es factible la construcción del rastro con el cemento calculado, ya que la presión que este ejerce sobre el suelo es menor a la capacidad del suelo:

$$q_{act} < q_{admisible}$$

$$15,98 < 66,39$$

- Diseño del espesor del cemento: presión de diseño última (q_{diu}): es la presión actuante incrementada por un factor de seguridad llamado factor de carga última, el cual se encuentra en el rango de 1 a 1,5.

$$q_{diu} = F_{CU} * q_{dis} = 1,50 * 15,98 = 23,97 \text{ ton/m}^2$$

- Peralte de zapata (d):

$$d = t - rec - \frac{\emptyset}{2} = 20 - 7,50 - \frac{1,27}{2} = 11,87 \sim 12 \text{ cm}$$

- Chequeo a corte:

$$x = \frac{B - b}{2} - d = \frac{0,80 - 0,20}{2} - 0,12 = 0,18m$$

- Corte actuante:

$$v_{act} = q_{dis u} * x = 23,97 * 0,18 = 4,31ton$$

- Corte resistente:

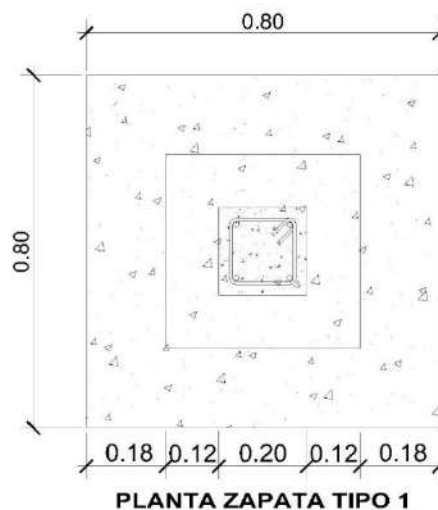
$$v_r = 0,53 * 0,85 * \sqrt{f'c} * b * d$$

$$v_r = 0,53 * 0,85 * \sqrt{210} * 80 * 12$$

$$v_r = 6,27 ton$$

$v_r > v_{act}$, esto quiere decir que el espesor propuesto si resiste el corte simple.

Figura 36. **Sección crítica por corte punzonante**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

Como el corte actuante es menor que el corte resistente, esto da la seguridad que el espesor del cimiento es capaz de soportar las cargas que se le aplican.

- Diseño por flexión:

$$L = \frac{B - b}{2} = \frac{0,80 - 0,20}{2} = 0,30m$$

$$M = \frac{wl^2}{2} = \frac{23,97 * 0,30^2}{2} = 1,0787\text{ton} - m$$

- Área de acero requerido:

$$A_{s_{req}} = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{Mu * b}{0,003825 * f'c}} \right] * 0,85 * \left(\frac{f'c}{f_y} \right)$$

$$A_{s_{req}} = \left[100 * 12 - \sqrt{(100 * 12)^2 - \frac{1078,65 * 100}{0,003825 * 210}} \right] * 0,85 * \left(\frac{210}{2810} \right) = 3,64 \text{ cm}^2$$

- Área de acero mínimo:

$$A_{s_{min}} = \frac{14,10}{f_y} * b * d = \frac{14,10}{2810} * 100 * 12 = 6,02 \text{ cm}^2$$

Cálculo de espaciamiento de varillas:

$$6,02\text{cm}^2 \rightarrow 100$$

$$1,27\text{cm}^2 \rightarrow S$$

$$S = 21,10 \text{ cm}$$

Colocar varillas No. 4 @ 15 cm en ambos sentidos de la zapata.

- Área de acero por temperatura

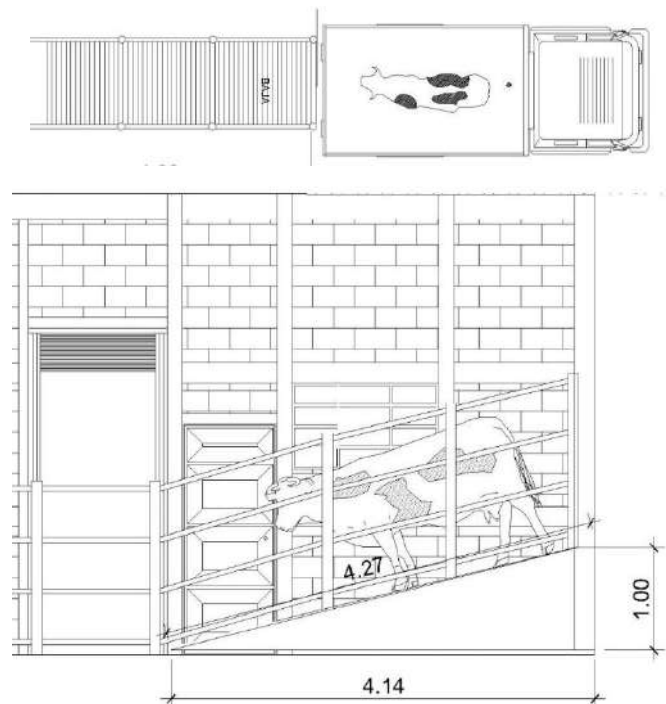
$$A_{stem} = 0,002 * b * t$$

$$A_{stem} = 0,002 * 80 * 20 = 3,2cm^2$$

El área de acero por temperatura la cubren las varillas no. 4 @ 15 cm en ambos sentidos de la zapata.

- Diseño de rampa: en el rastro municipal se necesitan dos rampas para bajar el ganado de los camiones o pickup hasta el nivel del suelo, será diseñada como una losa en una dirección.

Figura 37. Rampa



Fuente: elaboración propia.

- Predimensionamiento

Tabla 9,5 (a) Código ACI 318S-11, alturas o espesores mínimos de vigas no preesforzadas o losas reforzadas en una dirección a menos que se calculen las deflexiones.

En este caso la losa en una dirección está empotrada en las columnas.

$$L/20 = 427/20 = 21,35 \text{ cm}$$

En el inciso b) de esta tabla indica que para f_y distinto a 420 Mpa, los valores de esta tabla deben multiplicarse por $(0,4+f_y/700)$.

$$21,35 \text{ cm} * (0,4+280\text{Mpa}/700) = 17,08 \text{ cm} \text{ Usar un espesor de } 18 \text{ cm}$$

- Carga viva

Cargas vivas uniformemente distribuidas, C.V.=500 kg/m²

- Carga muerta

Carga de losa = 0,18m*2400 =	432 kg/m ²
Acabados =	60 kg/m ²
Barandales=	<u>40 kg/m²</u>
Total:	532 kg/m ²

- Carga última

$$1,4\text{cm} = 1,4 * 532 \text{ kg/m}^2 = 744,8 \text{ kg/m}^2$$

$$1,7cv = 1,7 \cdot 500 \text{ kg/m}^2 = 850 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Total: } 1\,594,8 \text{ kg/m}^2$$

Para el cálculo de los momentos se consideran franjas unitarias de un metro de ancho.

$$Cu \cdot 1 \text{ m} = 1\,594,8 \text{ kg/m}^2 \cdot 1 \text{ m} = 1\,595 \text{ kg/m}$$

- Cálculo de momento positivo

$$M_{max} = \frac{qL^2}{24} = \frac{1\,595 \text{ kg/m} \cdot (4,27 \text{ m})^2}{24} = 1\,211,73 \text{ kg} - \text{m}$$

- Cálculo de momento negativo

$$M_a = M_b = \frac{qL^2}{12} = \frac{1\,595 \text{ kg/m} \cdot (4,27 \text{ m})^2}{12} = 2\,423,46 \text{ kg} - \text{m}$$

Figura 38. **Diagrama de momentos para losa de rampa**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

- Cálculo de área de acero por flexión

$$d = h - \text{recubrimiento} = 18 - 2 = 16 \text{ cm}$$

$$w = 0,849 - 0,721 - \frac{Mu}{0,53 * f'c * b * d^2}$$

$$w = 0,849 - 0,721 - \frac{2\,423,46 * 100}{0,53 * 210 * 100 * 16^2} = 0,041$$

$$\rho = w * \frac{f'c}{fy} = 0,041 * \frac{210}{2810} = 0,0031$$

$$\rho = 0,0031 > \rho_{min} 0,0018$$

Por lo tanto, se considera $\rho=0,0031$

$$As = \rho bd = 0,0031 * 100 * 16 = 4,96 \text{ cm}^2$$

Finalmente, la separación quedará de la manera siguiente: Utilizando varillas # 3 $As=0,71 \text{ cm}^2$

$$s = \frac{0,71 * 100}{4,96} = 14,31 \text{ cm}$$

Usar #3@ 14 cm

- Cálculo del acero por contracción y temperatura

$$d = 16 - 1 = 15 \text{ cm}$$

$$As_{tem} = 0,0020 * 100 * 15 = 3 \text{ cm}^2$$

$$s = \frac{0,71 * 100}{3} = 23,67 \text{ cm}$$

Por lo tanto, se colocarán varillas del #3@20 cm

- Revisión por cortante

$$vu = \frac{wu * l}{2} = \frac{1\,595 * 4,27}{2} = 3\,405,32 \text{ kg}$$

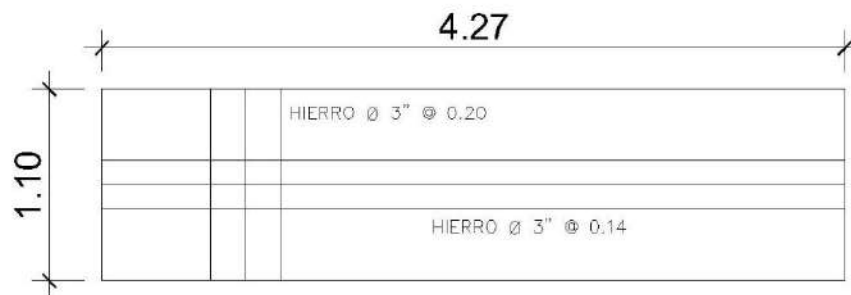
$$v_r = 0,53 * 0,85 * \sqrt{f'c} * b * d$$

$$v_r = 0,53 * 0,85 * \sqrt{210} * 100 * 16 = 10\ 445,38kg$$

$$v_r > v_u,$$

Esto quiere decir que el espesor propuesto si resiste el corte simple.

Figura 39. **Armado de losa en una dirección para rampa**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

- Planta de tratamiento

Debido a que no se contaba con información precisa sobre las características fisicoquímicas del agua residual del matadero municipal, se procedió establecer parámetros los cuales son más importantes según los mataderos municipales.

Tabla LIV. **Parámetros de aguas residuales**

Resultado de análisis		
Ph	7,5	-
Conductividad eléctrica	1,136	US/CM
Turbiedad	90	UNT
Color	47 760	U.C
Sst	15 %ST	mg/lt
St	6 000	mg/lt
Sv	90 %ST	mg/lt
Dbo5	16 364	mg/lt
Dqo	28 233	mg/lt
Grasas y aceites	1,14	mg/lt
Alcalinidad total	1 550	mg/lt

Fuente: elaboración propia.

Con esta información, se puede concluir que el agua residual proveniente del área de matanza del matadero municipal es susceptible a ser tratada por métodos biológicos; quizás uno de los parámetros más importantes como criterio de diseño sea el porcentaje de sólidos volátiles con respecto a los sólidos totales.

- Fosa séptica: para el caso particular en cuestión (aguas residuales de matadero), el procedimiento que se siguió fue el siguiente:

Se asumió un caudal medio “q” utilizado por cada animal sacrificado; el cual según experiencias en otros mataderos tiene como promedio los 1 000 lts/animal sacrificado.

$$Q = q * No.$$

Donde:

Q= caudal de diseño (lts/día)

No= Número de animales sacrificados por día

q=Caudal o consumo medio por animal sacrificado

El rastro municipal es tipo C el cual nos dice que el número de animales sacrificados por día es de 1 a 9, en tal caso el Q de diseño será el siguiente:

$$Q = 1\,000 \frac{l}{\text{animal}} * 9 \frac{\text{animales}}{\text{día}}$$
$$Q = 9\,000 \text{ l/día}$$

Se realizó una caracterización del agua residual, con el objetivo de obtener indicadores que nos permitieran establecer parámetros para el diseño del sistema. Uno de los elementos más importantes es el referido a los sólidos (sólidos totales, sólidos suspendidos sólidos suspendidos volátiles), pues esta información es muy importante para estimar el volumen de la fosa, particularmente del volumen destinado para el almacenamiento de lodos.

$$V_1 = \left(\left(SST * Q * 0,7 * \frac{1 - SSV}{0,04} \right) * \frac{TR}{10^9} \right)$$

Donde:

V₁= volumen útil destinado para almacenamiento de sólidos (m³)

Q= caudal de diseño (l/día)

SSV = Sólidos suspendidos volátiles (expresados como fracción de SST)

SST= Sólidos suspendidos totales (expresados como fracción de ST mg/l)

TR= tiempo de resistencia de los sólidos (días)

$$V_1 = (0,15 * 6\,000) * 9\,000 * 0,7 * \left(1 - \frac{0,6}{0,04} \right) * 180/10^9$$

$$V_1 = 10,26 \approx 10,50 \text{ m}^3$$

En tal caso, el volumen útil de la fosa será;

$$V_u = Q * TRH + V_1$$

Donde:

V_u = Volumen útil total de la fosa séptica (m^3)

Q = caudal diario ($\text{m}^3/\text{día}$)

TRH = Tiempo de Residencia Hidráulico (días)

$$V_u = 9 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} * 0,5833 \text{ días} + 10,50 \text{m}^3$$

$$V_u = 15,75 \text{ m}^3 \approx 16 \text{ m}^3$$

Asumiendo una altura de 1,70 metros se obtiene las siguientes dimensiones:

$$V_u = 16 \text{m}^3 = h * b^2 = 1,70 * b^2$$

$$b^2 = \frac{16 \text{ m}^3}{1,70 \text{ m}} = 9,41 \text{m}^2$$

$$b = \left(\frac{16 \text{m}^3}{1,70 \text{ m}} \right)^{\frac{1}{2}} = 3,07 \approx 3,10 \text{ m}$$

3.1.12. Presupuesto de rastro municipal

El presupuesto se compone de costos directos e indirectos. Los precios de los materiales se obtuvieron mediante cotizaciones en lugares de la región.

Tabla LV. Presupuesto de rastro municipal

No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total
1,00	Trabajos preliminares				
1,01	Limpieza, trazo, estaqueado y replanteo topográfico	319,56	M2	Q 36,94	Q 11 804,55
2,00	Cimentación				
2,01	Zapata 0,80x0,80 concreto 3000 PSI	20,00	UNIDAD	Q 984,16	Q 19 683,20
2,02	Cimiento corrido	121,55	MI	Q 676,47	Q 82 224,93
3,00	Columnas				
3,01	Columna 1 sobre zapata 0,20x0,20 concreto 3000 PSI	20,00	UNIDAD	Q 2 247,10	Q 44 942,00
3,02	Columna 2 sobre cimiento 0,15x0,15 concreto 3000 PSI	5,00	UNIDAD	Q 1 560,52	Q 7 802,60
3,03	Columna 3 sobre cimiento 0,10x0,15 concreto 3000 PSI	12,00	UNIDAD	Q 559,97	Q 6 719,64
3,04	Columna 4 sobre cimiento 0,15x0,15 muro bajo concreto 3000 PSI	13,00	UNIDAD	Q 1 168,28	Q 15 187,64
3,05	Columna 5 sobre cimiento 0,10x0,15 muro bajo	13,00	UNIDAD	Q 483,42	Q 6 284,46
4,00	Levantado de muro				
4,01	Muro de block (0,14*0,19*0,39)	433,43	M2	Q 300,48	Q 130 235,54
4,02	Acabado de repello	849,81	M2	Q 75,25	Q 63 948,20
4,03	Acabado de alisado	473,94	M2	Q 58,02	Q 27 498,00
5,00	Soleras				
5,01	Solera de humedad 0,15x0,20	115,99	MI	Q 414,28	Q 48 052,34
5,02	Solera intermedia 1 0,15x0,20	95,24	MI	Q 534,34	Q 50 890,54
5,03	Solera intermedia 2 0,15x0,20	95,24	MI	Q 733,10	Q 69 820,44

Continuación tabla LV.

5,04	Solera de corona 0,15x0,25	111,37	MI	Q	913,43	Q	101 728,70
5,05	Viga mojinete	22,52	MI	Q	961,09	Q	21 643,75
6,00	Piso						
6,01	Piso de concreto rustico	289,78	M2	Q	261,26	Q	75 707,92
7,00	Puertas						
7,01	Puerta P-1 metal	1,00	UNIDAD	Q	1 200,00	Q	1 200,00
7,02	Puerta P-2 persiana	2,00	UNIDAD	Q	2 475,00	Q	4 950,00
7,03	Puerta P-3 metal	5,00	UNIDAD	Q	900,00	Q	4 500,00
7,04	Puerta P-4 metal	7,00	UNIDAD	Q	800,00	Q	5 600,00
8,00	Ventanas						
8,01	Ventana V-1 metal más vidrio de 5 mm	2,00	UNIDAD	Q	2 150,00	Q	4 300,00
8,02	Ventana V-2 metal más vidrio de 5 mm	3,00	UNIDAD	Q	2 000,00	Q	6 000,00
8,03	Ventana V-3 metal más vidrio de 5 mm	3,00	UNIDAD	Q	1 300,00	Q	3 900,00
8,04	Ventana V-4 metal más vidrio de 5 mm	3,00	UNIDAD	Q	450,00	Q	1 350,00
8,05	Ventana V-5 metal más vidrio de 5 mm	1,00	UNIDAD	Q	975,00	Q	975,00
8,06	Ventana V-6 metal más vidrio de 5 mm	1,00	UNIDAD	Q	400,00	Q	400,00
8,07	Ventana V-7 metal más vidrio de 5 mm	3,00	UNIDAD	Q	340,00	Q	1 020,00
8,08	Ventana V-8 metal más vidrio de 5 mm	1,00	UNIDAD	Q	300,00	Q	300,00
9,00	Instalación eléctrica						
9,01	Instalación de iluminación	1,00	Global	Q	34 012,66	Q	34 012,66
9,02	Instalación de potencia	1,00	Global	Q	15 003,36	Q	15 003,36
10,00	Instalación de aguas						
10,01	Instalación de sistema hidráulica	1,00	Global	Q	21 644,90	Q	21 644,90
10,02	Instalación de sistema de drenajes	1,00	Global	Q	12 122,11	Q	12 122,11
10,03	Fosa séptica	1,00	Global	Q	57 235,76	Q	57 235,76
11,00	Rampa						
11,01	Rampa	2,00	UNIDAD	Q	11 283,28	Q	22 566,56
12,00	Área de matarife						

Continuación tabla LV.

12,01	Trampa para ganado (prensa ganadera)	1,00	UNIDAD	Q 40 000,00	Q 40 000,00
12,02	Mesa de faenado de acero inoxidable	4,00	UNIDAD	Q 2 200,00	Q 8 800,00
12,03	Mesa de bovinos de acero inoxidable	1,00	UNIDAD	Q 16 600,00	Q 16 600,00
12,04	Pileta	1,00	UNIDAD	Q 500,00	Q 500,00
12,05	Estufa	1,00	UNIDAD	Q 2 500,00	Q 2 500,00
12,06	Lavaderos	2,00	UNIDAD	Q 2 800,00	Q 5 600,00
12,07	Mesa de lavado	2,00	UNIDAD	Q 4 000,00	Q 8 000,00
12,08	Escaleras metálicas h=0,50	2,00	UNIDAD	Q 3 000,00	Q 6 000,00
12,09	Pediluvio	2,00	UNIDAD	Q 180,00	Q 360,00
12,10	Estructuras para vísceras verdes y rojas	4,00	UNIDAD	Q 2 830,00	Q 11 320,00
12,11	Estructura para área de desangrado	1,00	UNIDAD	Q 1 500,00	Q 1 500,00
12,12	Estructura para transportar vísceras	1,00	UNIDAD	Q 1 100,00	Q 1 100,00
12,13	Riel aéreo	1,00	UNIDAD	Q 100 000,00	Q 100 000,00
13,00	Losa				
13,01	Estructura metálica a dos aguas	1,00	Global	Q 69 883,58	Q 69 883,58
14,00	Corrales				
14,01	Corral metálico	1,00	Global	Q 12 000,00	Q 12 000,00
15,00	Limpieza				
15,01	Limpieza	1,00	Global	Q 2 000,00	Q 2 000,00
Total del proyecto					Q 1 267 418,38

Fuente: elaboración propia.

3.1.14. Evaluación de impacto ambiental

La evaluación ambiental permite identificar y valorar los impactos ambientales del proyecto en la etapa de construcción de la obra y la etapa de operación.

- Etapa de construcción de la obra

Deterioro de la calidad de aire: durante la construcción de las obras se presentarán acciones que generarán polvo y gases (maquinaria) que afectarán la calidad del aire en el lugar de ejecución de obras. La mayor cantidad de estas emisiones será debido al movimiento de tierras para la construcción. La emisión de gases se deberá al funcionamiento de la maquinaria y al transporte de materiales para la construcción de la obra.

La intensidad del impacto será baja y de magnitud media; no afectará a los pobladores porque el matadero se ubicará en finca Mocaya a una distancia de 5 km de Santa Bárbara. Este impacto negativo será de carácter temporal y su efecto será fugaz y reversible de inmediato.

- Generación de ruido: este impacto negativo se presentará fundamentalmente como producto de la utilización de la maquinaria. Sin embargo, su intensidad será baja y no afectará a los pobladores. Se trata de un impacto negativo, directo, fugaz y reversible en el corto plazo.

- Modificación del relieve del suelo: será afectado principalmente por el movimiento de tierras y la alteración o eliminación de la cubierta vegetal para dar lugar a la construcción de la infraestructura. Asimismo, la acumulación del material de construcción dará lugar a modificaciones temporales en el relieve del suelo; de igual forma la construcción de toda la infraestructura propuesta en el proyecto producirá modificaciones en el relieve y topografía del suelo. Este impacto negativo será medio en su magnitud por intensidad, será permanente (con excepción del proveniente del acopio de materiales) porque las estructuras serán permanentes.

- Contaminación: la eliminación de excedentes de obra en el botadero podría causar impactos negativos en el ambiente; asimismo, la utilización de maquinaria generará residuos, que podría contaminar al suelo, a consecuencia de fugas de combustibles o fugas de aceite. Este impacto negativo será puntual, pero de mediana intensidad, directo y su reversibilidad dependerá del tipo de residuos contaminante.

- Alteración de la naturalidad del paisaje: la naturalidad del paisaje será afectada negativamente por la presencia de construcciones provisionales y por la presencia de estructuras de concreto en el ámbito de influencia directa del proyecto. Estos elementos no naturales introducen líneas artificiales que antes no existían. La presencia de infraestructura será en forma permanente por lo que el impacto negativo será permanente, de elevada intensidad, pero de magnitud en el área del proyecto.

- Impactos en la flora: afectación de praderas y pastizales La presencia de vegetación en una zona de lluvia ocurre en forma natural, es por ello que estas áreas sean aptas para pastos del ganado. Sin embargo, al retirar la cobertura vegetal en las zonas específicas donde se construirán las obras, se originará un impacto negativo de alta intensidad y moderada magnitud irreversible.
- Peligro potencial de accidentes: este impacto negativo está referido a la posibilidad de ocurrencia de accidentes en la construcción de las obras, con los trabajadores.
- Inversión: este impacto será positivo y se refiere a que para la construcción de las obras se requerirá de inversión de capital que de alguna manera permitirá un flujo económico en la zona, ya sea por captación de mano de obra o por adquisición de bienes y servicios que la obra demanda.
- En la etapa de operación
 - Deterioro de la calidad del aire: durante la etapa de funcionamiento u operación del proyecto se producirán impactos negativos que afectarán la calidad del aire. El transporte y recepción de animales dentro de las instalaciones del rastro municipal se realizará en vehículos que eliminarán gases al medio ambiente; se trata de un impacto potencial negativo de magnitud puntual y de baja intensidad y sobre todo de carácter temporal y reversible. No tendrá importancia significativa por el poco

movimiento de camiones y sobre todo porque estos gases/humos se expedirán en un área libre.

- Generación de ruidos: la actividad de transporte de ganado generará ruidos en el interior del rastro, producido por los vehículos de transporte. Además, se producirán ruidos dentro del rastro, producido por los animales en el encierro, antes del proceso de matanza. Se trata de impactos negativos de baja magnitud e intensidad cuyos efectos son temporales y reversibles en el corto plazo.

- Generación de olores: el encierro de los animales dentro del rastro generará estiércol que producirán olores fétidos; asimismo, en la zona de matanza y eviscerado también se generarán malos olores. Se trata de impactos negativos de baja magnitud y mediana intensidad que será necesario minimizar. Asimismo, la depuración de las aguas residuales, el tratamiento de decomisos generará algunos malos olores que temporalmente afectarán el, pero tenderán a diluirse en la atmósfera, por tanto, son impactos negativos temporales y reversibles.

- Alteración del relieve del suelo: la disposición de lodos de la fosa será realizada en el micro relleno sanitario que se construirá en el interior del área del rastro. La evacuación de lodos se hará en forma periódica (6 meses) y será necesario disponer de estos lodos en un lugar seguro. La continua operación del micro relleno sanitario alterará el relieve del suelo. Este será un impacto negativo de baja magnitud y mediana intensidad permanente.

- Contaminación del suelo: durante el período de operación del rastro existirán algunas actividades que tenderán a contaminar el suelo. La presencia de estiércol en los corrales de encierro, el vertimiento de los lodos de la planta de tratamiento de aguas residuales, tiende potencialmente a la contaminación del suelo, por lo que deberán preverse las medidas de mitigación necesarias para minimizar estos impactos negativos.
- Generación de bienestar: el funcionamiento del proyecto tendrá muchos impactos positivos en el medio socioeconómico. Uno de estos será la generación de bienestar que sentirán los ganaderos que conforman el municipio porque ahora su ganado será beneficiado ventajosamente en el lugar sin tener que correr el riesgo de trasladarlo. Esta sensación de bienestar también beneficiará a otros ganaderos porque tendrán la posibilidad potencial de vender su ganado en el sitio de engorde.
- Riesgo de salud: en principio, generará impactos negativos en lo referente a la generación de estiércol, en las actividades de matanza o faenado, existen riesgos potenciales de afectación a la salud y en este caso se trata de impactos negativos. En cambio, la cremación de decomisos y la disposición de lodos en el área de decomisos tendrán efectos potenciales positivos en la salud de la población, porque con estas acciones se evita la propagación de enfermedades por posibles contagios.
- Riesgo en la seguridad: se trata de un impacto potencial negativo debido a que la operación de los equipos e instalaciones en riesgo de los trabajadores a sufrir accidentes. Este riesgo deberá ser

minimizado con la operación correcta de los equipos. Este impacto potencial de magnitud puntual, pero de alta intensidad será permanente en el tiempo, mientras se encuentre funcionando el rastro.

CONCLUSIONES

1. El diseño del sistema de agua potable propuesto para la aldea Las Ilusiones de Santa Bárbara, Suchitepéquez, brindará una mejora a la calidad de vida a los habitantes, al abastecerse del vital líquido a toda hora. Siguiendo los teoremas hidráulicos y estructurales, estos estarán libres de agentes patógenos o contaminantes perjudiciales y se evitará de esta manera riesgos a la salud, siguiendo los lineamientos propuestos por el Instituto Nacional de Fomento (INFOM).
2. El diseño de la edificación del rastro municipal de un nivel se desarrolló a base de los criterios de ACI 318-11, AGIES y para su distribución de ambientes se utilizó la guía para la administración de rastros y mataderos municipales, por lo que es importante seguir a cabalidad las especificaciones contenidas en los planos, para brindar la seguridad estructural del edificio.
3. Los presupuestos de los proyectos se elaboraron con base en precios unitarios, tomando en cuenta el costo de los materiales, así como los salarios que se manejan en Santa Bárbara. Después del presupuesto se realizó el cronograma de ejecución física y financiera que muestran el desglose de pagos que se realizará cada mes, contando con los respectivos planos para las especificaciones de dichos proyectos.
4. Es fundamental la sostenibilidad del abastecimiento de agua potable y el uso del rastro municipal, ya que así se puede garantizar el correcto funcionamiento, razón por la cual se capacitaron a los miembros del

COCODE de la aldea Las Ilusiones y finca Mocaya para un adecuado mantenimiento a dichas instalaciones y la correcta práctica de la técnica de matarife para evitar sufrimiento a los animales.

5. Sobre la operación y mantenimiento del sistema de abastecimiento también se propuso una tarifa mensual para que no dependa del presupuesto municipal y pueda ser funcional durante el periodo de diseño

RECOMENDACIONES

A la municipalidad de Santa Bárbara:

1. Para el diseño del sistema de agua potable, se debe aplicar la cloración del sistema propuesto para la potabilidad del agua, de lo contrario causaría riesgos a la salud de los consumidores.
2. Garantizar la supervisión técnica, para que el edificio del rastro municipal se desarrolle con los materiales indicados y especificaciones técnicas.
3. Seguir correctamente las especificaciones contenidas en los planos de los proyectos para que se construya de acuerdo a lo indicado en los mismos, ya que alterarlas o modificarlas, cambiará completamente el diseño.
4. Considerar la propuesta de tarifa para el diseño del sistema de agua potable por su gran componente social los cuales garantizan los efectos indirectos, beneficios, costos de instalación y manejo del sistema.
5. Garantizar la operación y mantenimiento periódico con mano de obra calificada para evitar el deterioro y lograr el debido funcionamiento para el que fueron diseñados los diferentes proyectos.

BIBLIOGRAFÍA

1. AGUILAR RUIZ, Pedro. *Apuntes sobre el curso de Ingeniería Sanitaria*
1. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2007. 169 p.
2. ALVAREZ HAASE, Ricardo Augusto. *Programas para análisis de estructuras de mampostería reforzada por los métodos simplista y realista*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2005. 185 p.
3. AMANCO. *Manual Técnico de Tubosistemas*. Guatemala: AMANCO, 2005. 180 p.
4. American Concrete Institute. *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural y Comentario (ACI 318S-11)*. Michigan, EE.UU.: ACI, 2011. 541 p.
5. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica. *Normas de seguridad estructural de edificios y obras de infraestructura para la República de Guatemala*. Guatemala: AGIES NSE-2.1, 2018. 117 p.
6. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica.. *Normas de seguridad estructural de edificios y obras de infraestructura para la República de Guatemala*. Guatemala: AGIES NSE-7.4, 2018. 73 p.

7. DAS, Braja M. *Fundamentos de ingeniería geotécnica y principios de ingeniería de cimentaciones*. 4a ed. México: 2013. 636 p.
8. HAAS GONZÁLES, Pablo Enrique. *Comparación técnica y económica en el diseño estructural de edificios de hasta 5 niveles: concreto reforzado vs mampostería reforzada*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2017. 550 p.
9. INFOM-UNEPAR. *Guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales*, 1997. 67 p.
10. Instituto de Fomento Municipal Guatemala. *Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano*. Guatemala: INFOM, 2011. 63 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. Diseño hidráulico de línea de conducción

Fuente: elaboración propia.

EST.	P.O.	DIST. MEDIDA (m)	DIST. ACUMU. (m)	COTA (m)	LONGITUD DISEÑO (m)	DIÁMETRO NOM. (")	DIÁMETRO COM. (")	DIÁMETRO INT. (")	CLASE TUBERÍA	PRESIÓN TRABAJO (PSI)	C	Q (l/s)	V (m/s)	HF (m)	PIEZOMÉTRICAS (m.c.a.)	PRESIÓN DINÁMICA (m)	PRESIÓN ESTÁTICA (m)	
		74		186,36											186,36			
	74	73	94,15	94,15	183,42	98,8575	3,3713	4	4,154	PVC	160	150	9,73	1,11	1,06	185,30	1,88	2,94
	73	72	86,70	180,85	181,57	91,0350	3,6455	4	4,154	PVC	160	150	9,73	1,11	0,98	184,32	2,75	4,79
	72	71	80,41	261,26	178,12	84,4305	3,1584	4	4,154	PVC	160	150	9,73	1,11	0,91	183,41	5,29	8,24
	71	70	89,87	351,13	176,77	94,3635	3,9180	4	4,154	PVC	160	150	9,73	1,11	1,02	182,39	5,62	9,59
	70	69	94,35	445,48	174,98	99,0675	3,7346	4	4,154	PVC	160	150	9,73	1,11	1,07	181,32	6,34	11,38
	69	68	71,94	517,42	173,46	75,5370	3,6529	4	4,154	PVC	160	150	9,73	1,11	0,81	180,51	7,05	12,9
	68	67	103,96	621,38	169,93	109,1580	3,3138	4	4,154	PVC	160	150	9,73	1,11	1,17	179,34	9,41	16,43
	67	66	89,05	710,43	165,45	93,5025	3,0568	4	4,154	PVC	160	150	9,73	1,11	1,01	178,33	12,88	20,91
	66	65	72,00	782,43	163,70	75,6000	3,5493	4	4,154	PVC	160	150	9,73	1,11	0,81	177,52	13,82	22,66
	65	64	86,11	868,54	162,20	90,4155	3,8006	4	4,154	PVC	160	150	9,73	1,11	0,97	176,55	14,35	24,16
	64	63	70,68	939,22	159,80	74,2140	3,3138	4	4,154	PVC	160	150	9,73	1,11	0,8	175,75	15,95	26,56
	63	62	72,47	1011,69	156,53	76,0935	3,1259	4	4,154	PVC	160	150	9,73	1,11	0,82	174,93	18,40	29,83
	62	61	61,40	1073,09	155,27	64,4700	3,6749	4	4,154	PVC	160	150	9,73	1,11	0,69	174,24	18,97	31,09
	61	60	96,62	1169,71	149,76	101,4510	2,9792	3	3,23	PVC	160	150	9,73	1,84	3,72	170,52	20,76	36,6
	60	59	79,30	1249,01	144,56	83,2650	2,8950	3	3,23	PVC	160	150	9,73	1,84	3,05	167,47	22,91	41,8
	59	58	96,58	1345,59	138,97	101,4090	2,9701	3	3,23	PVC	160	150	9,73	1,84	3,72	163,75	24,78	47,39
	58	57	71,92	1417,51	134,83	75,5160	2,9734	3	3,23	PVC	160	150	9,73	1,84	2,77	160,98	26,15	51,53
	57	56	96,00	1513,51	129,32	100,8000	2,9752	3	3,23	PVC	160	150	9,73	1,84	3,69	157,29	27,97	57,04
	56	55	92,15	1605,66	124,03	96,7575	2,9751	3	3,23	PVC	160	150	9,73	1,84	3,54	153,75	29,72	62,33
	55	54	96,30	1701,96	118,70	101,1150	2,9975	3	3,23	PVC	160	150	9,73	1,84	3,7	150,05	31,35	67,66
	54	53	72,95	1774,91	114,51	76,5975	2,9748	3	3,23	PVC	160	150	9,73	1,84	2,81	147,24	32,73	71,85
T.D.																		
		53		114,51											114,51			
	53	52	59,45	1834,36	110,67	62,4225	3,5261	4	4,154	PVC	160	150	16,22	1,86	1,73	112,78	2,11	3,84
	52	51	76,15	1910,51	104,40	79,9575	3,3547	4	4,154	PVC	160	150	16,22	1,86	2,21	110,57	6,17	10,11
	51	50	94,40	2004,91	92,61	99,1200	3,0796	4	4,154	PVC	160	150	16,22	1,86	2,75	107,82	15,21	21,9

Apéndice 2. **Diseño hidráulico inicial de red de distribución**

Fuente: elaboración propia.

DE NODO	A NODO	DIST. MEDIDA (m)	COTA (m)	LONGITUD DISEÑO (m)	VIV. ACT.	HAB. ACT.	VIV. FUT.	HAB. FUT.	TUBERIA	PRESIÓN TRABAJO (PSI)	C	Q TRAMO (l/s)	Q NODO (l/s)	Q INSTANTANEO (L/S)	Q Propuesto (L/S)	Q DISEÑO (l/s)	DIÁMETRO NOM. (")	DIÁMETRO COM. (")	DIÁMETRO INT. (")	VELOCIDAD (m/s)	HF (m)
RAMAL CENTRAL																					
	24		74,42																		
	24	22	130,00	65,27	17	71	44,00	182	PVC	160	150	0,3394	0,4242	1,3115	7,1500	7,1500	2,538	2 1/2	2,655	2,00	7,35
	22	20	90,00	61,88	10	42	26,00	108	PVC	160	150	0,2350	0,2495	1,0000	5,6100	5,6100	2,6317	2 1/2	2,655	1,57	3,25
	20	18	108,00	54,79	13	55	33,00	141	PVC	160	150	0,2820	0,3244	1,1314	5,0100	5,0100	2,2492	2 1/2	2,655	1,40	3,16
	18	17	48,00	53,01	5	21	13,00	54	PVC	160	150	0,1253	0,1248	0,6928	4,3900	4,3900	2,4053	2 1/2	2,655	1,23	1,11
	17	15	108,00	51,85	14	59	36,00	152	PVC	160	150	0,2820	0,3494	1,1832	4,2700	4,2700	3,0697	2 1/2	2,655	1,20	2,35
	15	14	42,00	46,63	4	17	10,00	44	PVC	160	150	0,1097	0,0998	0,6000	4,0400	4,0400	1,8181	2	2,193	1,66	2,09
	14	13	89,00	43,38	14	59	36,00	152	PVC	160	150	0,2324	0,3494	1,1832	2,9400	2,9400	2,072	2	2,193	1,21	2,47
	13	11	110,00	40,51	13	55	33,00	141	PVC	160	150	0,2872	0,3244	1,1314	2,5900	2,5900	2,1158	2	2,193	1,06	2,41
	11	9	91,00	34,28	12	50	31,00	128	PVC	160	150	0,2376	0,2994	1,0954	1,4200	1,4200	1,3813	1 1/2	1,754	0,91	1,95
	9	7	109,00	34,01	13	55	33,00	141	PVC	160	150	0,2846	0,3244	1,1314	1,1200	1,1200	2,4954	1 1/2	1,754	0,72	1,5
	7	5	88,00	26,62	10	42	26,00	108	PVC	160	150	0,2298	0,2495	1,0000	0,8000	0,8000	1,0651	1	1,195	1,11	4,22
Hondonada	5	3	113,00	27,43	13	55	33,00	141	PVC	160	150	0,2950	0,3244	1,1314	0,3000	0,3000	1,2163	1	1,195	0,41	0,88
	3	2	79,00	20,98	9	38	23,00	98	PVC	160	150	0,2063	0,2246	0,9381	0,2200	0,2200	0,656	1	1,195	0,30	0,35
	2	1	10,00	19,56	1	4	3,00	10	PVC	160	150	0,0261	0,0250	0,2828	0,0200	0,0200	0,2355	1	1,195	0,03	0
RAMAL 01																					
	50		92,61																		
Hondonada	50	49	54,70	93,36	1	4	3,00	10	PVC	160	150	0,1428	0,0250	0,2828	6,0000	6,0000	3,3223	3	3,23	1,13	0,86
Hondonada	49	39	103,00	94,32	1	4	3,00	10	PVC	160	150	0,2689	0,0250	0,2828	5,1100	5,1100	3,3836	3	3,23	0,97	1,2
	39	37	142,30	85,36	6	25	15,00	64	PVC	160	150	0,3715	0,1497	0,7483	5,1900	5,1900	2,2992	3	3,23	0,98	1,71
	37	36	68,40	81,27	3	13	8,00	33	PVC	160	150	0,1786	0,0749	0,5292	4,2700	4,2700	2,1577	2 1/2	2,655	1,20	1,49
	36	35	39,00	78,01	4	17	10,00	44	PVC	160	150	0,1018	0,0998	0,6000	4,2000	4,2000	2,0017	2 1/2	2,655	1,18	0,82
	35	42	26,00	76,31	1	4	3,00	10	PVC	160	150	0,0679	0,0250	0,2828	0,6200	0,6200	1,0178	1	1,195	0,86	0,78
	35	34	90,00	67,81	7	29	18,00	74	PVC	160	150	0,2350	0,1747	0,8246	3,4800	3,4800	1,7507	2	2,193	1,43	3,41
	34	33	90,00	59,87	7	29	18,00	74	PVC	160	150	0,2350	0,1747	0,8246	3,4100	3,4100	1,8290	2	2,193	1,40	3,28
	33	32	84,00	58,8	9	38	23,00	98	PVC	160	150	0,2193	0,2246	0,9381	3,3400	3,3400	2,7000	2	2,193	1,37	2,95
	32	30	109,00	58,09	13	55	33,00	141	PVC	160	150	0,2846	0,3244	1,1314	2,5200	2,5200	2,7842	2	2,193	1,03	2,27
	30	29	70,00	54,18	7	29	18,00	74	PVC	160	150	0,1828	0,1747	0,8246	1,3500	1,3500	1,4128	1 1/2	1,754	0,87	1,36
	29	28	48,00	51,11	2	8	5,00	21	PVC	160	150	0,1253	0,0499	0,4000	1,1800	1,1800	1,3056	1 1/2	1,754	0,76	0,73
	28	27	68,00	49,7	9	38	23,00	98	PVC	160	150	0,1775	0,2246	0,9381	1,1300	1,1300	1,6185	1 1/2	1,754	0,72	0,95
	27	26	89,00	42,85	11	46	28,00	118	PVC	160	150	0,2324	0,2745	1,0392	1,0100	1,0100	1,1848	1 1/4	1,532	0,85	1,96
	26	25	91,00	34,61	10	42	26,00	108	PVC	160	150	0,2376	0,2495	1,0000	0,8400	0,8400	1,0684	1	1,195	1,16	4,78
	25	3	88,00	27,43	10	42	26,00	108	PVC	160	150	0,2298	0,2495	1,0000	0,5000	0,5000	0,8963	1	1,195	0,69	1,77
RAMAL 02																					
	48		77,36																		
	48	46	104,00	73,98	11	46	28,00	118	PVC	160	150	0,2715	0,2745	1,0392	0,9900	0,9900	1,4035	1 1/2	1,754	0,64	1,14
	46	44	108,00	72,12	12	50	31,00	128	PVC	160	150	0,2820	0,2994	1,0954	0,7200	0,7200	1,4168	1 1/2	1,754	0,46	0,66
Hondonada	44	42	108,00	76,31	12	50	31,00	128	PVC	160	150	0,2820	0,2994	1,0954	0,4200	0,4200	0,9772	1	1,195	0,58	1,57
	42	41	90,00	67,88	10	42	26,00	108	PVC	160	150	0,2350	0,2495	1,0000	0,7400	0,7400	1,0111	1	1,195	1,02	3,74
	41	40	90,00	57,69	10	42	26,00	108	PVC	160	150	0,2350	0,2495	1,0000	0,4900	0,4900	0,8315	1	1,195	0,68	1,74
Hondonada	40	15	48,00	51,85	5	21	13,00	54	PVC	160	150	0,1253	0,1248	0,6928	0,2400	0,2400	0,6248	1	1,195	0,33	0,25
RAMAL 03																					
	7		34,01																		
Hondonada	7	25	113,00	34,61	12	50	31,00	128	PVC	160	150	0,2950	0,2994	1,0954	0,3000	0,3000	1,2936	1	1,195	0,41	0,88
Hondonada	25	25A	63,00	36,2	8	34	21,00	87	PVC	160	150	0,1645	0,1996	0,8944	0,3000	0,3000	0,9393	1	1,195	0,41	0,49
RAMAL 04																					
	11		40,51																		
Hondonada	11	26C	109,00	42,02	12	50	31,00	128	PVC	160	150	0,2846	0,2994	1,0954	0,9500	0,9500	1,6461	1 1/2	1,754	0,61	1,11
Hondonada	26C	26	113,00	42,85	12	50	31,00	128	PVC	160	150	0,2950	0,2994	1,0954	0,5500	0,5500	1,5236	1 1/4	1,532	0,46	0,81
Hondonada	26	26A	83,00	44,7	10	42	26,00	108	PVC	160	150	0,2167	0,2495	1,0000	0,2500	0,2500	0,8991	1	1,195	0,35	0,46
RAMAL 05																					
	14		46,63																		
Hondonada	14	27D	110,00	49,08	12	50	31,00	128	PVC	160	150	0,2872	0,2994	1,0954	1,0000	1,0000	1,5226	1 1/2	1,754	0,64	1,23
Hondonada	27D	27B	109,00	50,24	12	50	31,00	128	PVC	160	150	0,2846	0,2994	1,0954	0,7000	0,7000	1,5474	1 1/2	1,754	0,45	0,63
	27B	27	113,00	49,7	12	50	31,00	128	PVC	160	150	0,2950	0,2994	1,0954	0,3000	0,3000	1,3219	1	1,195	0,41	0,88
RAMAL 06																					
	30		58,09																		
	30	27B	90,00	50,24	10	42	26,00	108	PVC	160	150	0,2350	0,2495	1,0000	0,8500	0,8500	1,0815	1	1,195	1,17	4,83
	27B	26C	90,00	42,02	10	42	26,00	108	PVC	160	150	0,2350	0,2495	1,0000	0,7000	0,7000	0,9952	1	1,195	0,97	3,37
	26C	7	90,00	34,01	10	42	26,00	108	PVC	160	150	0,2350	0,2495	1,0000	0,5500	0,5500	0,9129	1	1,195	0,76	2,16
RAMAL 07																					
	32		58,8																		
	32	27D	90,00	49,08	10	42	26,00	108	PVC	160	150	0,2350	0,2495	1,0000	0,6000	0,6000	0,9068	1	1,195	0,83	2,53
	27D	11	89,00	40,51	10	42	26,00	108	PVC	160	150	0,2324	0,2495	1,0000	0,3500	0,3500	0,7565	1	1,195	0,4	

Apéndice 3. Método inicial de Hardy Cross para red de distribución

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	DIÁMETRO INT. (")	Q DISEÑO (l/s)	HF	HF/Q	DELTA	OTROS CIRCUITOS	Q1	HF1
24	50-49	57,44	3,23	6,0000	0,86	0,1433	-0,0051		5,9949	0,86
	49-39A	57,65	1,53	0,8700	0,92	1,0575	-0,0051	-0,0608	0,8042	0,79
	39A-39B	54,60	1,20	-0,4500	-0,86	1,9111	-0,0051	0,0907	-0,3643	-0,58
	39B-50	75,23	4,15	-10,2200	-0,89	0,0871	-0,0051		-10,2251	-0,89
SUMATORIA				-3,8	0,03	3,1990				0,18

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	DIÁMETRO INT. (")	Q DISEÑO (l/s)	HF	HF/Q	DELTA	OTROS CIRCUITOS	Q1	HF1
23	39B-39A	54,60	1,20	0,45	0,86	1,9111	-0,0907	0,0051	0,3643	0,58
	39A-37C	93,45	1,20	0,85	4,77	5,6118	-0,0907	-0,2492	0,5100	1,86
	37C-37D	81,90	1,75	-0,84	-0,63	0,7500	-0,0907	-0,0745	-1,0053	-0,88
	37D-39B	97,13	3,23	-9,72	-3,55	0,3652	-0,0907		-9,8107	-3,61
SUMATORIA				-9,26	1,45	8,6381				-2,05

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	DIÁMETRO INT. (")	Q DISEÑO (l/s)	HF	HF/Q	DELTA	OTROS CIRCUITOS	Q1	HF1
22	37D-37C	81,90	1,75	0,84	0,63	0,7500	0,0745	0,0907	1,0053	0,88
	37C-46	94,50	1,20	0,60	2,53	4,2167	0,0745	0,1218	0,7963	4,28
	46-48	109,20	1,75	-0,99	-1,14	1,1515	0,0745	-0,7786	-1,6941	-3,08
	48-37D	99,23	3,23	-8,63	-2,91	0,3372	0,0745		-8,5555	-2,87
SUMATORIA				-8,18	-0,89	6,4554				-0,79

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	DIÁMETRO INT. (")	Q DISEÑO (l/s)	HF	HF/Q	DELTA	OTROS CIRCUITOS	Q1	HF1
21	48-46	109,20	1,75	0,99	1,14	1,1515	0,7786	-0,0745	1,6941	3,08
	46-22	94,50	1,20	0,35	0,94	2,6857	0,7786	0,1068	1,2354	9,64
	22-24	136,50	2,66	-7,15	-7,35	1,0280	0,7786		-6,3714	-5,94
	24-48	98,70	3,23	-7,37	-2,16	0,2931	0,7786		-6,5914	-1,76
SUMATORIA				-13,18	-7,43	5,1583				5,02

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	DIÁMETRO INT. (")	Q DISEÑO (l/s)	HF	HF/Q	DELTA	OTROS CIRCUITOS	Q1	HF1
20	49-39	108,15	3,23	5,11	1,20	0,2348	0,0608		5,1708	1,23
	39-39A	91,35	1,20	-0,30	-0,68	2,2667	0,0608	-0,2492	-0,4885	-1,67
	39A-49	57,65	1,53	-0,87	-0,92	1,0575	0,0608	0,0051	-0,8042	-0,79
SUMATORIA				3,94	-0,4	3,5590				-1,23

Continuación apéndice 3.

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	DIÁMETRO INT. (")	Q DISEÑO (l/s)	HF	HF/Q	DELTA	OTROS CIRCUITOS	Q1	HF1
19	39A-39	91,35	1,20	0,30	0,68	2,2667	0,2492	-0,0608	0,4885	1,67
	39-37	149,42	3,23	5,19	1,71	0,3295	0,2492		5,4392	1,87
	37-37A	92,40	1,53	0,55	-0,63	-1,1455	0,2492	-0,1533	0,6459	0,85
	37A-37C	113,40	1,53	-0,62	-0,96	1,5484	0,2492	0,1218	-0,2490	-0,18
	37C-39A	93,45	1,20	-0,85	-4,77	5,6118	0,2492	0,0907	-0,5100	-1,86
SUMATORIA				4,57	-3,97	8,6108				2,35

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	DIÁMETRO INT. (")	Q DISEÑO (l/s)	HF	HF/Q	DELTA	OTROS CIRCUITOS	Q1	HF1
18	37C-37A	113,40	1,53	0,62	0,96	1,5484	-0,1218	-0,2492	0,2490	0,18
	37A-44	94,50	1,20	0,87	5,04	5,7931	-0,1218	-0,1533	0,5949	2,5
	44-46	113,40	1,75	-0,72	-0,66	0,9167	-0,1218	0,1068	-0,7350	-0,68
	46-37C	94,50	1,20	-0,60	-2,53	4,2167	-0,1218	-0,0745	-0,7963	-4,28
SUMATORIA				0,17	2,81	12,4748				-2,28

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	DIÁMETRO INT. (")	Q DISEÑO (l/s)	HF	HF/Q	DELTA	OTROS CIRCUITOS	Q1	HF1
17	46-44	113,40	1,75	0,72	0,66	0,9167	-0,1068	0,1218	0,7350	0,68
	44-41B	94,50	1,20	0,62	2,69	4,3387	-0,1068	0,0336	0,5469	2,14
	41B-22	113,40	1,75	-0,72	-0,66	0,9167	-0,1068	-0,5156	-1,3424	-2,08
	22-46	94,50	1,20	-0,35	-0,94	2,6857	-0,1068	-0,7786	-1,2354	-9,64
SUMATORIA				0,27	1,75	8,8578				-8,9

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	DIÁMETRO INT. (")	Q DISEÑO (l/s)	HF	HF/Q	DELTA	OTROS CIRCUITOS	Q1	HF1
16	22-41B	113,40	1,75	0,72	0,66	0,9167	0,5156	0,1068	1,3424	2,08
	41B-18	94,50	1,20	0,37	1,04	2,8108	0,5156	0,0273	0,9130	5,51
	18-20	113,40	2,66	-5,01	-3,16	0,6307	0,5156		-4,4944	-2,59
	20-22	94,50	2,66	-5,61	-3,25	0,5793	0,5156		-5,0944	-2,72
SUMATORIA				-9,53	-4,71	4,9375				2,28

Continuación apéndice 3.

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	DIÁMETRO INT. (")	Q DISEÑO (l/s)	HF	HF/Q	DELTA	OTROS CIRCUITOS	Q1	HF1
15	37A-37	92,40	1,53	-0,55	0,63	-1,1455	0,1533	-0,2492	-0,6459	-0,85
	37-36	71,82	2,66	4,27	1,49	0,3489	0,1533		4,4233	1,59
	36-35	40,95	2,66	4,20	0,82	0,1952	0,1533		4,3533	0,88
	35-42	27,30	1,20	0,62	0,78	1,2581	0,1533	-0,0831	0,6902	0,95
	42-44	113,40	1,20	-0,42	-1,57	3,7381	0,1533	0,0336	-0,2330	-0,53
	44-37A	94,50	1,20	-0,87	-5,04	5,7931	0,1533	0,1218	-0,5949	-2,5
SUMATORIA				7,25	-2,89	10,1880				-0,46

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	DIÁMETRO INT. (")	Q DISEÑO (l/s)	HF	HF/Q	DELTA	OTROS CIRCUITOS	Q1	HF1
14	44-42	113,40	1,20	0,42	1,57	3,7381	-0,0336	-0,1533	0,2330	0,53
	42-41	94,50	1,20	0,74	3,74	5,0541	-0,0336	-0,0831	0,6232	2,72
	41-41B	113,40	1,20	-0,42	-1,57	3,7381	-0,0336	0,0273	-0,4263	-1,62
	41B-44	94,50	1,20	-0,62	-2,69	4,3387	-0,0336	0,1068	-0,5469	-2,14
SUMATORIA				0,12	1,05	16,8690				-0,51

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	DIÁMETRO INT. (")	Q DISEÑO (l/s)	HF	HF/Q	DELTA	OTROS CIRCUITOS	Q1	HF1
13	41B-41	113,40	1,20	0,42	1,57	3,7381	-0,0273	0,0336	0,4263	1,62
	41-40	94,50	1,20	0,49	1,74	3,5510	-0,0273	0,2164	0,6791	3,19
	40-18	113,40	1,20	-0,42	-1,57	3,7381	-0,0273	-0,1579	-0,6052	-3,09
	18-41B	94,50	1,20	-0,37	-1,04	2,8108	-0,0273	-0,5156	-0,9130	-5,51
SUMATORIA				0,12	0,7	13,8380				-3,79

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	DIÁMETRO INT. (")	Q DISEÑO (l/s)	HF	HF/Q	DELTA	OTROS CIRCUITOS	Q1	HF1
12	18-40	113,40	1,20	0,42	1,57	3,7381	0,1579	0,0273	0,6052	3,09
	40-15	50,40	1,20	0,24	0,25	1,0417	0,1579	1,8582	2,2561	15,67
	15-17	113,40	2,66	-4,27	-2,35	0,5504	0,1579		-4,1121	-2,19
	17-18	50,40	2,66	-4,39	-1,10	0,2506	0,1579		-4,2321	-1,03
SUMATORIA				-8	-1,63	5,5807				15,54

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	DIÁMETRO INT. (")	Q DISEÑO (l/s)	HF	HF/Q	DELTA	OTROS CIRCUITOS	Q1	HF1
11	42-35	27,30	1,20	-0,62	-0,78	1,2581	0,0831	-0,1533	-0,6902	-0,95
	35-34	94,50	2,19	3,48	3,41	0,9799	0,0831		3,5631	3,56
	34-41	27,30	1,20	-0,12	0,04	-0,3333	0,0831	0,2164	0,1795	0,08
	41-42	94,50	1,20	-0,74	-3,74	5,0541	0,0831	0,0336	-0,6232	-2,72
SUMATORIA				2,00	-1,07	6,9587				-0,03

Continuación apéndice 3.

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	DIÁMETRO INT. (")	Q DISEÑO (l/s)	HF	HF/Q	DELTA	OTROS CIRCUITOS	Q1	HF1
10	41-34	27,30	1,20	0,12	-0,04	-0,3333	-0,2164	-0,0831	-0,1795	-0,08
	34-33	94,50	2,19	3,41	3,28	0,9619	-0,2164		3,1936	2,91
	33-40	27,30	1,20	-0,12	0,04	-0,3333	-0,2164	1,8582	1,5218	4,1
	40-41	94,50	1,20	-0,49	-1,74	3,5510	-0,2164	0,0273	-0,6791	-3,19
SUMATORIA				2,92	1,54	3,8462				3,74

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	DIÁMETRO INT. (")	Q DISEÑO (l/s)	HF	HF/Q	DELTA	OTROS CIRCUITOS	Q1	HF1
9	40-33	27,30	1,20	0,12	0,04	0,3333	-1,8582	0,2164	-1,5218	-4,1
	33-32	88,20	2,19	3,34	2,95	0,8832	-1,8582		1,4818	0,66
	32-27D	94,50	1,20	0,60	2,53	4,2167	-1,8582	0,1820	-1,0762	-7,47
	27D-14	115,50	1,75	-1,00	1,23	-1,2300	-1,8582	-0,2621	-3,1203	-10,1
	14-15	44,10	2,19	-4,04	2,09	-0,5173	-1,8582		-5,8982	-4,22
	15-40	50,40	1,20	-0,24	0,25	-1,0417	-1,8582	-0,1579	-2,2561	-15,67
SUMATORIA				-1,22	9,09	2,6442				-40,9

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	DIÁMETRO INT. (")	Q DISEÑO (l/s)	HF	HF/Q	DELTA	OTROS CIRCUITOS	Q1	HF1
8	14-27D	115,50	1,75	1,00	1,23	1,2300	0,2621	1,8582	3,1203	10,10
	27D-11	93,45	1,20	0,35	0,92	2,6286	0,2621	1,7000	2,3122	30,41
	11-13	115,50	2,19	-2,59	-2,41	0,9305	0,2621		-2,3279	-1,98
	13-14	93,45	2,19	-2,94	-2,47	0,8401	0,2621		-2,6779	-2,07
SUMATORIA				-4,18	-2,73	5,6292				26,36

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	DIÁMETRO INT. (")	Q DISEÑO (l/s)	HF	HF/Q	DELTA	OTROS CIRCUITOS	Q1	HF1
7	32-30	114,45	2,19	2,52	2,27	0,9008	-0,1820		2,3380	1,98
	30-27B	94,50	1,20	0,85	4,83	5,6824	-0,1820	-0,1302	0,5377	2,07
	27B-27D	114,45	1,75	-0,70	-0,63	0,9000	-0,1820	1,7000	0,8180	0,84
	27D-32	94,50	1,20	-0,60	-2,53	4,2167	-0,1820	1,8582	1,0762	7,47
SUMATORIA				2,07	3,94	11,6998				12,36

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	DIÁMETRO INT. (")	Q DISEÑO (l/s)	HF	HF/Q	DELTA	OTROS CIRCUITOS	Q1	HF1
6	27D-27B	114,45	1,75	0,70	0,63	0,9000	-1,7000	0,1820	-0,8180	-0,84
	27B-26C	94,50	1,20	0,70	3,37	4,8143	-1,7000	-0,0649	-1,0649	-7,33
	26C-11	114,45	1,75	-0,95	1,11	-1,1684	-1,7000	-0,0125	-2,6625	-7,46
	11-27D	93,45	1,20	-0,35	0,92	-2,6286	-1,7000	-0,2621	-2,3122	-30,41
SUMATORIA				0,1	6,03	1,9173				-46,04

Continuación apéndice 3.

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	DIÁMETRO INT. (")	Q DISEÑO (l/s)	HF	HF/Q	DELTA	OTROS CIRCUITOS	Q1	HF1
5	11-26C	114,45	1,75	0,95	1,11	1,1684	0,0125	1,7000	2,6625	7,46
	26C-7	94,50	1,20	0,55	2,16	3,9273	0,0125	0,0983	0,6607	3,03
	7-9	114,45	1,75	-1,12	-1,50	1,3393	0,0125		-1,1075	-1,47
	9-11	95,55	1,75	-1,42	-1,95	1,3732	0,0125		-1,4075	-1,92
SUMATORIA				-1,04	-0,18	7,8082				7,1

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	DIÁMETRO INT. (")	Q DISEÑO (l/s)	HF	HF/Q	DELTA	OTROS CIRCUITOS	Q1	HF1
4	30-29	73,50	1,75	1,35	1,36	1,0074	0,1302		1,4802	1,62
	29-28	50,40	1,75	1,18	0,73	0,6186	0,1302		1,3102	0,88
	28-27	71,40	1,75	1,13	0,95	0,8407	0,1302		1,2602	1,17
	27-27B	118,65	1,20	-0,30	-0,88	2,9333	0,1302	-0,0649	-0,2347	-0,56
	27B-30	94,50	1,20	-0,85	-4,83	5,6824	0,1302	0,1820	-0,5377	-2,07
SUMATORIA				2,51	-2,67	11,0824				1,04

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	DIÁMETRO INT. (")	Q DISEÑO (l/s)	HF	HF/Q	DELTA	OTROS CIRCUITOS	Q1	HF1
3	27B-27	118,65	1,20	0,30	0,88	2,9333	0,0649	-0,1302	0,2347	0,56
	27-26	93,45	1,53	1,01	1,96	1,9406	0,0649		1,0749	2,20
	26-26C	118,65	1,53	-0,55	-0,81	1,4727	0,0649	0,0983	-0,3868	-0,42
	26C-27B	94,50	1,20	-0,70	-3,37	4,8143	0,0649	1,7000	1,0649	7,33
SUMATORIA				0,06	-1,34	11,1609				9,67

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	DIÁMETRO INT. (")	Q DISEÑO (l/s)	HF	HF/Q	DELTA	OTROS CIRCUITOS	Q1	HF1
2	26C-26	118,65	1,53	0,55	0,81	1,4727	-0,0983	-0,0649	0,3868	0,42
	26-25	95,55	1,20	0,84	4,78	5,6905	-0,0983		0,7417	3,79
	25-7	118,65	1,20	-0,30	-0,88	2,9333	-0,0983	-0,0902	-0,4885	-2,18
	7-26C	94,50	1,20	-0,55	-2,16	3,9273	-0,0983	-0,0125	-0,6607	-3,03
SUMATORIA				0,54	2,55	14,0238				-1

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	DIÁMETRO INT. (")	Q DISEÑO (l/s)	HF	HF/Q	DELTA	OTROS CIRCUITOS	Q1	HF1
1	7-25	118,65	1,20	0,30	0,88	2,9333	0,0902	0,0983	0,4885	2,18
	25-3	92,40	1,20	0,50	1,77	3,5400	0,0902		0,5902	2,40
	3-5	118,65	1,20	-0,30	-0,88	2,9333	0,0902		-0,2098	-0,46
	5-7	92,40	1,20	-0,80	-4,22	5,2750	0,0902		-0,7098	-3,38
SUMATORIA				-0,3	-2,45	14,6817				0,74

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. Método final de Hardy Cross para red de distribución

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	DIÁMETRO INT. (")	Q 6 (l/s)	HF 6	HF/Q	DELTA	OTROS CIRCUITOS	Q 7 (l/s)	HF 7
24	50-49	57,44	3,23	6,72	1,06	0,1578	0,0034		6,7211	1,06
	49-39A	57,65	1,53	0,72	0,65	0,8979	0,0034	0,0029	0,7302	0,66
	39A-39B	54,60	1,20	-0,48	-0,96	2,0151	0,0034	0,0007	-0,4723	-0,94
	39B-50	75,23	4,15	-9,50	-0,77	0,0810	0,0034		-9,4989	-0,77
SUMATORIA				-2,5372	-0,02	3,1518				0,01

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	DIÁMETRO INT. (")	Q 6 (l/s)	HF 6	HF/Q	DELTA	OTROS CIRCUITOS	Q 7 (l/s)	HF 7
23	39B-39A	54,60	1,20	0,48	0,96	2,0151	-0,0007	-0,0034	0,4723	0,94
	39A-37C	93,45	1,20	0,67	3,09	4,5982	-0,0007	-0,0032	0,6681	3,06
	37C-37D	81,90	1,75	-1,06	-0,97	0,9177	-0,0007	-0,0014	-1,0591	-0,97
	37D-39B	97,13	3,23	-8,98	-3,07	0,3420	-0,0007		-8,9766	-3,07
SUMATORIA				-8,8845	0,01	7,8730				-0,04

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	DIÁMETRO INT. (")	Q 6 (l/s)	HF 6	HF/Q	DELTA	OTROS CIRCUITOS	Q 7 (l/s)	HF 7
22	37D-37C	81,90	1,75	1,06	0,97	0,9177	0,0014	0,0007	1,0591	0,97
	37C-46	94,50	1,20	0,72	3,56	4,9372	0,0014	-0,0013	0,7211	3,56
	46-48	109,20	1,75	-1,41	-2,21	1,5633	0,0014	-0,0007	-1,4129	-2,2
	48-37D	99,23	3,23	-7,67	-2,34	0,3051	0,0014		-7,6675	-2,34
SUMATORIA				-7,3045	-0,02	7,7233				-0,01

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	DIÁMETRO INT. (")	Q 6 (l/s)	HF 6	HF/Q	DELTA	OTROS CIRCUITOS	Q 7 (l/s)	HF 7
21	48-46	109,20	1,75	1,41	2,21	1,5633	0,0007	-0,0014	1,4129	2,2
	46-22	94,50	1,20	0,79	4,18	5,3166	0,0007	-0,0013	0,7856	4,17
	22-24	136,50	2,66	-5,77	-4,93	0,8551	0,0007		-5,7646	-4,93
	24-48	98,70	3,23	-5,99	-1,47	0,2456	0,0007		-5,9846	-1,47
SUMATORIA				-9,5506	-0,01	7,9807				-0,03

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	DIÁMETRO INT. (")	Q 6 (l/s)	HF 6	HF/Q	DELTA	OTROS CIRCUITOS	Q 7 (l/s)	HF 7
20	49-39	108,15	3,23	5,97	1,61	0,2695	-0,0029		5,9709	1,61
	39-39A	91,35	1,20	-0,36	-0,94	2,6232	-0,0029	-0,0032	-0,3644	-0,97
	39A-49	57,65	1,53	-0,72	-0,65	0,8979	-0,0029	-0,0034	-0,7302	-0,66
SUMATORIA				4,8915	0,02	3,7906	-0,0029			-0,02

Continuación apéndice 4.

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	DIÁMETRO INT. (")	Q 6 (l/s)	HF 6	HF/Q	DELTA	OTROS CIRCUITOS	Q 7 (l/s)	HF 7
19	39A-39	91,35	1,20	0,36	0,94	2,6232	0,0032	0,0029	0,3644	0,97
	39-37	149,42	3,23	6,11	2,32	0,3796	0,0032		6,1153	2,32
	37-37A	92,40	1,53	0,49	0,51	1,0376	0,0032	-0,0010	0,4937	0,52
	37A-37C	113,40	1,53	-0,54	-0,74	1,3755	0,0032	-0,0013	-0,5360	-0,74
	37C-39A	93,45	1,20	-0,67	-3,09	4,5982	0,0032	0,0007	-0,6681	-3,06
SUMATORIA				5,7520	-0,06	10,0141				0,01

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	DIÁMETRO INT. (")	Q 6 (l/s)	HF 6	HF/Q	DELTA	OTROS CIRCUITOS	Q 7 (l/s)	HF 7
18	37C-37A	113,40	1,53	0,54	0,74	1,3755	0,0013	-0,0032	0,5360	0,74
	37A-44	94,50	1,20	0,73	3,64	4,9898	0,0013	-0,0010	0,7298	3,64
	44-46	113,40	1,75	-0,83	-0,85	1,0260	0,0013	-0,0013	-0,8285	-0,85
	46-37C	94,50	1,20	-0,72	-3,56	4,9372	0,0013	-0,0014	-0,7211	-3,56
SUMATORIA				-0,282	-0,03	12,3286				-0,03

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	DIÁMETRO INT. (")	Q 6 (l/s)	HF 6	HF/Q	DELTA	OTROS CIRCUITOS	Q 7 (l/s)	HF 7
17	46-44	113,40	1,75	0,83	0,85	1,0260	0,0013	-0,0013	0,8285	0,85
	44-41B	94,50	1,20	0,77	4,00	5,2102	0,0013	-0,0007	0,7683	4,01
	41B-22	113,40	1,75	-0,74	-0,70	0,9435	0,0013	-0,0008	-0,7414	-0,69
	22-46	94,50	1,20	-0,79	-4,18	5,3166	0,0013	-0,0007	-0,7856	-4,17
SUMATORIA				0,07	-0,03	12,4963				0

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	DIÁMETRO INT. (")	Q 6 (l/s)	HF 6	HF/Q	DELTA	OTROS CIRCUITOS	Q 7 (l/s)	HF 7
16	22-41B	113,40	1,75	0,74	0,70	0,9435	0,0008	-0,0013	0,7414	0,69
	41B-18	94,50	1,20	0,74	3,70	5,0253	0,0008	-0,0004	0,7367	3,71
	18-20	113,40	2,66	-4,04	-2,12	0,5248	0,0008		-4,0388	-2,12
	20-22	94,50	2,66	-4,64	-2,29	0,4936	0,0008		-4,6388	-2,28
SUMATORIA				-7,2010	-0,01	6,9872				0

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	DIÁMETRO INT. (")	Q 6 (l/s)	HF 6	HF/Q	DELTA	OTROS CIRCUITOS	Q 7 (l/s)	HF 7
15	37A-37	92,40	1,53	-0,49	-0,51	1,0376	0,0010	-0,0032	-0,4937	-0,52
	37-36	71,82	2,66	5,25	2,18	0,4152	0,0010		5,2516	2,18
	36-35	40,95	2,66	5,18	1,21	0,2336	0,0010		5,1816	1,21
	35-42	27,30	1,20	0,82	1,30	1,5889	0,0010	-0,0013	0,8179	1,3
	42-44	113,40	1,20	-0,24	-0,56	2,3309	0,0010	-0,0007	-0,2400	-0,56
	44-37A	94,50	1,20	-0,73	-3,64	4,9898	0,0010	-0,0013	-0,7298	-3,64
SUMATORIA				9,7880	-0,02	10,5961				-0,03

Continuación apéndice 4.

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	DIÁMETRO INT. (")	Q 6 (l/s)	HF 6	HF/Q	DELTA	OTROS CIRCUITOS	Q 7 (l/s)	HF 7
14	44-42	113,40	1,20	0,24	0,56	2,3309	0,0007	-0,0010	0,2400	0,56
	42-41	94,50	1,20	0,76	3,91	5,1555	0,0007	-0,0013	0,7579	3,91
	41-41B	113,40	1,20	-0,22	-0,49	2,1941	0,0007	-0,0004	-0,2230	-0,49
	41B-44	94,50	1,20	-0,77	-4,00	5,2102	0,0007	-0,0013	-0,7683	-4,01
SUMATORIA				0,0076	-0,02	14,8907				-0,03

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	DIÁMETRO INT. (")	Q 6 (l/s)	HF 6	HF/Q	DELTA	OTROS CIRCUITOS	Q 7 (l/s)	HF 7
13	41B-41	113,40	1,20	0,22	0,49	2,1941	0,0004	-0,0007	0,2230	0,49
	41-40	94,50	1,20	0,76	3,88	5,1381	0,0004	-0,0007	0,7548	3,88
	40-18	113,40	1,20	-0,27	-0,68	2,5394	0,0004	-0,0009	-0,2683	-0,69
	18-41B	94,50	1,20	-0,74	-3,70	5,0253	0,0004	-0,0008	-0,7367	-3,71
SUMATORIA				-0,0256	-0,01	14,8969				-0,03

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	DIÁMETRO INT. (")	Q 6 (l/s)	HF 6	HF/Q	DELTA	OTROS CIRCUITOS	Q 7 (l/s)	HF 7
12	18-40	113,40	1,20	0,27	0,68	2,5394	0,0009	-0,0004	0,2683	0,69
	40-15	50,40	1,20	0,77	2,12	2,7708	0,0009	-0,0010	0,7651	2,12
	15-17	113,40	2,66	-3,82	-1,91	0,5003	0,0009		-3,8172	-1,91
	17-18	50,40	2,66	-3,94	-0,90	0,2285	0,0009		-3,9372	-0,9
SUMATORIA				-6,7233	-0,01	6,0390				0

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	DIÁMETRO INT. (")	Q 6 (l/s)	HF 6	HF/Q	DELTA	OTROS CIRCUITOS	Q 7 (l/s)	HF 7
11	42-35	27,30	1,20	-0,82	-1,30	1,5889	0,0013	-0,0010	-0,8179	-1,3
	35-34	94,50	2,19	4,26	4,96	1,1637	0,0013		4,2637	4,96
	34-41	27,30	1,20	0,32	0,23	0,7112	0,0013	-0,0007	0,3239	0,23
	41-42	94,50	1,20	-0,76	-3,91	5,1555	0,0013	-0,0007	-0,7579	-3,91
SUMATORIA				3,0093	-0,02	8,6193				-0,02

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	DIÁMETRO INT. (")	Q 6 (l/s)	HF 6	HF/Q	DELTA	OTROS CIRCUITOS	Q 7 (l/s)	HF 7
10	41-34	27,30	1,20	-0,32	-0,23	0,7112	0,0007	-0,0013	-0,3239	-0,23
	34-33	94,50	2,19	3,75	3,91	1,0429	0,0007		3,7497	3,91
	33-40	27,30	1,20	0,29	0,19	0,6502	0,0007	-0,0010	0,2920	0,19
	40-41	94,50	1,20	-0,76	-3,88	5,1381	0,0007	-0,0004	-0,7548	-3,88
SUMATORIA				2,9627	-0,01	7,5425				-0,01

Continuación apéndice 4.

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	DIÁMETRO INT. (")	Q 6 (l/s)	HF 6	HF/Q	DELTA	OTROS CIRCUITOS	Q 7 (l/s)	HF 7
9	40-33	27,30	1,20	-0,29	-0,19	0,6502	0,0010	-0,0007	-0,2920	-0,19
	33-32	88,20	2,19	3,27	2,83	0,8663	0,0010		3,2678	2,83
	32-27D	94,50	1,20	0,72	3,53	4,9158	0,0010	0,0010	0,7200	3,55
	27D-14	115,50	1,75	-1,27	-1,90	1,5006	0,0010	0,0000	-1,2652	-1,9
	14-15	44,10	2,19	-4,11	-2,17	0,5276	0,0010		-4,1122	-2,16
	15-40	50,40	1,20	-0,77	-2,12	2,7708	0,0010	-0,0009	-0,7651	-2,12
SUMATORIA				-2,4519	-0,02	11,2313				0,01

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	DIÁMETRO INT. (")	Q 6 (l/s)	HF 6	HF/Q	DELTA	OTROS CIRCUITOS	Q 7 (l/s)	HF 7
8	14-27D	115,50	1,75	1,27	1,90	1,5006	0,0000	-0,0010	1,2652	1,9
	27D-11	93,45	1,20	0,58	2,36	4,0637	0,0000	0,0000	0,5807	2,36
	11-13	115,50	2,19	-2,40	-2,09	0,8719	0,0000		-2,3970	-2,09
	13-14	93,45	2,19	-2,75	-2,17	0,7899	0,0000		-2,7470	-2,17
SUMATORIA				-3,2971	0	7,2262				0

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	DIÁMETRO INT. (")	Q 6 (l/s)	HF 6	HF/Q	DELTA	OTROS CIRCUITOS	Q 7 (l/s)	HF 7
7	32-30	114,45	2,19	2,33	1,96	0,8417	-0,0010		2,3277	1,96
	30-27B	94,50	1,20	0,60	2,50	4,1992	-0,0010	-0,0017	0,5927	2,48
	27B-27D	114,45	1,75	-0,85	-0,91	1,0662	-0,0010	0,0000	-0,8545	-0,91
	27D-32	94,50	1,20	-0,72	-3,53	4,9158	-0,0010	-0,0010	-0,7200	-3,55
SUMATORIA				1,3524	0,02	11,0229				-0,02

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	DIÁMETRO INT. (")	Q 6 (l/s)	HF 6	HF/Q	DELTA	OTROS CIRCUITOS	Q 7 (l/s)	HF 7
6	27D-27B	114,45	1,75	0,85	0,91	1,0662	0,0000	0,0010	0,8545	0,91
	27B-26C	94,50	1,20	0,60	2,56	4,2408	0,0000	0,0000	0,6037	2,56
	26C-11	114,45	1,75	-0,95	-1,11	1,1660	0,0000	-0,0007	-0,9526	-1,11
	11-27D	93,45	1,20	-0,58	-2,36	4,0637	0,0000	0,0000	-0,5807	-2,36
SUMATORIA				-0,0755	0	10,5367				0

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	DIÁMETRO INT. (")	Q 6 (l/s)	HF 6	HF/Q	DELTA	OTROS CIRCUITOS	Q 7 (l/s)	HF 7
5	11-26C	114,45	1,75	0,95	1,11	1,1660	0,0007	0,0000	0,9526	1,11
	26C-7	94,50	1,20	0,60	2,51	4,2018	0,0007	0,0007	0,5988	2,53
	7-9	114,45	1,75	-1,16	-1,59	1,3757	0,0007		-1,1551	-1,59
	9-11	95,55	1,75	-1,46	-2,04	1,4013	0,0007		-1,4551	-2,04
SUMATORIA				-1,0622	-0,01	8,1448				0,01

Continuación apéndice 4.

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	DIÁMETRO INT. (")	Q 6 (l/s)	HF 6	HF/Q	DELTA	OTROS CIRCUITOS	Q 7 (l/s)	HF 7
4	30-29	73,50	1,75	1,41	1,48	1,0472	0,0017		1,4150	1,49
	29-28	50,40	1,75	1,24	0,80	0,6434	0,0017		1,2450	0,81
	28-27	71,40	1,75	1,19	1,05	0,8799	0,0017		1,1950	1,06
	27-27B	118,65	1,20	-0,30	-0,86	2,9131	0,0017	0,0000	-0,2935	-0,85
	27B-30	94,50	1,20	-0,60	-2,50	4,1992	0,0017	0,0010	-0,5927	-2,48
SUMATORIA				2,9595	-0,03	9,6828				0,03

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	DIÁMETRO INT. (")	Q 6 (l/s)	HF 6	HF/Q	DELTA	OTROS CIRCUITOS	Q 7 (l/s)	HF 7
3	27B-27	118,65	1,20	0,30	0,86	2,9131	0,0000	-0,0017	0,2935	0,85
	27-26	93,45	1,53	1,07	2,17	2,0307	0,0000		1,0686	2,17
	26-26C	118,65	1,53	-0,41	-0,47	1,1512	0,0000	0,0007	-0,4075	-0,46
	26C-27B	94,50	1,20	-0,60	-2,56	4,2408	0,0000	0,0000	-0,6037	-2,56
SUMATORIA				0,3519	0	10,3358				0

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	DIÁMETRO INT. (")	Q 6 (l/s)	HF 6	HF/Q	DELTA	OTROS CIRCUITOS	Q 7 (l/s)	HF 7
2	26C-26	118,65	1,53	0,41	0,47	1,1512	-0,0007	0,0000	0,4075	0,46
	26-25	95,55	1,20	0,76	3,94	5,2058	-0,0007		0,7561	3,93
	25-7	118,65	1,20	-0,45	-1,88	4,1635	-0,0007	-0,0004	-0,4526	-1,89
	7-26C	94,50	1,20	-0,60	-2,51	4,2018	-0,0007	-0,0007	-0,5988	-2,53
SUMATORIA				0,1162	0,02	14,7223				-0,03

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	DIÁMETRO INT. (")	Q 6 (l/s)	HF 6	HF/Q	DELTA	OTROS CIRCUITOS	Q 7 (l/s)	HF 7
1	7-25	118,65	1,20	0,45	1,88	4,1635	0,0004	0,0007	0,4526	1,89
	25-3	92,40	1,20	0,57	2,24	3,9410	0,0004		0,5687	2,24
	3-5	118,65	1,20	-0,23	-0,55	2,3746	0,0004		-0,2313	-0,55
	5-7	92,40	1,20	-0,73	-3,58	4,8933	0,0004		-0,7313	-3,57
SUMATORIA				0,0567	-0,01	15,3724				0,01

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 5. Cálculo de presión piezométrica, dinámica y estática

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	COTA (m)	DIÁMETRO INT. (")	Q final	HF final	PIEZOMÉTRICAS (m)	PRESIÓN DINÁMICA (m)	PRESIÓN ESTÁTICA (m)
	50		92,61				107,82	15,21	21,90
24	50-49	57,44	93,36	3,23	6,7211	1,06	106,76	13,40	21,15
	49-39A	57,65	91,27	1,53	0,7302	0,66	106,10	14,83	23,24
	39A-39B	54,60	91,46	1,20	-0,4723	-0,94	107,04	15,58	23,05
	39B-50	75,23	92,61	4,15	-9,4989	-0,77	107,81	15,20	21,90
SUMATORIA						-0,1			

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	COTA (m)	DIÁMETRO INT. (")	Q2	HF2	PIEZOMÉTRICAS (m)	PRESIÓN DINÁMICA (m)	PRESIÓN ESTÁTICA (m)
	39B		91,46				107,04	15,58	23,05
23	39B-39A	54,60	91,27	1,20	0,4723	0,94	106,10	14,83	23,24
	39A-37C	93,45	81,75	1,20	0,6681	3,06	103,04	21,29	32,76
	37C-37D	81,90	81,02	1,75	-1,0591	-0,97	104,01	22,99	33,49
	37D-39B	97,13	91,46	3,23	-8,9766	-3,07	107,08	15,62	23,05
SUMATORIA						-0,04			

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	COTA (m)	DIÁMETRO INT. (")	Q2	HF2	PIEZOMÉTRICAS (m)	PRESIÓN DINÁMICA (m)	PRESIÓN ESTÁTICA (m)
	37D		81,02				104,01	22,99	33,49
22	37D-37C	81,90	81,75	1,75	1,0591	0,97	103,04	21,29	32,76
	37C-46	94,50	73,98	1,20	0,7211	3,56	99,48	25,50	40,53
	46-48	109,20	77,36	1,75	-1,4129	-2,20	101,68	24,32	37,15
	48-37D	99,23	81,02	3,23	-7,6675	-2,34	104,02	23,00	33,49
SUMATORIA						-0,01			

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	COTA (m)	DIÁMETRO INT. (")	Q2	HF2	PIEZOMÉTRICAS (m)	PRESIÓN DINÁMICA (m)	PRESIÓN ESTÁTICA (m)
	48		77,36				101,68	24,32	37,15
21	48-46	109,20	73,98	1,75	1,4129	2,20	99,48	25,50	40,53
	46-22	94,50	65,27	1,20	0,7856	4,17	95,31	30,04	49,24
	22-24	136,50	74,32	2,66	-5,7646	-4,93	100,24	25,92	40,19
	24-48	98,70	77,36	3,23	-5,9846	-1,47	101,71	24,35	37,15
SUMATORIA						-0,03			

Continuación apéndice 5.

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	COTA (m)	DIÁMETRO INT. (")	Q2	HF2	PIEZOMÉTRICAS (m)	PRESIÓN DINÁMICA (m)	PRESIÓN ESTÁTICA (m)
	49		93,36				106,76	13,40	21,15
20	49-39	108,15	94,04	3,23	5,9709	1,61	105,15	11,11	20,47
	39-39A	91,35	91,27	1,20	-0,3644	-0,97	106,12	14,85	23,24
	39A-49	57,65	93,36	1,53	-0,7302	-0,66	106,78	13,42	21,15
SUMATORIA						-0,02			

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	COTA (m)	DIÁMETRO INT. (")	Q2	HF2	PIEZOMÉTRICAS (m)	PRESIÓN DINÁMICA (m)	PRESIÓN ESTÁTICA (m)
	39A		91,27				106,12	14,85	23,24
19	39A-39	91,35	94,04	1,20	0,3644	0,97	105,15	11,11	20,47
	39-37	149,42	85,36	3,23	6,1153	2,32	102,83	17,47	29,15
	37-37A	92,40	83,97	1,53	0,4937	0,52	102,31	18,34	30,54
	37A-37C	113,40	81,75	1,53	-0,5360	-0,74	103,05	21,30	32,76
	37C-39A	93,45	91,27	1,20	-0,6681	-3,06	106,11	14,84	23,24
SUMATORIA						0,01			

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	COTA (m)	DIÁMETRO INT. (")	Q2	HF2	PIEZOMÉTRICAS (m)	PRESIÓN DINÁMICA (m)	PRESIÓN ESTÁTICA (m)
	37C		81,75				103,04	21,29	32,76
18	37C-37A	113,40	83,97	1,53	0,5360	0,74	102,3	18,33	30,54
	37A-44	94,50	73,12	1,75	0,7298	3,64	98,66	25,54	41,39
	44-46	113,40	73,98	1,75	-0,8285	-0,85	99,51	25,53	40,53
	46-37C	94,50	81,75	1,20	-0,7211	-3,56	103,07	21,32	32,76
SUMATORIA						-0,03			

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	COTA (m)	DIÁMETRO INT. (")	Q2	HF2	PIEZOMÉTRICAS (m)	PRESIÓN DINÁMICA (m)	PRESIÓN ESTÁTICA (m)
	46		73,98				99,48	25,50	40,53
17	46-44	113,40	73,12	1,75	0,8285	0,85	98,63	25,51	41,39
	44-41B	94,50	63,42	1,20	0,7683	4,01	94,62	31,20	51,09
	41B-22	113,40	65,27	1,75	-0,7414	-0,69	95,31	30,04	49,24
	22-46	94,50	73,98	1,20	-0,7856	-4,17	99,48	25,50	40,53
SUMATORIA						0,00			

Continuación apéndice 5.

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	COTA (m)	DIÁMETRO INT. (")	Q2	HF2	PIEZOMÉTRICAS (m)	PRESIÓN DINÁMICA (m)	PRESIÓN ESTÁTICA (m)
	22		65,27				95,31	30,04	49,24
16	22-41B	113,40	63,42	1,75	0,7414	0,69	94,62	31,20	51,09
	41B-18	94,50	54,79	1,20	0,7367	3,71	90,91	36,12	59,72
	18-20	113,40	61,88	2,66	-4,0388	-2,12	93,03	31,15	52,63
	20-22	94,50	65,27	2,66	-4,6388	-2,28	95,31	30,04	49,24
SUMATORIA						0,00			

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	COTA (m)	DIÁMETRO INT. (")	Q2	HF2	PIEZOMÉTRICAS (m)	PRESIÓN DINÁMICA (m)	PRESIÓN ESTÁTICA (m)
	37A		83,97				102,3	18,33	30,54
15	37A-37	92,40	85,36	1,53	-0,4937	-0,52	102,82	17,46	29,15
	37-36	71,82	81,27	2,66	5,2516	2,18	100,64	19,37	33,24
	36-35	40,95	78,01	2,66	5,1816	1,21	99,43	21,42	36,50
	35-42	27,30	76,31	1,20	0,8179	1,30	98,13	21,82	38,20
	42-44	113,40	73,12	1,20	-0,2400	-0,56	98,69	25,57	41,39
	44-37A	94,50	83,97	1,20	-0,7298	-3,64	102,33	18,36	30,54
SUMATORIA						-0,03			

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	COTA (m)	DIÁMETRO INT. (")	Q2	HF2	PIEZOMÉTRICAS (m)	PRESIÓN DINÁMICA (m)	PRESIÓN ESTÁTICA (m)
	44		73,12				98,66	25,54	41,39
14	44-42	113,40	76,31	1,20	0,2400	0,56	98,1	21,79	38,20
	42-41	94,50	67,88	1,20	0,7579	3,91	94,19	26,31	46,63
	41-41B	113,40	63,42	1,20	-0,2230	-0,49	94,68	31,26	51,09
	41B-44	94,50	73,12	1,20	-0,7683	-4,01	98,69	25,57	41,39
SUMATORIA						-0,03			

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	COTA (m)	DIÁMETRO INT. (")	Q2	HF2	PIEZOMÉTRICAS (m)	PRESIÓN DINÁMICA (m)	PRESIÓN ESTÁTICA (m)
	41B		63,42				94,62	31,20	51,09
13	41B-41	113,40	67,88	1,20	0,2230	0,49	94,13	26,25	46,63
	41-40	94,50	57,69	1,20	0,7548	3,88	90,25	32,56	56,82
	40-18	113,40	54,79	1,20	-0,2683	-0,69	90,94	36,15	59,72
	18-41B	94,50	63,42	1,20	-0,7367	-3,71	94,65	31,23	51,09
SUMATORIA						-0,03			

Continuación apéndice 5.

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	COTA (m)	DIÁMETRO INT. (")	Q2	HF2	PIEZOMÉTRICAS (m)	PRESIÓN DINÁMICA (m)	PRESIÓN ESTÁTICA (m)
	18		54,79				90,94	36,15	59,72
12	18-40	113,40	57,69	1,20	0,2683	0,69	90,25	32,56	56,82
	40-15	50,40	51,85	1,20	0,7651	2,12	88,13	36,28	62,66
	15-17	113,40	52,77	2,66	-3,8172	-1,91	90,04	37,27	61,74
	17-18	50,40	54,79	2,66	-3,9372	-0,90	90,94	36,15	59,72
SUMATORIA						0,00			

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	COTA (m)	DIÁMETRO INT. (")	Q2	HF2	PIEZOMÉTRICAS (m)	PRESIÓN DINÁMICA (m)	PRESIÓN ESTÁTICA (m)
	42		76,31				98,1	21,79	38,20
11	42-35	27,30	78,01	1,20	-0,8179	-1,3	99,4	21,39	36,50
	35-34	94,50	67,81	2,19	4,2637	5,0	94,44	26,63	46,70
	34-41	27,30	67,88	1,20	0,3239	0,2	94,21	26,33	46,63
	41-42	94,50	76,31	1,20	-0,7579	-3,9	98,12	21,81	38,20
SUMATORIA						0,0			

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	COTA (m)	DIÁMETRO INT. (")	Q2	HF2	PIEZOMÉTRICAS (m)	PRESIÓN DINÁMICA (m)	PRESIÓN ESTÁTICA (m)
	41		67,88				94,19	26,31	46,63
10	41-34	27,30	67,81	1,20	-0,3239	-0,23	94,42	26,61	46,70
	34-33	94,50	59,87	2,19	3,7497	3,91	90,51	30,64	54,64
	33-40	27,30	57,69	1,20	0,2920	0,19	90,32	32,63	56,82
	40-41	94,50	67,88	1,20	-0,7548	-3,88	94,2	26,32	46,63
SUMATORIA						-0,01			

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	COTA (m)	DIÁMETRO INT. (")	Q2	HF2	PIEZOMÉTRICAS (m)	PRESIÓN DINÁMICA (m)	PRESIÓN ESTÁTICA (m)
	40		57,69				90,25	32,56	56,82
9	40-33	27,30	59,87	1,20	-0,2920	-0,19	90,44	30,57	54,64
	33-32	88,20	58,80	2,19	3,2678	2,83	87,61	28,81	55,71
	32-27D	94,50	49,88	1,20	0,7200	3,55	84,06	34,18	64,63
	27D-14	115,50	46,63	1,75	-1,2652	-1,90	85,96	39,33	67,88
	14-15	44,10	51,85	2,19	-4,1122	-2,16	88,12	36,27	62,66
	15-40	50,40	57,69	1,20	-0,7651	-2,12	90,24	32,55	56,82
SUMATORIA						-0,01			

Continuación apéndice 5.

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	COTA (m)	DIÁMETRO INT. (")	Q2	HF2	PIEZOMÉTRICAS (m)	PRESIÓN DINÁMICA (m)	PRESIÓN ESTÁTICA (m)
	14		46,67				85,96	39,29	67,88
8	14-27D	115,50	49,88	1,75	1,2652	1,9	84,06	34,18	64,67
	27D-11	93,45	40,51	1,20	0,5807	2,4	81,7	41,19	74,04
	11-13	115,50	43,88	2,19	-2,3970	-2,1	83,79	39,91	70,67
	13-14	93,45	46,63	2,19	-2,7470	-2,2	85,96	39,33	67,92
SUMATORIA						0,0			

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	COTA (m)	DIÁMETRO INT. (")	Q2	HF2	PIEZOMÉTRICAS (m)	PRESIÓN DINÁMICA (m)	PRESIÓN ESTÁTICA (m)
	32		58,8				87,61	28,81	55,71
7	32-30	114,45	58,09	2,19	2,3277	1,96	85,65	27,56	56,42
	30-27B	94,50	50,24	1,20	0,5927	2,48	83,17	32,93	64,27
	27B-27D	114,45	49,88	1,75	-0,8545	-0,91	84,08	34,20	64,63
	27D-32	94,50	58,80	1,20	-0,7200	-3,55	87,63	28,83	55,71
SUMATORIA						-0,02			

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	COTA (m)	DIÁMETRO INT. (")	Q2	HF2	PIEZOMÉTRICAS (m)	PRESIÓN DINÁMICA (m)	PRESIÓN ESTÁTICA (m)
	27D		49,88				84,06	34,18	64,67
6	27D-27B	114,45	50,24	1,75	0,8545	0,91	83,15	32,91	64,31
	27B-26C	94,50	42,11	1,20	0,6037	2,56	80,59	38,48	72,44
	26C-11	114,45	40,51	1,75	-0,9526	-1,11	81,70	41,19	74,04
	11-27D	93,45	49,88	1,20	-0,5807	-2,36	84,06	34,18	64,67
SUMATORIA						0,00			

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	COTA (m)	DIÁMETRO INT. (")	Q2	HF2	PIEZOMÉTRICAS (m)	PRESIÓN DINÁMICA (m)	PRESIÓN ESTÁTICA (m)
	11		40,51				81,70	41,19	74,04
5	11-26C	114,45	42,11	1,75	0,9526	1,11	80,59	38,48	72,44
	26C-7	94,50	34,01	1,20	0,5988	2,53	78,06	44,05	80,54
	7-9	114,45	34,28	1,75	-1,1551	-1,59	79,65	45,37	80,27
	9-11	95,55	40,51	1,75	-1,4551	-2,04	81,69	41,18	74,04
SUMATORIA						0,01			

Continuación apéndice 5.

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	COTA (m)	DIÁMETRO INT. (")	Q2	HF2	PIEZOMÉTRICAS (m)	PRESIÓN DINÁMICA (m)	PRESIÓN ESTÁTICA (m)
	30		58,09				85,65	27,56	56,42
4	30-29	73,50	54,18	1,75	1,4150	1,49	84,16	29,98	60,33
	29-28	50,40	51,11	1,75	1,2450	0,81	83,35	32,24	63,40
	28-27	71,40	49,70	1,75	1,1950	1,06	82,29	32,59	64,81
	27-27B	118,65	50,24	1,20	-0,2935	-0,85	83,14	32,90	64,27
	27B-30	94,50	58,09	1,20	-0,5927	-2,48	85,62	27,53	56,42
SUMATORIA						0,03			

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	COTA (m)	DIÁMETRO INT. (")	Q2	HF2	PIEZOMÉTRICAS (m)	PRESIÓN DINÁMICA (m)	PRESIÓN ESTÁTICA (m)
	27B		50,24				83,15	32,91	64,31
3	27B-27	118,65	49,70	1,20	0,2935	0,85	82,30	32,60	64,85
	27-26	93,45	43,05	1,53	1,0686	2,17	80,13	37,08	71,50
	26-26C	118,65	42,11	1,53	-0,4075	-0,46	80,59	38,48	72,44
	26C-27B	94,50	50,24	1,20	-0,6037	-2,56	83,15	32,91	64,31
SUMATORIA						0,00			

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	COTA (m)	DIÁMETRO INT. (")	Q2	HF2	PIEZOMÉTRICAS (m)	PRESIÓN DINÁMICA (m)	PRESIÓN ESTÁTICA (m)
	26C		42,11				80,59	38,48	72,44
2	26C-26	118,65	43,05	1,53	0,4075	0,46	80,13	37,08	71,50
	26-25	95,55	34,61	1,20	0,7561	3,93	76,20	41,59	79,94
	25-7	118,65	34,01	1,20	-0,4526	-1,89	78,09	44,08	80,54
	7-26C	94,50	42,11	1,20	-0,5988	-2,53	80,62	38,51	72,44
SUMATORIA						-0,03			

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	COTA (m)	DIÁMETRO INT. (")	Q2	HF2	PIEZOMÉTRICAS (m)	PRESIÓN DINÁMICA (m)	PRESIÓN ESTÁTICA (m)
	7		34,81				78,09	43,28	80,54
1	7-25	118,65	34,61	1,20	0,4526	1,89	76,20	41,59	80,74
	25-3	92,40	27,43	1,20	0,5687	2,24	73,96	46,53	87,92
	3-5	118,65	26,62	1,20	-0,2313	-0,55	74,51	47,89	88,73
	5-7	92,40	34,81	1,20	-0,7313	-3,57	78,08	43,27	80,54
SUMATORIA						0,01			

Fuente: elaboración propia.

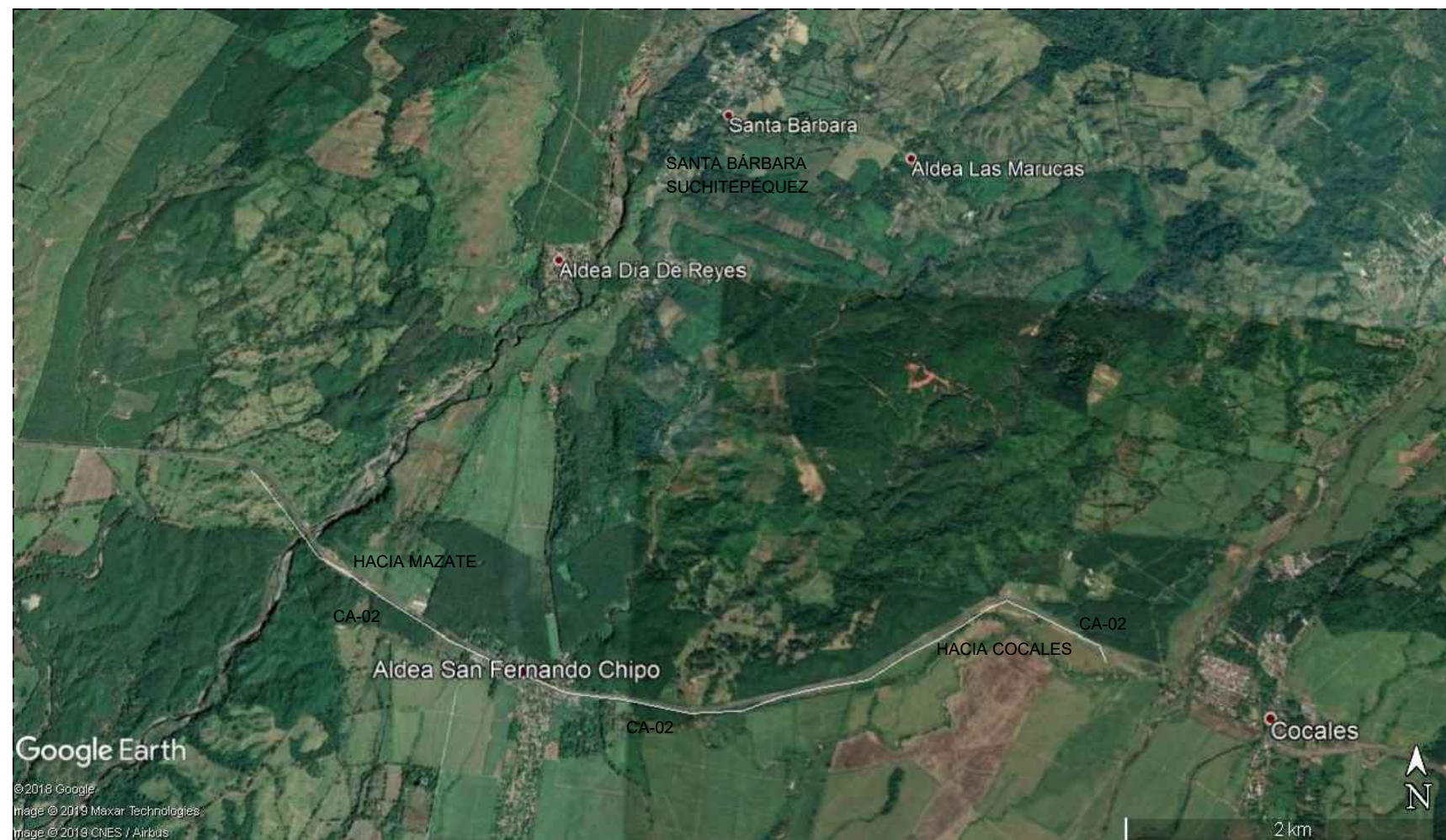
Apéndice 6. **Diseño hidráulico final de red de distribución**

Fuente: elaboración propia.

DE NODO	A NODO	DIST. MEDIDA (m)	COTA (m)	LONGITUD DISEÑO (m)	TUBERIA	PRESIÓN TRABAJO (PSI)	C	Q DISEÑO (l/s)	DIÁMETRO NOM. (")	DIÁMETRO COM. (")	DIÁMETRO INT. (")	VELOCIDAD (m/s)	HF (m)	PIEZOMÉTRICAS (m.c.a.)	PRESIÓN DINÁMICA (m)	PRESIÓN ESTÁTICA (m)	
RAMAL CENTRAL																	
	24	24		74,42										100,24	25,92	40,19	
	22	22	130,00	65,27	136,50	PVC	160	150	5,7646	2,3386	2 1/2	2,655	1,61	4,93	95,31	30,04	49,24
	20	20	90,00	61,88	94,50	PVC	160	150	4,6388	2,4483	2 1/2	2,655	1,30	2,28	93,03	31,15	52,63
	18	18	108,00	54,79	113,40	PVC	160	150	4,0388	2,0724	2	2,193	1,66	5,38	90,91	36,12	59,72
	17	17	48,00	53,01	50,40	PVC	160	150	3,9372	2,3079	2	2,193	1,62	2,28	90,04	37,27	61,74
	15	15	108,00	51,85	113,40	PVC	160	150	3,8172	2,9418	2	2,193	1,57	4,85	88,13	36,28	62,66
	14	14	42,00	46,63	44,10	PVC	160	150	4,1122	1,8304	2	2,193	1,69	2,16	85,96	39,33	67,88
	13	13	89,00	43,38	93,45	PVC	160	150	2,7470	2,0193	2	2,193	1,13	2,17	83,79	39,91	70,67
	11	11	110,00	40,51	115,50	PVC	160	150	1,4551	1,6996	1 1/2	1,754	0,93	2,46	81,7	41,19	74,04
	9	9	91,00	34,28	95,55	PVC	160	150	1,4551	1,3942	1 1/2	1,754	0,93	2,04	79,65	45,37	80,27
	7	7	109,00	34,01	114,45	PVC	160	150	1,1551	2,5248	1 1/2	1,754	0,74	1,59	78,09	44,08	80,54
	5	5	88,00	26,62	92,40	PVC	160	150	0,7313	1,0294	1	1,195	1,01	3,57	74,51	47,89	88,73
Hondonada	3	3	113,00	27,43	118,65	PVC	160	150	0,2313	1,1018	1	1,195	0,32	0,55	73,96	46,53	87,92
	2	2	79,00	20,98	82,95	PVC	160	150	0,3313	0,7664	1	1,195	0,46	0,74	73,22	52,24	94,37
	1	1	10,00	19,56	10,50	PVC	160	150	0,1261	0,474	1	1,195	0,17	0,02	73,2	53,64	95,79
RAMAL 01																	
	50	50		92,61										107,82	15,21	21,9	
Hondonada	49	49	54,70	93,36	57,44	PVC	160	150	6,7211	3,4687	3	3,23	1,27	1,06	106,76	13,40	21,15
Hondonada	39	39	103,00	94,32	108,15	PVC	160	150	5,9709	3,5897	3	3,23	1,13	1,61	105,15	11,11	20,47
	37	37	142,30	85,36	149,42	PVC	160	150	6,1153	2,4471	2 1/2	2,655	1,71	6,02	102,83	17,47	29,15
	36	36	68,40	81,27	71,82	PVC	160	150	5,2516	2,3342	2 1/2	2,655	1,47	2,18	100,64	19,37	33,24
	35	35	39,00	78,01	40,95	PVC	160	150	5,1816	2,1679	2	2,193	2,13	3,08	99,43	21,42	36,5
	35	35	26,00	76,31	27,30	PVC	160	150	0,8179	1,1308	1 1/4	1,532	0,69	0,39	98,13	21,82	38,20
	34	34	90,00	67,81	94,50	PVC	160	150	4,2637	1,8912	2	2,193	1,75	4,96	94,44	26,63	46,7
	33	33	90,00	59,87	94,50	PVC	160	150	3,7497	1,8962	2	2,193	1,54	3,91	90,51	30,64	54,64
	32	32	84,00	58,8	88,20	PVC	160	150	3,2678	2,6777	2	2,193	1,34	2,83	87,61	28,81	55,71
	32	30	109,00	58,09	114,45	PVC	160	150	2,3277	2,7015	2	2,193	0,96	1,96	85,65	27,56	56,42
	30	29	70,00	54,18	73,50	PVC	160	150	1,4150	1,4383	1 1/2	1,754	0,91	1,49	84,16	29,98	60,33
	29	28	48,00	51,11	50,40	PVC	160	150	1,2450	1,3325	1 1/4	1,532	1,05	1,56	83,35	32,24	63,4
	28	27	68,00	49,7	71,40	PVC	160	150	1,1950	1,6533	1 1/4	1,532	1,00	2,04	82,29	32,59	64,81
	27	26	89,00	42,85	93,45	PVC	160	150	1,0686	1,2104	1 1/4	1,532	0,90	2,17	80,13	37,08	71,50
	26	25	91,00	34,61	95,55	PVC	160	150	0,7561	1,0265	1	1,195	1,04	3,93	76,20	41,59	79,94
	25	3	88,00	27,43	92,40	PVC	160	150	0,5687	0,9412	1	1,195	0,79	2,24	73,96	46,53	87,92
RAMAL 02																	
	48	48		77,36										101,68	24,32	37,15	
	46	46	104,00	73,98	109,20	PVC	160	150	1,4129	1,6066	1 1/2	1,754	0,91	2,2	99,48	25,50	40,53
	44	44	108,00	72,12	113,40	PVC	160	150	0,8285	1,4944	1 1/2	1,754	0,53	0,85	98,66	25,54	41,39
Hondonada	42	42	108,00	76,31	113,40	PVC	160	150	0,2400	0,7900	1	1,195	0,33	0,56	98,10	21,79	38,20
	42	41	90,00	67,88	94,50	PVC	160	150	0,7579	1,0203	1	1,195	1,05	3,91	94,19	26,31	46,63
	41	40	90,00	57,69	94,50	PVC	160	150	0,7548	0,9799	1	1,195	1,04	3,88	90,25	32,56	56,82
Hondonada	40	15	48,00	51,85	50,40	PVC	160	150	0,7651	0,9705	1	1,195	1,06	2,12	88,13	36,28	62,66
RAMAL 03																	
	7	7		34,01										78,09	44,08	80,54	
Hondonada	25	25A	63,00	36,2	66,15	PVC	160	150	0,2000	0,8052	1	1,195	0,28	0,23	75,97	39,77	78,35
RAMAL 04																	
	11	11		40,51										81,7	41,19	74,04	
Hondonada	26C	26C	109,00	42,02	114,45	PVC	160	150	0,9526	1,6478	1 1/2	1,754	0,61	1,11	80,59	38,48	72,44
Hondonada	26	26	113,00	42,85	118,65	PVC	160	150	0,4075	1,3596	1	1,195	0,56	1,56	80,13	37,08	71,50
Hondonada	26A	26A	83,00	44,7	87,15	PVC	160	150	0,2500	0,8991	1	1,195	0,35	0,46	79,67	34,97	69,85
RAMAL 05																	
	14	14		46,63										85,96	39,33	67,88	
Hondonada	27D	27D	110,00	49,08	115,50	PVC	160	150	1,2652	1,6649	1 1/2	1,754	0,81	1,9	84,06	34,18	64,67
Hondonada	27B	27B	109,00	50,24	114,45	PVC	160	150	0,8545	1,6692	1 1/2	1,754	0,55	0,91	83,15	32,91	64,31
Hondonada	27B	27	113,00	49,7	118,65	PVC	160	150	0,2935	1,311	1	1,195	0,41	0,85	82,29	32,59	64,81
RAMAL 06																	
	30	30		58,09										85,65	27,56	56,42	
	27B	27B	90,00	50,24	94,50	PVC	160	150	0,5927	0,9431	1	1,195	0,82	2,48	83,15	32,91	64,31
	26C	26C	90,00	42,02	94,50	PVC	160	150	0,6037	0,9407	1	1,195	0,83	2,56	80,59	38,48	72,44
	7	7	90,00	34,01	94,50	PVC	160	150	0,5988	0,9428	1	1,195	0,83	2,53	78,09	44,08	80,54
RAMAL 07																	
	32	32		58,8										87,61	28,81	55,71	
	27D	27D	90,00	49,08	94,50	PVC	160	150	0,7200	0,9718	1	1,195	1,00	3,55	84,06	34,18	64,67
	11	11	89,00	40,51	93,45	PVC	160	150	0,5807	0,917	1	1,195	0,80	2,36	81,7	41,19	74,04
RAMAL 08																	
	18	18		57,69										90,91	36,12	59,72	
	40	40	108,00	54,79	113,40	PVC	160	150	0,2683	0,8889	1	1,195	0,37	0,69	90,25	32,56	56,82
Hondonada	33	33	26,00	59,87	27,30	PVC	160	150	0,2920	0,6107	1	1,195	0,40	0,19	90,51	30,64	54,64
RAMAL 09																	
	22	22		65,27										95,31	30,04	49,24	
	41B	41B	108,00	63,42	113,40	PVC	160	150	0,7414	1,4342	1 1/2	1,754	0,48	0,69	94,62	31,20	51,09
Hondonada	41	41	108,00	67,88	113,40	PVC	160	150	0,2230	0,7584	1	1,195	0,31	0,49	94,19	26,31	46,63
Hondonada	34	34	26,00	67,81	27,30	PVC	160	150	0,3239	1,5312	1	1,195	0,45	0,23	94,44	26,63	46,7
RAMAL 10																	
	37D	37D		81,02										104,01	22,99	33,49	
Hondonada	37C	37C	78,00	81,75	81,90	PVC	160	150	1,0591	1,8594	1 1/2	1,754	0,68	0,97	103,04	21,29	32,76
	37A	37A	108,00	83,97	113,40	PVC	160	150	0,5360	1,2214	1 1/4	1,532	0,45	0,74	102,31	18,34	30,54
Hondonada	37A	37	88,00	85,36	92,40	PVC	160	150	0,4937	1,2496	1	1,195	0,68	1,73	102,83	17,47	29,15
RAMAL 11																	
	37A	37A		83,97										102,31	18,34	30,54	
	44	44	90,00	73,12	94,50	PVC	160	150	0,7298	0,955	1	1,195	1,01	3,64	98,66	25,54	41,39
	41B	41B	90,00	63,42	94,50	PVC	160	150	0,7683	0,9965	1	1,195	1,06	4,01	94,62	31,20	51,09
	18	18	90,00	54,79	94,50	PVC	160	150	0,7367	1,0046	1	1,195	1,02	3,71	90,91	36,12	59,72
RAMAL 12																	
	49	49		93,36										106,76	13,40	21,15	
	39A	39A	54,90	91,27	57,65	PVC	160	150	0,7302	1,2103	1 1/4	1,532	0,61	0,66	106,12	14,85	23,24
	37C	37C	89,00	81,75	93,45	PVC	160	150	0,6681	0,9465	1	1,195	0,92	3,06	103,04	21,29	32,76
	46	46	90,00	73,98	94,50	PVC	160	150	0,7211	1,0182	1	1,195	1,00	3,56	99,48	25,50	40,53
	22	22	90,00	65,27	94,50	PVC	160	150	0,7856	1,0274	1	1,195	1,09	4,17	95,31	30,04	49,24
RAMAL 13																	
	50	50		92,61										107,82	15,21	21,90	
	39B	39B	71,65	91,46	75,23	PVC	160	150	9,4989	3,8299							


**Apéndice 7. Planos sistema de abastecimiento de agua potable
aldea Las Ilusiones del municipio de Santa Bárbara,
Suchitepéquez.**

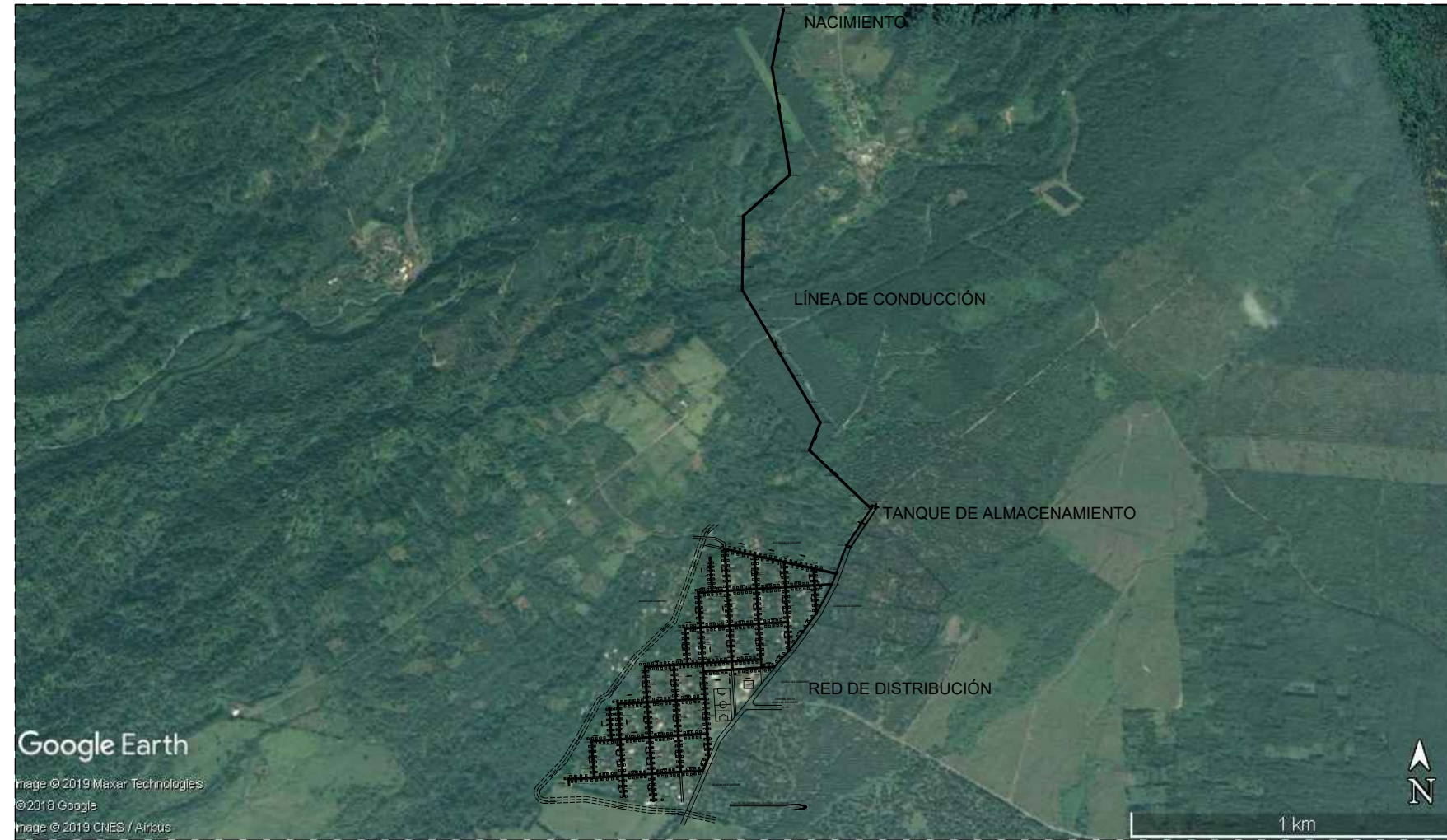
Fuente: elaboración propia.



PLANO DE LOCALIZACIÓN PARA EL MUNICIPIO DE SANTA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ
Sin Escala



HOJA DE:		
PLANO DE LOCALIZACIÓN		
FECHA: FEBRERO 2020	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA LAS ILUSIONES, SANTA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ	INGENIERO ASESOR: OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ
ESCALA: INDICADA		DISEÑO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
DIBUJO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ	PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SANTA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ.	CALCULO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
 Vo Bo: YESSICA BARRIOS LÓPEZ EPESISTA DE INGENIERÍA		Vo Bo: ING. OSCAR ARGUETA ASESOR Y SUPERVISOR DE EPS
		HOJA No. 1 DE 32



Google Earth

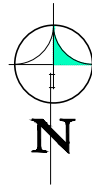
Image © 2018 Maxar Technologies
 © 2018 Google
 Image © 2018 CNES / Airbus

PLANO DE UBICACIÓN PARA EL MUNICIPIO DE SANTA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ
 ALDEA LAS ILUSIONES Sin Escala

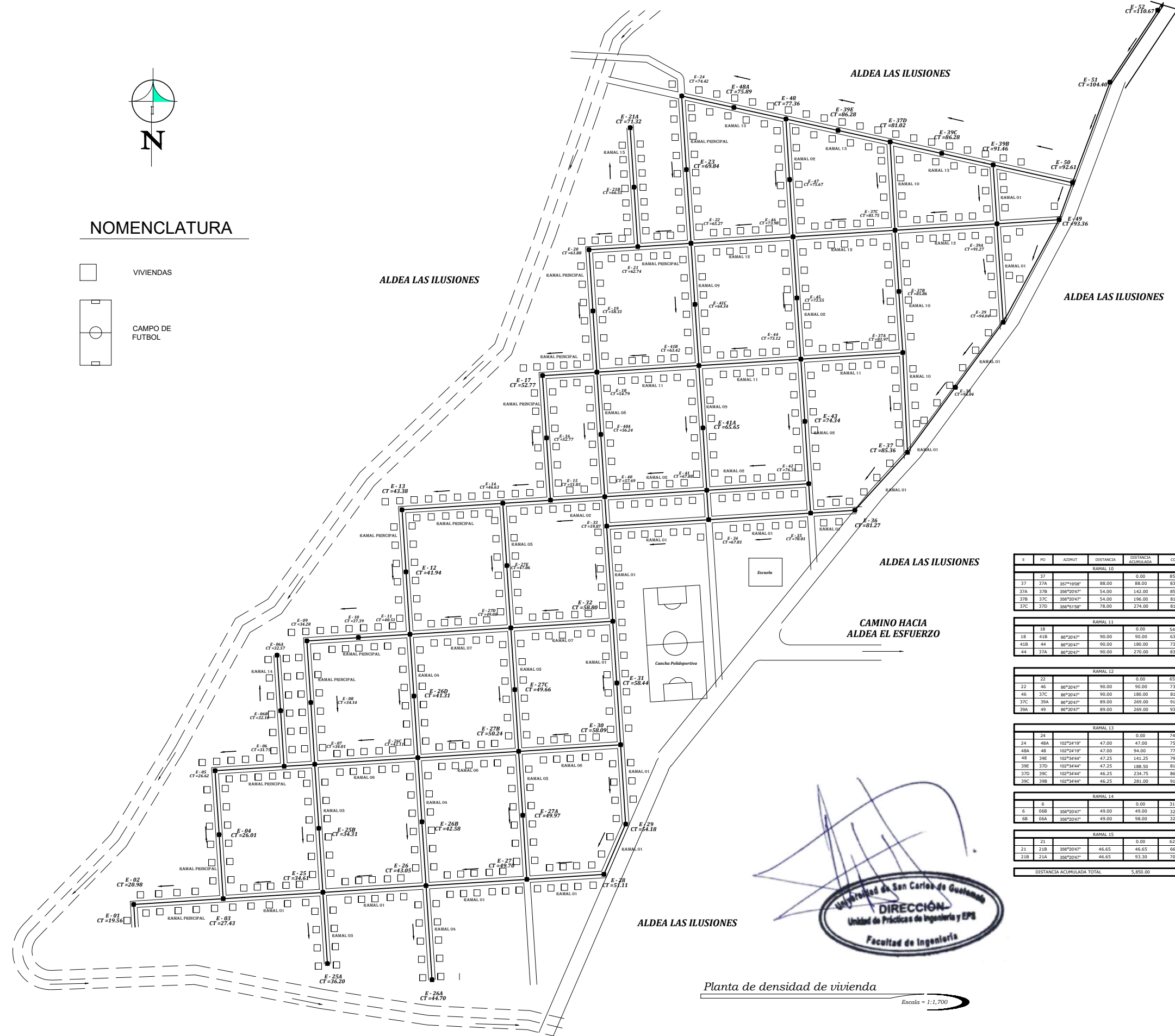
[Handwritten signature]

Universidad de San Carlos de Guatemala
DIRECCIÓN
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

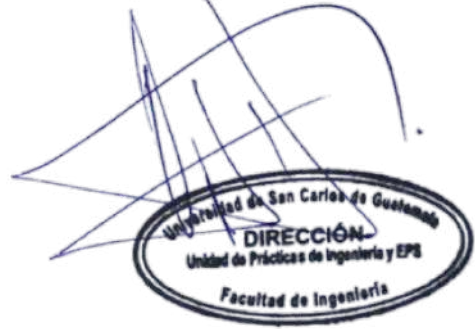
HOJA DE:		
PLANO DE UBICACIÓN		
FECHA: FEBRERO 2020	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA LAS ILUSIONES, SANTA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ	INGENIERO ASESOR: OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ
ESCALA: INDICADA		DISEÑO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
DIBUJO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ	PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SANTA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ.	CALCULO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
Vo.Bo. YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ EPESISTA DE INGENIERÍA		Vo.Bo. ING. OSCAR ARGUETA ASESOR Y SUPERVISOR DE EPS
		HOJA No. 2 DE 32



NOMENCLATURA



E	PO	AZIMUT	DISTANCIA	DISTANCIA ACUMULADA	COTA
RAMAL 01					
1	2	00°20'00"	0.00	0.00	15.56
1	2	356°20'47"	10.00	10.00	20.98
2	3	86°20'47"	79.00	89.00	27.43
3	4	356°20'47"	56.50	145.50	26.01
4	5	366°20'47"	56.50	202.00	26.62
5	6	86°20'47"	61.00	263.00	31.75
6	7	86°20'47"	27.00	290.00	34.01
7	8	356°20'47"	54.50	344.50	34.14
8	9	356°20'47"	54.50	399.00	34.28
9	10	356°20'47"	45.50	444.50	37.39
10	11	86°20'47"	45.50	490.00	40.51
11	12	356°20'47"	55.00	545.00	43.94
12	13	356°20'47"	55.00	600.00	43.38
13	14	86°20'47"	89.00	689.00	46.63
14	15	86°20'47"	42.00	731.00	51.85
15	16	356°20'47"	54.00	785.00	52.77
16	17	356°20'47"	54.00	839.00	52.77
17	18	86°20'47"	48.00	887.00	54.79
18	19	356°20'47"	54.00	941.00	58.33
19	20	356°20'47"	54.00	995.00	61.88
20	21	86°20'47"	43.00	1,038.00	62.74
21	22	86°20'47"	47.00	1,085.00	65.27
22	23	366°21'50"	65.00	1,150.00	69.84
23	24	356°21'50"	65.00	1,215.00	74.42
RAMAL 02					
3	25	86°20'47"	88.00	88.00	34.61
25	26	86°20'47"	91.00	179.00	42.85
26	27	86°20'47"	89.00	268.00	49.70
27	28	86°20'47"	68.00	336.00	51.11
28	29	22°20'31"	48.00	384.00	54.18
29	30	356°20'47"	70.00	454.00	58.09
30	31	356°20'47"	54.50	508.50	58.44
31	32	356°20'47"	54.50	563.00	58.8
32	33	356°20'47"	84.00	647.00	59.87
33	34	86°20'47"	90.00	737.00	67.81
34	35	86°20'47"	90.00	827.00	78.01
35	36	86°20'47"	39.00	866.00	81.27
36	37	42°17'20"	68.40	934.40	85.36
37	38	36°21'34"	71.15	1,005.55	94.04
38	39	36°21'34"	71.15	1,076.70	94.04
39	40	28°32'59"	87.00	1,163.70	93.36
40	41	19°57'47"	52.00	1,215.70	92.61
RAMAL 03					
15	40	86°20'47"	48.00	48.00	51.85
40	41	86°20'47"	90.00	138.00	67.88
41	42	86°20'47"	90.00	228.00	78.31
42	43	356°20'47"	54.00	282.00	74.34
43	44	356°20'47"	54.00	336.00	73.12
44	45	356°20'47"	54.00	390.00	73.55
45	46	356°20'47"	54.00	444.00	73.98
46	47	366°20'12"	52.00	496.00	75.67
47	48	356°20'12"	52.00	548.00	77.36
RAMAL 04					
25A	25	356°20'47"	63.00	63.00	36.2
25	25B	356°20'47"	56.50	119.50	34.31
25B	7	356°20'47"	56.50	176.00	34.01
RAMAL 05					
26A	26	356°20'47"	83.00	83.00	42.85
26	26B	356°20'47"	56.50	139.50	42.58
26B	26C	356°20'47"	56.50	196.00	42.02
26C	26D	366°20'47"	54.50	250.50	41.31
26D	11	356°20'47"	54.50	305.00	40.51
RAMAL 06					
27	27A	356°20'47"	56.50	56.50	49.7
27A	27B	366°20'47"	56.50	113.00	50.24
27B	27C	356°20'47"	48.50	161.50	49.66
27C	27D	356°20'47"	54.50	216.00	49.08
27D	27E	356°20'47"	55.00	271.00	47.86
27E	14	356°20'47"	55.00	326.00	46.63
RAMAL 07					
7	26C	86°20'47"	90.00	90.00	34.01
7	26C	86°20'47"	90.00	180.00	42.02
26C	27B	86°20'47"	90.00	180.00	50.24
27B	30	86°20'47"	90.00	270.00	58.09
RAMAL 08					
11	27D	86°20'47"	89.00	89.00	40.51
11	27D	86°20'47"	89.00	178.00	49.08
27D	32	86°20'47"	90.00	179.00	58.8
RAMAL 09					
40	40A	176°20'47"	54.00	54.00	54.79
40	40A	176°20'47"	54.00	108.00	56.24
40A	18	176°20'47"	54.00	162.00	57.69
RAMAL 10					
41	41A	356°20'47"	54.00	54.00	67.88
41	41A	356°20'47"	54.00	108.00	65.65
41A	41B	356°20'47"	54.00	162.00	63.42
41B	41C	356°20'47"	54.00	162.00	64.34
41C	22	356°20'47"	54.00	216.00	65.27
RAMAL 11					
18	18	86°20'47"	90.00	90.00	54.79
41B	44	86°20'47"	90.00	180.00	73.12
44	37A	86°20'47"	90.00	270.00	83.97
RAMAL 12					
22	22	86°20'47"	90.00	90.00	65.27
46	37C	86°20'47"	90.00	180.00	81.75
37C	39A	86°20'47"	89.00	269.00	91.27
39A	49	86°20'47"	89.00	269.00	93.36
RAMAL 13					
24	24	102°24'19"	47.00	47.00	74.42
48A	48A	102°24'19"	47.00	94.00	75.89
48A	48	102°24'19"	47.00	141.00	77.36
48	39E	102°34'44"	47.25	141.25	79.23
39E	37D	102°34'44"	47.25	188.50	81.02
37D	39C	102°34'44"	46.25	234.75	86.28
39C	39B	102°34'44"	46.25	281.00	91.46
RAMAL 14					
6	6	356°20'47"	49.00	49.00	31.75
6	06B	356°20'47"	49.00	49.00	32.16
06B	06A	356°20'47"	49.00	98.00	32.57
RAMAL 15					
21	21	356°20'47"	46.65	46.65	62.74
21	21B	356°20'47"	46.65	46.65	66.55
21B	21A	356°20'47"	46.65	93.30	70.36
DISTANCIA ACUMULADA TOTAL: 5,850.00					



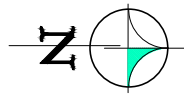
Planta de densidad de vivienda

Escala = 1:1,700

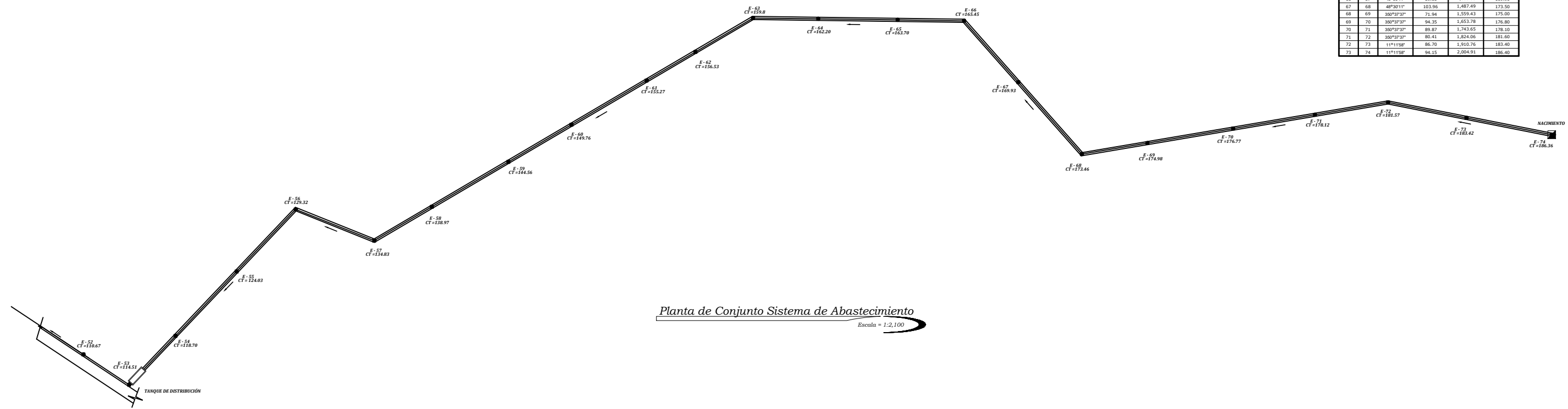
LIBRETA TOPOGRAFICA DEL PROYECTO
SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA LAS ILUSIONES
SANTA BARBARA, SUCHITEPÉQUEZ

E	PO	AZIMUT	DISTANCIA	DISTANCIA ACUMULADA	COTA
RAMAL CENTRAL					
1	2	00°20'00"	0.00	0.00	15.56
1	2	356°20'47"	10.00	10.00	20.98
2	3	86°20'47"	79.00	89.00	27.43
3	4	356°20'47"	56.50	145.50	26.01
4	5	366°20'47"	56.50	202.00	26.62
5	6	86°20'47"	61.00	263.00	31.75
6	7	86°20'47"	27.00	290.00	34.01
7	8	356°20'47"	54.50	344.50	34.14
8	9	356°20'47"	54.50	399.00	34.28
9	10	356°20'47"	45.50	444.50	37.39
10	11	86°20'47"	45.50	490.00	40.51
11	12	356°20'47"	55.00	545.00	43.94
12	13	356°20'47"	55.00	600.00	43.38
13	14	86°20'47"	89.00	689.00	46.63
14	15	86°20'47"	42.00	731.00	51.85
15	16	356°20'47"	54.00	785.00	52.77
16	17	356°20'47"	54.00	839.00	52.77
17	18	86°20'47"	48.00	887.00	54.79
18	19	356°20'47"	54.00	941.00	58.33
19	20	356°20'47"	54.00	995.00	61.88
20	21	86°20'47"	43.00	1,038.00	62.74
21	22	86°20'47"	47.00	1,085.00	65.27
22	23	366°21'50"	65.00	1,150.00	69.84
23	24	356°21'50"	65.00	1,215.00	74.42

E	PO	AZIMUT	DISTANCIA	DISTANCIA ACUMULADA	COTA
RAMAL 01					
3	25	86°20'47"	88.00	88.00	34.61
25	26	86°20'47"	91.00	179.00	42.85
26	27	86°20'47"	89.00	268.00	49.70
27	28	86°20'47"	68.00	336.00	51.11
28	29	22°20'31"	48.00	384.00	54.18
29	30	356°20'47"	70.00	454.00	58.09
30	31	356°20'47"	54.50	508.50	58.44
31	32	356°20'47"	54.50	563.00	58.8
32	33	356°20'47"	84.00	647.00	59.87
33	34	86°20'47"	90.00	737.00	67.81
34	35	86°20'47"	90.00	827.00	78.01
35	36	86°20'47"	39.00	866.00	81.27
36	37	42°17'20"	68.40	934.40	85.36
37	38	36°21'34"	71.15	1,005.55	94.04
38	39	36°21'34"	71.15	1,076.70	94.04
39	40	28°32'59"	87.00	1,163.70	93.36
40	41	19°57'47"	52.00	1,215.70	92.61
RAMAL 02					
15	40	86°20'47"	48.00	48.00	51.85
40	41	86°20'47"	90.00	138.00	67.88
41	42	86°20'47"	90.00	228.00	78.31
42	43	356°20'47"	54.00	282.00	74.34
43	44	356°20'47"	54.00	336.00	73.12
44	45	356°20'47"	54.00	390.00	73.55
45	46	356°20'47"	54.00	444.00	73.98
46	47	366°20'12"	52.00	496.00	75.67
47	48	356°20'12"	52.00	548.00	77.36
RAMAL 03					
25A	25	356°20'47"	63.00	63.00	36.2
25	25B	356°20'47"	56.50	119.50	34.31
25B	7	356°20'47"	56.50	176.00	34.01
RAMAL 04					
26A	26	356°20'47"	83.00	83.00	42.85
26	26B	356°20'47"	56.5		



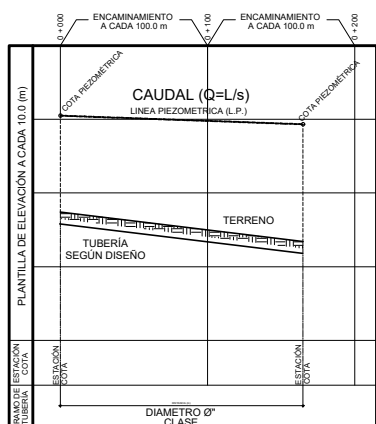
LIBRETA TOPOGRÁFICA DEL PROYECTO					
SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA LAS ILUSIONES					
SANTA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ					
E	PO	AZIMUT	DISTANCIA	COTAS ACUMULADA	COTA
RAMAL 01					
50			0.00	0.00	92.61
51	51	20°29'44"	94.40	94.40	104.40
52	52	33°24'40"	76.15	170.55	110.70
53	53	33°34'40"	59.45	230.00	114.50
54	54	313°33'32"	72.95	302.95	118.70
55	55	313°33'32"	96.30	399.25	124.00
56	56	313°33'32"	92.15	491.40	129.30
57	57	21°25'30"	96.00	587.40	134.80
58	58	320°43'50"	71.92	659.32	139.00
59	59	320°43'50"	96.58	755.90	144.60
60	60	320°43'50"	79.30	835.20	149.80
61	61	320°43'50"	96.62	931.82	155.30
62	62	320°43'50"	61.40	993.22	156.50
63	63	320°43'50"	72.47	1,065.69	159.80
64	64	00°43'54"	70.68	1,136.37	162.20
65	65	00°43'54"	86.11	1,222.48	163.70
66	66	00°43'54"	72.00	1,294.48	165.50
67	67	48°30'11"	89.05	1,383.53	169.90
68	68	48°30'11"	103.96	1,487.49	173.50
69	69	350°37'37"	71.94	1,559.43	175.00
70	70	350°37'37"	94.35	1,653.78	176.80
71	71	350°37'37"	89.87	1,743.65	178.10
72	72	350°37'37"	80.41	1,824.06	181.60
73	73	11°11'58"	86.70	1,910.76	183.40
74	74	11°11'58"	94.15	2,004.91	186.40



Planta de Conjunto Sistema de Abastecimiento
Escala = 1:2,100

ESPECIFICACIONES:
 Toda la tubería PVC deberá cumplir con las especificaciones de la ASTM D2241.
 Los accesorios PVC deberán ser cédula 40 y cumplir con las especificaciones ASTM D 2466.
 Toda tubería de PVC se colocará a una profundidad de 0.80 m sobre la corona del tubo, en zanjas de 0.45 m de ancho. Después de realizada la prueba, se llenarán con material extraído.
 La tubería HG y sus accesorios, deberán cumplir con las especificaciones ASTM A123.
 La tubería HG se colocará de forma expuesta, sobre anclajes de concreto reforzado.

SIMBOLOGIA	
	TUBERÍA
	DIRECCIÓN DE FLUJO
	DIAMETRO
	REDUCIDOR BUSHING (R.B.)
	CAUDAL
	LITROS / SEGUNDO
	COTA PIEZOMÉTRICA
	VALVULA DE COMPUERTA (V.C.)
	CORDO A 45°
	CORDO A 90°
	VALVULA DE AIRE (V.A.)
	CAPTACIÓN
	CAJA PARA VALVULAS
	T.D. TANQUE DE DISTRIBUCIÓN



ESCALA PERFILES
 HORIZONTAL: 1/800
 VERTICAL: 1/200



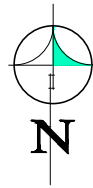
HOJA DE: **PLANO DE CONJUNTO**

FECHA: FEBRERO 2020	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA LAS ILUSIONES, SANTA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ	INGENIERO ASESOR: OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ
ESCALA: INDICADA	PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SANTA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ.	DISEÑO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
DIBUJO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ		CALCULO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ

V.O. DE: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
 INGENIERA DE INGENIERÍA

V.O. DE: OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ
 ASESOR Y SUPERVISOR DE EPS

HOJA No. **4** DE **32**



NOMENCLATURA



ESPECIFICACIONES:

Toda la tubería PVC deberá cumplir con las especificaciones de la ASTM D2241.

Los accesorios PVC deberán ser cédula 40 y cumplir con las especificaciones ASTM D 2466.

Toda tubería de PVC se colocará a una profundidad de 0.80 m sobre la corona del tubo, en zanjas de 0.45 m de ancho. Después de realizada la prueba, se llenarán con material extraído.

La tubería HG y sus accesorios, deberán cumplir con las especificaciones ASTM A123.

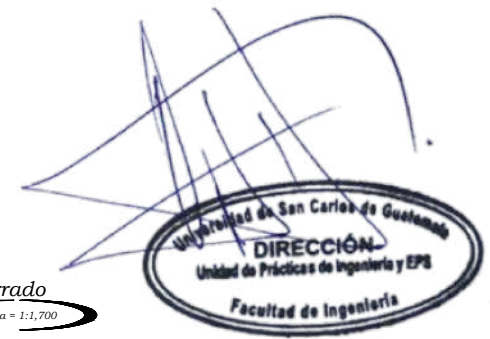
La tubería HG se colocará de forma expuesta, sobre anclajes de concreto reforzado.

SIMBOLOGIA

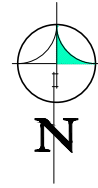
	TUBERIA
	DIRECCIÓN DE FLUJO
	DIAMETRO
	REDUCIDOR BUSHING (R.B.)
	ADAPTADOR HEMBRA (A.H.)
	TAPON HEMBRA (T.H.)
	CAUDAL
	LITROS / SEGUNDO
	VELOCIDAD
	METROS / SEGUNDO
	CAUDAL TUBERIA
	CAUDAL DE NODO
	COTA PIEZOMETRICA
	PRESIÓN PIEZOMETRICA
	VALVULA DE COMPUERTA (V.C)
	CODO A 45°
	CODO A 90°
	TEE
	TEE RED PVC S40 Ø+ X Ø- * B C/C
	CRUZ
	TUBERIA EXISTENTE EN OTRO PLANO
	CAJA PARA VALVULAS
	T.D. TANQUE DE DISTRIBUCIÓN

HOJA DE: PLANTA HIDRÁULICA RED DE DISTRIBUCIÓN CIRCUITO CERRADO

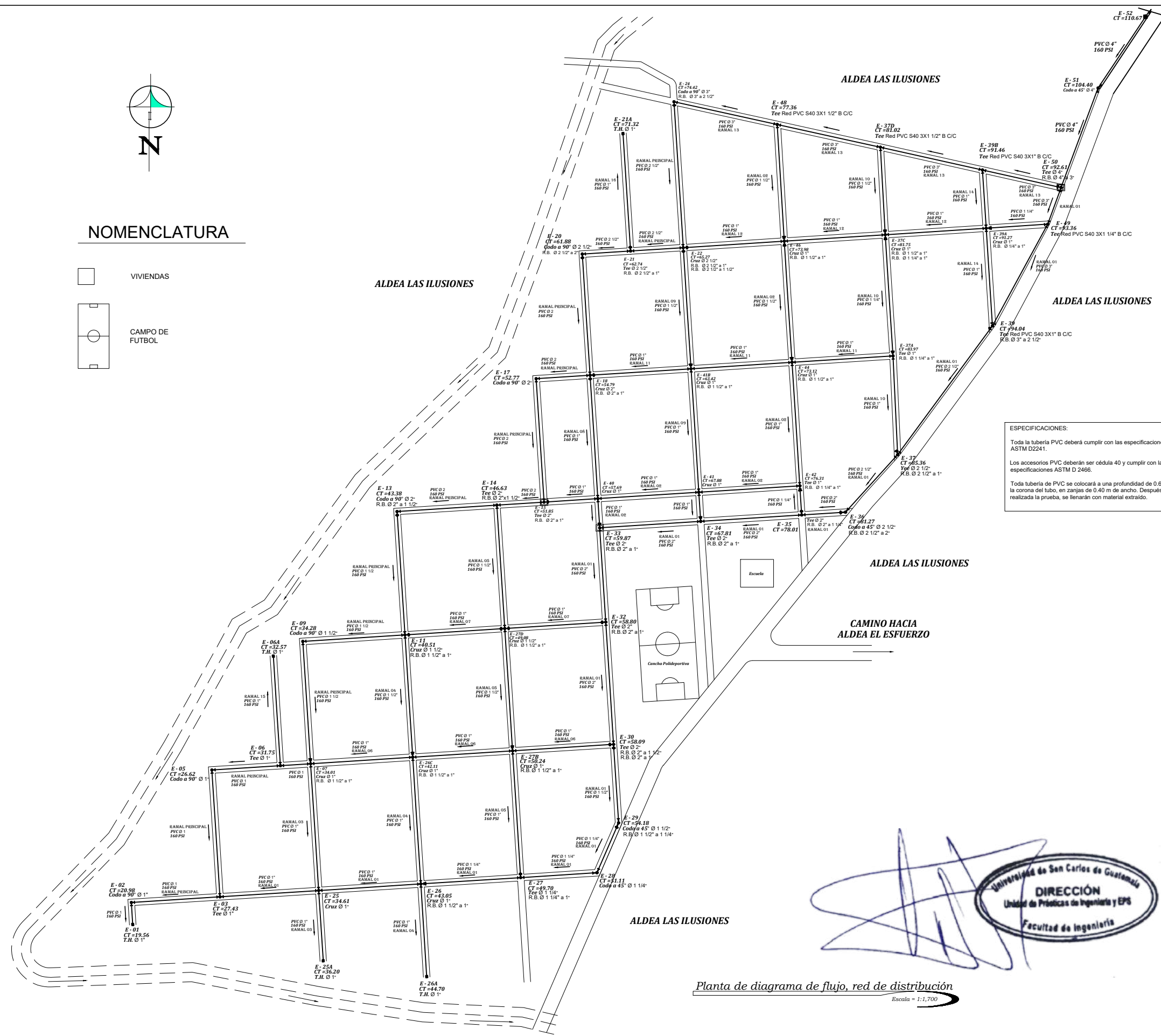
FECHA: FEBRERO 2020	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA LAS ILUSIONES, SAN TA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ	INGENIERO ASesor: OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ
ESCALA: INDICADA		DISEÑO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
DIBUJO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ	PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SANTA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ.	CALCULO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ



Planta Hidráulica Red de Distribución circuito cerrado
Escala = 1:1,700



NOMENCLATURA



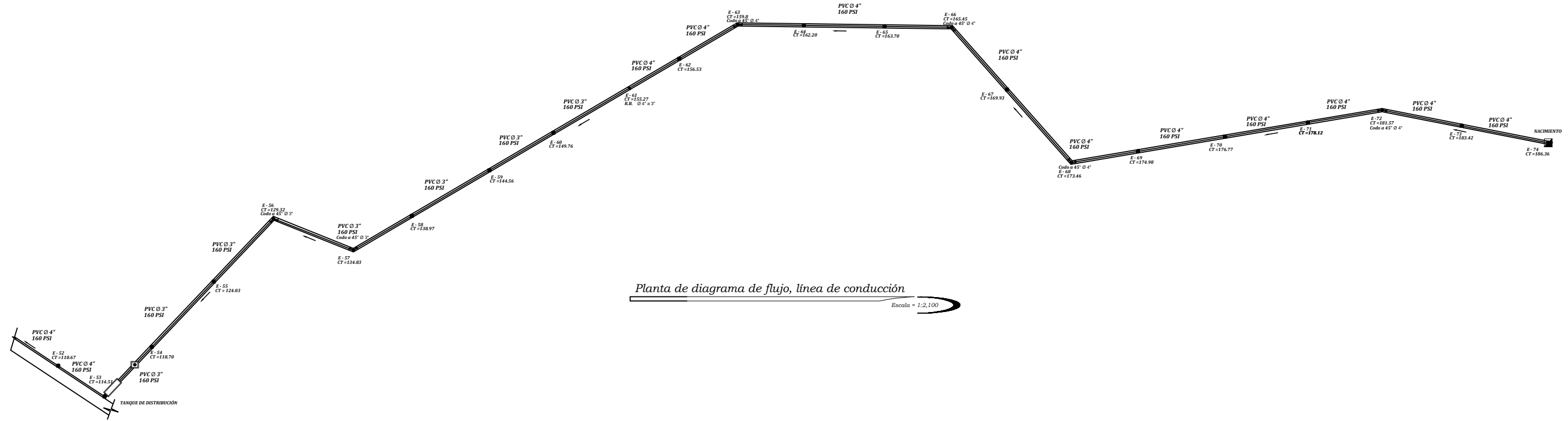
ESPECIFICACIONES:
 Toda la tubería PVC deberá cumplir con las especificaciones de la ASTM D2241.
 Los accesorios PVC deberán ser cédula 40 y cumplir con las especificaciones ASTM D 2466.
 Toda tubería de PVC se colocará a una profundidad de 0.60 m sobre la corona del tubo, en zanjas de 0.40 m de ancho. Después de realizada la prueba, se llenarán con material extraído.

SIMBOLOGIA	
	TUBERIA
	DIRECCIÓN DE FLUJO
	DIAMETRO
	REDUCIDOR BUSHING (R.B.)
	ADAPTADOR HEMBRA (A.H.)
	TAPON HEMBRA (T.H.)
	CAUDAL
	LITROS / SEGUNDO
	VELOCIDAD
	METROS / SEGUNDO
	CAUDAL TUBERÍA
	CAUDAL DE NODO
	COTA PIEZOMÉTRICA
	PRESIÓN PIEZOMÉTRICA
	VALVULA DE COMPUERTA (V.C.)
	CODO a 45°
	CODO a 90°
	TEE
	TEE RED PVC S40 Ø x Ø - B C/C
	CRUZ
	TUBERIA EXISTENTE EN OTRO PLANO
	CAJA PARA VALVULAS
	T.D. TANQUE DE DISTRIBUCIÓN

[Handwritten signature]
DIRECCIÓN
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

Planta de diagrama de flujo, red de distribución
 Escala = 1:1,700

HOJA DE:		
PLANO DE DIAGRAMA DE FLUJO		
FECHA: FEBRERO 2020	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA LAS ILUSIONES, SAN TA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ	INGENIERO ASesor: OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ
ESCALA: INDICADA	PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SANTA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ.	DISEÑO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
DIBUJO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ		CALCULO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
<i>[Handwritten signature]</i> Yo Sr. YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ INGENIERA		<i>[Handwritten signature]</i> Yo Sr. ING. OSCAR ARGUETA ASesor Y SUPERVISOR DE EPS
		6 HOJA No. DE 32



Planta de diagrama de flujo, línea de conducción

Escala = 1:2,100

ESPECIFICACIONES:
 Toda la tubería PVC deberá cumplir con las especificaciones de la ASTM D2241.
 Los accesorios PVC deberán ser cédula 40 y cumplir con las especificaciones ASTM D 2466.
 Toda tubería de PVC se colocará a una profundidad de 0.60 m sobre la corona del tubo, en zanjas de 0.40 m de ancho. Después de realizada la prueba, se llenarán con material extraído.

SIMBOLOGIA	
	TUBERÍA
	DIRECCIÓN DE FLUJO
	DIAMETRO
	REDUCIDOR BUSHING (R.B.)
	ADAPTADOR HEMBRA (A.H.)
	TAPON HEMBRA (T.H.)
	CAUDAL
	LITROS / SEGUNDO
	VELOCIDAD
	METROS / SEGUNDO
	CAUDAL TUBERÍA
	CAUDAL DE NODO
	COTA PIEZOMÉTRICA
	PRESIÓN PIEZOMÉTRICA
	VALVULA DE COMPUERTA (V.C)
	CODO A 45°
	CODO A 90°
	TEE
	TEE RED PVC S40 Ø+ X Ø- " B C/C
	CRUZ
	TUBERÍA EXISTENTE EN OTRO PLANO
	DESARENADOR
	CAJA PARA VALVULAS
	T.D. TANQUE DE DISTRIBUCIÓN



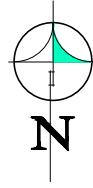
HOJA DE: **PLANO DE DIAGRAMA DE FLUJO**

FECHA: OCTUBRE 2019	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA LAS ILUSIONES, SAN TA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ	INGENIERO ASESOR: OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ
ESCALA: INDICADA	PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SANTA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ.	DISEÑO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
DIBUJO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ		CALCULO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ

V.B. YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
 INGENIERA

V.B. ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ
 ASESOR Y SUPERVISOR DE EPS

HOJA No. **7**
 DE **32**



NOMENCLATURA

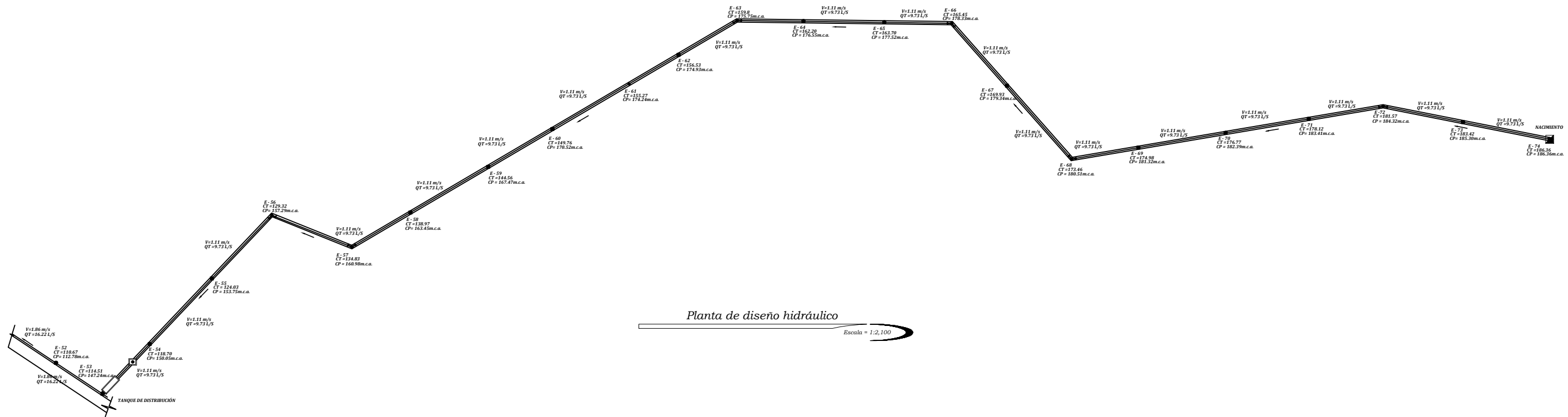
- VIVIENDAS
- CAMPO DE FUTBOL



Planta de diseño hidráulico
Escala = 1:1,700



HOJA DE:		
PLANO DE DISEÑO HIDRÁULICO		
FECHA: FEBRERO 2020	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA LAS ILUSIONES, SAN TA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ	INGENIERO ASESOR: OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ
ESCALA: INDICADA	PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SANTA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ	DISEÑO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
DIBUJO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ		CALCULO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
Yo, Sr. YESSICA BARRIOS, INGENIERO EN INGENIERIA		Yo, Sr. ING. OSCAR ARGUETA, ASESOR Y SUPERVISOR DE EPS
8		HOJA No. 32



Planta de diseño hidráulico

Escala = 1:2,100

ESPECIFICACIONES:

Toda la tubería PVC deberá cumplir con las especificaciones de la ASTM D2241.

Los accesorios PVC deberán ser cédula 40 y cumplir con las especificaciones ASTM D 2466.

Toda tubería de PVC se colocará a una profundidad de 0.80 m sobre la corona del tubo, en zanjas de 0.45 m de ancho. Después de realizada la prueba, se llenarán con material extraído.

La tubería HG y sus accesorios, deberán cumplir con las especificaciones ASTM A123.

La tubería HG se colocará de forma expuesta, sobre anclajes de concreto reforzado.

SIMBOLOGIA	
	TUBERIA
	DIRECCIÓN DE FLUJO
	DIAMETRO
	REDUCIDOR BUSHING (R.B.)
	ADAPTADOR HEMBRA (A.H.)
	TAPON HEMBRA (T.H.)
Q	CAUDAL
L/s	LITROS / SEGUNDO
V	VELOCIDAD
m/s	METROS / SEGUNDO
QT	CAUDAL TUBERIA
QN	CAUDAL DE NODO
CP	COTA PIEZOMETRICA
Pz	PRESIÓN PIEZOMETRICA
	VALVULA DE COMPUERTA (V.C)
	CODO A 45°
	CODO A 90°
	TEE
	TEE RED PVC S40 Ø+ X Ø- B C/C
	CRUZ
	TUBERIA EXISTENTE EN OTRO PLANO
	CAJA PARA VALVULAS
	T.D. TANQUE DE DISTRIBUCIÓN



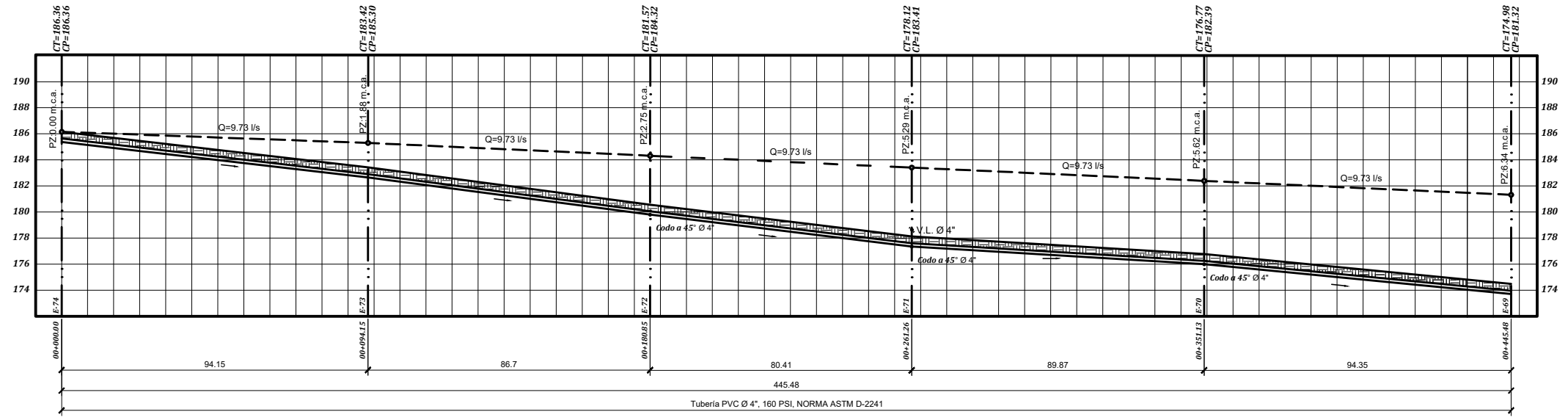
HOJA DE: **PLANO DE DISEÑO HIDRÁULICO**

FECHA: FEBRERO 2020	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA LAS ILUSIONES, SAN TA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ	INGENIERO ASESOR: OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ
ESCALA: INDICADA	PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SANTA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ.	DISEÑO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
DIBUJO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ		CALCULO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ

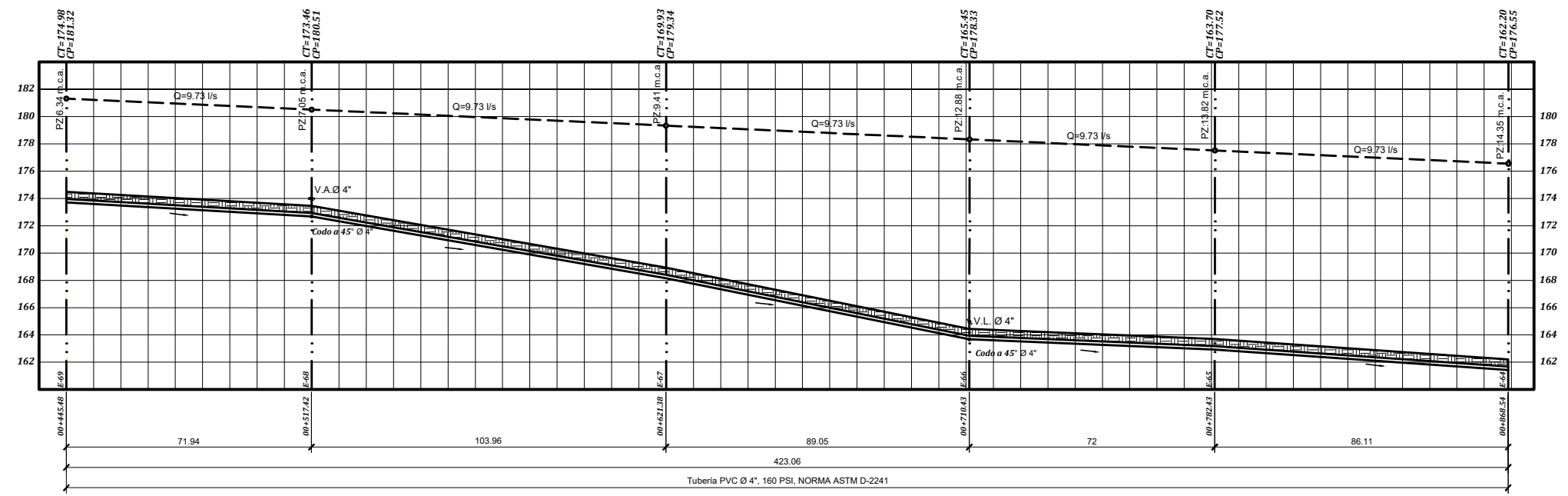
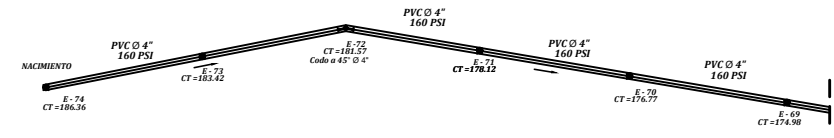
V.O. YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
 INGENIERA DE INGENIERÍA

V.O. ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ
 ASESOR Y SUPERVISOR DE EPS

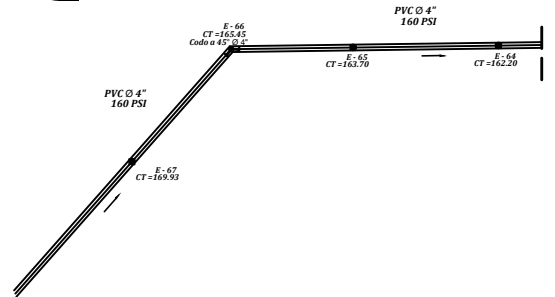
HOJA No. **9** DE **32**




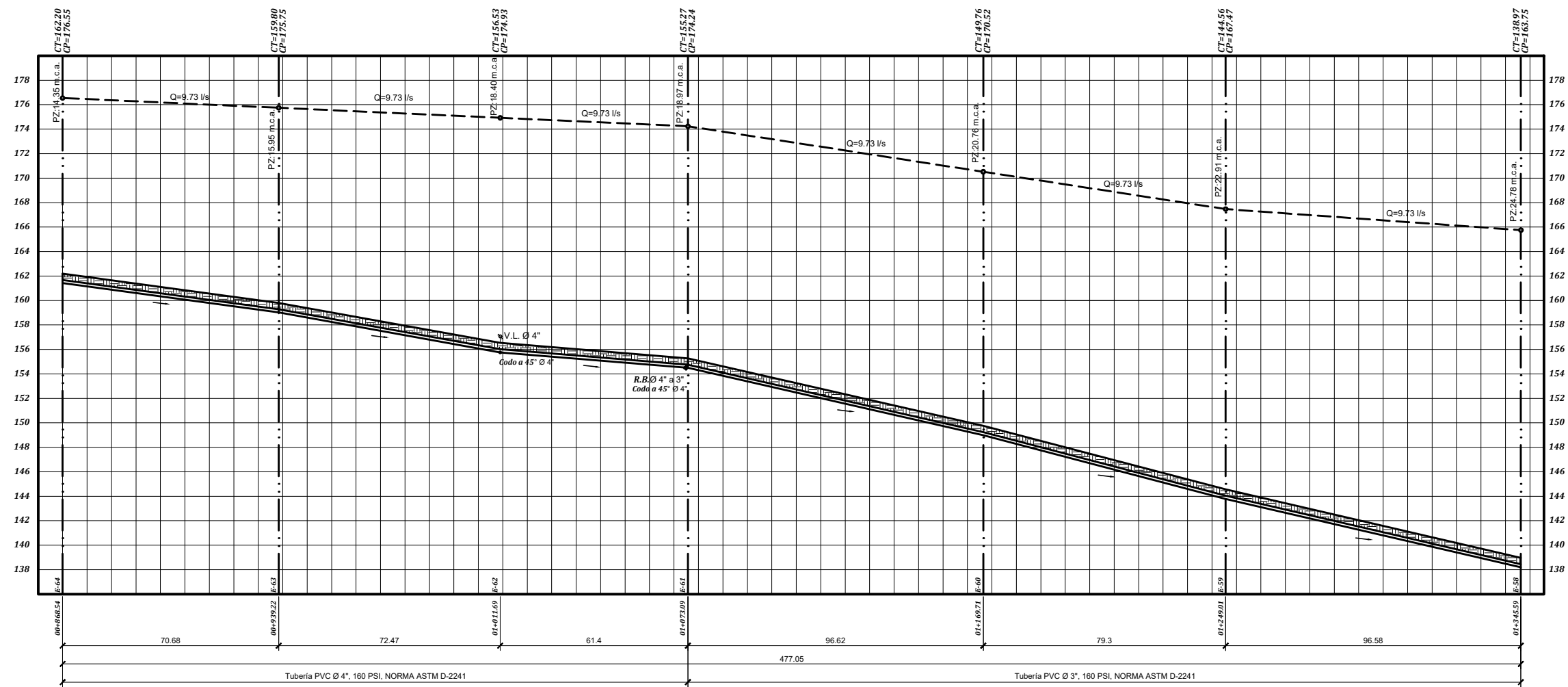
Perfiles de Línea de Conducción
Escala V= 1:200
Escala H= 1:800



Perfiles de Línea de Conducción
Escala V= 1:200
Escala H= 1:800

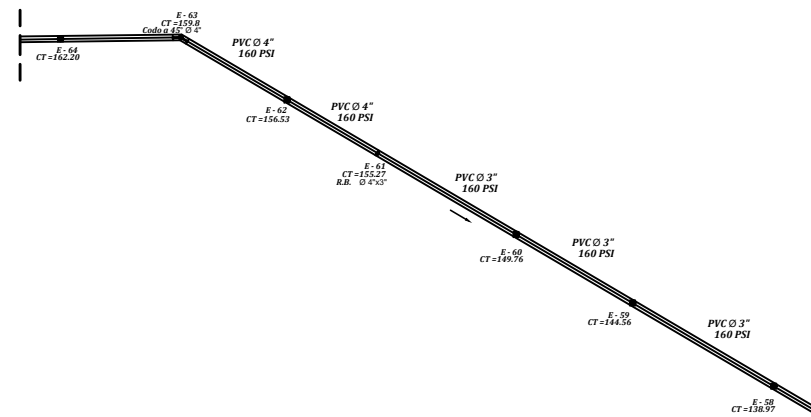


HOJA DE:		
PLANO DE PERFILES		
FECHA: FEBRERO 2020	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA LAS ILUSIONES, SAN TA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ	INGENIERO ASESOR: OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ
ESCALA: INDICADA	PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SANTA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ.	DISEÑO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
DIBUJO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ		CALCULO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
 Vc.Bo. YESSICA GABRIELA EPS/NOTA DE INGENIERIA		Vc.Bo. ING. OSCAR ARGUETA ASESOR Y SUPERVISOR DE EPS
		HOJA No. 10 DE 32

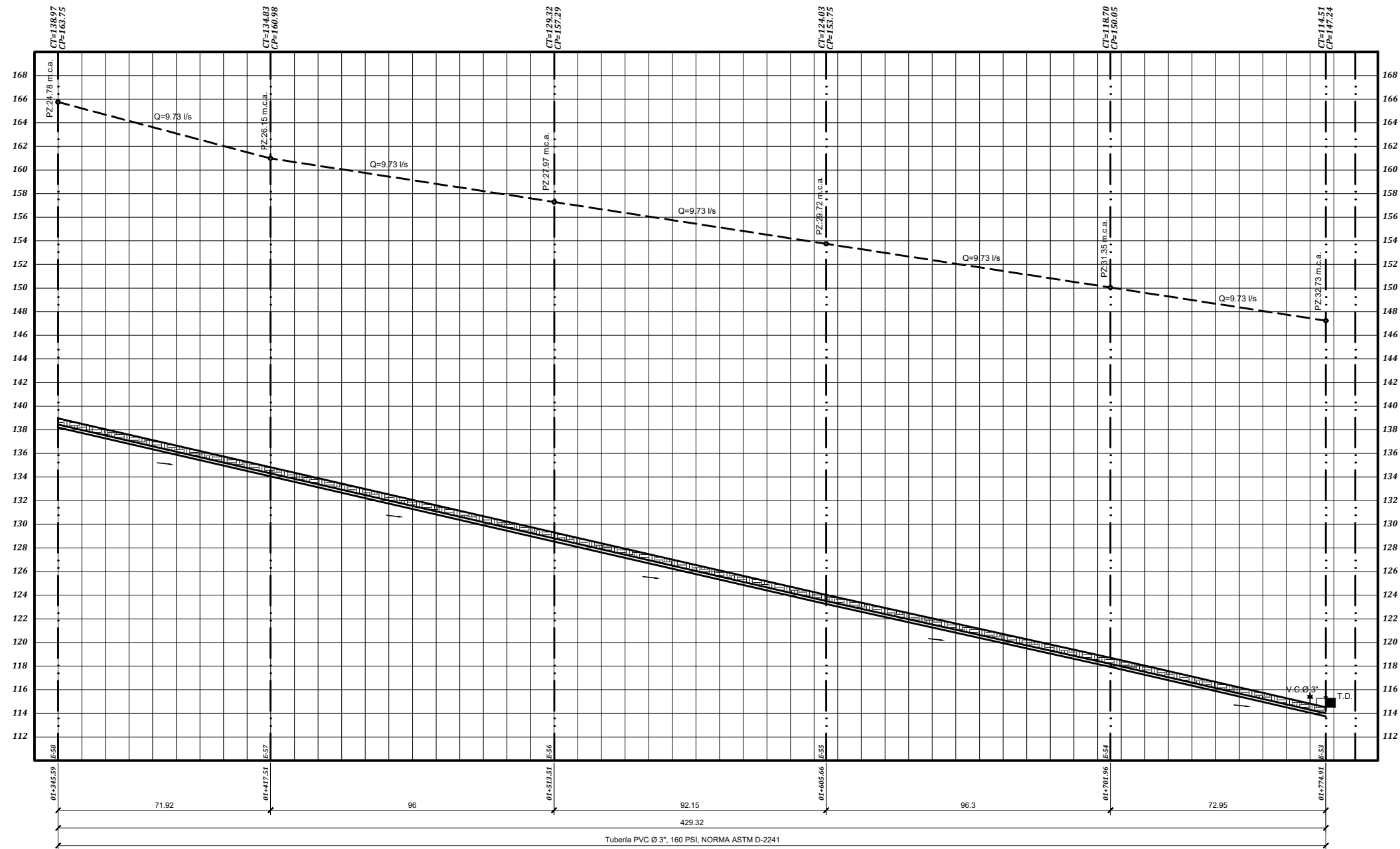


Perfiles de Línea de Conducción

Escala V= 1:200
Escala H= 1:800

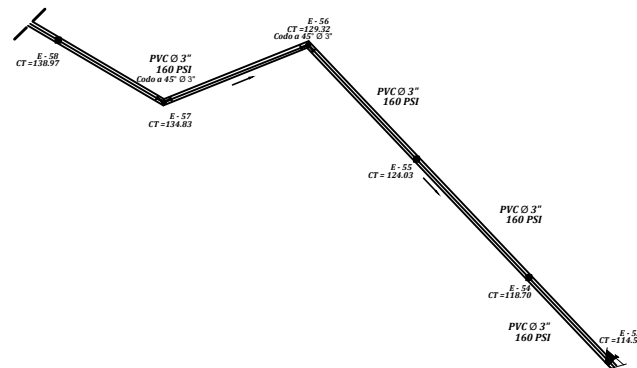



HOJA DE:		
PLANO DE PERFILES		
FECHA: FEBRERO 2020	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA LAS ILUSIONES, SAN TA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ	INGENIERO ASESOR: OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ
ESCALA: INDICADA	PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SANTA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ.	DISEÑO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
DIBUJO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ		CALCULO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
 Yo Soy YESSICA BARRIOS LÓPEZ INGENIERA		Yo Soy ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ ASESOR Y SUPERVISOR DE EPS
		HOJA No. 11 DE 32

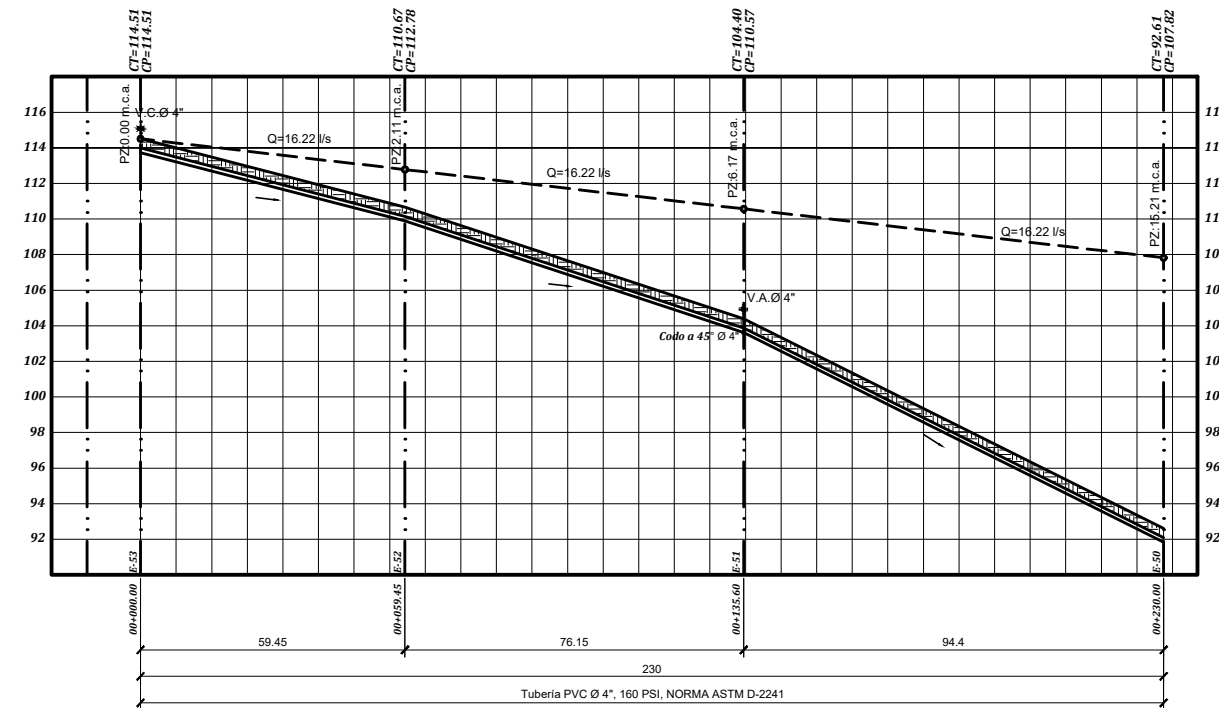


Perfiles de Línea de Conducción

Escala V= 1:200
Escala H= 1:800

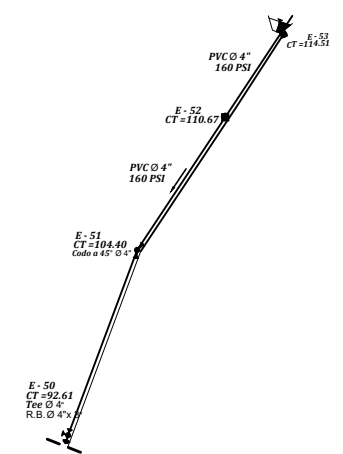


HOJA DE:		
PLANO DE PERFILES		
FECHA: OCTUBRE 2019	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA LAS ILUSIONES, SANTA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ	INGENIERO ASESOR: OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ
ESCALA: INDICADA	PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SANTA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ.	DISEÑO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
DIBUJO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ		CALCULO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
 Vo.Bo. YESSICA BARRIOS LÓPEZ EPESISTA DE INGENIERÍA		Vo.Bo. ING. OSCAR ARGUETA ASESOR Y SUPERVISOR DE EPS
		HOJA No. 12 DE 32



Perfiles de Línea de Conducción

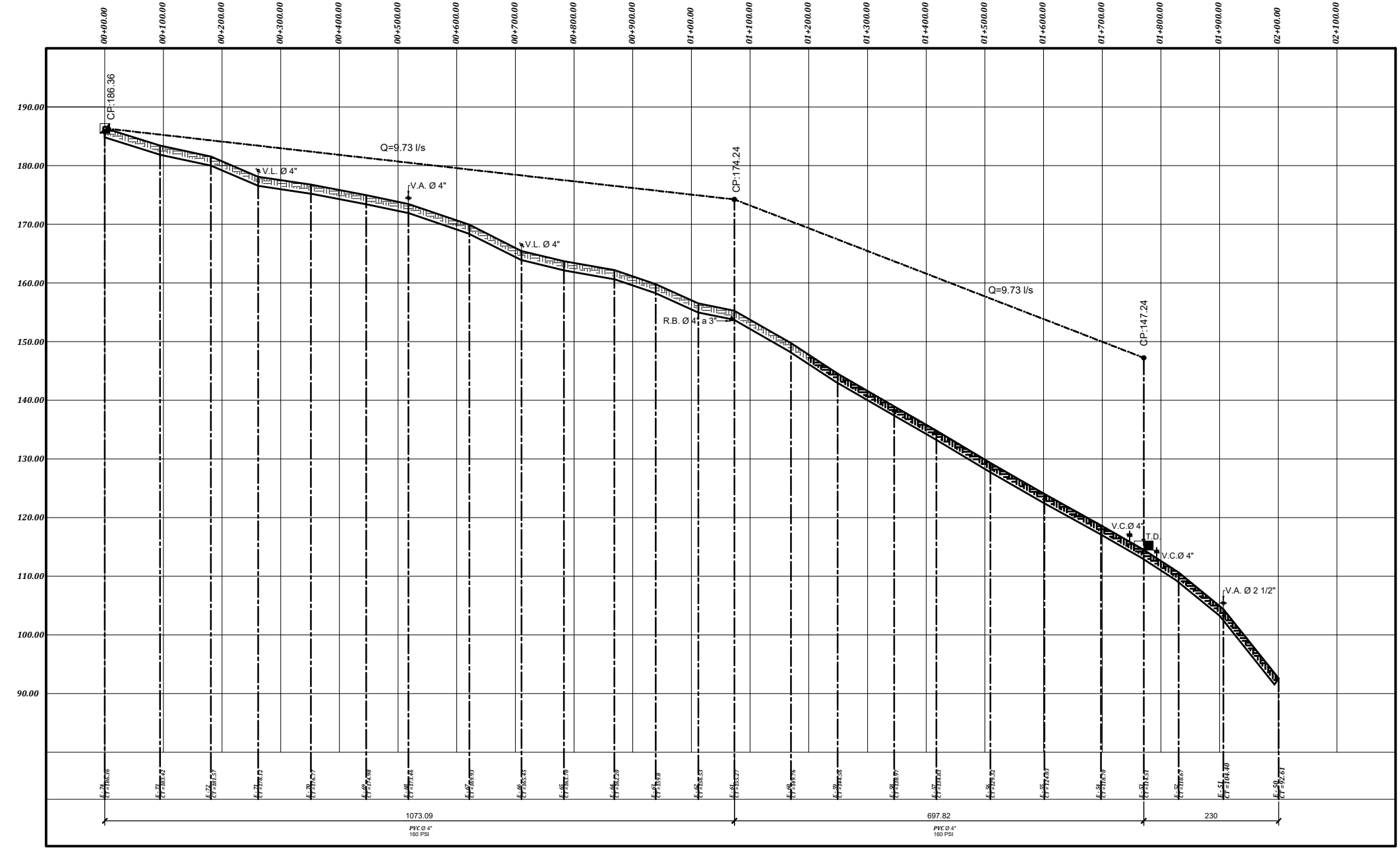
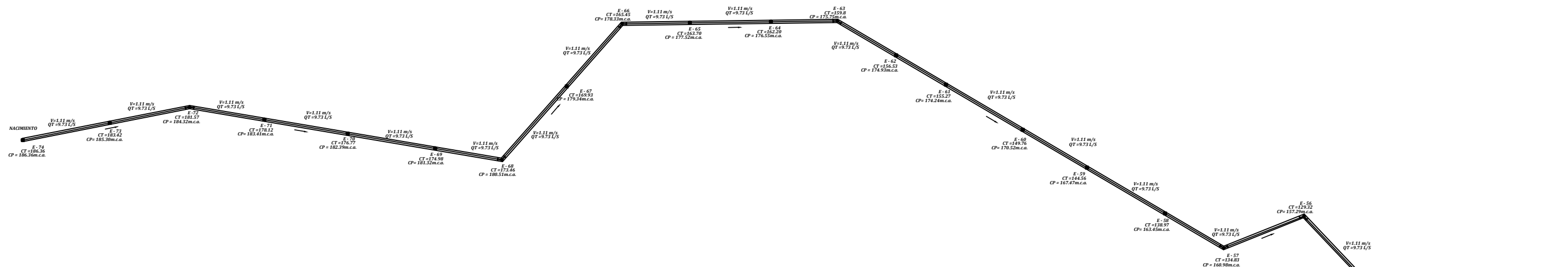
Escala V= 1:200
Escala H= 1:800



[Handwritten signature]

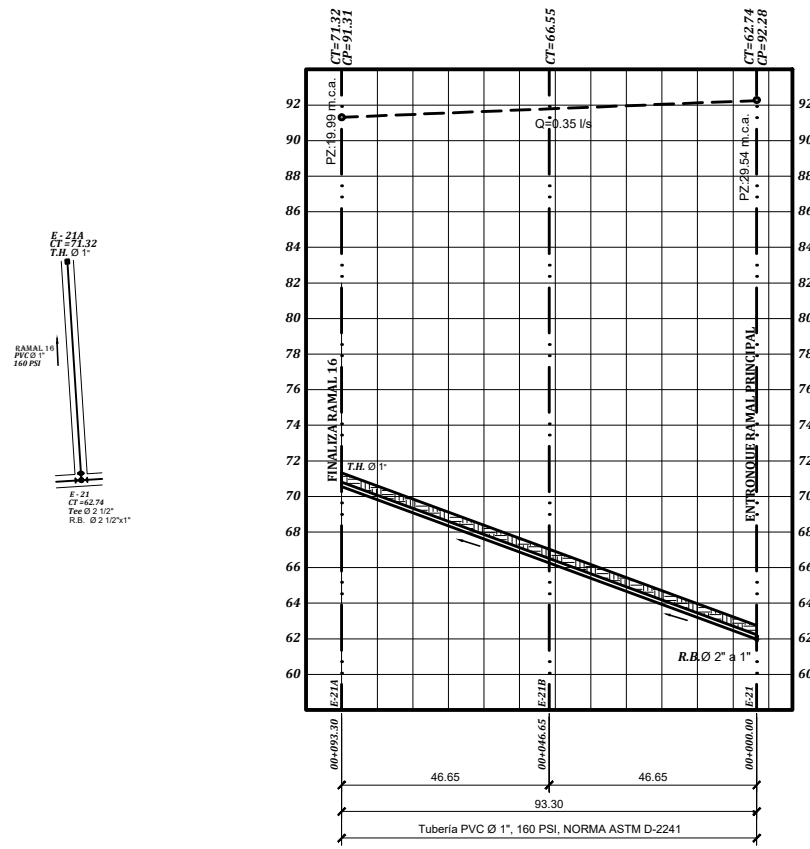
Universidad de San Carlos de Guatemala
DIRECCIÓN
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

HOJA DE:		
PLANO DE PERFILES		
FECHA: FEBRERO 2020	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA LAS ILUSIONES, SANTA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ	INGENIERO ASESOR: OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ
ESCALA: INDICADA	PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SANTA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ.	DISEÑO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
DIBUJO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ		CALCULO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
 Vo.Bo. YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ EPESISTA DE INGENIERÍA		Vo.Bo. ING. OSCAR ARGUETA ASESOR Y SUPERVISOR DE EPS
		HOJA No. 13 DE 32



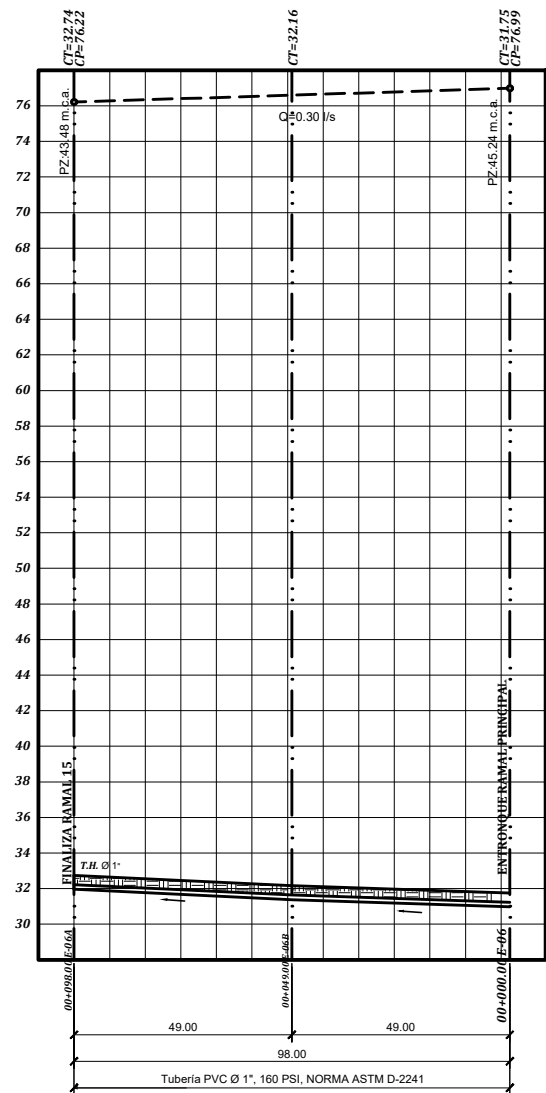
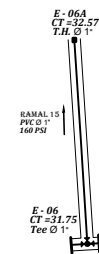
HOJA DE:		
PLANO DE PERFILES		
FECHA:	PROYECTO:	INGENIERO ASESOR:
FEBRERO 2020	DISÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA LAS ILUSIONES, SAN TA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ	OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ
ESCALA:		DISÑO:
INDICADA		YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
DIBUJO:	PROPIETARIO:	CALCULO:
YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ	MUNICIPALIDAD DE SANTA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ.	YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
 Vo.Bo. YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ EPESISTA DE INGENIERIA		HOJA No. 14 DE 32 Vo.Bo. ING. OSCAR ARGUETA ASESOR Y SUPERVISOR DE EPS

Perfil Ramal No. 12
Escala V= 1:400
Escala H= 1:4,000



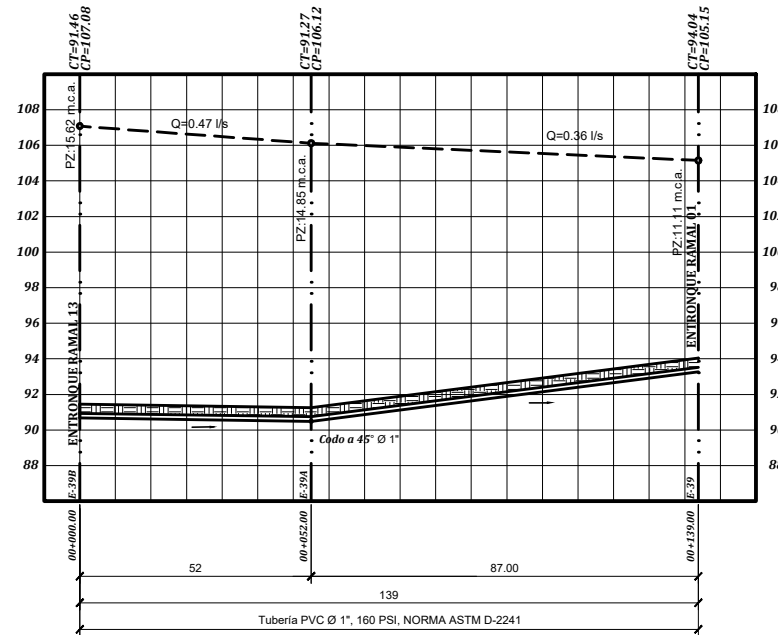
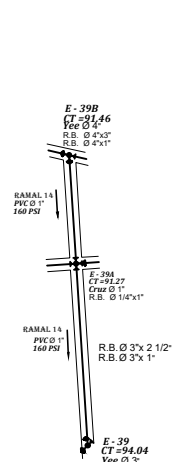
Perfil Ramal No. 16

Escala V= 1:200
Escala H= 1:800



Perfil Ramal No. 15


Escala V= 1:200
Escala H= 1:800

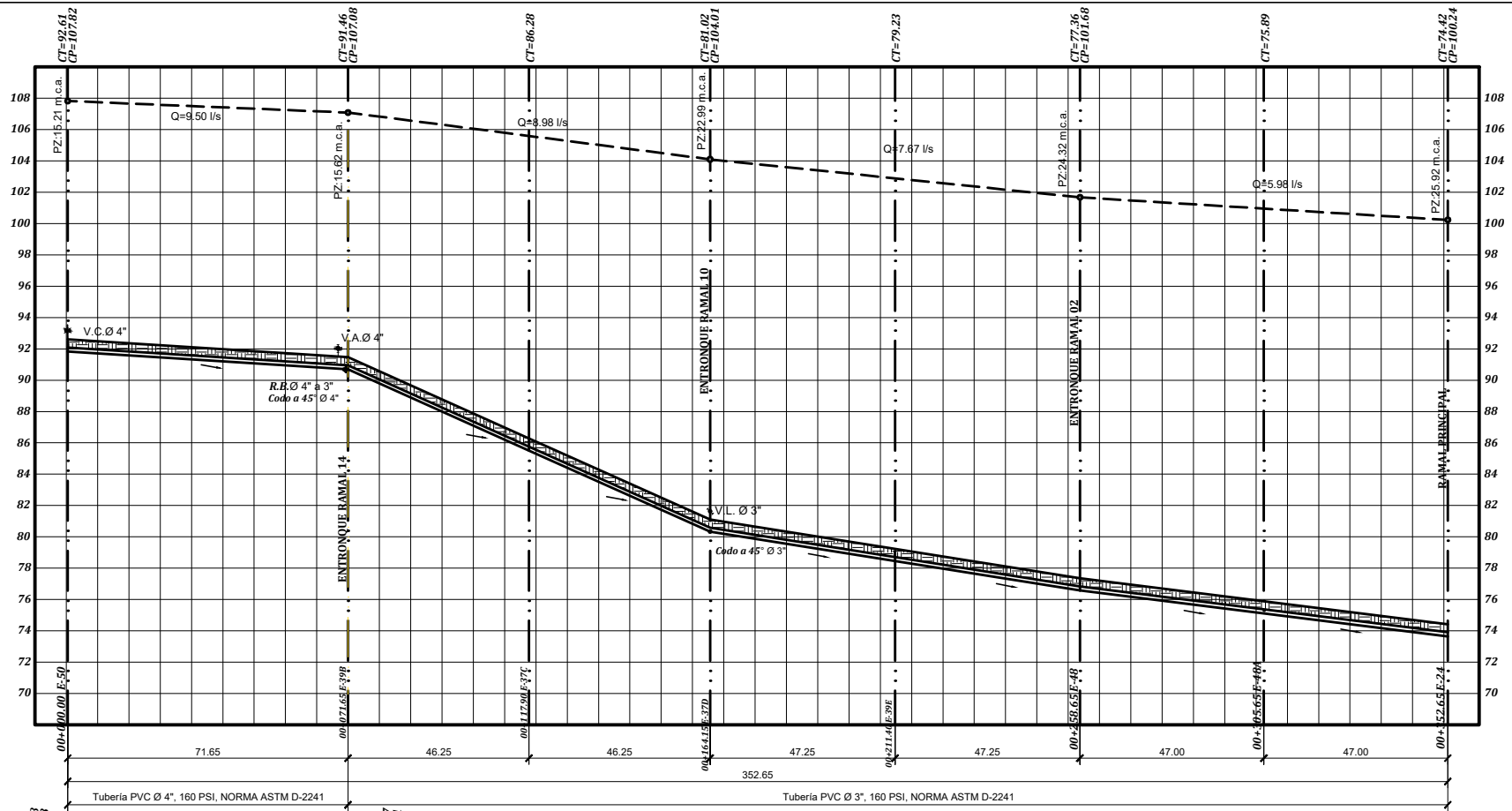
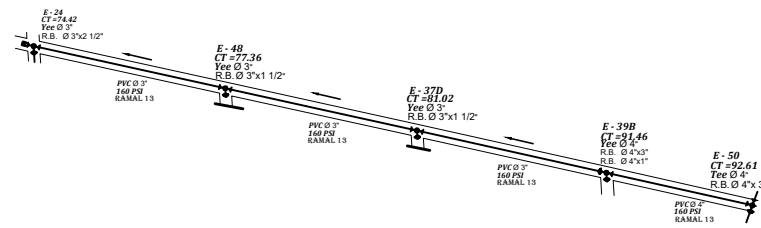


Perfil Ramal No. 14

Escala V= 1:200
Escala H= 1:800

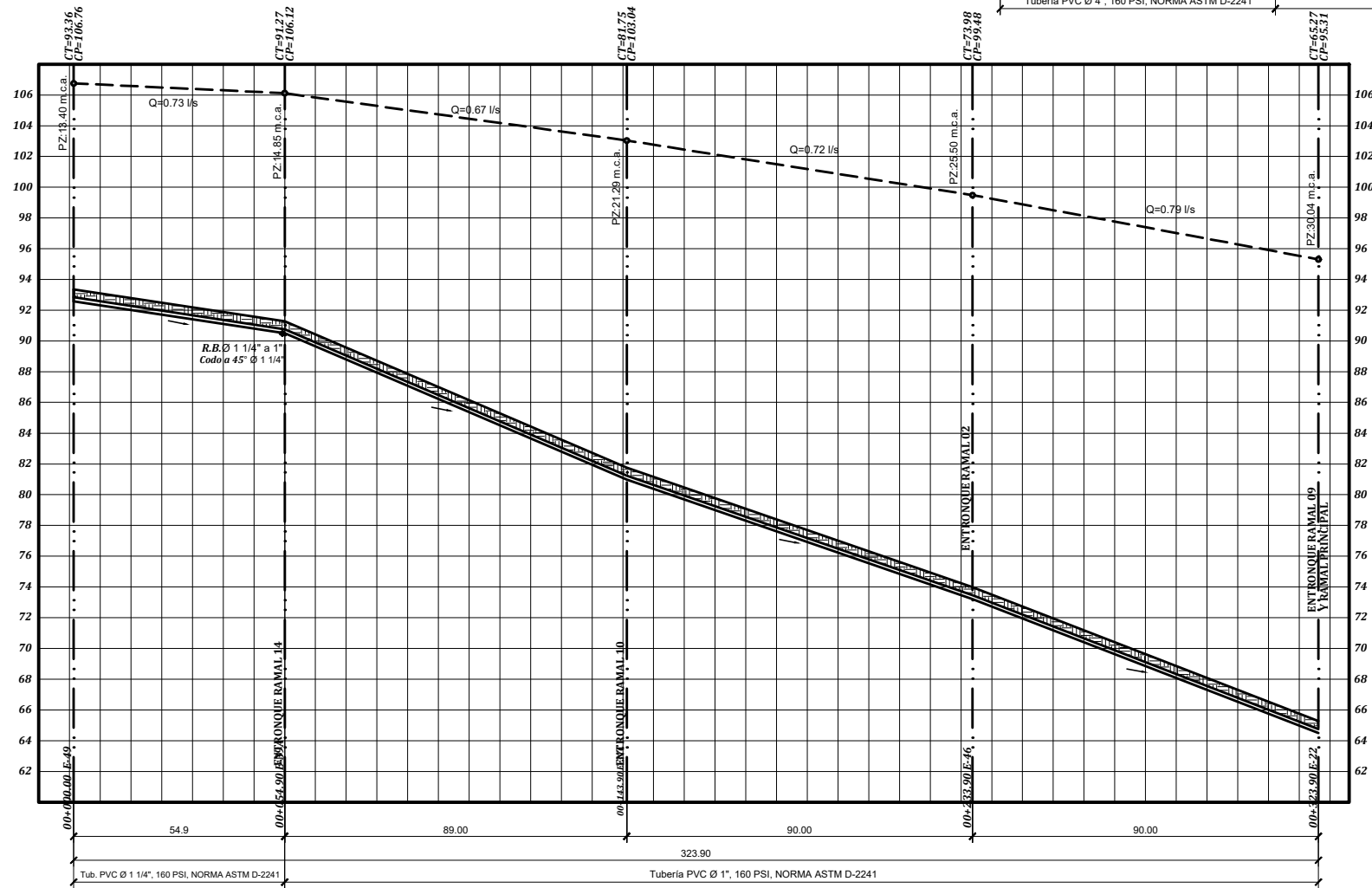


HOJA DE:		
PLANO DE PERFILES		
FECHA: FEBRERO 2020	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA LAS ILUSIONES, SAN TA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ	INGENIERO ASESOR: OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ
ESCALA: INDICADA		DISEÑO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
DIBUJO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ	PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SANTA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ.	CALCULO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
 Vo.Bo. YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ EPENISTA DE INGENIERIA		Vo.Bo. ING. OSCAR ARGUETA ASESOR Y SUPERVISOR DE EPS
		HOJA No. 15 DE 32



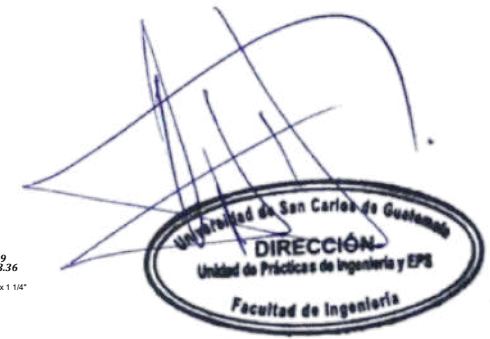
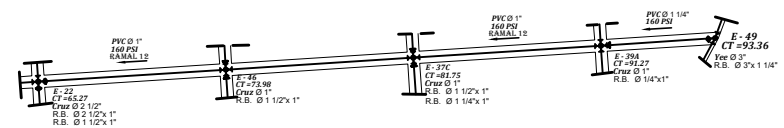
Perfil Ramal No. 13


Escala V= 1:200
Escala H= 1:800

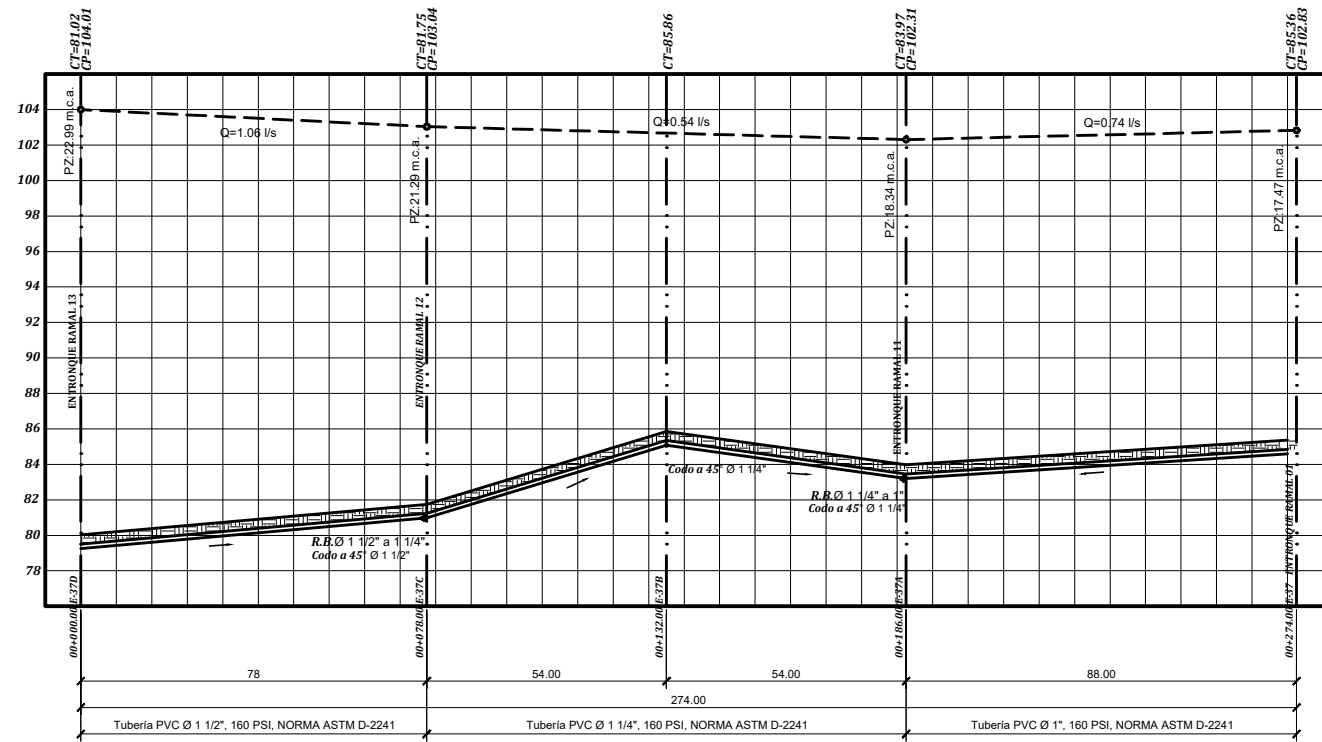


Perfil Ramal No. 12

Escala V= 1:200
Escala H= 1:800

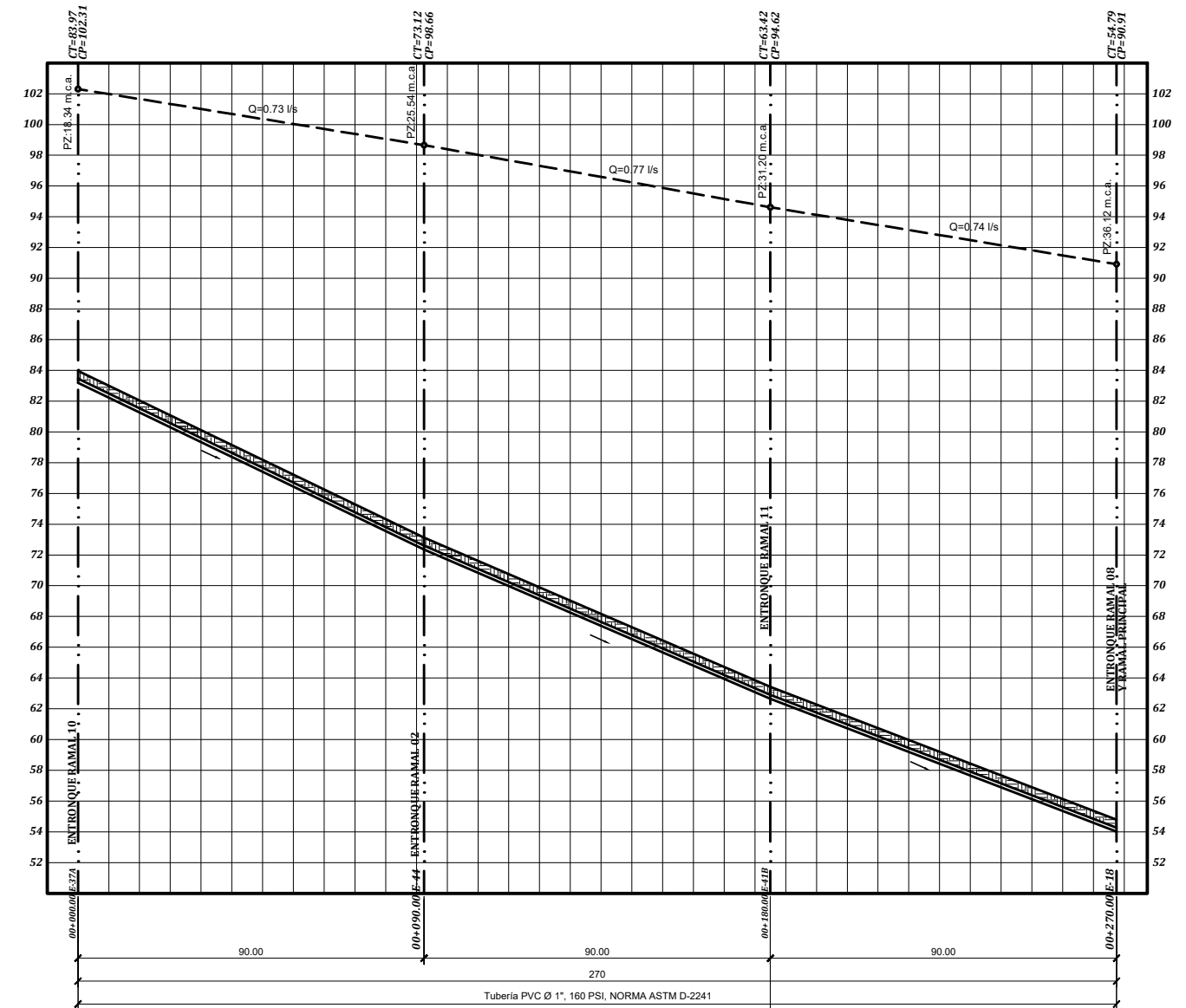
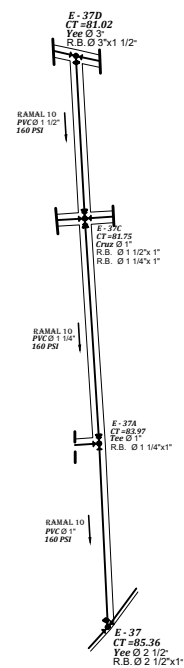


HOJA DE: PLANO DE PERFILES		
FECHA: FEBRERO 2020	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA LAS ILUSIONES, SAN TA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ	INGENIERO ASESOR: OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ
ESCALA: INDICADA	PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SANTA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ.	DISEÑO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
DIBUJO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ		CALCULO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
		HOJA No. 16 DE 32



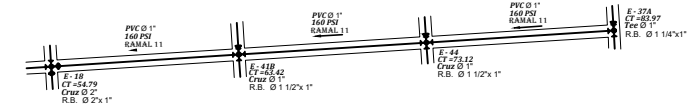
Perfil Ramal No. 10


Escala V= 1:200
Escala H= 1:800

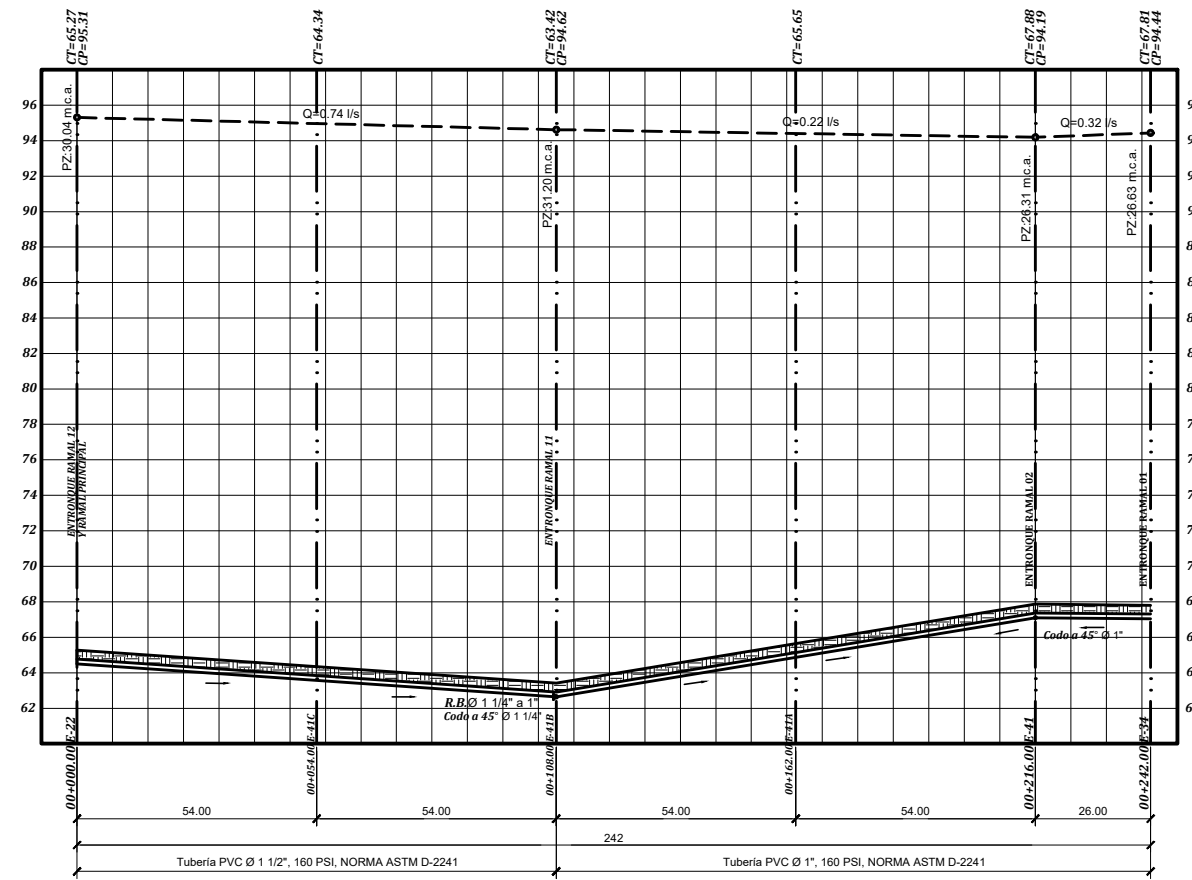


Perfil Ramal No. 11

Escala V= 1:200
Escala H= 1:800

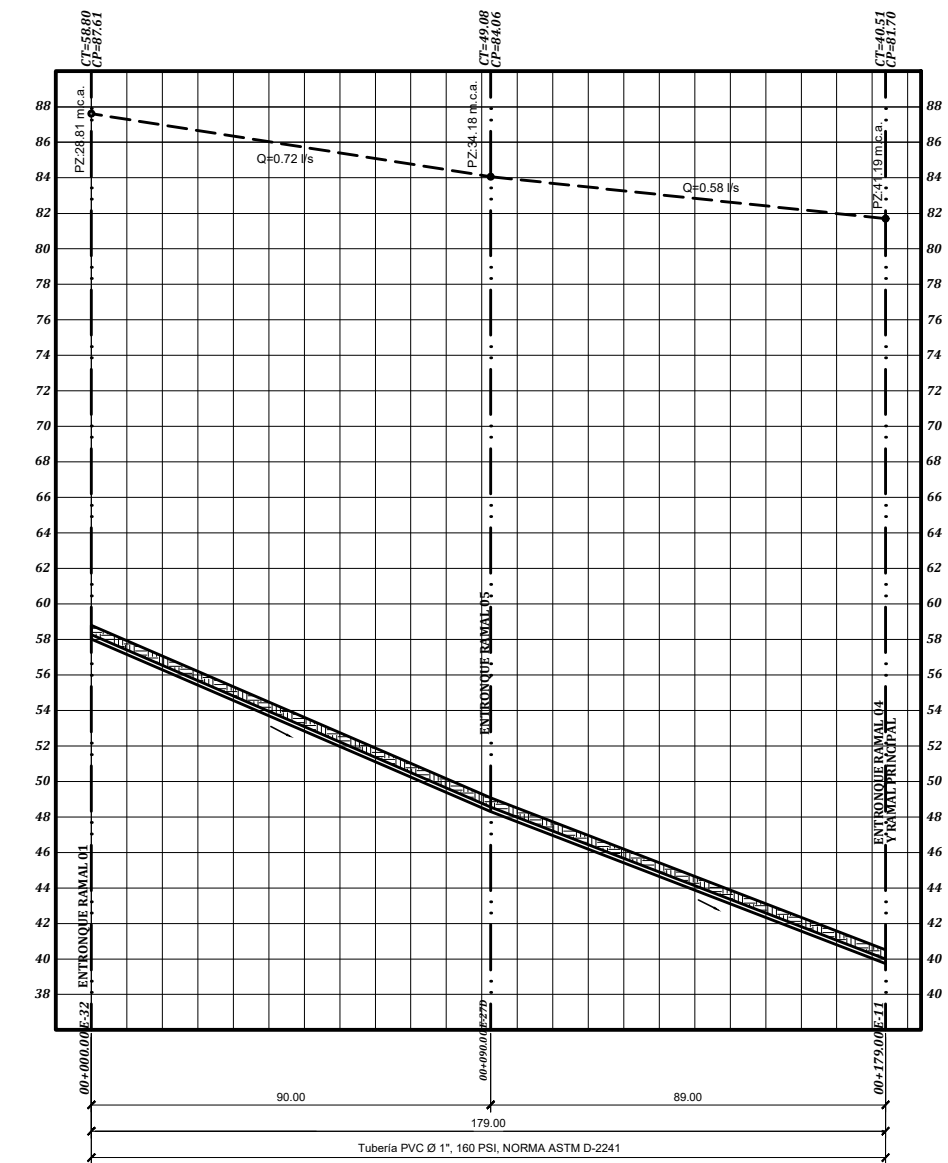
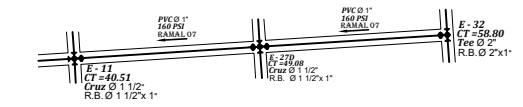
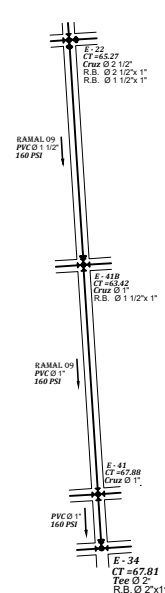


HOJA DE:		
PLANO DE PERFILES		
FECHA:	PROYECTO:	INGENIERO ASESOR:
FEBRERO 2020	DISÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA LAS ILUSIONES, SAN TA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ	OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ
ESCALA:	PROPIETARIO:	DISEÑO:
INDICADA	MUNICIPALIDAD DE SANTA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ.	YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
DIBUJO:		CALCULO:
YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ		YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
 Vo.Bo. YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ EPENISTA DE INGENIERIA		Vo.Bo. ING. OSCAR ARGUETA ASESOR Y SUPERVISOR DE EPS
17		HOJA No. 32



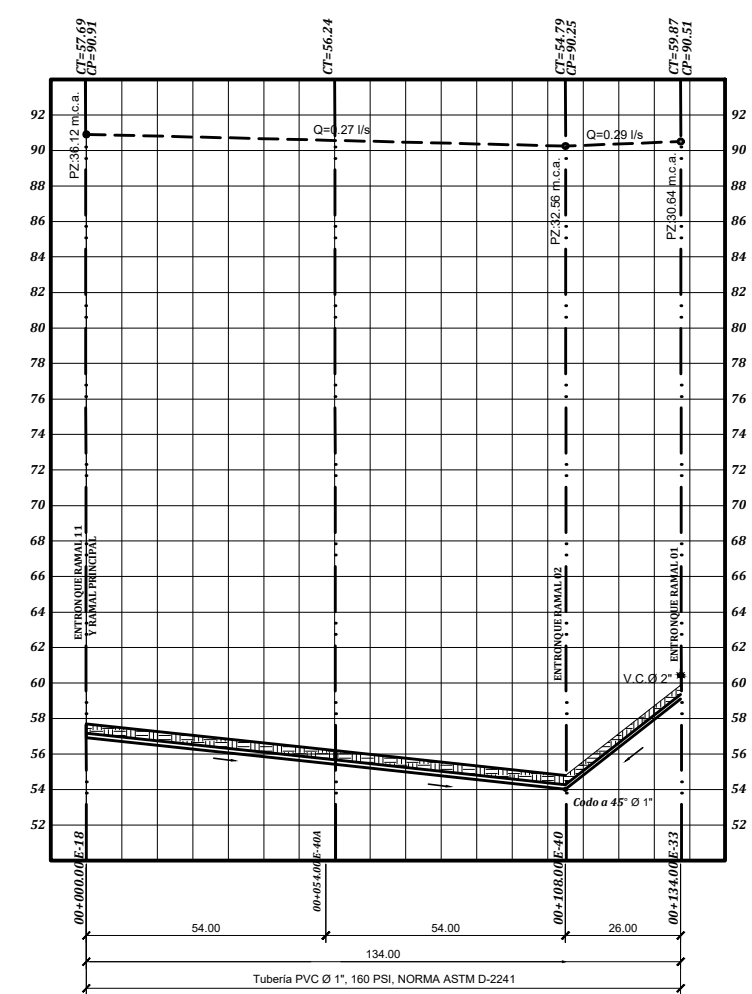
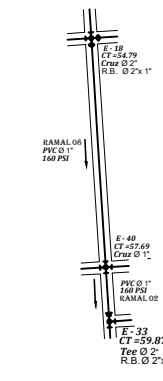
Perfil Ramal No. 9

Escala V= 1:200
Escala H= 1:800



Perfil Ramal No. 7


Escala V= 1:200
Escala H= 1:800

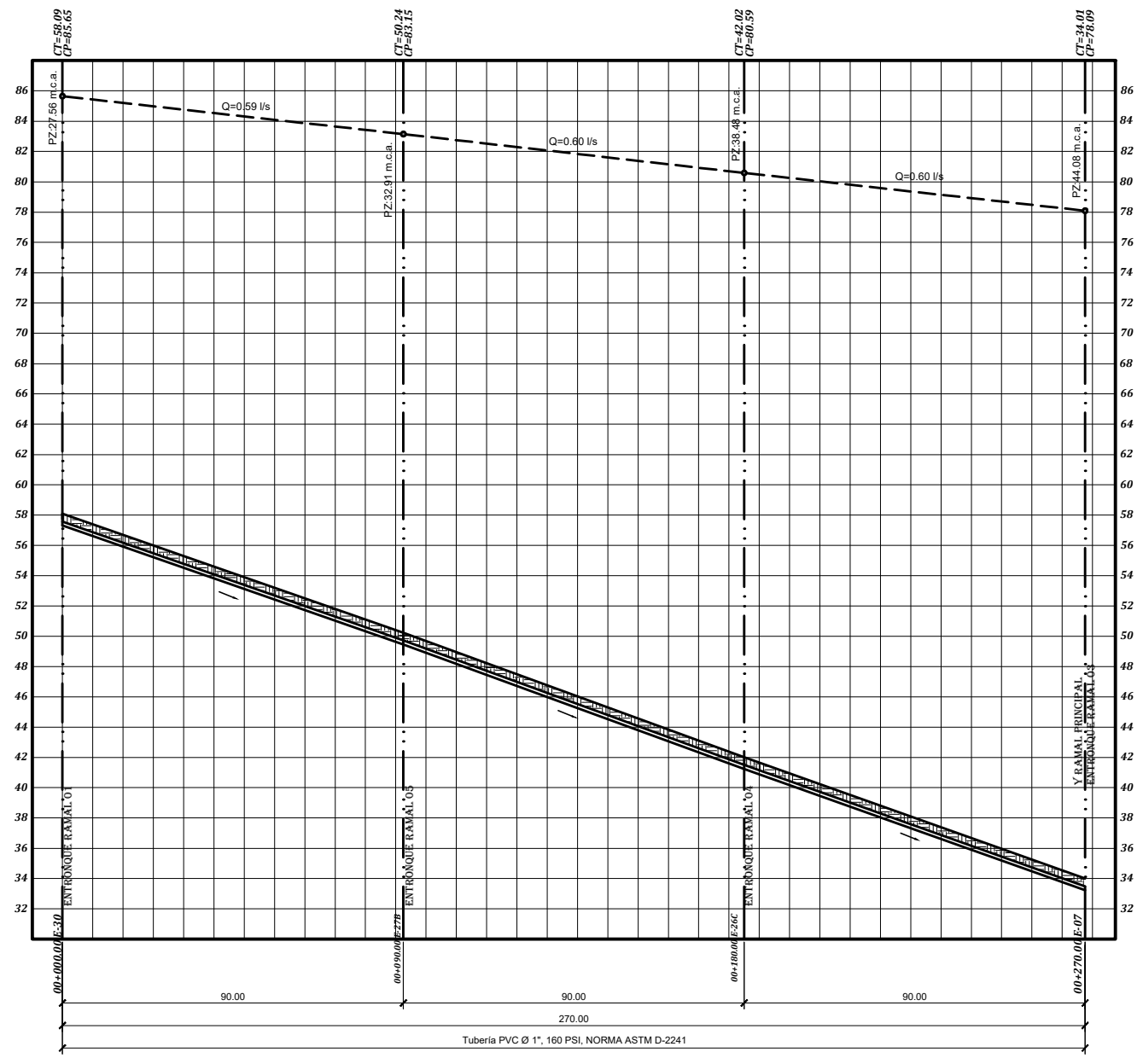


Perfil Ramal No. 8

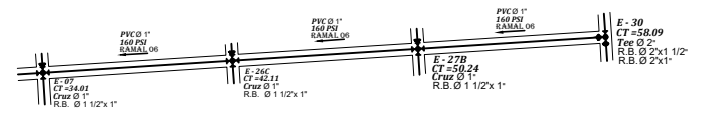
Escala V= 1:200
Escala H= 1:800



HOJA DE:		
PLANO DE PERFILES		
FECHA: FEBRERO 2020	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA LAS ILUSIONES, SAN TA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ	INGENIERO ASESOR: OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ
ESCALA: INDICADA	PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SANTA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ.	DISEÑO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
DIBUJO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ		CALCULO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
 Vo.Bo. YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ EPENISTA DE INGENIERIA		Vo.Bo. ING. OSCAR ARGUETA ASESOR Y SUPERVISOR DE EPS
		HOJA No. 18 DE 32



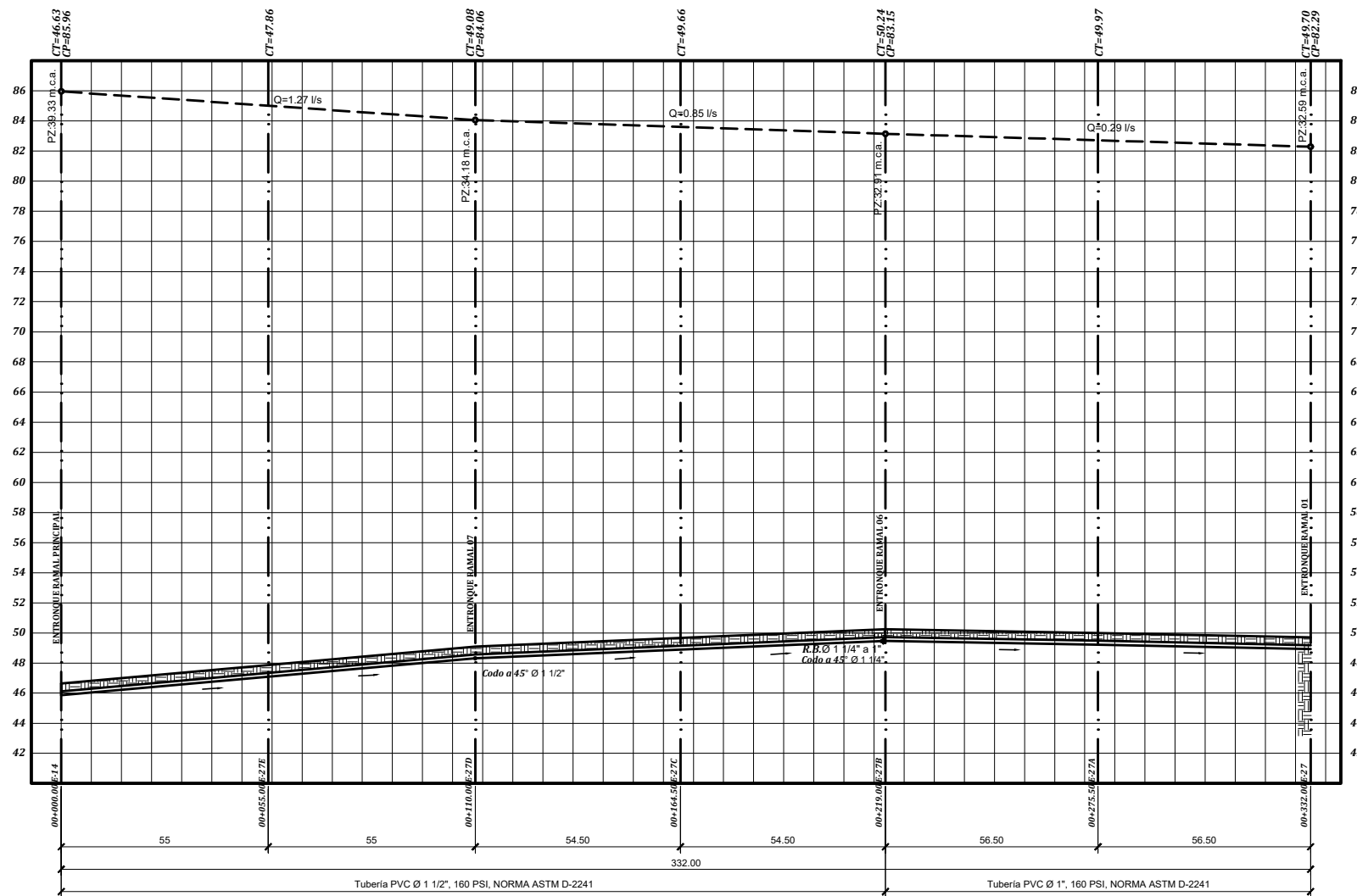
Perfil Ramal No. 6
Escala V= 1:200
Escala H= 1:800



[Handwritten signature]

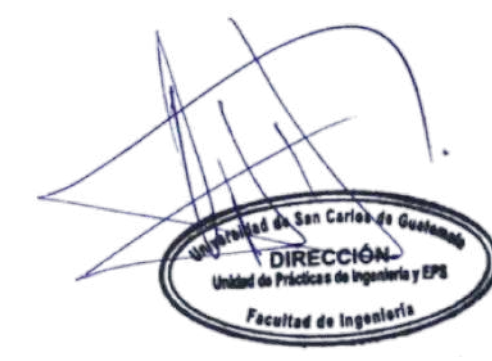
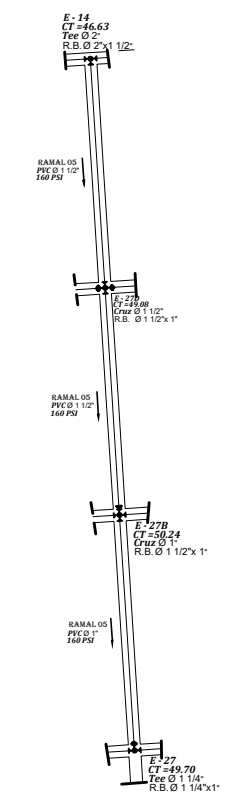
Universidad de San Carlos de Guatemala
DIRECCIÓN
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería


HOJA DE:		
PLANO DE PERFILES		
FECHA: FEBRERO 2020	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA LAS ILUSIONES, SAN TA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ	INGENIERO ASesor: OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ
ESCALA: INDICADA	PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SANTA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ.	DISEÑO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
DIBUJO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ		CALCULO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
 Vo.Bo. YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ EPSISTA-BENEFICERIA		Vo.Bo. ING. OSCAR ARGUETA ASesor Y SUPERVISOR DE EPS
		HOJA No. 19 DE 32

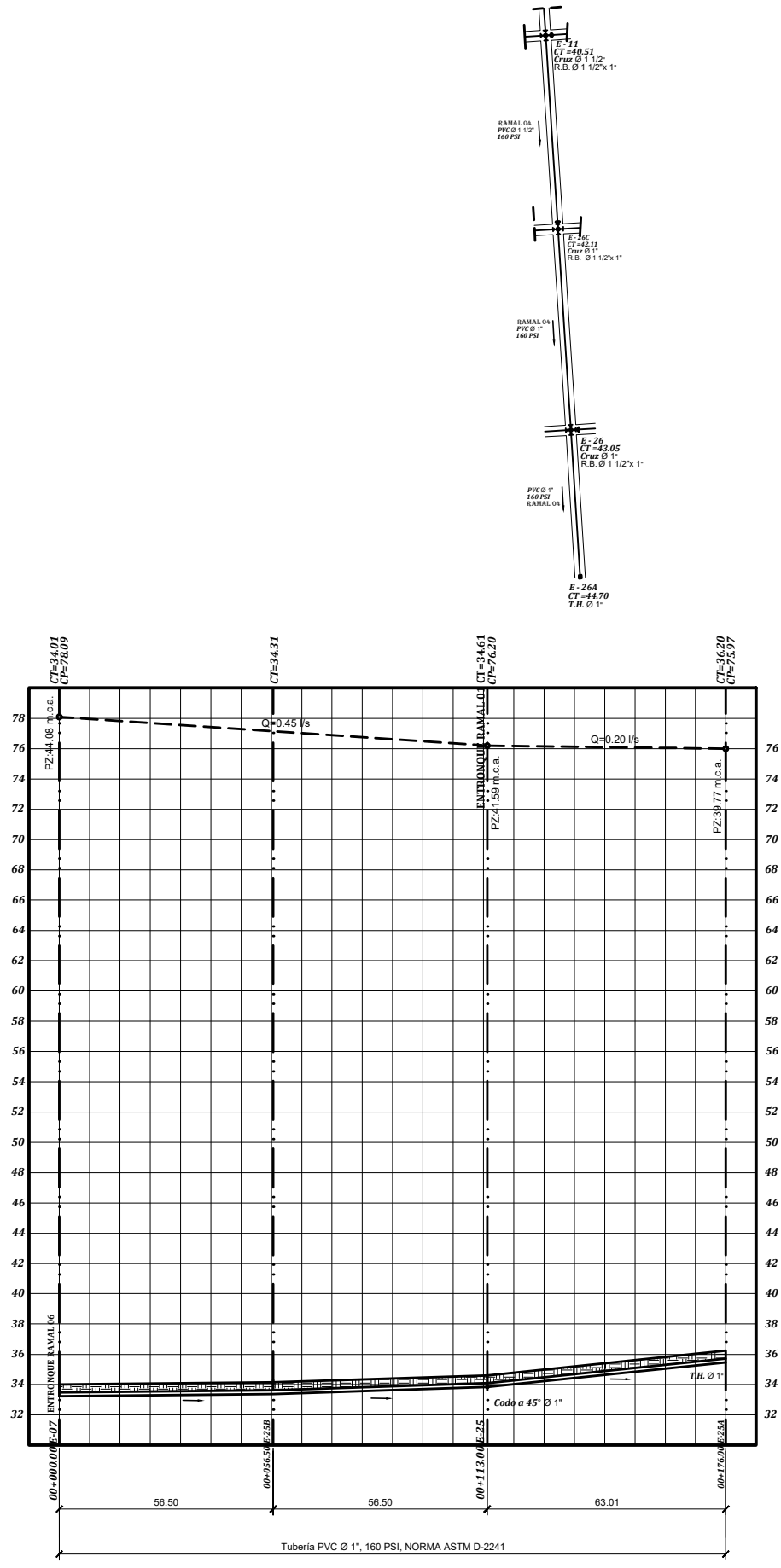


Perfil Ramal No. 5

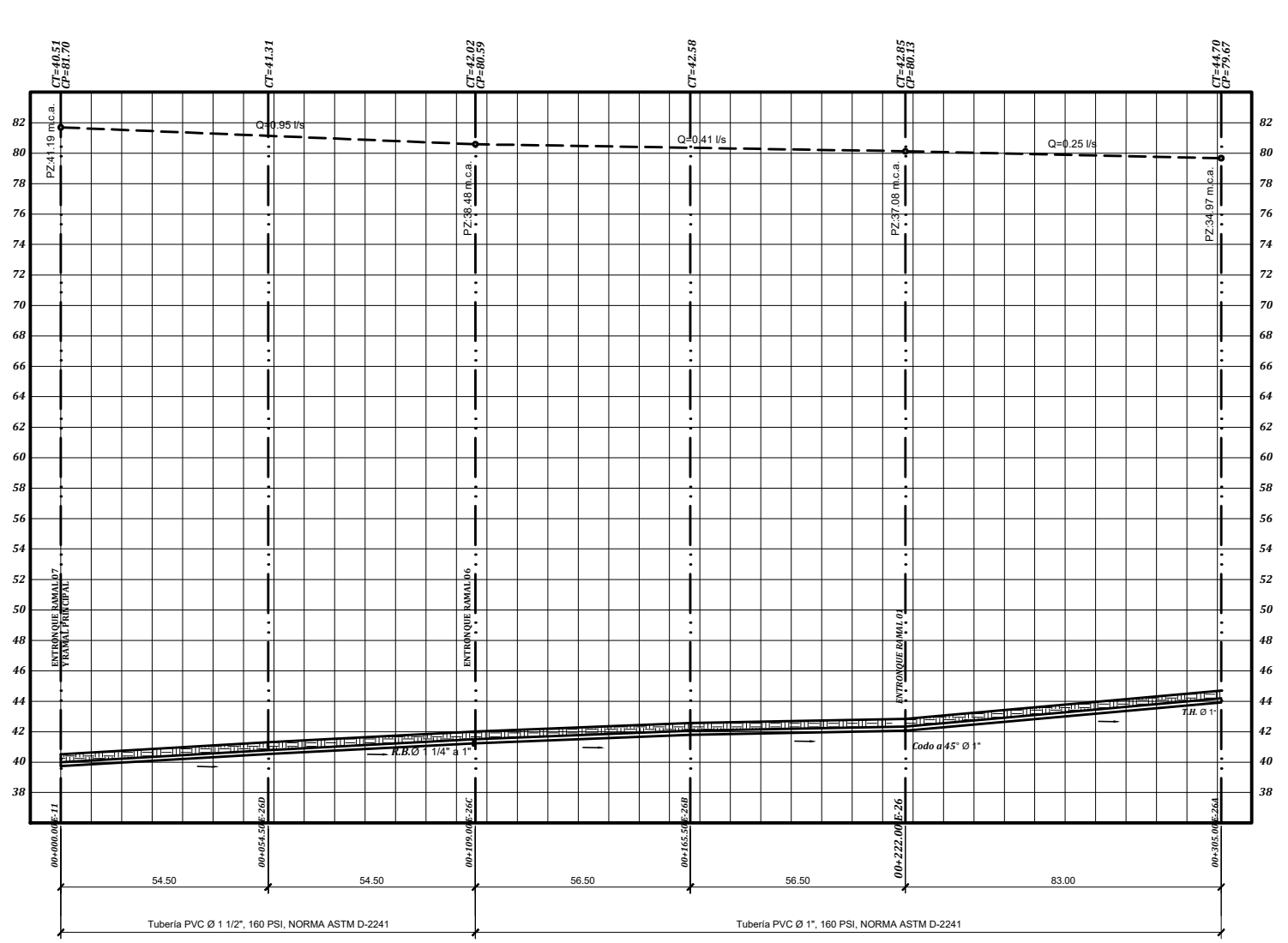
Escala V= 1:200
Escala H= 1:800



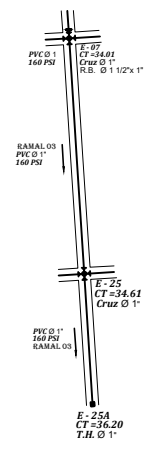
HOJA DE:		
PLANO DE PERFILES		
FECHA: FEBRERO 2020	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA LAS ILUSIONES, SAN TA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ	INGENIERO ASESOR: OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ
ESCALA: INDICADA		DISEÑO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
DIBUJO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ	PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SANTA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ.	CALCULO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
 Vo.Bo. YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ EPESISTA DE INGENIERIA		Vo.Bo. ING. OSCAR ARGUETA ASESOR Y SUPERVISOR DE EPS
		HOJA No. 20 DE 32




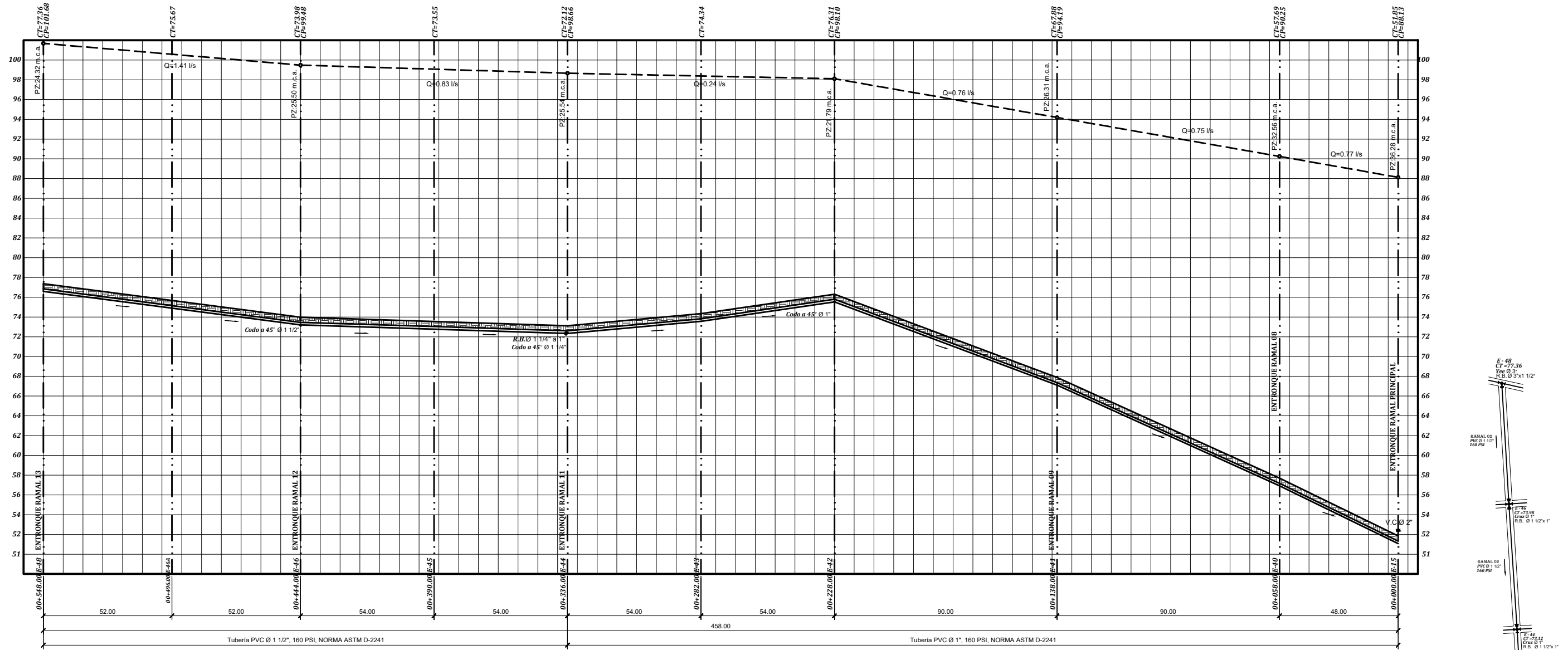
Perfil Ramal No. 3
 Escala V= 1:100
 Escala H= 1:800



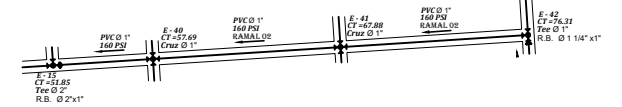
Perfil Ramal No. 4
 Escala V= 1:200
 Escala H= 1:800



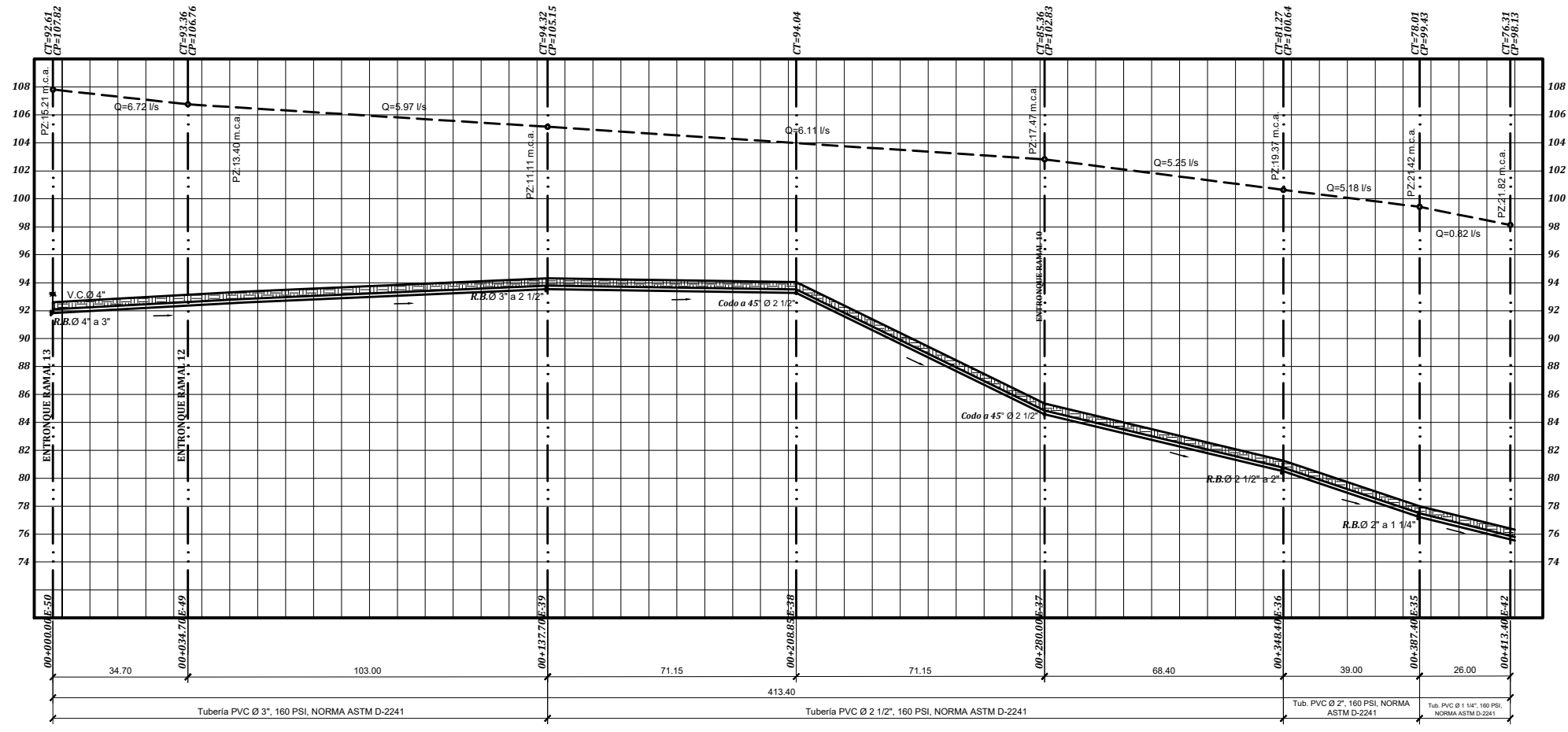
HOJA DE:		
PLANO DE PERFILES		
FECHA: FEBRERO 2020	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA LAS ILUSIONES, SANTA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ	INGENIERO ASESOR: OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ
ESCALA: INDICADA	PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SANTA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ.	DISEÑO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
DIBUJO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ		CALCULO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
 Yo Bo. YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ INGENIERA DE INGENIERÍA		Yo Bo. ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ ASESOR Y SUPERVISOR DE EPS
21		HOJA No. 32



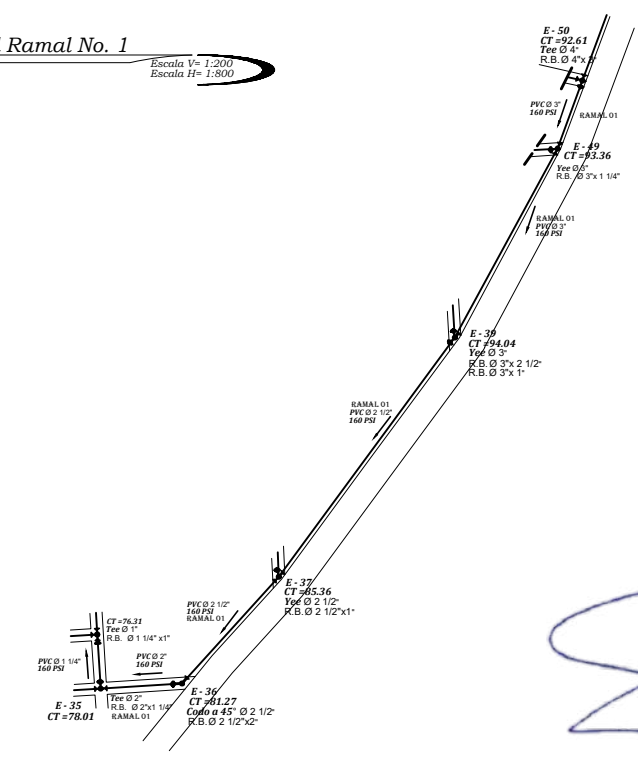
Perfil Ramal No. 2
Escala V= 1:200
Escala H= 1:800



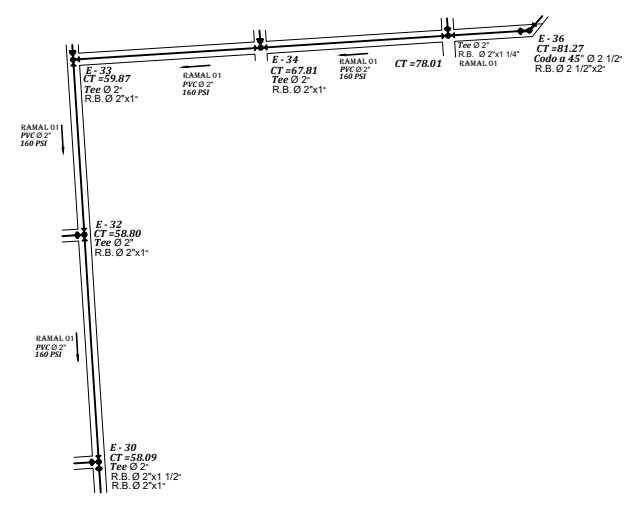
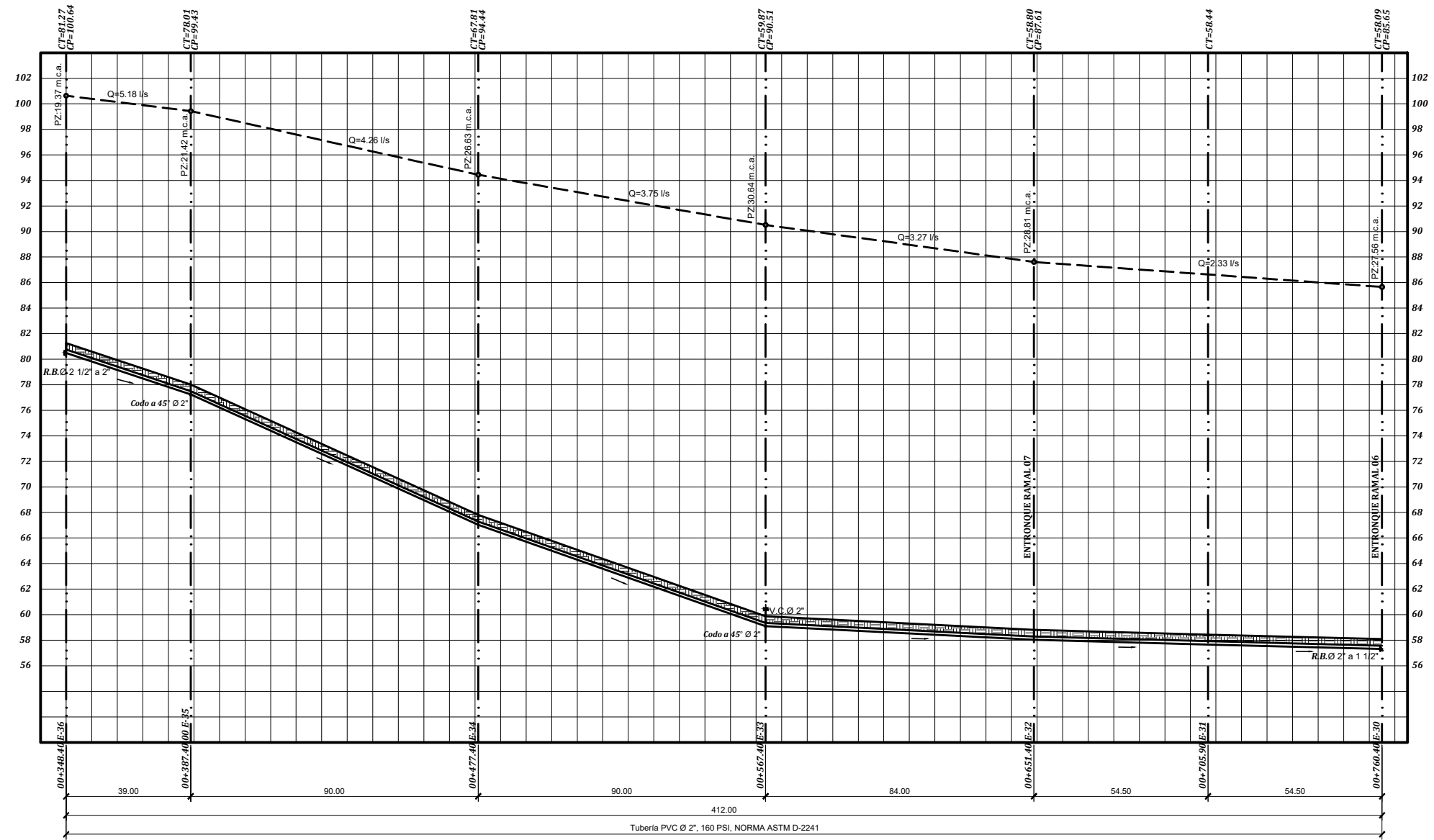
HOJA DE:		
PLANO DE PERFILES		
FECHA: FEBRERO 2020	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA LAS ILUSIONES, SAN TA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ	INGENIERO ASESOR: OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ
ESCALA: INDICADA	PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SANTA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ.	DISEÑO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
DIBUJO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ		CALCULO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
 Vo.Bo. YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ EPESISTA DE INGENIERIA		 Vo.Bo. ING. OSCAR ARGUETA ASESOR Y SUPERVISOR DE EPS
		HOJA No. 22 DE 32



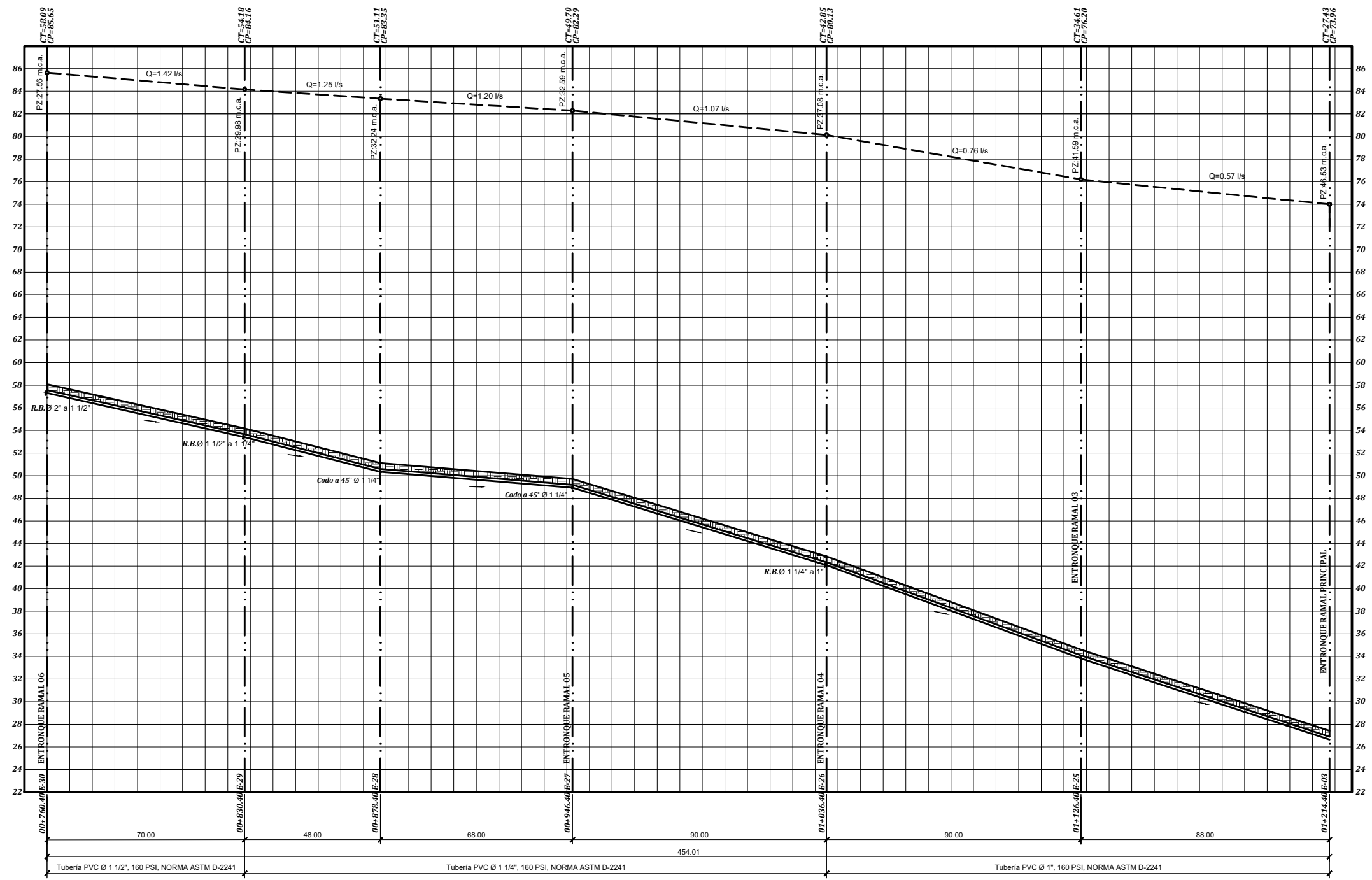
Perfil Ramal No. 1
 Escala V= 1:200
 Escala H= 1:800



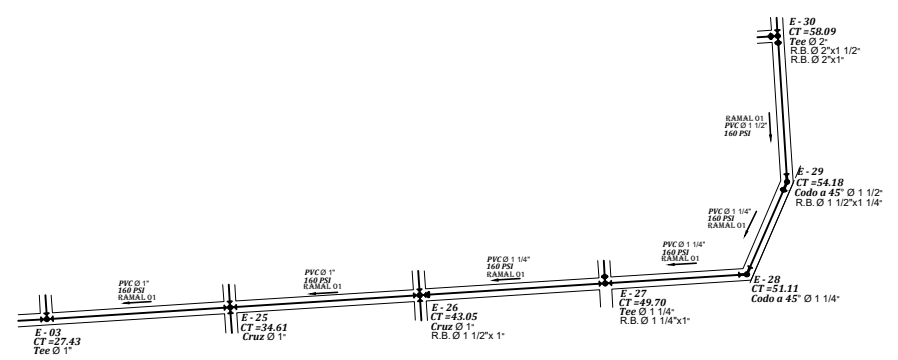
HOJA DE:		
PLANO DE PERFILES		
FECHA: FEBRERO 2020	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA LAS ILUSIONES, SAN TA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ	INGENIERO ASesor: OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ
ESCALA: INDICADA	PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SANTA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ.	DISEÑO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
DIBUJO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ		CALCULO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
 Vo.Bo. YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ EPESISTA DE INGENIERÍA		Vo.Bo. ING. OSCAR ARGUETA ASesor Y SUPERVISOR DE EPS
		HOJA No. 23 DE 32




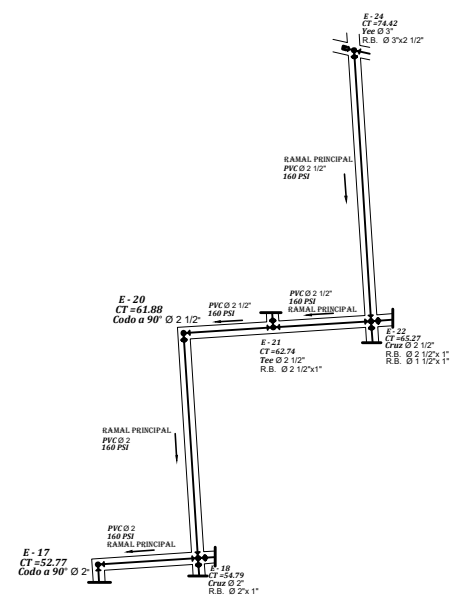
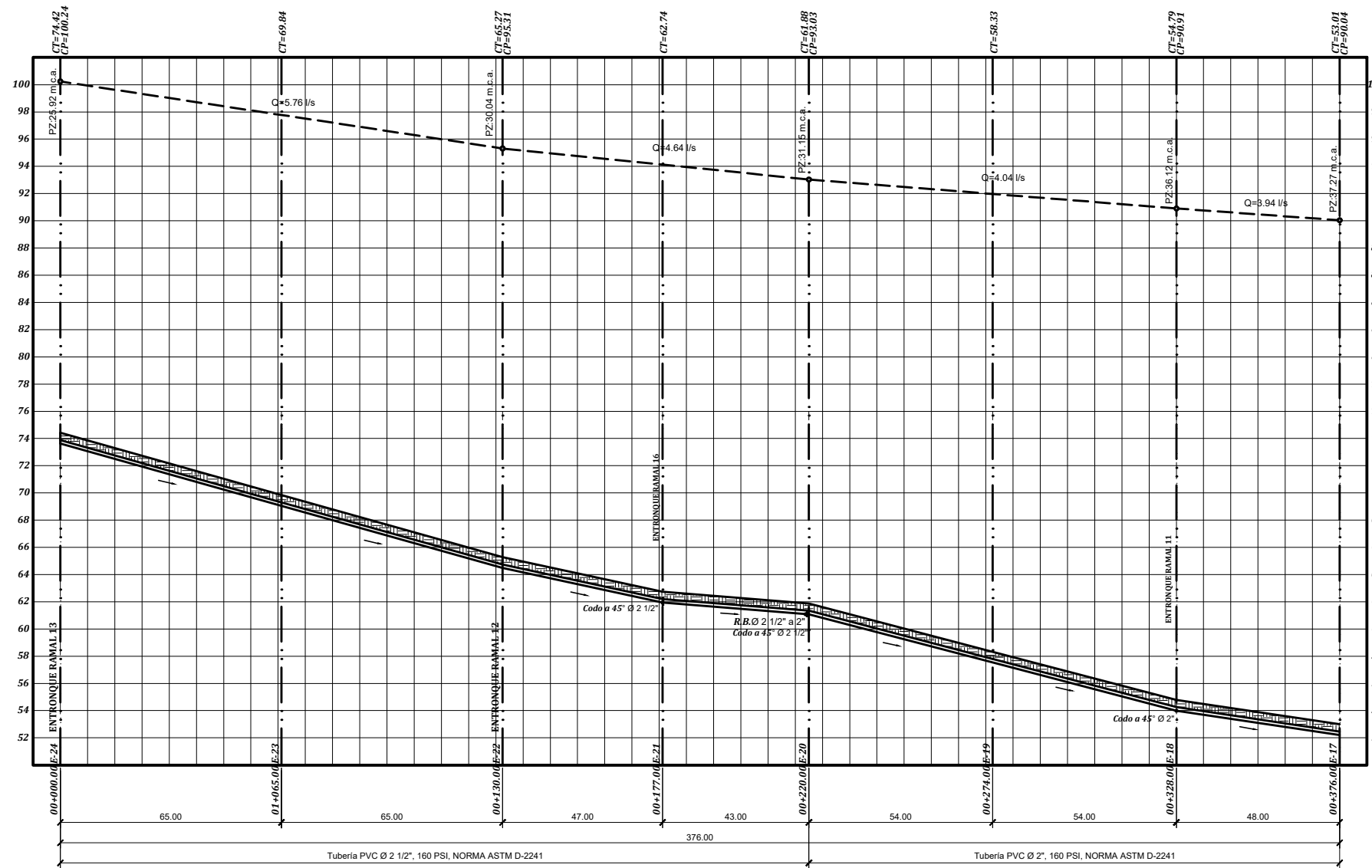
HOJA DE:		
PLANO DE PERFILES		
FECHA:	PROYECTO:	INGENIERO ASesor:
FEBRERO 2020	DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA LAS ILUSIONES, SAN TA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ	OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ
ESCALA:		DISEÑO:
INDICADA		YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
DIBUJO:	PROPIETARIO:	CALCULO:
YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ	MUNICIPALIDAD DE SANTA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ.	YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
 Vo.Bo. YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ EPESISTA DE INGENIERIA		Vo.Bo. ING. OSCAR ARGUETA ASesor Y SUPERVISOR DE EPS
		HOJA No. 24 DE 32




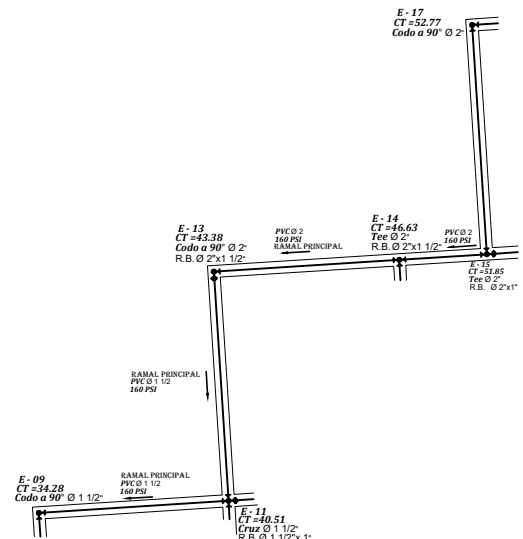
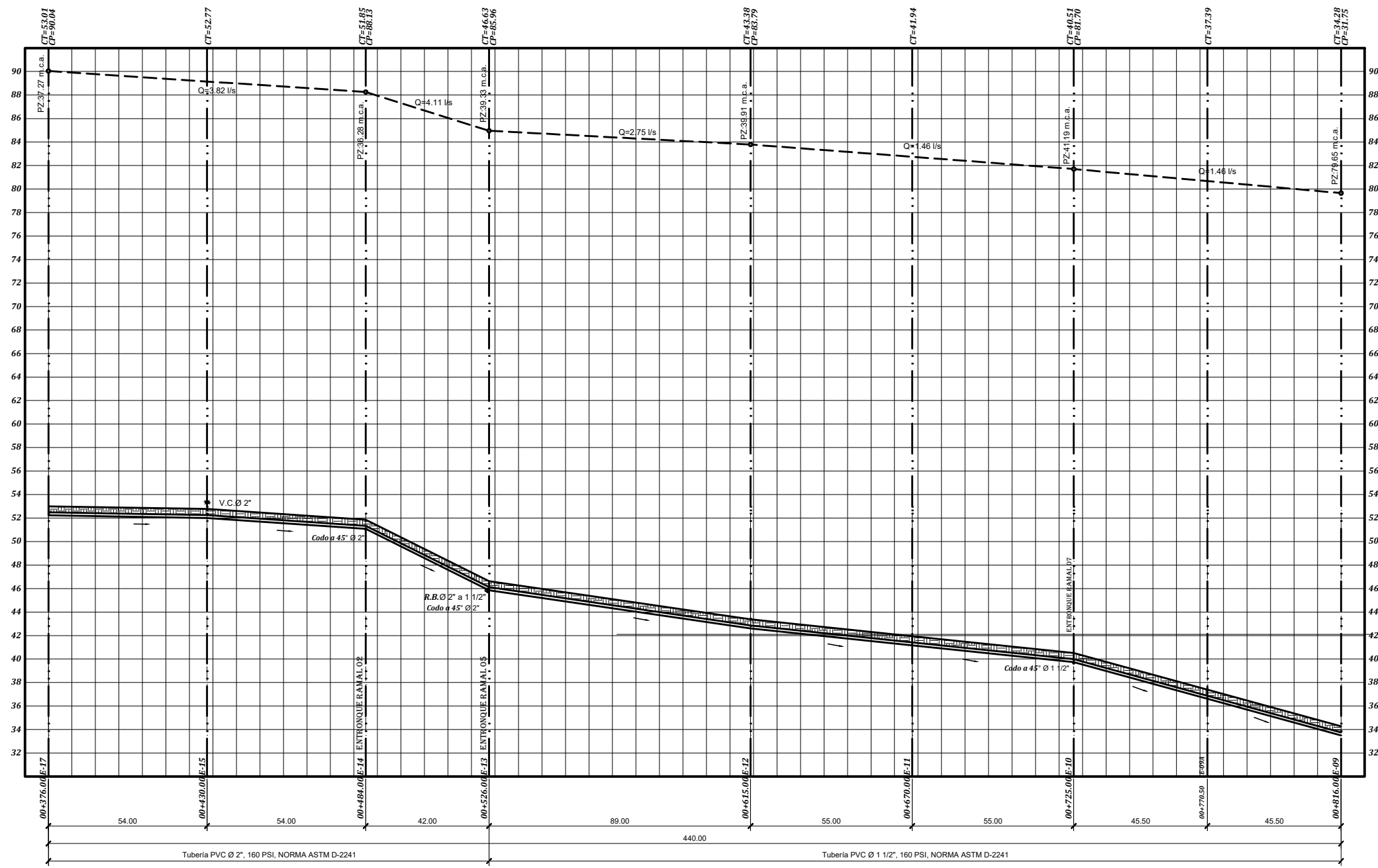
Perfiles de Ramal No. 1
Escala V= 1:200
Escala H= 1:800



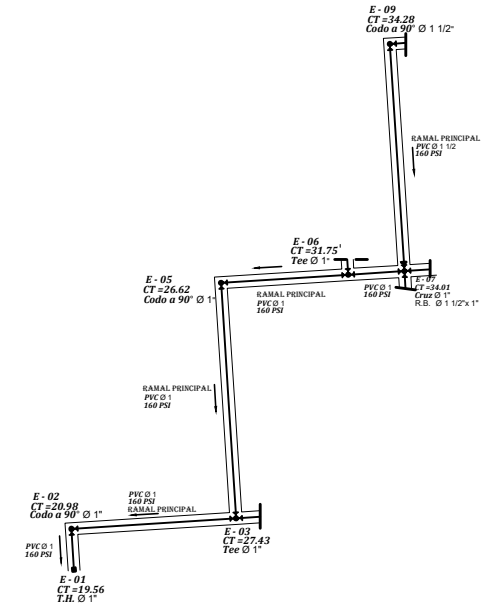
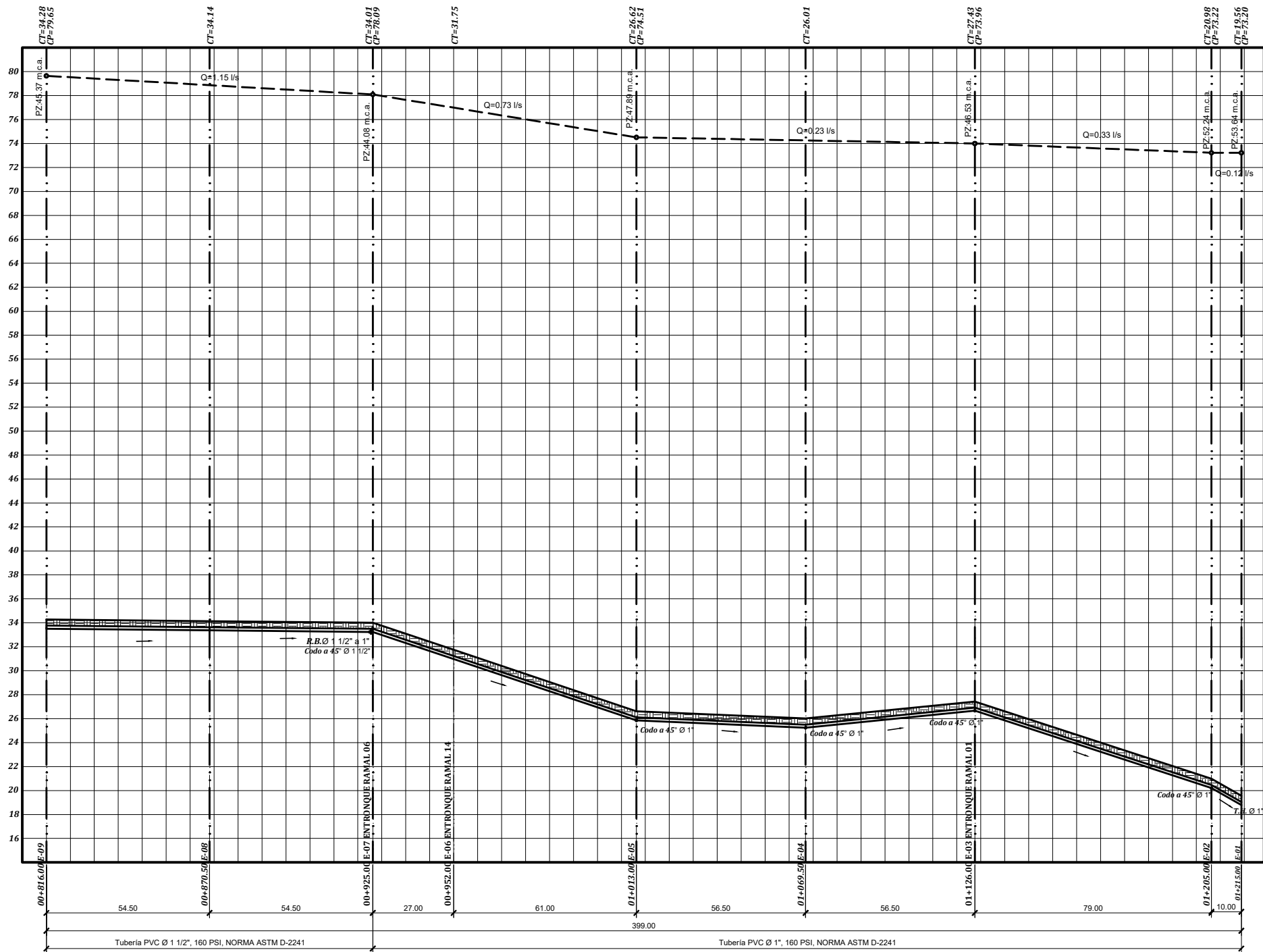
HOJA DE:		
PLANO DE PERFILES		
FECHA: FEBRERO 2020	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA LAS ILUSIONES, SANTA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ	INGENIERO ASESOR: OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ
ESCALA: INDICADA	PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SANTA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ.	DISEÑO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
DIBUJO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ		CALCULO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
 Vo.Bo. YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ EPESISTA DE INGENIERIA		Vo.Bo. ING. OSCAR ARGUETA ASESOR Y SUPERVISOR DE EPS
		HOJA No. 25 DE 32



HOJA DE:		
PLANO DE PERFILES		
FECHA: FEBRERO 2020	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA LAS ILUSIONES, SANTA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ	INGENIERO ASESOR: OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ
ESCALA: INDICADA	PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SANTA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ.	DISEÑO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
DIBUJO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ		CALCULO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
 Vo.Bo. YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ EPENISTA DE INGENIERIA		Vo.Bo. ING. OSCAR ARGUETA ASESOR Y SUPERVISOR DE EPS
		HOJA No. 26 DE 32



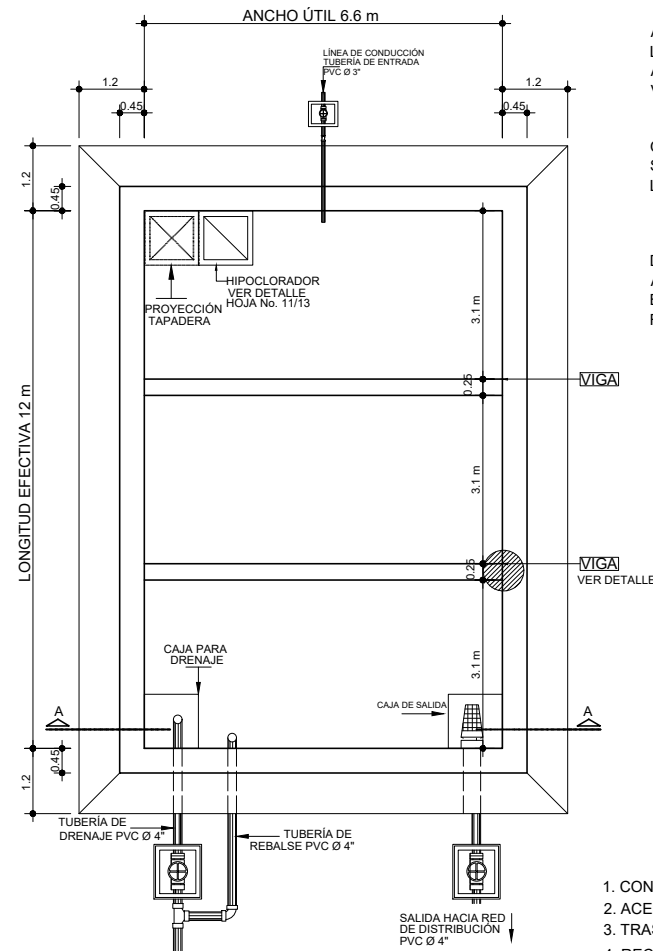
HOJA DE: PLANO DE PERFILES		
FECHA: FEBRERO 2020	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA LAS ILUSIONES, SANTA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ	INGENIERO ASESOR: OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ
ESCALA: INDICADA		DISEÑO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
DIBUJO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ	PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SANTA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ.	CALCULO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
Vo.Bo. YESSICA BARRIOS EPENISTA DE INGENIERIA		Vo.Bo. ING. OSCAR ARGUETA ASESOR Y SUPERVISOR DE EPS
27		HOJA No. 32



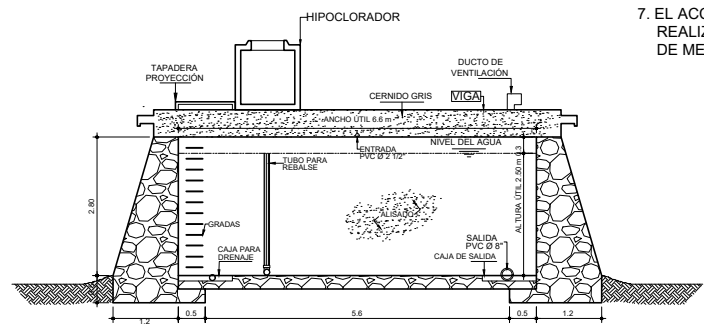
Perfiles de Ramal Principal
 Escala V= 1:200
 Escala H= 1:300



HOJA DE:		
PLANO DE PERFILES		
FECHA: FEBRERO 2020	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA LAS ILUSIONES, SAN TA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ	INGENIERO ASESOR: OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ
ESCALA: INDICADA	PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SANTA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ.	DISEÑO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
DIBUJO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ		CALCULO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
V.O. B. YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ EPBISTA DE INGENIERÍA		V.O. B. ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ ASESOR Y SUPERVISOR DE EPB
		HOJA No. 28 DE 32



PLANTA TANQUE
ESCALA: 1:100



SECCIÓN A - A'
ESCALA: 1:100

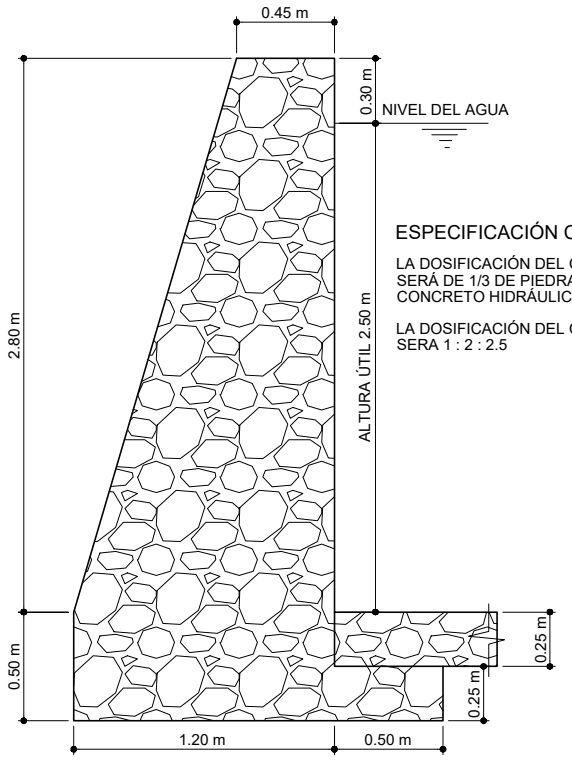
ANCHO ÚTIL: 6.60 m
LONGITUD EFECTIVA: 12 m
ALTURA ÚTIL: 2.50 m
VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO: 198 m³

OBSERVACIONES:
SE REQUIERE DOS VIGAS INTERMEDIAS A 1/3 DE LONGITUD EFECTIVA DEL TANQUE PARA SOPORTE

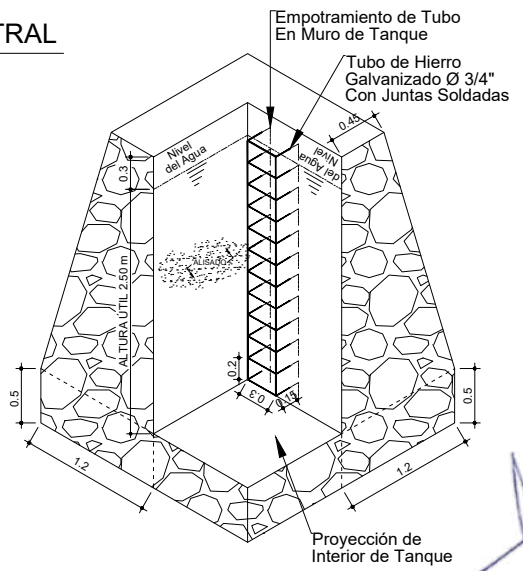
DIMENSIONES DE VIGA A UTILIZAR:
ALTURA: 0.50 m
BASE: 0.25 m
RECUBRIMIENTO: 0.03 m

ESPECIFICACIONES

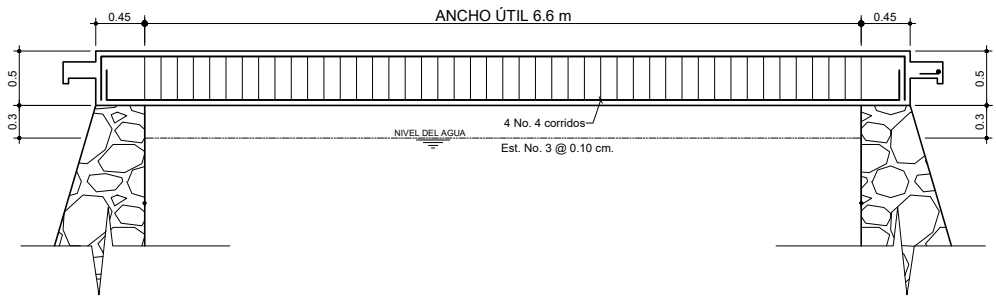
1. CONCRETO F_c = 210 Kg/cm²
2. ACERO F_y = 2,810 Kg/cm²
3. TRASLAPE ENTRE BARRAS = 40 Ø
4. RECUBRIMIENTO: EN LOSA = 0.025 m.
EN SOLERA = 0.025 m.
5. PARA MAMPOSTERÍA DE PIEDRA USAR 1/3 DE PIEDRA BOLA DE 4" Y 2/3 DE CONCRETO POBRE
LA DOSIFICACIÓN PARA EL CONCRETO POBRE EN VOLUMEN SERÁ:
CEMENTO 5.5 SACOS
ARENA 0.43 m³
PIEDRÍN 0.43 m³
6. ENTRE LOS MUROS DE MAMPOSTERÍA Y LA ESTRUCTURA SUPERIOR DEBERÁ COLOCARSE MATERIAL BITUMINOSO PARA EVITAR ADHERENCIAS.
7. EL ACCESO DEBERÁ COLOCARSE INMEDIATO A LA TUBERÍA DE ENTRADA, PARA REALIZAR AFOROS Y ESTE SERÁ 0.80 X 0.80 m, SE PODRÁ UTILIZAR TAPADERA DE METAL CUANDO EL INGENIERO SUPERVISOR LO ESTIME CONVENIENTE.



CORTE TÍPICO MURO PERIMETRAL
ESCALA: 1:25

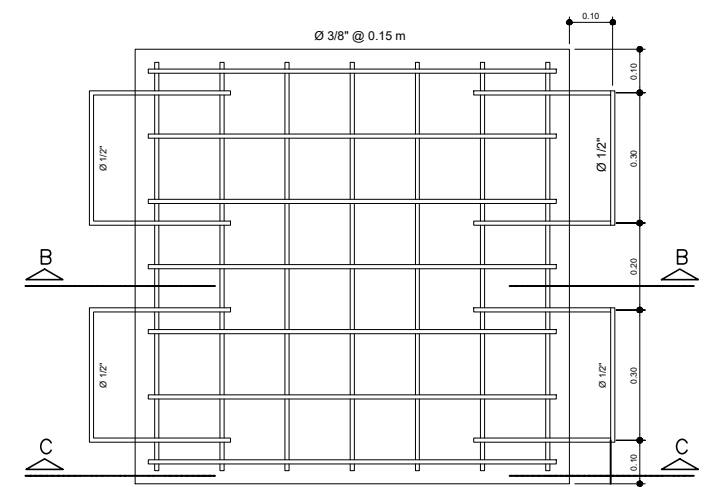


ISOMÉTRICO GRADAS INTERNAS
ESCALA: 1:50

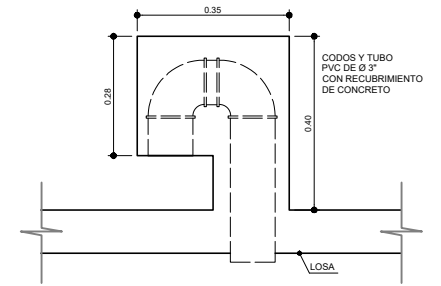


DETALLE DE VIGA
ESCALA: 1:50

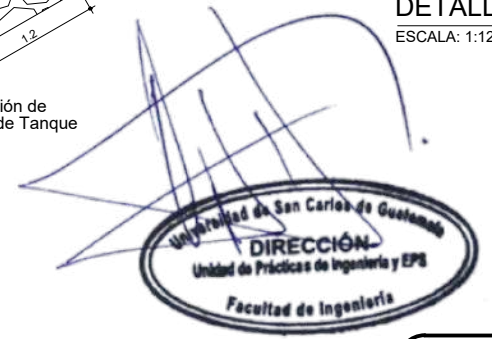
ESPECIFICACIÓN CONCRETO CICLOPEO
LA DOSIFICACIÓN DEL CONCRETO CICLOPEO SERÁ DE 1/3 DE PIEDRA BOLA DE 4" Y 2/3 DE CONCRETO HIDRÁULICO.
LA DOSIFICACIÓN DEL CONCRETO HIDRÁULICO SERÁ 1 : 2 : 2.5




ARMADO DE TAPADERA
ESCALA: 1:12.5

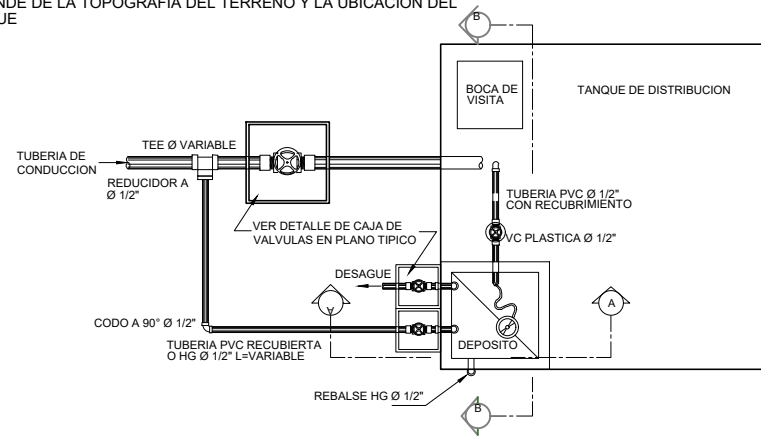


DETALLE DE VENTILACIÓN
ESCALA: 1:12.5



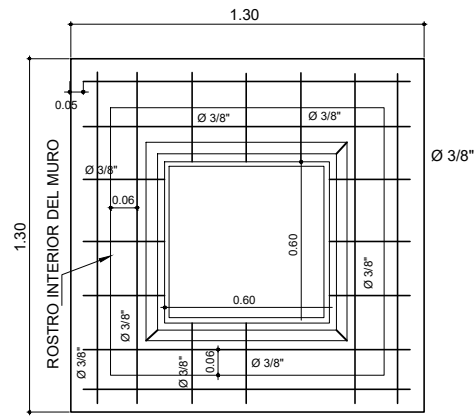
HOJA DE:		
PLANO DE DETALLES DE TANQUE		
FECHA: FEBRERO 2020	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA LAS ILUSIONES, SAN TA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ	INGENIERO ASESOR: OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ
ESCALA: INDICADA		DISEÑO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
DIBUJO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ	PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SANTA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ.	CALCULO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
 V.O. B. YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ INGENIERA EN INGENIERÍA		V.O. B. ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ ASESOR Y SUPERVISOR DE EPS
		HOJA No. 29 DE 32

NOTA: LA CONEXION DE LA TUBERIA PVC Ø1/2" EN LA TEE PUEDE ESTAR EN SENTIDO CONTRARIO A LO EXPRESADO AQUI, DEPENDE DE LA TOPOGRAFIA DEL TERRENO Y LA UBICACION DEL TANQUE



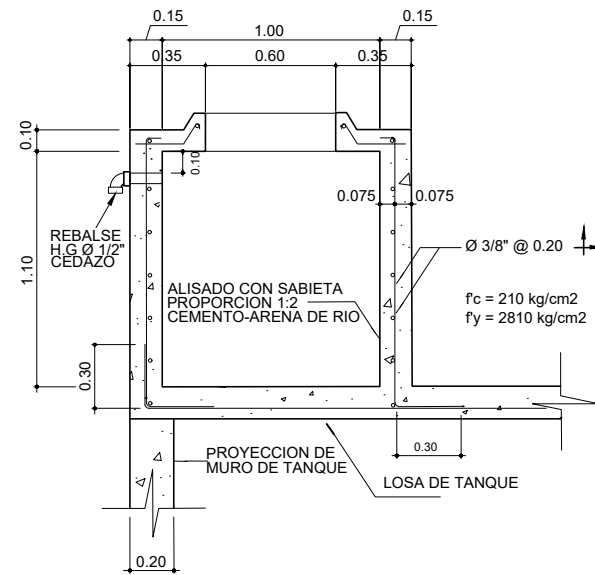
PLANTA DE HIPOCLORADOR

ESCALA 1:200



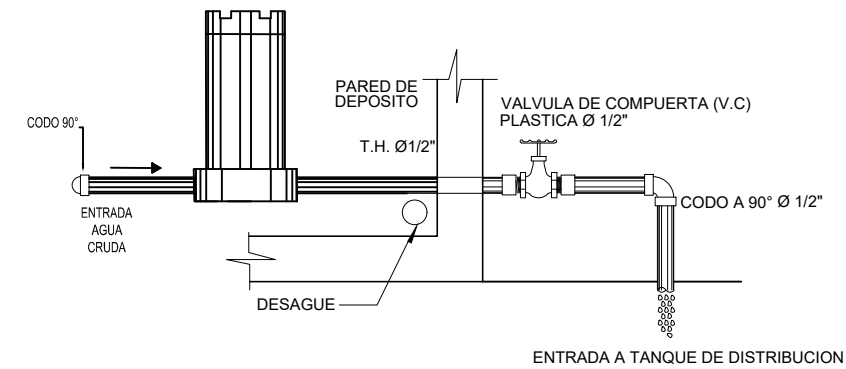
DETALLE DE LOSA

ESCALA 1:20



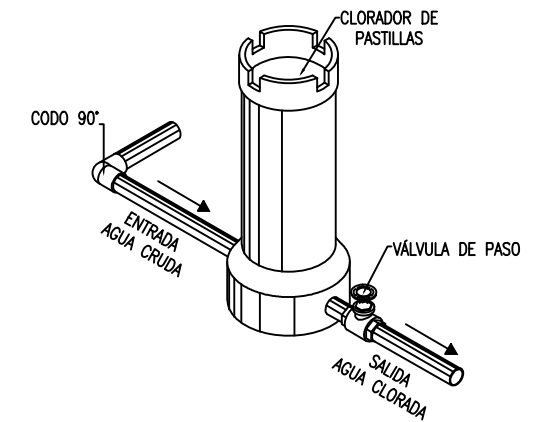
ARMADO DE MUROS

ESCALA 1:25



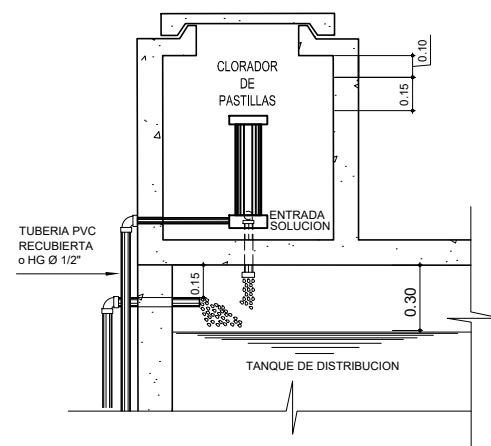
SECCION B-B

SIN ESCALA



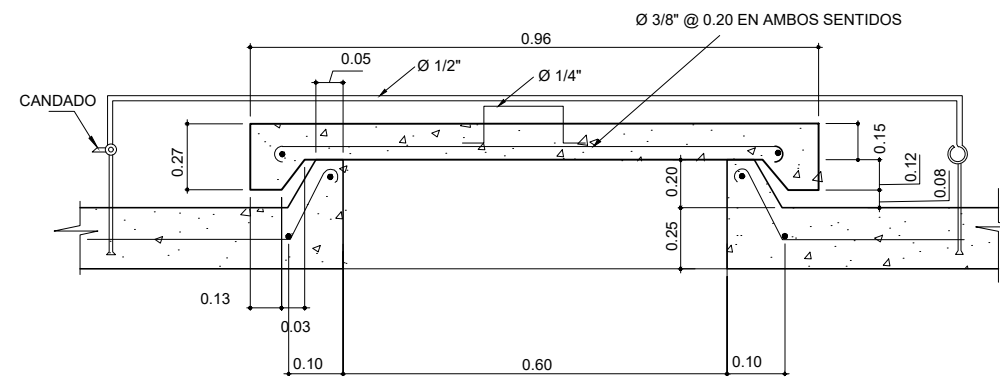
ISOMÉTRICO CLORADOR

SIN ESCALA



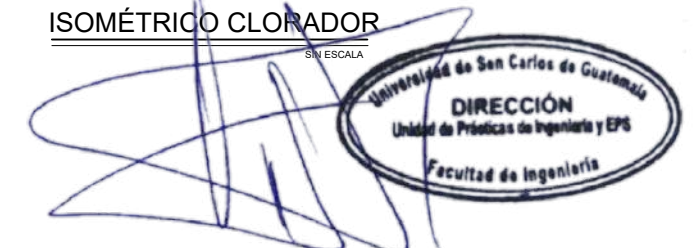
SECCIÓN A - A

ESCALA 1:25



DETALLE DE TAPADERA

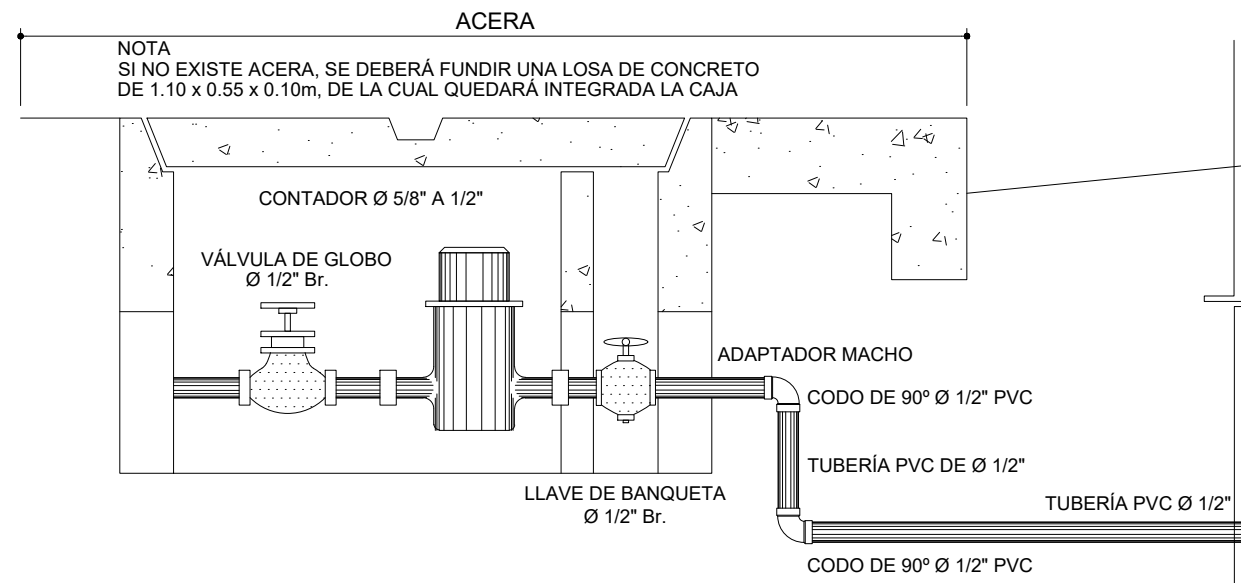
ESCALA 1:10



HOJA DE:
PLANO DE DETALLES DE HIPOCLORADOR

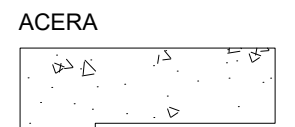
FECHA: FEBRERO 2020	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA LAS ILUSIONES, SAN TA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ	INGENIERO ASESOR: OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ
ESCALA: INDICADA		DISEÑO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
DIBUJO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ	PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SANTA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ.	CALCULO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ

 Yo So: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ EPSISTA DE INGENIERÍA	Yo So: ING. OSCAR ARGUETA ASESOR Y SUPERVISOR DE EPS	30	HOJA No.
		DE:	32



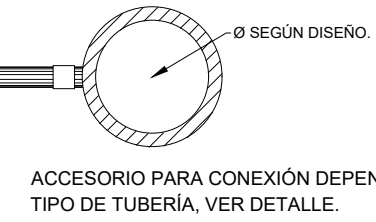
LA TUBERÍA PRINCIPAL SE COLOCARÁ A 0.50m DEL BORDILLO, DONDE NO LO HUBIERA SE COLOCARÁ A 2.00m DE LA PARED. EN CALLES MUY ESTRECHAS EL TUBO SE COLOCARÁ A 1.50m DEL CENTRO DE LA CALLE.

LA TUBERÍA PRINCIPAL SE INSTALARÁ, DE SER POSIBLE, AL NORTE Y ORIENTE DE CALLES Y AVENIDAS. (VER PLANO DETALLE INSTALACIONES DE TUBERÍA).

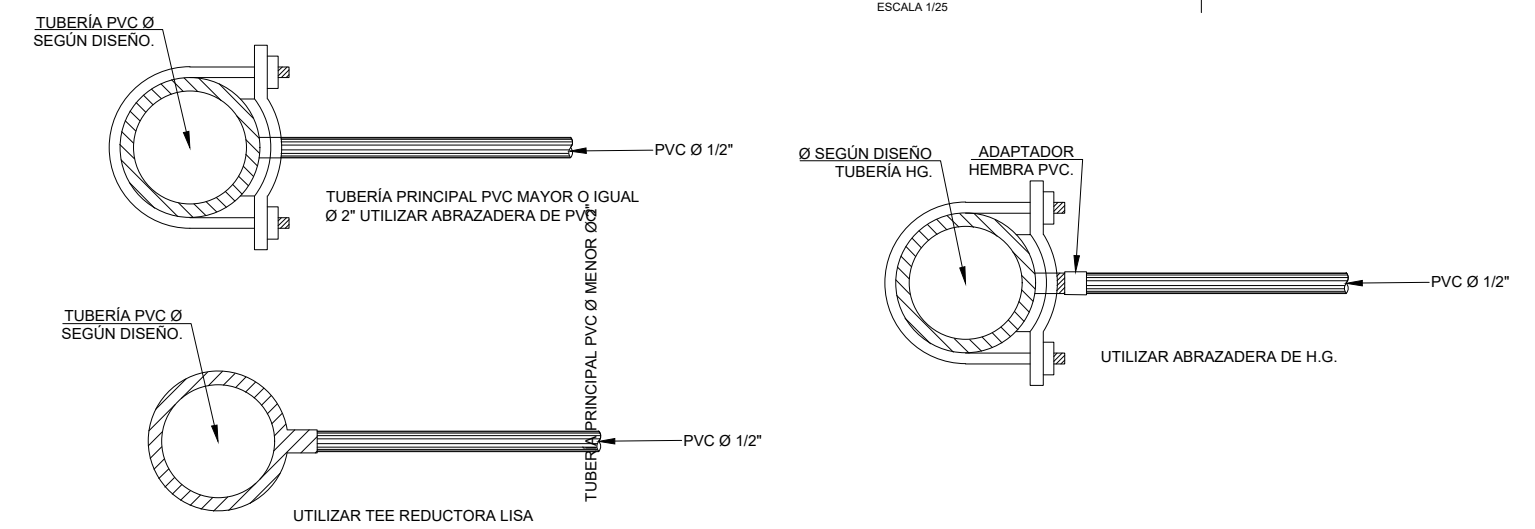


INSTRUCCIONES PARA EL INICIO DE SU OPERACIÓN

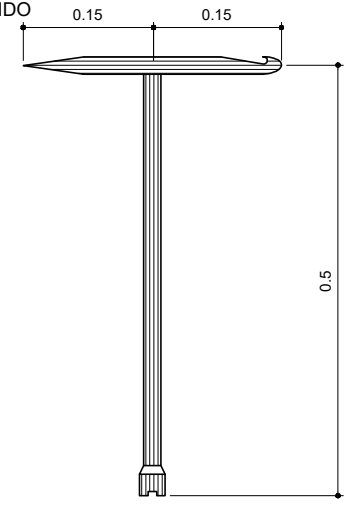
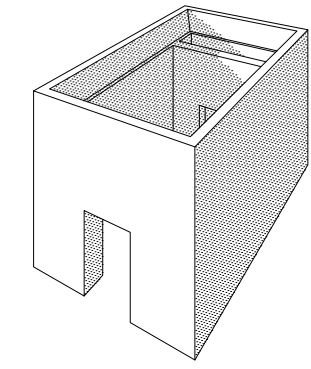
- ANTES DE COLOCAR EL MEDIDOR, HAY QUE ENJUAGAR ABUNDAMENTE LA CAÑERÍA INSTALANDO UNA DERIVACIÓN EN LUGAR DEL MEDIDOR.
- AVERIGUAR EL SENTIDO DEL DERRAME DEL AGUA. LA FLECHA SOBRE EL MEDIDOR FACILITA ESTA OPERACIÓN.
- EL MEDIDOR SE COLOCARÁ HORIZONTALMENTE, CON EL CUADRANTE HACIA ARRIBA, COMO SE INDICA EN ESTE PLANO.
- PARA INICIAR SU FUNCIONAMIENTO, HAY QUE ABRIR LENTAMENTE LA VÁLVULA DE GLOBO. LOS GRIFOS PERMANECERÁN CERRADOS LUEGO SE DEBERÁ ABRIR UN GRIFO LENTAMENTE, HASTA COMPROBAR EL VACIADO COMPLETO DE AIRE EN LA TUBERÍA Y DEL MEDIDOR.
- EL MEDIDOR ESTÁ PREVISTO PARA CONTROLAR EL AGUA FRÍA Y TEMPERATURA HASTA DE 50 °C. CONVIENE EVENTUALMENTE, PROTEGERLO CON UNA VÁLVULA ENTI-RETORNO O CHEQUE HORIZONTAL, QUE IMPIDA EL RETORNO DEL AGUA.
- PARA MEJOR OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO, EL MEDIDOR ESTÁ PREVISTO PARA FUNCIONAR SIN NINGUNA LUBRICACIÓN.



DETALLE DE CONEXIÓN DOMICILIAR

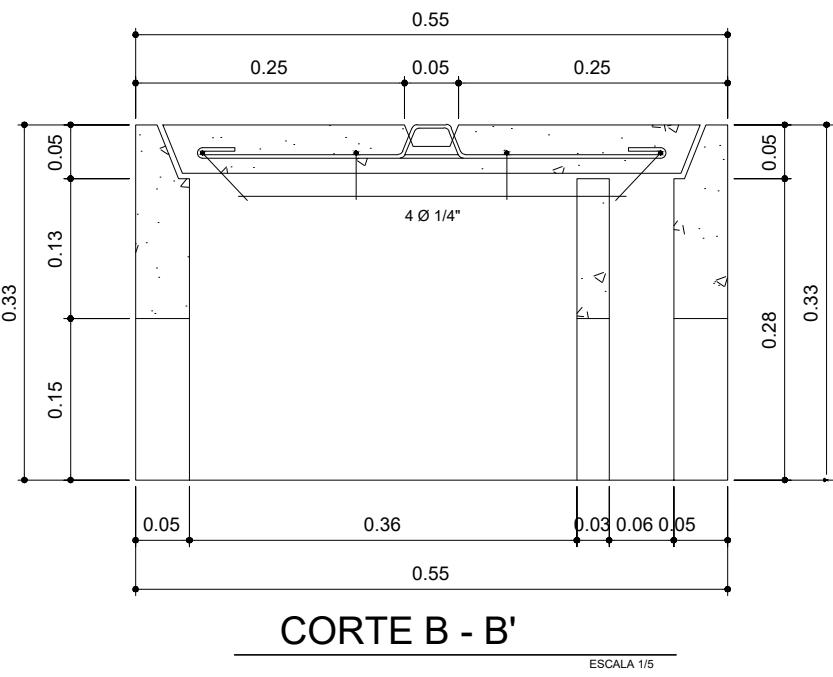
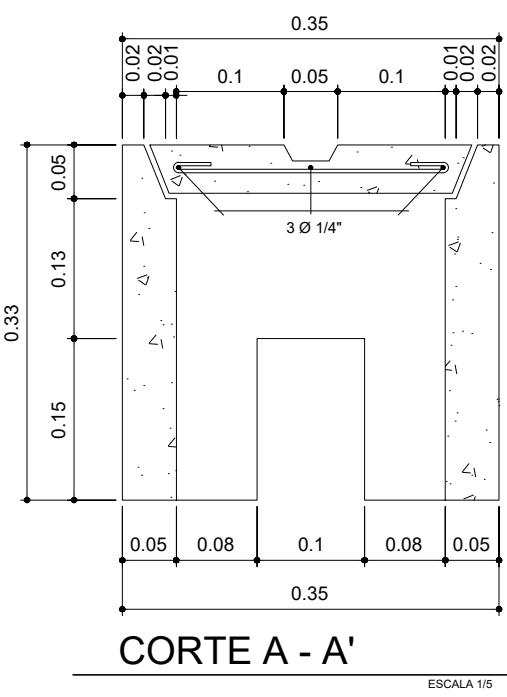
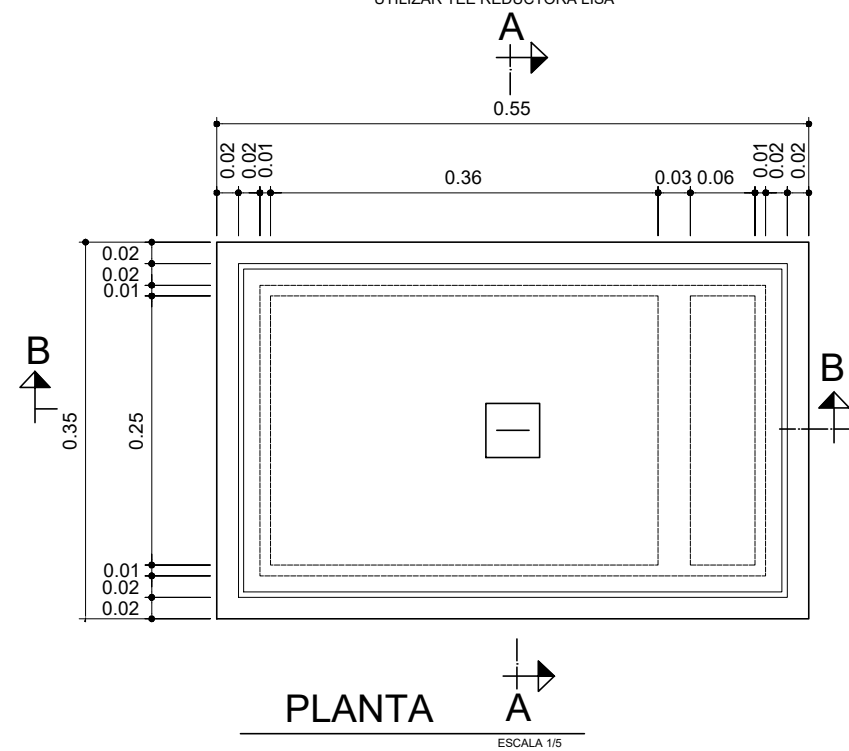


PERSPECTIVA DE LA CAJA

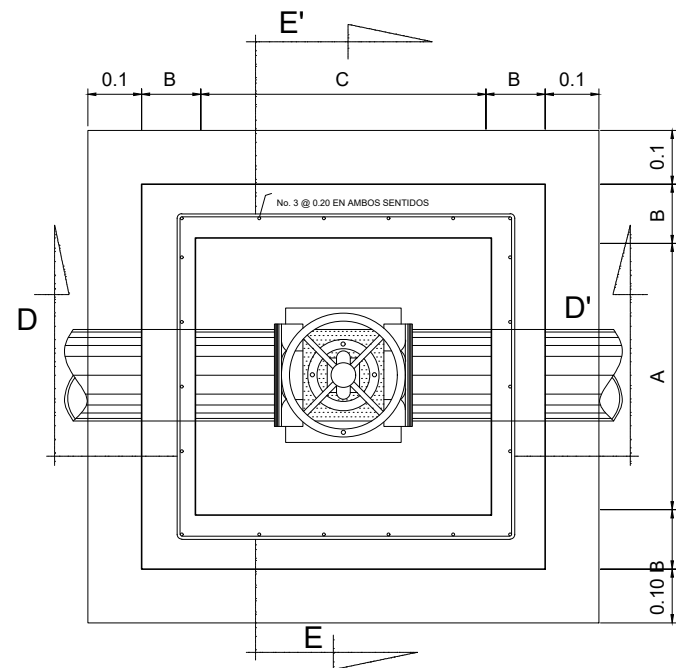


HERRAMIENTA PARA INTERRUPTIR EL SERVICIO DE AGUA Y PARA LEVANTAR LA TAPADERA DE LA CAJA DEL CONTADOR.

IMPORTANTE:
LA COPA DEBERÁ ESTAR DISEÑADA DE ACUERDO A LA LLAVE DE BANQUETA

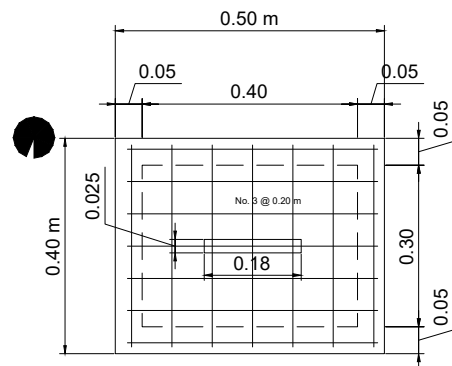


HOJA DE: PLANO DE DETALLES DE CONEXIÓN DOMICILIAR		
FECHA: FEBRERO 2020	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA LAS ILUSIONES, SAN TA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ	INGENIERO ASESOR: OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ
ESCALA: INDICADA		DISEÑO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
DIBUJO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ	PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SANTA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ.	CALCULO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
 Yo Soy YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ INGENIERA EP		 Yo Soy ING. OSCAR ARGUETA ASESOR Y SUPERVISOR DE EPS
31		HOJA No. 32



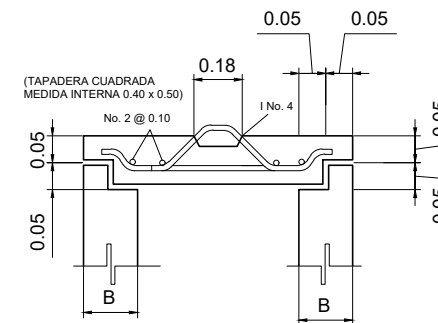
PLANTA CAJA DE CONCRETO
PARA VÁLVULAS DE 1 1/2" - 4"

SIN ESCALA



PLANTA GENERAL DE ARMADO PARA
TAPADERA DE CAJA DE VÁLVULAS

SIN ESCALA



DETALLE DE TAPADERA PARA
CAJA DE VÁLVULAS

SIN ESCALA

DIMENSIONES PARA CAJAS DE VÁLVULAS
CON UNIONES UNIVERSALES Y NIPLAS

DIMENSION	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	6"	8"	10"	12"
A	0.40	0.40	0.66	0.66	0.66	0.80	0.80	0.80	0.80
B	-	-	0.10	0.10	0.10	0.20	0.20	0.20	0.45
C	0.50	0.50	0.66	0.80	0.90	1.30	1.30	1.30	1.30
H	0.50	0.50	0.60	0.70	0.80	0.95	1.20	1.35	1.55

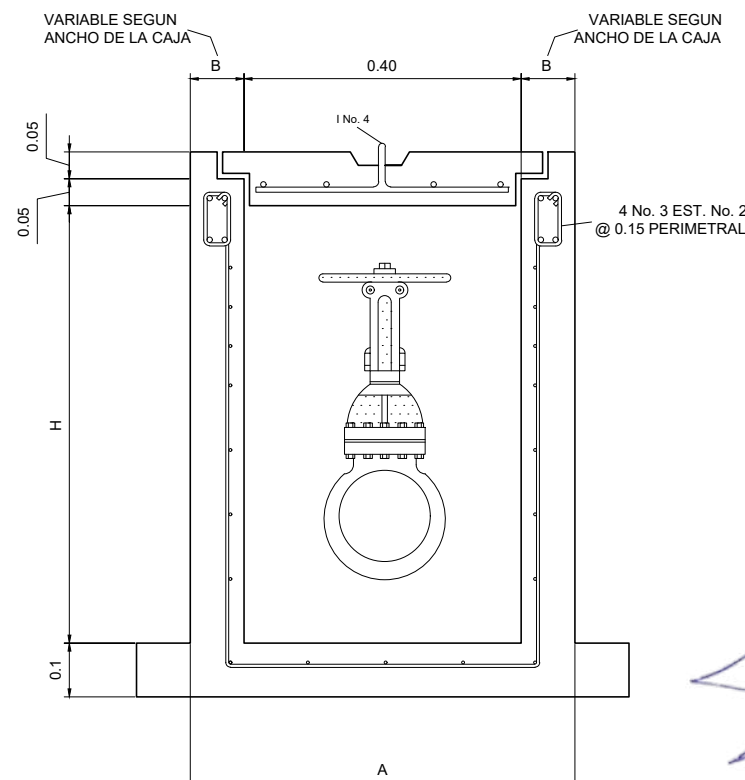
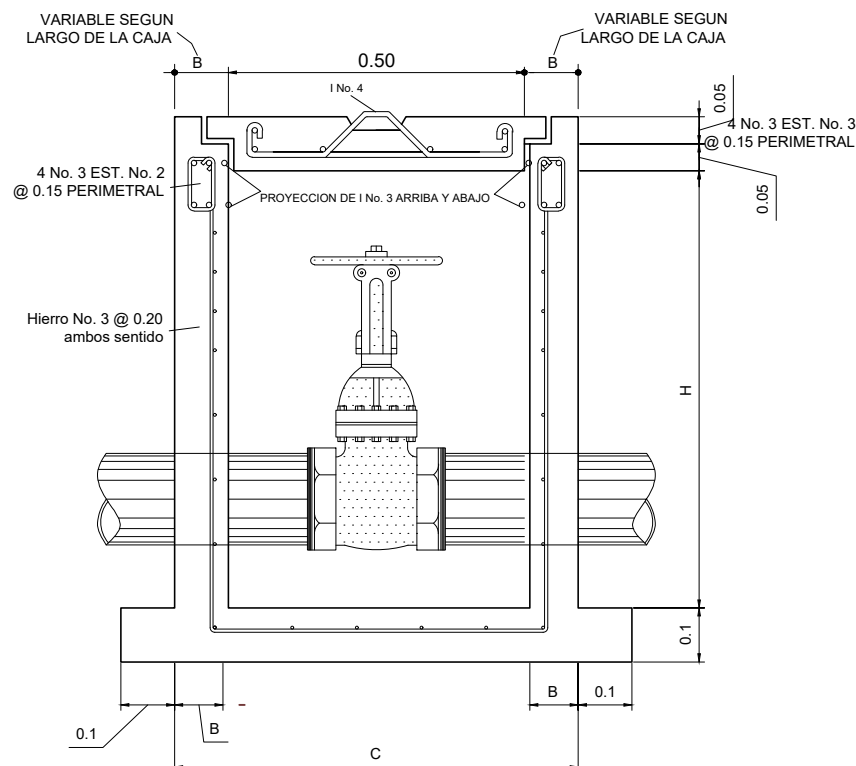
LA ALTURA (H) DE LAS CAJAS PUEDE VARIAR DEPENDIENDO DE LA PROFUNDIDAD DE LA TUBERIA. POR LO QUE QUEDA A CRITERIO DEL INGENIERO CONSTRUCTOR.

B SE LE LLAMA A LA DIMENSION VARIABLE EN EL LARGO.

1 m³. DE CONCRETO { 12 SACOS DE CEMENTO
0.50 m³. DE ARENA DE RIO
0.79 m³. DE PIEDRIN

CAJA DE CONCRETO PARA VALVULAS

MATERIALES	Unidad	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	6"	8"	10"	12"
Cemento	Lbs.	190	190	318	368	444	725	725	725	725
Arena de rio	m ³ .	0.13	0.13	0.22	0.26	0.31	0.50	0.50	0.50	0.50
Piedrin	m ³ .	0.21	0.21	0.35	0.40	0.48	0.78	0.78	0.78	0.78
Hierro No. 3	Pies	25	25	147	159	177	672	672	672	672
Hierro No. 4	Lbs.	10	10	56	60	67	252	252	252	252
Alambre amare	Lbs.	10	10	56	60	67	96	96	96	96



HOJA DE:
PLANO DE DETALLES DE CAJAS DE VALVULAS

FECHA: FEBRERO 2020	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA LAS ILUSIONES, SAN TA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ	INGENIERO ASESOR: OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ
ESCALA: INDICADA		DISEÑO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
DIBUJO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ	PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SANTA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ.	CALCULO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ

 V.O. YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ EPESISTA DE INGENIERÍA	 V.O. ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ ASESOR Y SUPERVISOR DE EPS	HOJA No. 32 DE 32
---	---	--

Apéndice 8. **Planos de rastro municipal en finca Mocaya, municipio de Santa Bárbara, Suchitepéquez.**

Fuente: elaboración propia.

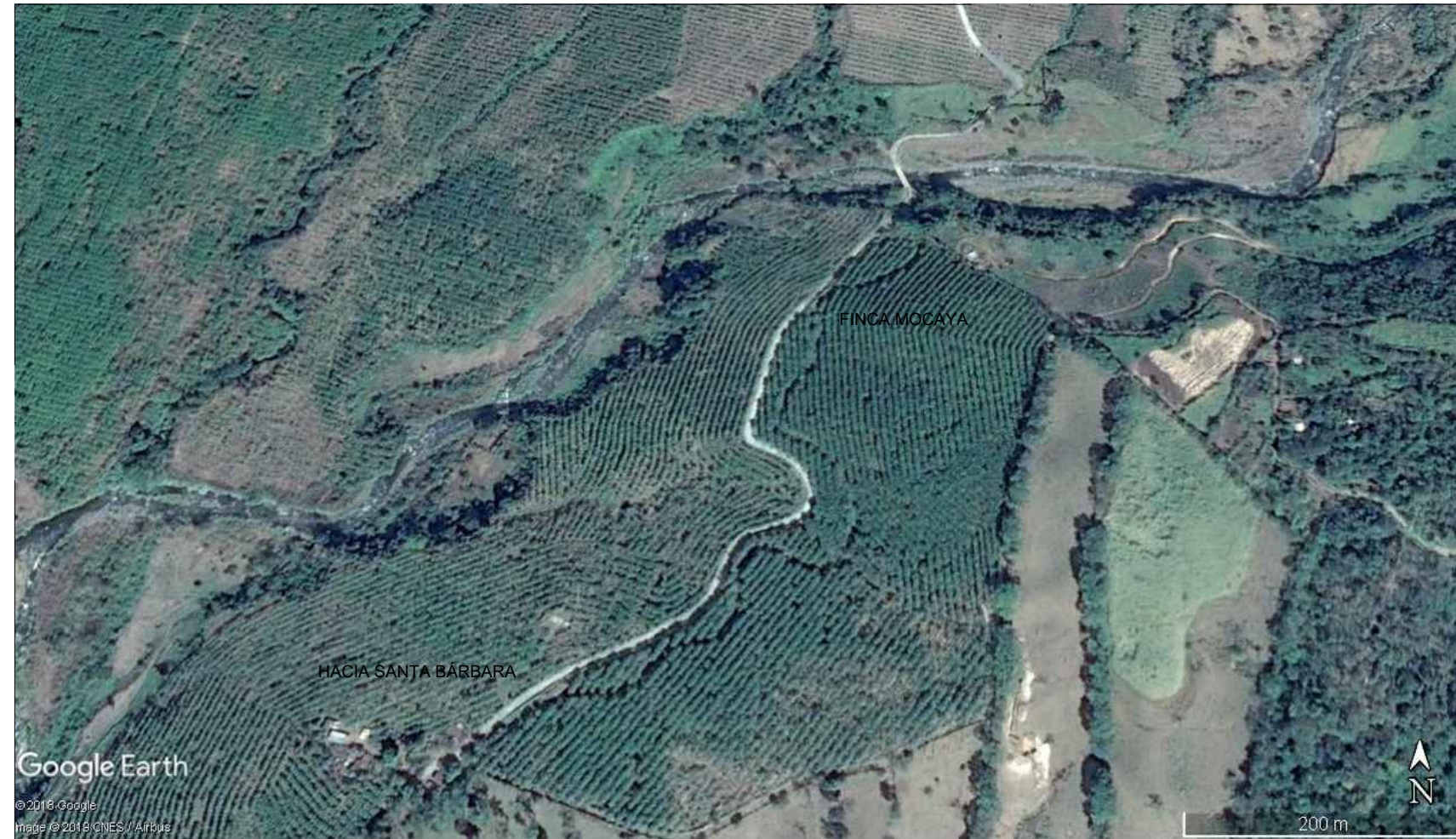


PLANO DE LOCALIZACIÓN PARA EL MUNICIPIO DE SANTA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ
Sin Escala

[Handwritten signature]

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
DIRECCIÓN
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

HOJA DE:		
PLANO DE LOCALIZACIÓN		
FECHA: FEBRERO 2020	PROYECTO: DISEÑO DE RASTRO MUNICIPAL PARA FINCA MOCOYA, SANTA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ	INGENIERO ASESOR: OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ
ESCALA: INDICADA		DISEÑO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
DIBUJO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ	PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SANTA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ.	CALCULO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
Vo.Bo. YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ INGENIERA		Vo.Bo. ING. OSCAR ARGUETA ASESOR Y SUPERVISOR DE EPS
1		HOJA No. 13

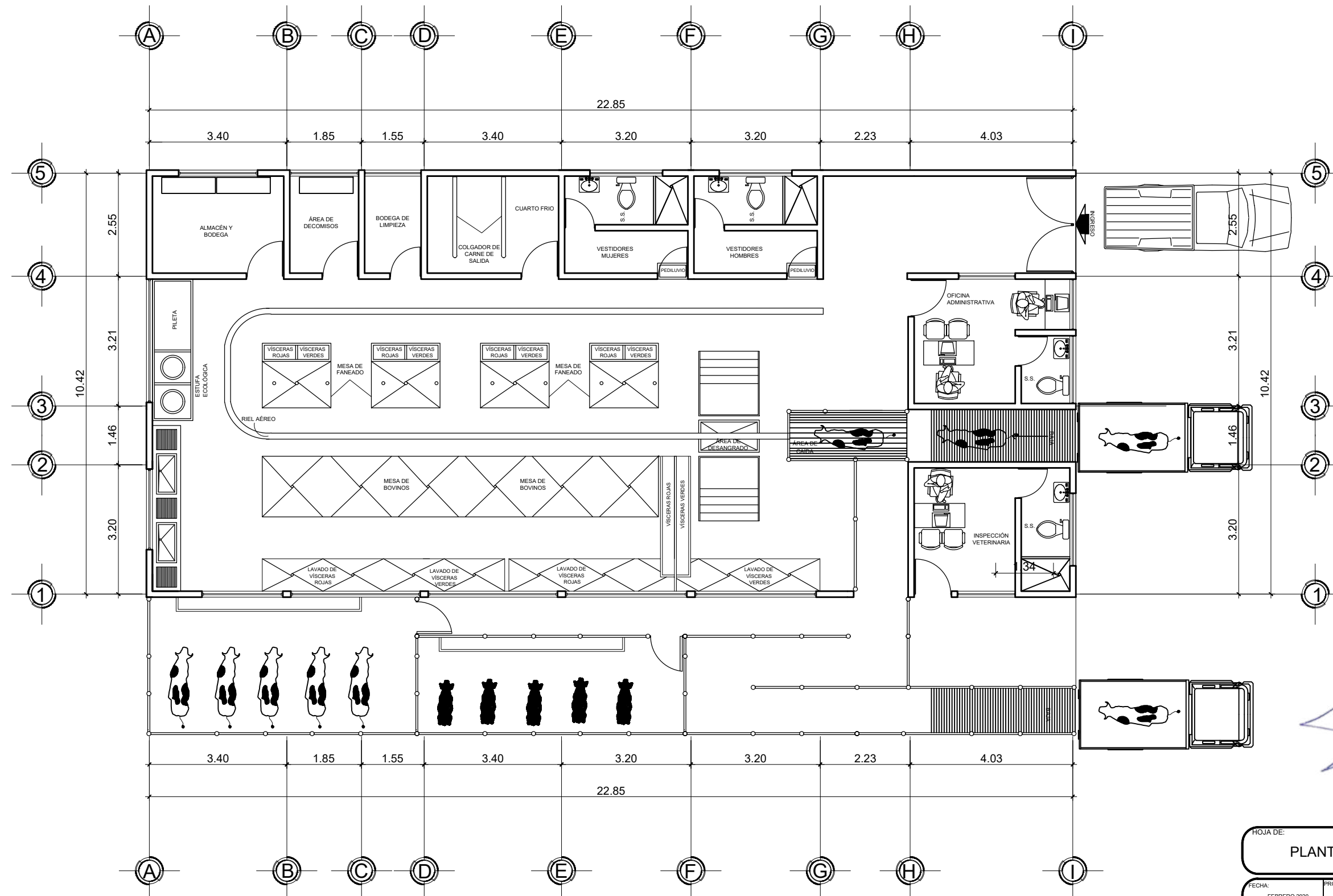


PLANO DE UBICACIÓN PARA EL MUNICIPIO DE SANTA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ
 Sin Escala

[Handwritten signature]


DIRECCIÓN
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

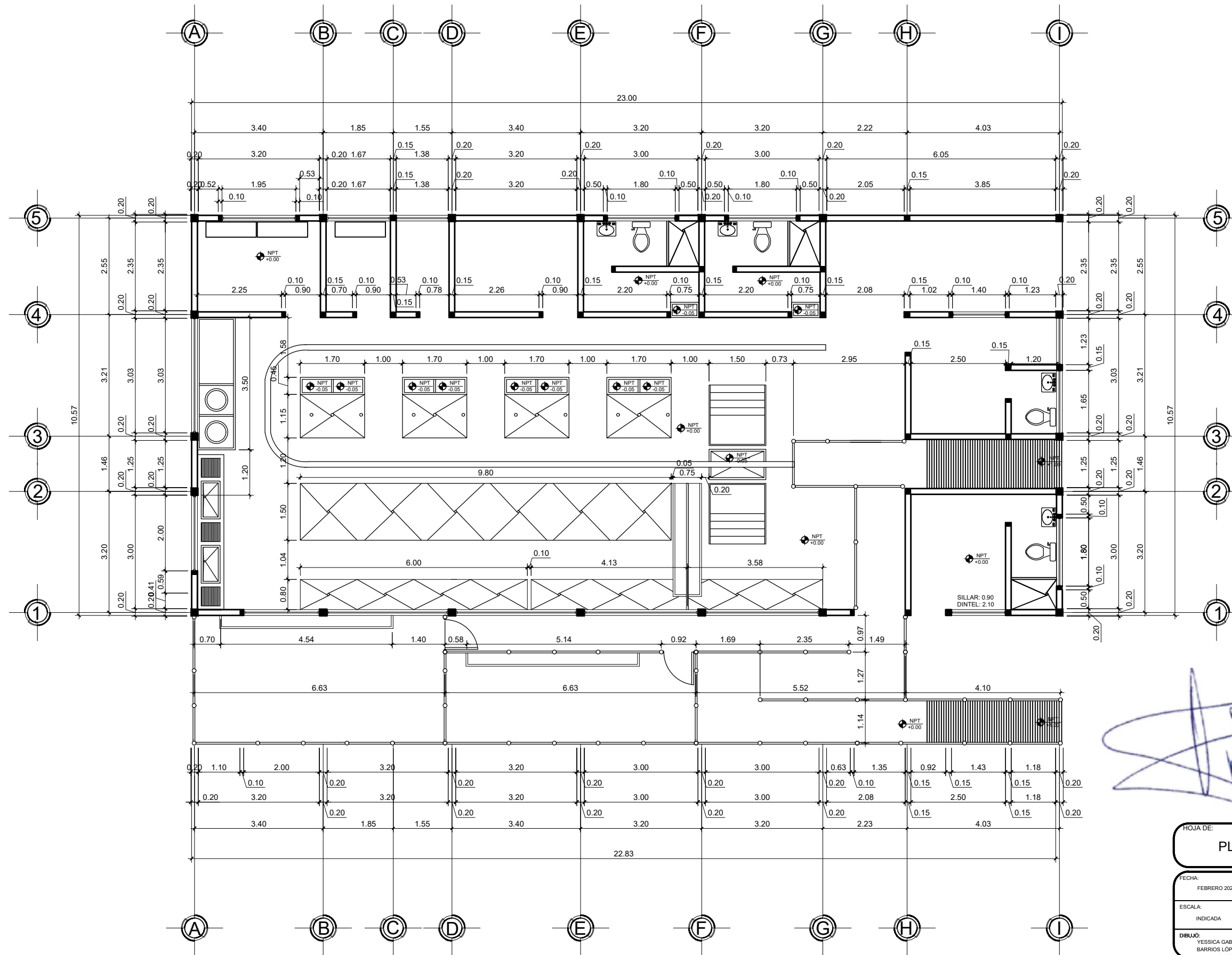
HOJA DE:		
PLANO DE UBICACIÓN		
FECHA: FEBRERO 2020	PROYECTO: DISEÑO DE RASTRO MUNICIPAL PARA FINCA MOCOYA, SANTA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ	INGENIERO ASESOR: OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ
ESCALA: INDICADA		DISEÑO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
DIBUJO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ	PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SANTA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ.	CALCULO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
Vo.Bo. YESSICA BARRIOS EPSISTATE DE INGENIERÍA		Vo.Bo. ING. OSCAR ARGUETA ASESOR Y SUPERVISOR DE EPS
		HOJA No. 2 DE: 13





PLANTA AMOBLADA ESCALA: 1/50

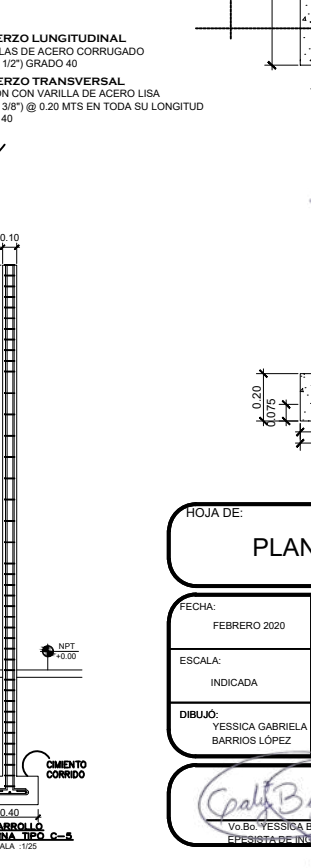
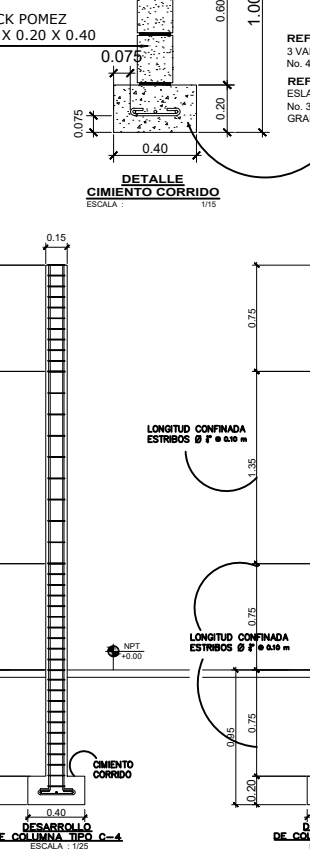
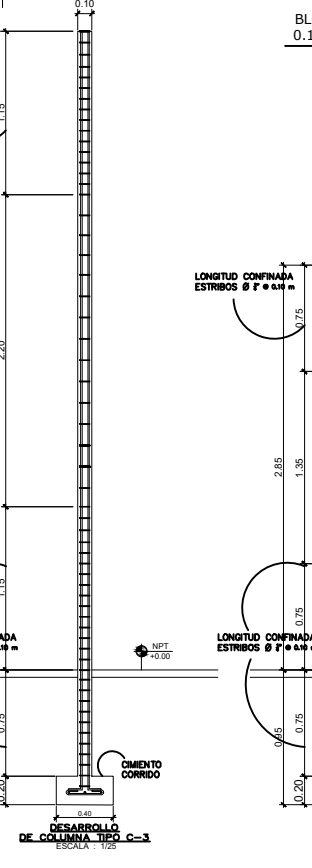
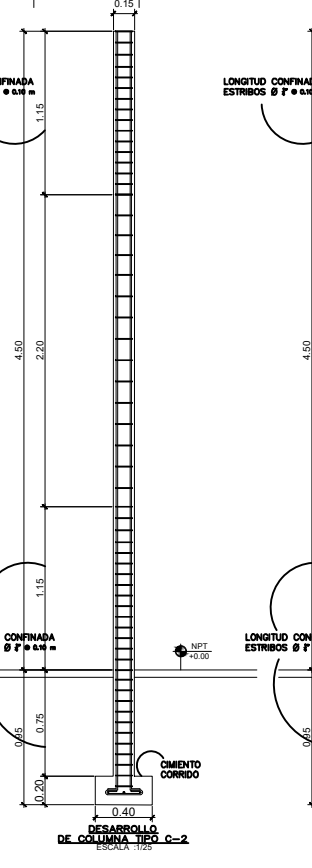
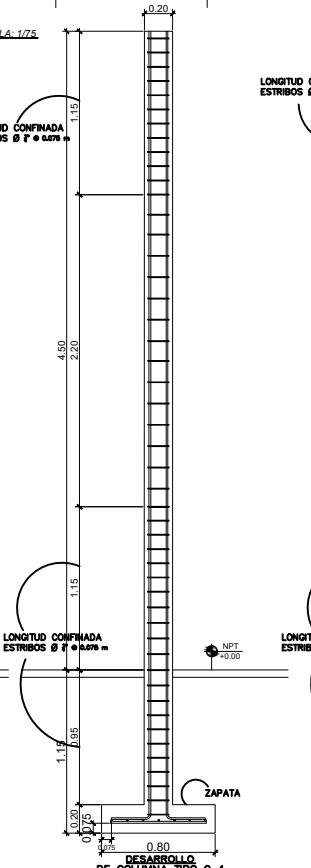
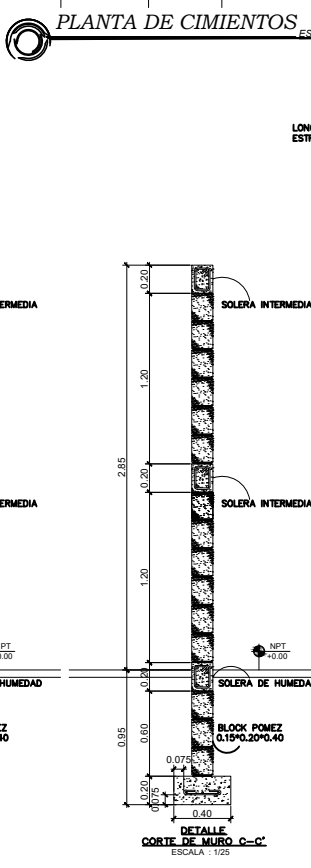
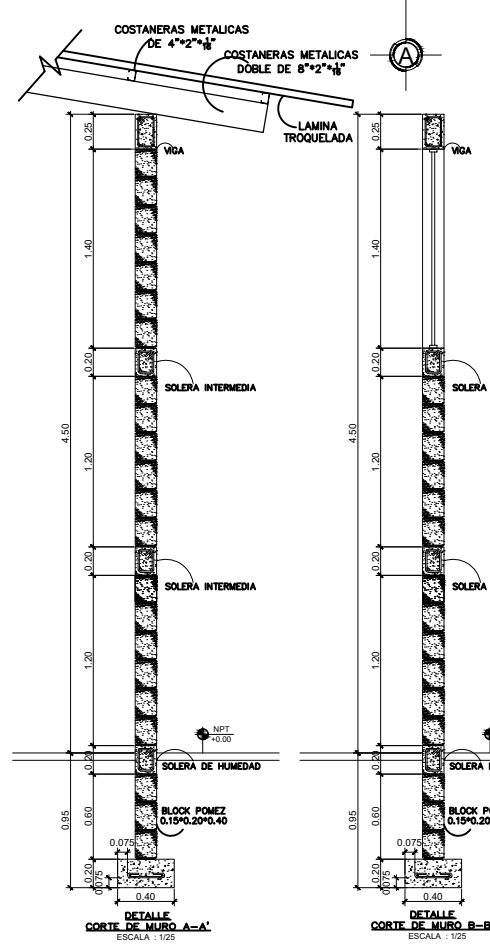
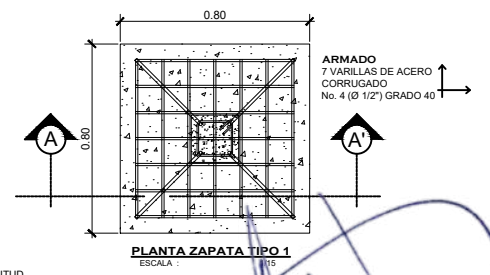
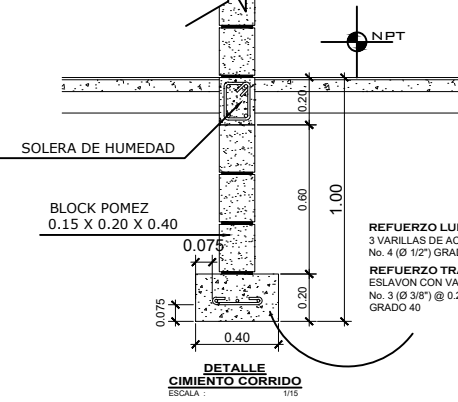
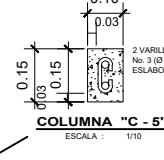
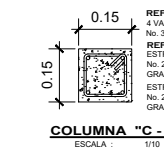
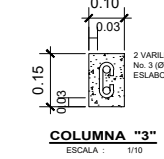
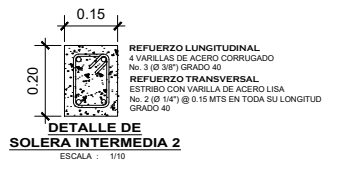
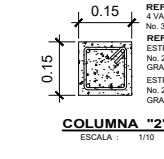
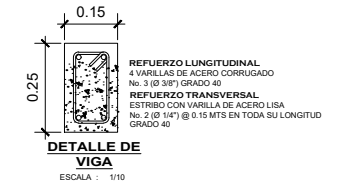
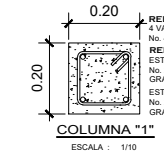
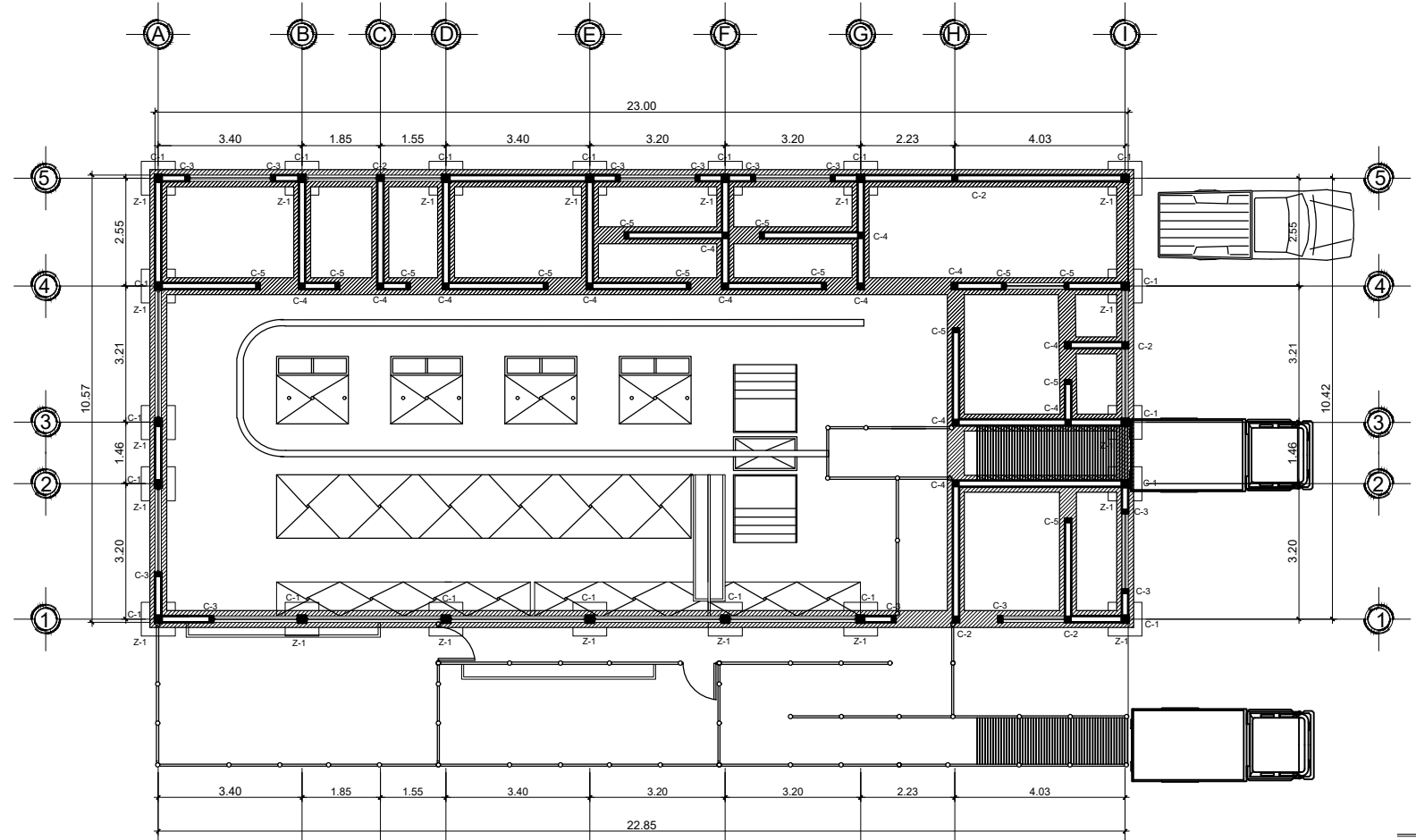


HOJA DE:		
PLANTA AMOBLADA		
FECHA: FEBRERO 2020	PROYECTO: DISEÑO DE RASTRO MUNICIPAL PARA FINCA MOCOYA, SAN TA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ	INGENIERO ASesor: OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ
ESCALA: INDICADA		DISEÑO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
DIBUJO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ	PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SANTA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ.	CALCULO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
 Vo.Bo. YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ INGENIERA DE INGENIERÍA		Vo.Bo. ING. OSCAR ARGUETA ASesor Y SUPERVISOR DE EPS
		HOJA No. 3 DE 13

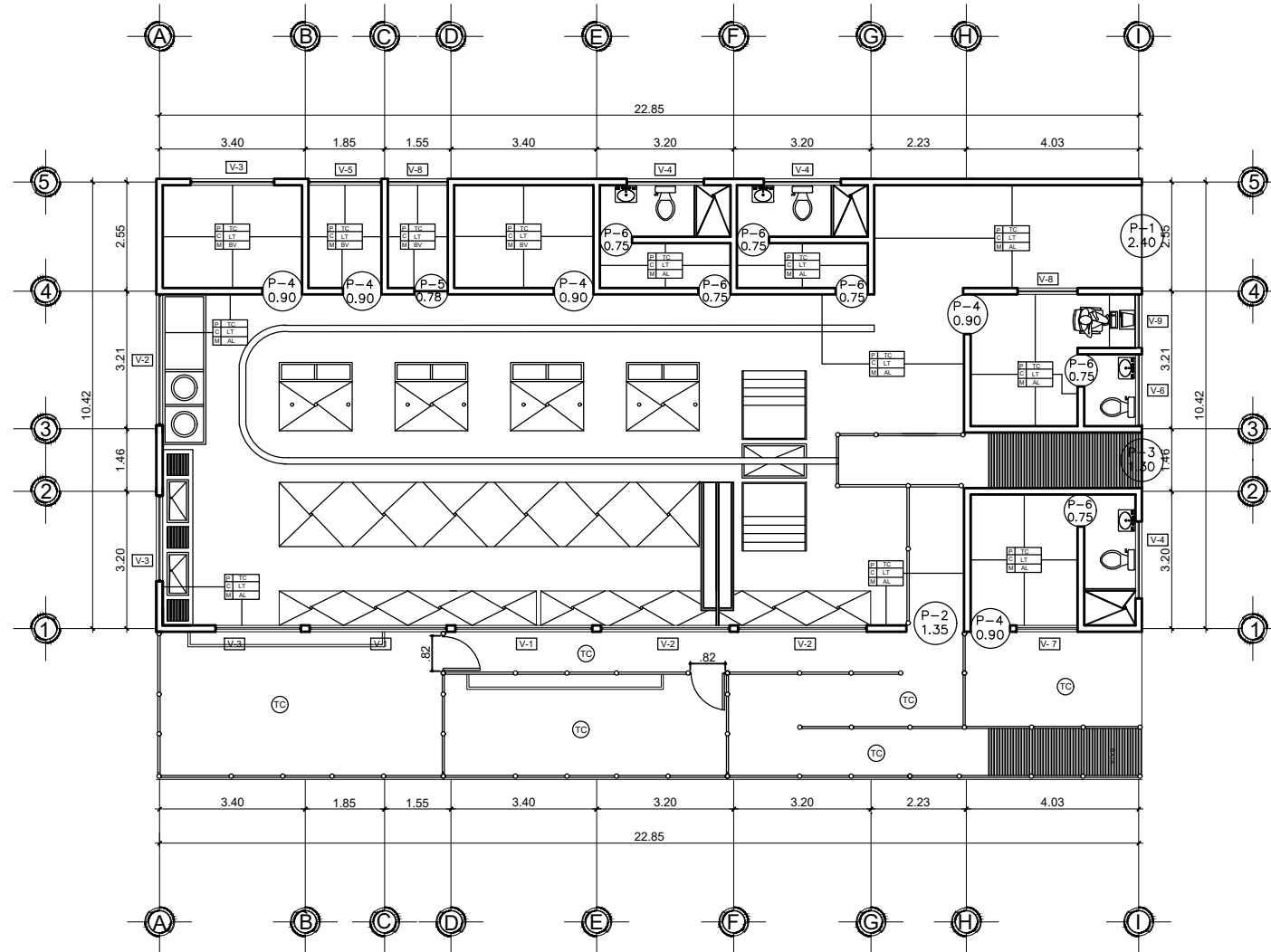


HOJA DE:		
PLANTA ACOTADA		
FECHA: FEBRERO 2020	PROYECTO: DISEÑO DE RASTRO MUNICIPAL PARA FINCA MOCOYA, SAN TA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ	INGENIERO ASESOR: OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ
ESCALA: INDICADA	PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SANTA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ.	DISEÑO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
DIBUJO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ		CALCULO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
 Vo.Bo. YESSICA BARRIOS LÓPEZ INGENIERA		Vo.Bo. ING. OSCAR ARGUETA ASESOR Y SUPERVISOR DE EPS
		HOJA No. 4 DE 13


PLANTA ACOTADA ESCALA: 1/20

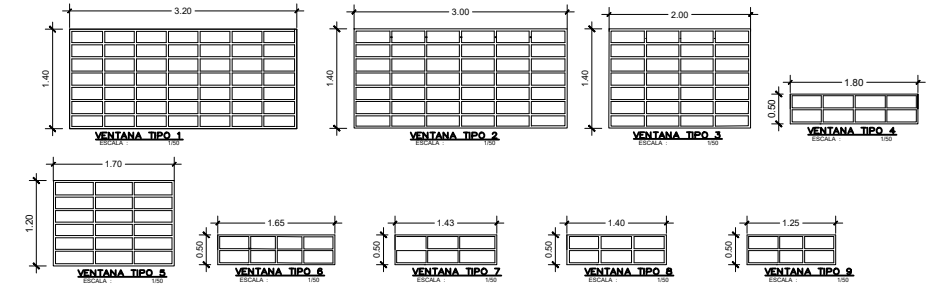


HOJA DE: PLANO DE CIMIENTOS		
FECHA: FEBRERO 2020	PROYECTO: DISEÑO DE RASTRO MUNICIPAL PARA FINCA MOCOYA, SAN TA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ	INGENIERO ASesor: OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ
ESCALA: INDICADA	PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SANTA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ.	DISEÑO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
DIBUJO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ		CALCULO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
Vo.Bo. YESSICA BARRIOS LÓPEZ INGENIERA DE INGENIERÍA		Vo.Bo. ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ ASesor Y SUPERVISOR DE EPS
5		HOJA No. 13

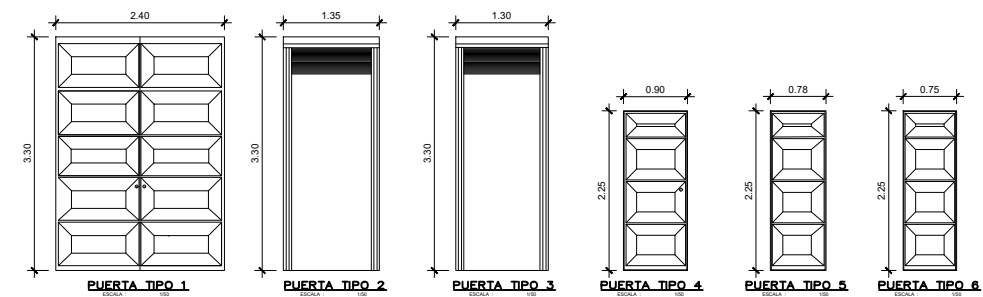


PLANTA DE ACABADOS ESCALA: 1/75

DETALLES DE VENTANAS



DETALLES DE PUERTAS



PLANILLA DE VENTANAS					
TIPO	DINTEL	SILLAR	ANCHO	UNIDADES	MATERIAL
V-1	4.25	2.85	3.20	2	METAL MAS VIDRIO DE 5mm.
V-2	4.25	2.85	3.00	3	METAL MAS VIDRIO DE 5mm.
V-3	4.25	2.85	2.00	3	METAL MAS VIDRIO DE 5mm.
V-4	3.35	2.85	1.80	3	METAL MAS VIDRIO DE 5mm.
V-5	2.65	1.45	1.70	1	METAL MAS VIDRIO DE 5mm.
V-6	3.25	2.85	1.65	1	METAL MAS VIDRIO DE 5mm.
V-7	2.65	1.45	1.43	1	METAL MAS VIDRIO DE 5mm.
V-8	3.25	2.85	1.40	2	METAL MAS VIDRIO DE 5mm.
V-9	3.25	2.85	1.25	1	METAL MAS VIDRIO DE 5mm.

PLANILLA DE PUERTAS				
TIPO	ALTO	ANCHO	UNIDADES	MATERIAL
P-1	3.30	2.40	1	METAL
P-2	3.30	1.35	1	PERCIANA
P-3	3.30	1.30	1	PERCIANA
P-4	2.25	0.90	5	METAL
P-5	2.25	0.78	1	METAL
P-6	2.25	0.75	6	METAL


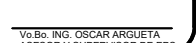
NOMENCLATURA ACABADOS

P	PISO
C	CIELO
M	MUROS
TC	TORTA DE CONCRETO
LT	LÁMINA TROQUELADA
AL	ALISADO
BV	BLOCK VISTO
—	AZULEJO EN MUROS h=1.20m S.N.P.T.
P-0.90	PUERTA TIPO ANCHO DE PUERTA
V-	VENTANA TIPO



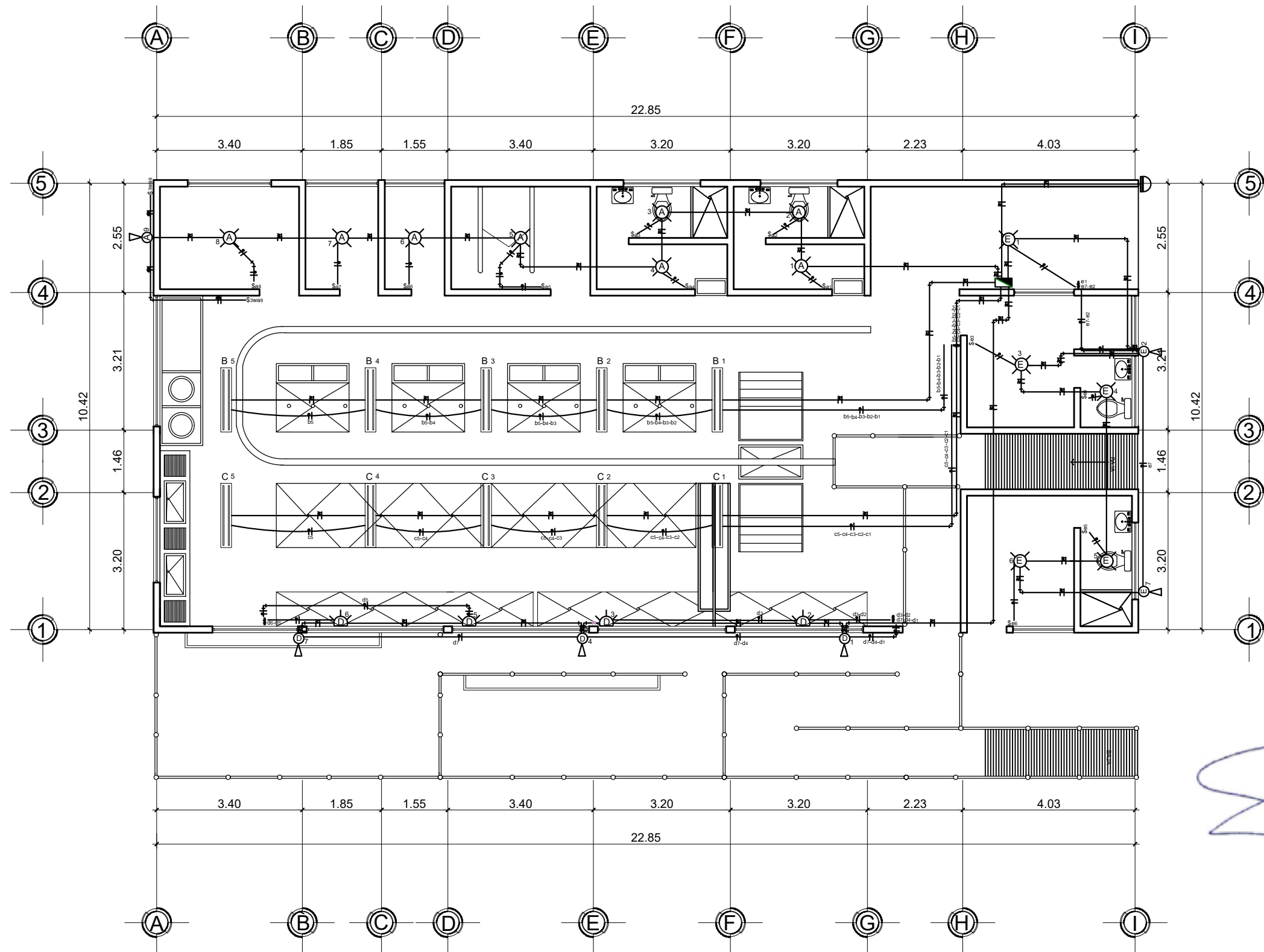
HOJA DE: **PLANTA DE ACABADOS**

FECHA: FEBRERO 2020	PROYECTO: DISEÑO DE RASTRO MUNICIPAL PARA FINCA MOCOYA, SAN TA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ	INGENIERO ASesor: OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ
ESCALA: INDICADA		DISEÑO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
DIBUJO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ	PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SANTA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ.	CALCULO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ

Vo.Bo. YESSICA BARRIOS LÓPEZ INGENIERA
 Vo.Bo. ING. OSCAR ARGUETA ASesor Y SUPERVISOR DE EPS

HOJA No. **6**
 DE **13**

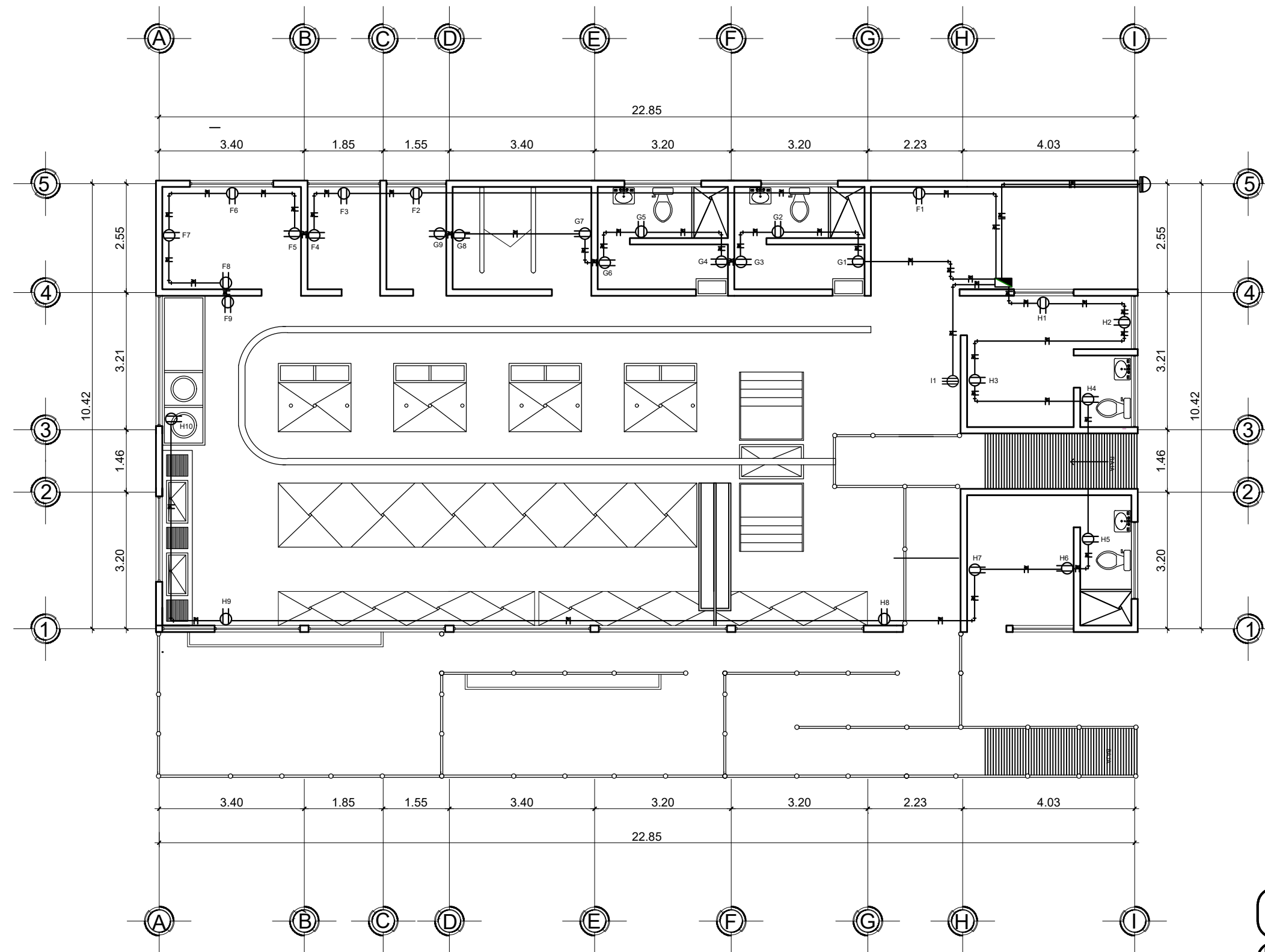


SIMBOLOGÍA	
	FOCO DE CIELO
	FOCO DE PARED
	CONTADOR
	TABLERO DE FLIPONES
	TUBERIA PVC Ø
	INTERRUPTOR SIMPLE
	INTERRUPTOR DOBLE
	REFLECTORES
	DODO DE 90°
	CODO DE 45°
	RETORNO
	PUNTEO TRY WAY
	FUENTE VIVA
	FUENTE NEUTRA



PLANTA DE ILUMINACIÓN ESCALA: 1/50

HOJA DE:		
PLANTA DE ILUMINACIÓN		
FECHA: FEBRERO 2020	PROYECTO: DISEÑO DE RASTRO MUNICIPAL PARA FINCA MOCOYA, SAN TA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ	INGENIERO ASESOR: OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ
ESCALA: INDICADA		DISEÑO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
DIBUJO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ	PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SANTA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ.	CALCULO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
 Vo.Bo. YESSICA BARRIOS LÓPEZ INGENIERA DE PROFESIÓN		HOJA No. 7 DE 13 Vo.Bo. ING. OSCAR ARGUETA ASESOR Y SUPERVISOR DE EPS

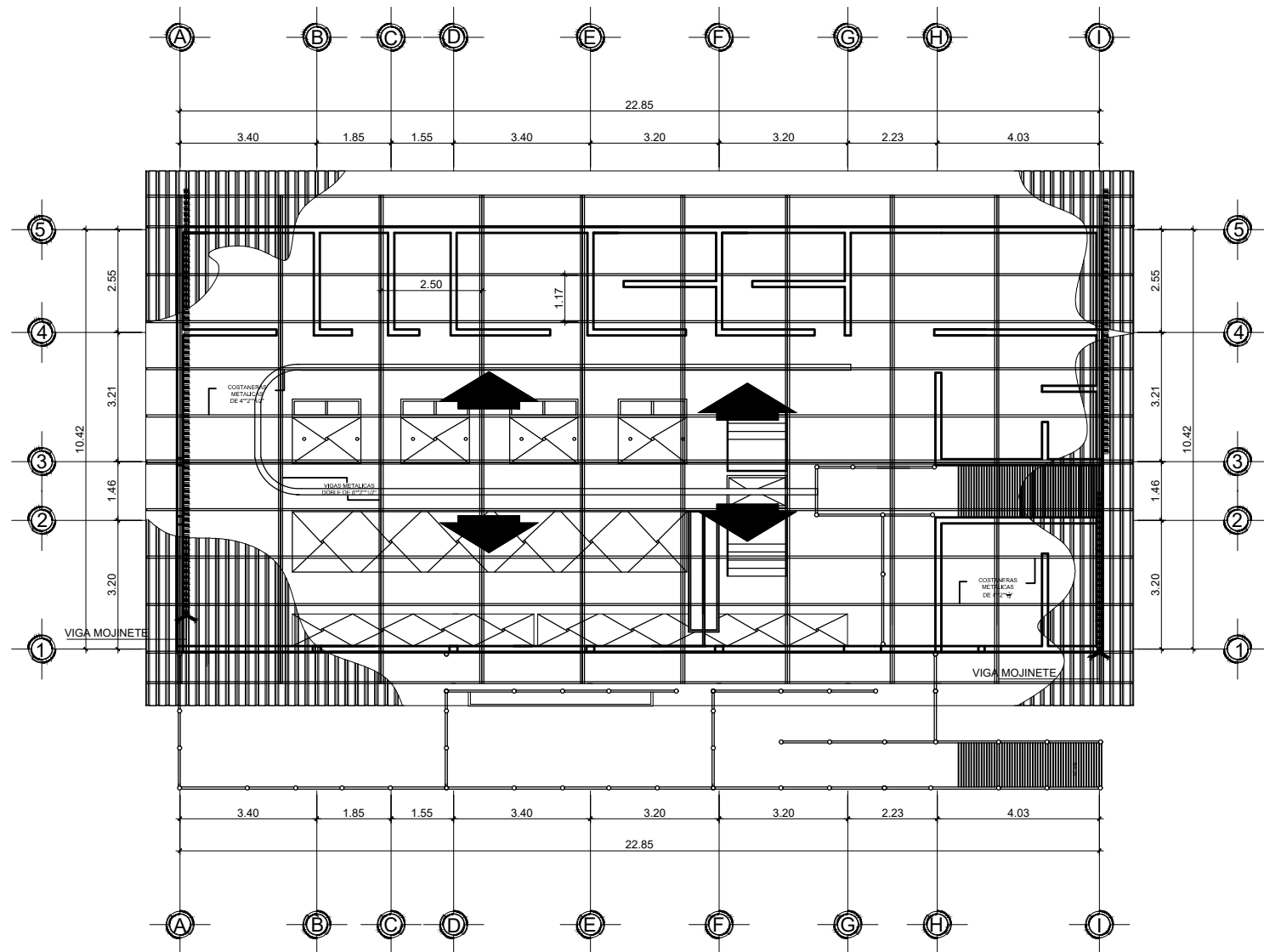


SIMBOLOGÍA	
	TOMACORRIENTE DE 110 V.
	TOMACORRIENTE DE 220 V.
	CONTADOR
	TABLERO DE FLIPONES
	TUBERIA PVC Ø EN CIELO
	UBICACION DE TIERRA
	TIERRA EN TUBERIA
	CODO DE 90°
	CODO DE 45°
	RETORNO
	FUENTE VIVA
	FUENTE NEUTRA

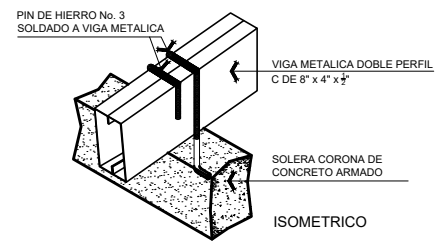
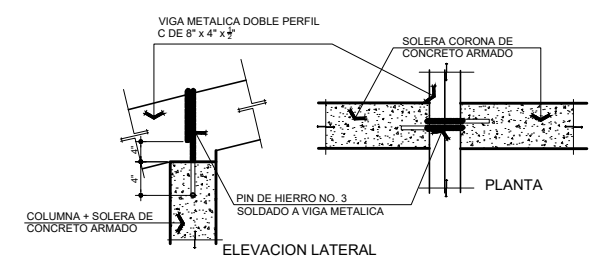


PLANTA DE POTENCIA ESCALA: 1/50

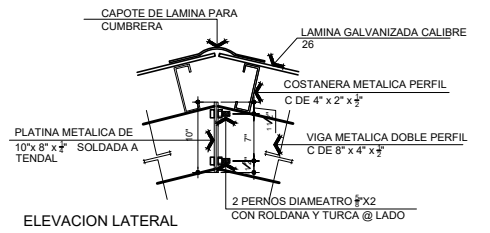
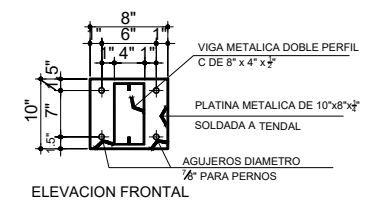
HOJA DE: PLANTA DE POTENCIA		
FECHA: FEBRERO 2020	PROYECTO: DISEÑO DE RASTRO MUNICIPAL PARA FINCA MOCOYA, SAN TA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ	INGENIERO ASESOR: OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ
ESCALA: INDICADA		DISEÑO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
DIBUJO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ	PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SANTA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ.	CALCULO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
 Vo.Bo. YESSICA BARRIOS LÓPEZ INGENIERA DE SISTEMAS DE ENERGIAS		HOJA No. 8 DE 13 Vo.Bo. ING. OSCAR ARGUETA ASesor Y SUPERVISOR DE EPS



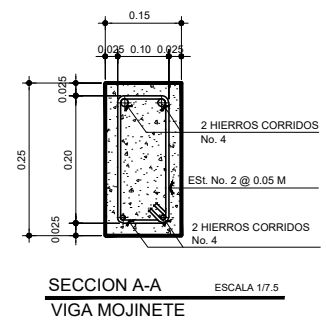
PLANTA DE TECHOS ESCALA: 1/25



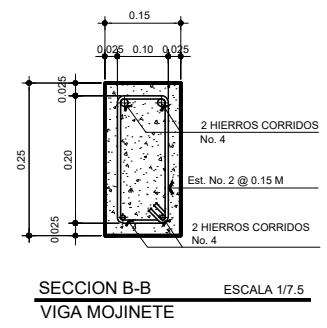
DETALLES DE UNION DE VIGA METALICA A SOLERA CORONA



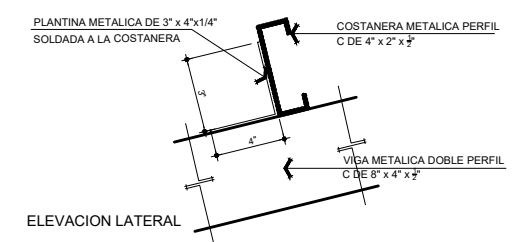
DETALLES DE UNION DE CUMBRERA PARA VIGA DE METAL



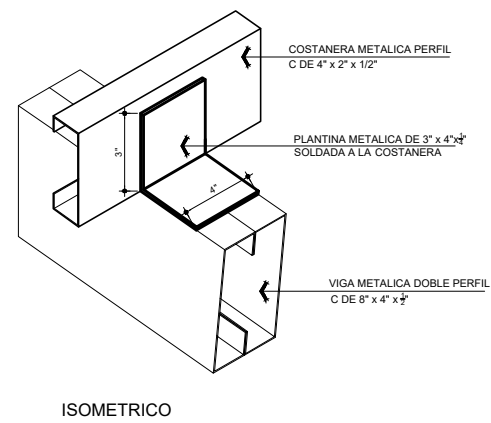
SECCION A-A ESCALA 1/7.5 VIGA MOJINETE



SECCION B-B ESCALA 1/7.5 VIGA MOJINETE



DETALLES DE UNION DE COSTANERA A VIGA METALICA

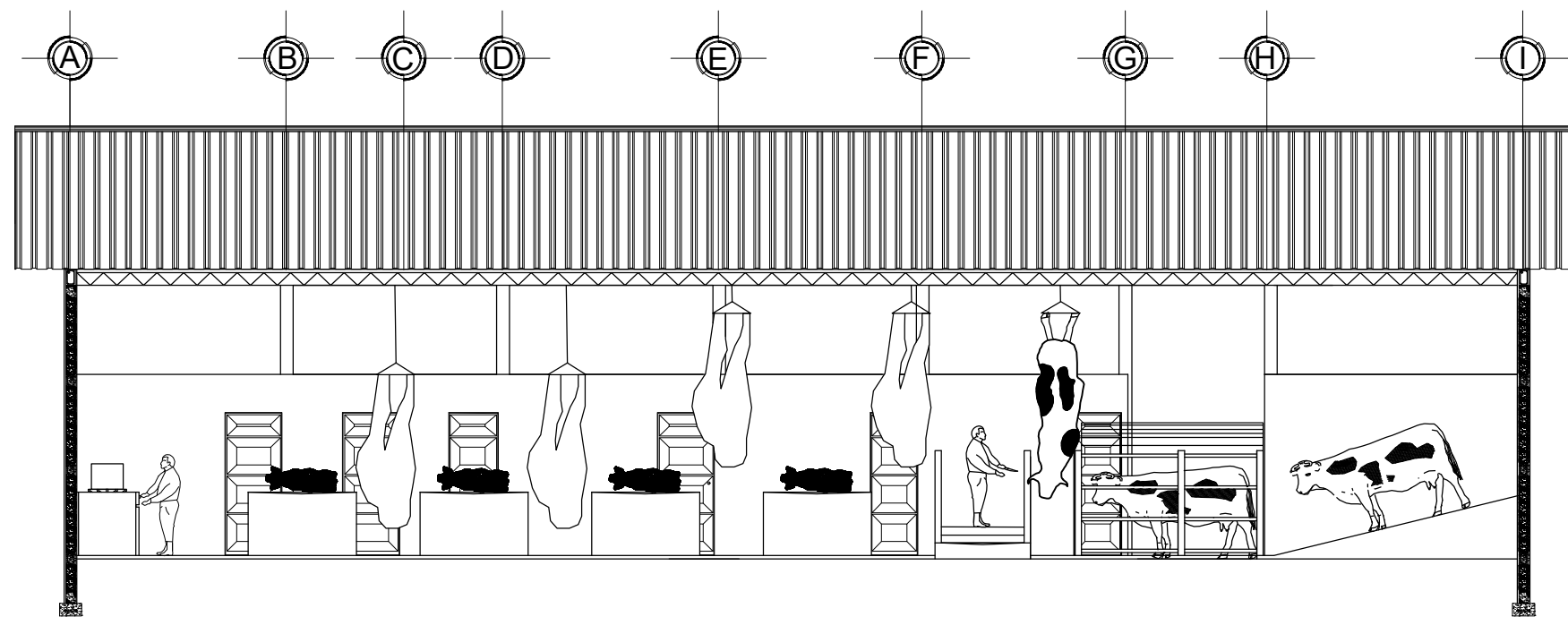
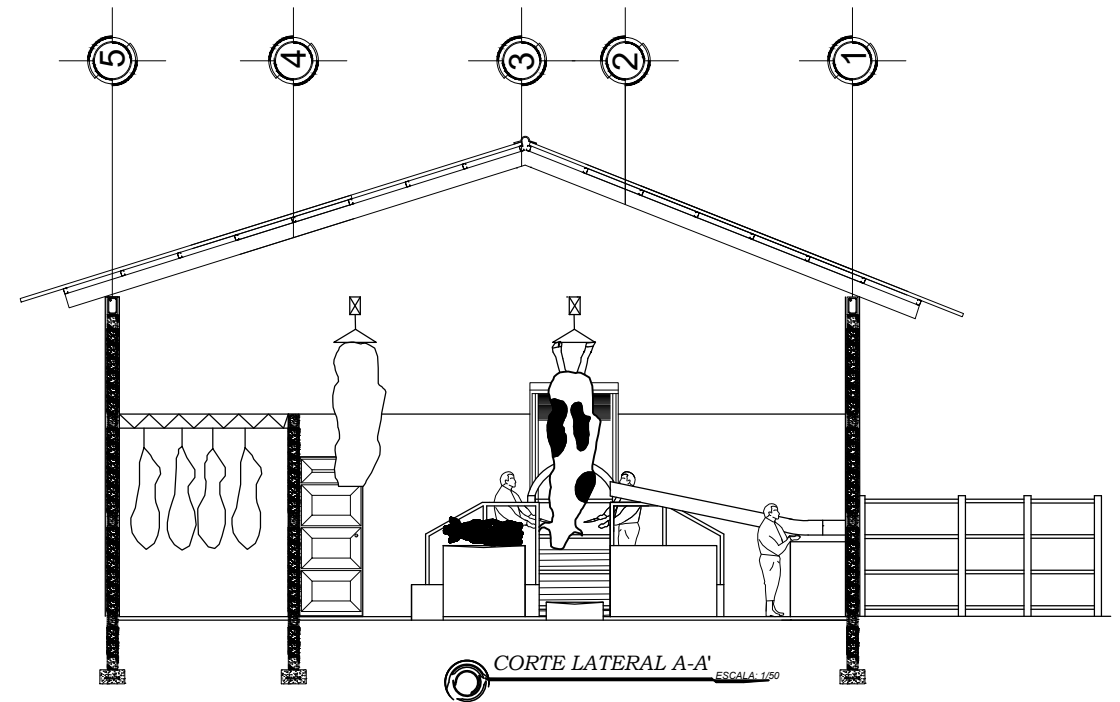
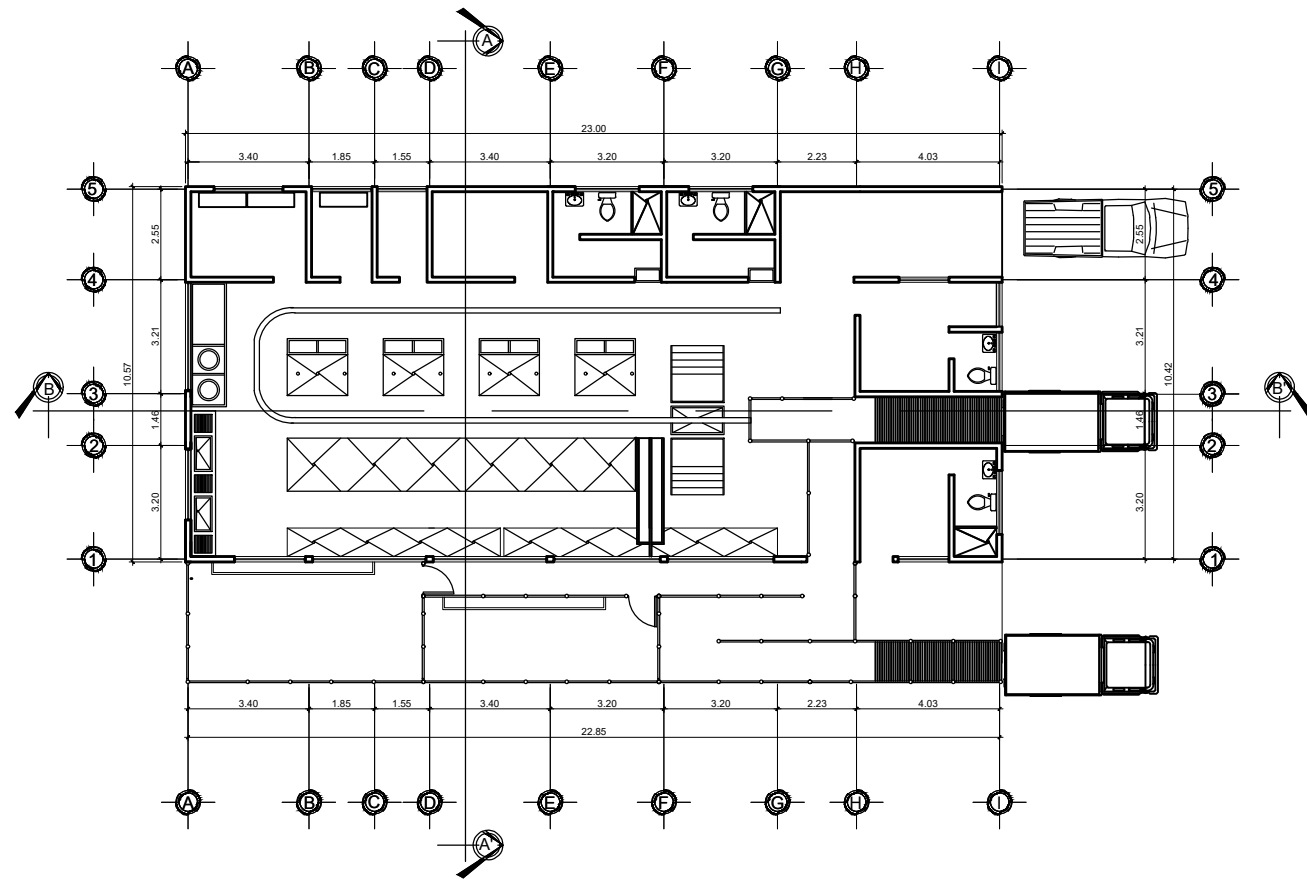


ISOMETRICO

[Handwritten Signature]

Universidad de San Carlos de Guatemala
DIRECCIÓN
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería


HOJA DE:		
PLANTA DE TECHOS		
FECHA: FEBRERO 2020	PROYECTO: DISEÑO DE RASTRO MUNICIPAL PARA FINCA MOCOYA, SAN TA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ	INGENIERO ASESOR: OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ
ESCALA: INDICADA	PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SANTA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ.	DISEÑO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
DIBUJO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ		CALCULO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
Vo.Bo. YESSICA BARRIOS INGENIERA DE INGENIERÍA		Vo.Bo. ING. OSCAR ARGUETA ASESOR Y SUPERVISOR DE EPS
11		HOJA No. 13

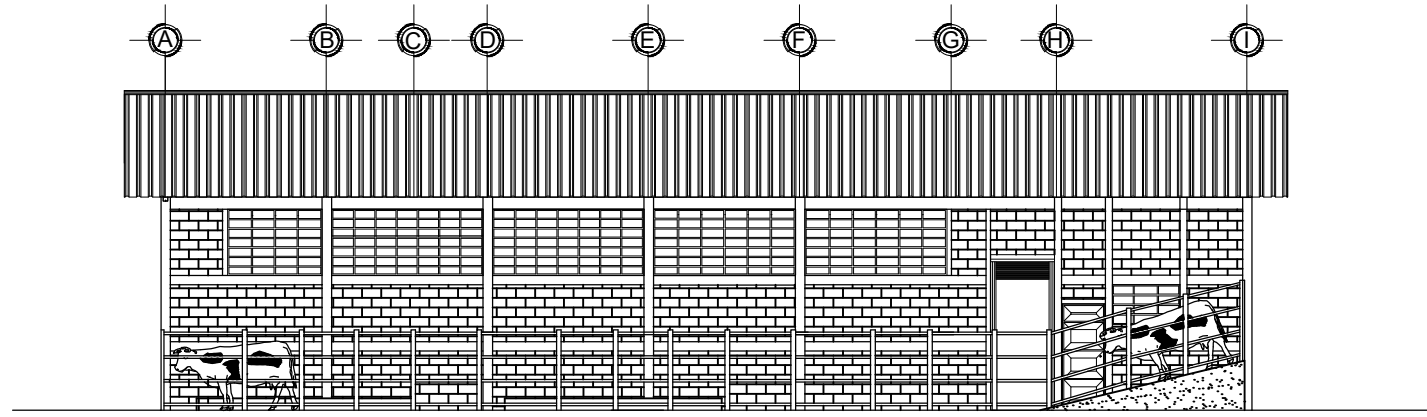


CORTE TRANSVERSAL B-B ESCALA: 1/50

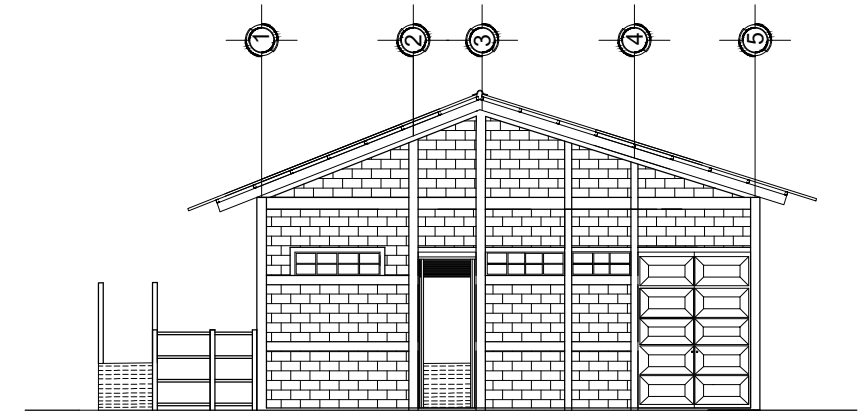
PLANTA DE CORTES ESCALA: INDICADA



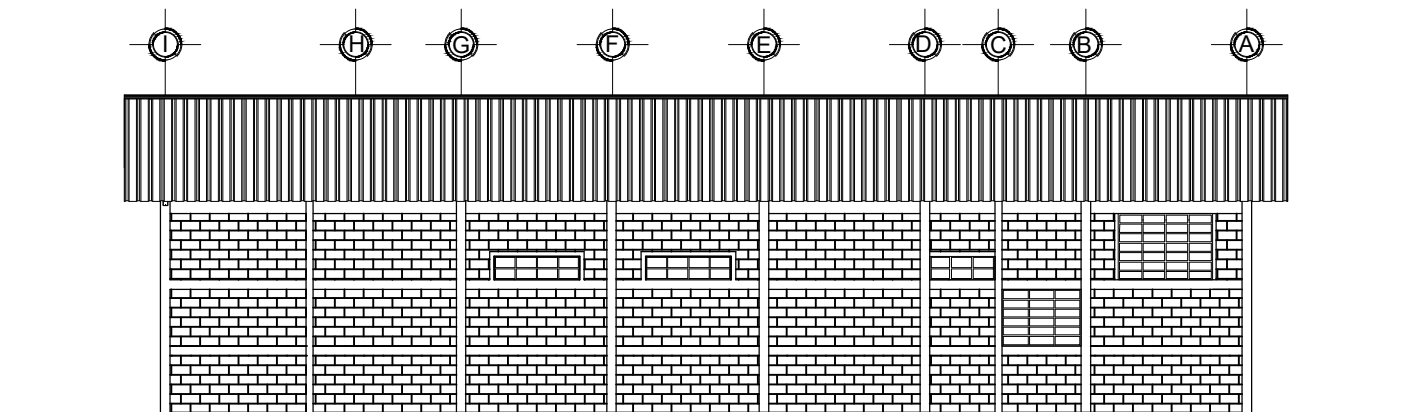
HOJA DE:		
PLANTA DE CORTES		
FECHA: FEBRERO 2020	PROYECTO: DISEÑO DE RASTRO MUNICIPAL PARA FINCA MOCOYA, SAN TA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ	INGENIERO ASESOR: OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ
ESCALA: INDICADA	PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SANTA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ.	DISEÑO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
DIBUJO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ		CALCULO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
 Vo.Bo. YESSICA BARRIOS EPSISTENTE DE INGENIERÍA		Vo.Bo. ING. OSCAR ARGUETA ASESOR Y SUPERVISOR DE EPS
		HOJA No. 12 DE: 13



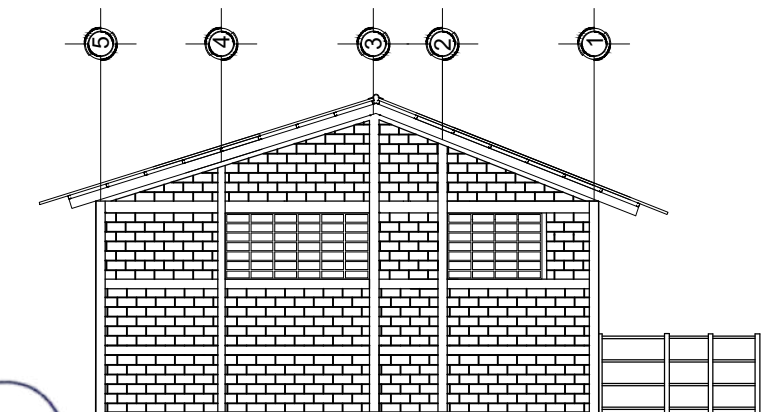
FACHADA LATERAL ESCALA: 1/75



FACHADA PRINCIPAL ESCALA: 1/75




FACHADA LATERAL ESCALA: 1/75



FACHADA TRASERA ESCALA: 1/75




PLANTA DE FACHADAS ESCALA: INDICADA

HOJA DE: PLANTA DE FACHADAS		
FECHA: FEBRERO 2020	PROYECTO: DISEÑO DE RASTRO MUNICIPAL PARA FINCA MOCOYA, SAN TA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ	INGENIERO ASESOR: OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ
ESCALA: INDICADA		DISEÑO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
DIBUJO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ	PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SANTA BÁRBARA, SUCHITEPÉQUEZ.	CALCULO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ
 Vo.Bo. YESSICA BARRIOS LÓPEZ INGENIERA DE INGENIERÍA		HOJA No. 13 DE: 13

Vo.Bo. ING. OSCAR ARGUETA
ASESOR Y SUPERVISOR DE EPS

ANEXOS

Anexo 1. Análisis Bacteriológico



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



No. 10209

EXAMEN BACTERIOLOGICO

O.T. No. 37 687 INF. No. A - 363709

INTERESADO: <u>YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ</u> <small>Registro académico 2012 13508</small>	PROYECTO: <u>EPS "DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA LAS ILUNIONES, SANTA BÁRBARA, SUCHITEPEQUEZ"</u>
MUESTRA RECOLECTADA POR: <u>Interesada</u>	DEPENDENCIA: <u>FACULTAD DE INGENIERIA, USAC</u>
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA: <u>Aldea Las Iluniones</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2017-09-03: 17 h20 min.</u>
FUENTE: <u>Nacimiento</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: <u>2017-09-03: 09 h37 min.</u>
MUNICIPIO: <u>Santa Bárbara</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>Con refrigeración</u>
DEPARTAMENTO: <u>Suchitepéquez</u>	
SABOR: <u>----</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN: <u>Ligera cantidad de algas</u>
ASPECTO: <u>Clara</u>	CLORO RESIDUAL: <u>---</u>
OLOR: <u>Inodora</u>	

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	+++++	+++++	----
01,00 cm ³	++-++	+++	---
00,10 cm ³	--+-	+	-
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GERMENES COLIFORMES/100cm ³		170	< 1,8

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21TH NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua se enmarca en la CLASIFICACIÓN II. Calidad bacteriológica que precisa la aplicación de los métodos habituales de tratamiento (coagulación, filtración, desinfección). Según Normas de Calidad para Fuentes de Agua, de las Normas Internacionales para el Agua Potable, de la Organización Mundial de la Salud. (O.M.S.).

Guatemala, 2017-09-19

Vo.Bo.



Ing. Francisco Javier Quiñonez de la Cruz
DIRECTOR CI/USAC






Zenor Much Santos
Ing. Químico Col. No. 420
MSc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio




FACULTAD DE INGENIERÍA -USAC-
 Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
 Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
 Página web: http://ci.usac.edu.gt

Fuente: Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro de Investigaciones de Ingeniería.

Anexo 2. Análisis bacteriológico físico químico sanitario



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



O.T. No. 37 687

ANALISIS FISICO QUIMICO SANITARIO

No. **10207** 27 150

INTERESADO: YESSICA GABRIELA BARRIOS LÓPEZ Registro Académico 2012 13508		PROYECTO: EPS: "DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA LAS ILUSIONES, SANTA BARBARA SUCHITEPÉQUEZ"	
RECOLECTADA POR: <u>Interesada</u>		DEPENDENCIA: <u>FACULTAD DE INGENIERÍA/USAC</u>	
LUGAR DE RECOLECCIÓN: <u>Aldea Las Ilusiones</u>		FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2017-09-03; 17 h 20 min.</u>	
FUENTE: <u>Nacimiento</u>		FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.: <u>2017-09-04; 09 h 57 min.</u>	
MUNICIPIO: <u>Santa Bárbara</u>		CONDICIÓN DEL TRANSPORTE: <u>Con refrigeración</u>	
DEPARTAMENTO: <u>Suchitepéquez</u>			

RESULTADOS

1. ASPECTO: <u>Clara con algas en suspensión</u>	4. OLOR: <u>Inodora</u>	7. TEMPERATURA: (En el momento de recolección) <u>--</u>
2. COLOR: <u>12,00 Unidades</u>	5. SABOR: <u>-----</u>	8. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA <u>125,50 µmhos/cm</u>
3. TURBIEDAD: <u>00,17 UNT</u>	6. potencial de Hidrógeno (pH): <u>07,11 unidades</u>	9. SÓLIDOS DISUELTOS: <u>59,00 mg/L.</u>

SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. CALCIO (Ca)	14,43	6. CLORUROS (Cl)	16,50
2. NITRITOS (NO ₂)	0,025	7. MAGNESIO (Mg)	03,40
3. NITRATOS (NO ₃)	18,50	8. SULFATOS (SO ₄ ²⁻)	03,00
4. CLORO RESIDUAL	--	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,00
5. MANGANESO (Mn)	00,004	10. DUREZA TOTAL	50,00

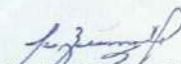
HIDROXIDOS mg/L	CARBONATOS mg/L	BICARBONATOS mg/L	ALCALINIDAD TOTAL mg/L
00,00	00,00	54,00	54,00

OTRAS DETERMINACIONES Amoníaco 0,07 mg/L.


OBSERVACIONES: Desde los puntos de vista de las calidades física y química, el agua cumple con la norma. Según Normas de Calidad para las Fuentes de Agua de las Normas Internacionales para el Agua Potable de la Organización Mundial de la Salud (OMS).

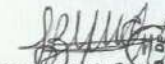
TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.E.F. 21st EDITION 2 005, NORMAS COGUANOR NCO-1-1988 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29901 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2017-09-19


Vo.Bo. 

Ing. Francisco Javier Quiñones de la Cruz
DIRECTOR CII/USAC





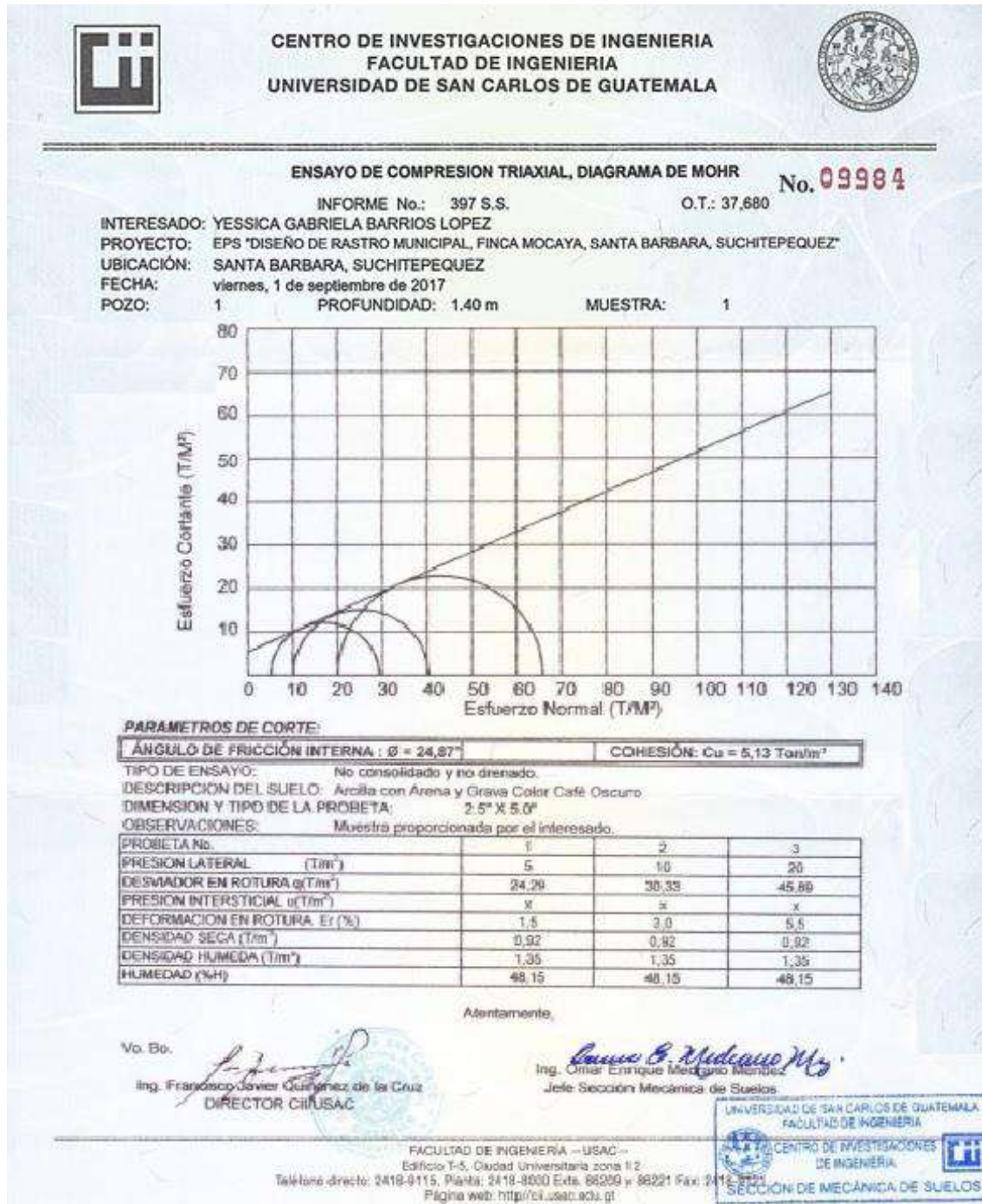
Zenón Múch Santos
Ing. Químico Col. No. 420
MSc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio



FACULTAD DE INGENIERIA –USAC–
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Fuente: Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro de Investigaciones de Ingeniería.

Anexo 3. Ensayo de compresión triaxial



Fuente: Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro de Investigaciones de Ingeniería.

Anexo 4. Coeficientes para momentos positivos debido a carga viva

$$M_{a, pos, II} = C_{a, II} w l_a^2$$

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 0.027	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
0.90	$C_{a, II}$ $C_{b, II}$	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
0.85	$C_{a, II}$ $C_{b, II}$	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
0.80	$C_{a, II}$ $C_{b, II}$	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
0.75	$C_{a, II}$ $C_{b, II}$	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
0.70	$C_{a, II}$ $C_{b, II}$	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
0.65	$C_{a, II}$ $C_{b, II}$	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
0.60	$C_{a, II}$ $C_{b, II}$	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
0.55	$C_{a, II}$ $C_{b, II}$	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
0.50	$C_{a, II}$ $C_{b, II}$	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

^a Un borde achurado indica que la losa continúa a través o se encuentra empotrada en el apoyo; un borde sin marcas indica un apoyo donde la resistencia torsional es despreciable.

Fuente: NILSON, Arthur H. *Diseño de Estructuras de Concreto*. p 380.

Anexo 5. Coeficientes para momentos negativos debido a carga muerta

$$M_{a,pos,dl} = C_{a,dl} w l_a^2 \quad \text{donde } w = \text{carga muerta uniforme total}$$

$$M_{b,pos,dl} = C_{b,dl} w l_b^2$$

Relación $m = \frac{l_a}{l_b}$		Caso1	Caso2	Caso3	Caso4	Caso5	Caso6	Caso7	Caso8	Caso9
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.00	$C_{a,dl}$ $C_{b,dl}$	0.036 0.036	0.018 0.018	0.018 0.027	0.027 0.027	0.027 0.018	0.033 0.027	0.027 0.033	0.020 0.023	0.023 0.020
0.95	$C_{a,dl}$ $C_{b,dl}$	0.040 0.033	0.020 0.016	0.021 0.025	0.030 0.024	0.028 0.015	0.036 0.024	0.031 0.031	0.022 0.021	0.024 0.017
0.90	$C_{a,dl}$ $C_{b,dl}$	0.045 0.029	0.022 0.014	0.025 0.024	0.033 0.022	0.029 0.013	0.039 0.021	0.035 0.028	0.025 0.019	0.026 0.015
0.85	$C_{a,dl}$ $C_{b,dl}$	0.050 0.026	0.024 0.012	0.029 0.022	0.036 0.019	0.031 0.011	0.042 0.017	0.040 0.025	0.029 0.017	0.028 0.013
0.80	$C_{a,dl}$ $C_{b,dl}$	0.056 0.023	0.026 0.011	0.034 0.020	0.039 0.016	0.032 0.009	0.045 0.015	0.045 0.022	0.032 0.015	0.029 0.010
0.75	$C_{a,dl}$ $C_{b,dl}$	0.061 0.019	0.028 0.009	0.040 0.018	0.043 0.013	0.033 0.007	0.048 0.012	0.051 0.020	0.036 0.013	0.031 0.007
0.70	$C_{a,dl}$ $C_{b,dl}$	0.068 0.016	0.030 0.007	0.046 0.016	0.046 0.011	0.035 0.005	0.051 0.009	0.058 0.017	0.040 0.011	0.033 0.006
0.65	$C_{a,dl}$ $C_{b,dl}$	0.074 0.013	0.032 0.006	0.054 0.014	0.050 0.009	0.036 0.004	0.054 0.007	0.065 0.014	0.044 0.009	0.034 0.005
0.60	$C_{a,dl}$ $C_{b,dl}$	0.081 0.010	0.034 0.004	0.062 0.011	0.053 0.007	0.037 0.003	0.056 0.006	0.073 0.012	0.048 0.007	0.036 0.004
0.55	$C_{a,dl}$ $C_{b,dl}$	0.088 0.008	0.035 0.003	0.071 0.009	0.056 0.005	0.038 0.002	0.058 0.004	0.081 0.009	0.052 0.005	0.037 0.003
0.50	$C_{a,dl}$ $C_{b,dl}$	0.095 0.006	0.037 0.002	0.080 0.007	0.059 0.004	0.039 0.001	0.061 0.003	0.089 0.007	0.056 0.004	0.038 0.002

* Un borde **achurado** indica que la losa continúa a través o se encuentra empotrada en el apoyo; un borde sin marcas indica un apoyo donde la resistencia torsional es despreciable.

Fuente: NILSON, Arthur H. *Diseño de Estructuras de Concreto*. p 380.

Anexo 6. **Coeficientes para momentos positivos debido a carga última**

$$M_{a,neg} = C_{a,neg} w l_a^2 \quad \text{donde } w = \text{carga muerta más viva uniforme total}$$

$$M_{b,neg} = C_{b,neg} w l_b^2$$

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									
		0.045	0.076	0.050	0.075	0.071	0.071	0.033	0.061
		0.045		0.050				0.061	0.033
0.95		0.050	0.072	0.055	0.079	0.075	0.067	0.038	0.065
		0.041		0.045				0.056	0.029
0.90		0.055	0.070	0.060	0.080	0.079	0.062	0.043	0.068
		0.037		0.040				0.052	0.025
0.85		0.060	0.065	0.066	0.082	0.083	0.057	0.049	0.072
		0.031		0.034				0.046	0.021
0.80		0.065	0.061	0.071	0.083	0.086	0.051	0.055	0.075
		0.027		0.029				0.041	0.017
0.75		0.069	0.056	0.076	0.085	0.088	0.044	0.061	0.078
		0.022		0.024				0.036	0.014
0.70		0.074	0.050	0.081	0.086	0.091	0.038	0.068	0.081
		0.017		0.019				0.029	0.011
0.65		0.077	0.043	0.085	0.087	0.093	0.031	0.074	0.083
		0.014		0.015				0.024	0.008
0.60		0.081	0.035	0.089	0.088	0.095	0.024	0.080	0.085
		0.010		0.011				0.018	0.006
0.55		0.084	0.028	0.092	0.089	0.096	0.019	0.085	0.086
		0.007		0.008				0.014	0.005
0.50		0.086	0.022	0.094	0.090	0.097	0.014	0.089	0.088
		0.006		0.006				0.010	0.003

^a Un borde achurado indica que la losa continúa a través o se encuentra empotrada en el apoyo; un borde sin marcas indica un apoyo donde la resistencia torsional es despreciable.

Fuente: NILSON, Arthur H. *Diseño de Estructuras de Concreto*. p 380.