



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

**DISEÑO DEL TANQUE DE ABASTECIMIENTO Y RED DE DISTRIBUCIÓN DE
AGUA POTABLE PARA LA ZONA 2 DE ZARAGOZA Y DISEÑO DEL TANQUE
DE ABASTECIMIENTO Y RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA
EL CASERÍO RINCÓN CHIQUITO, ZARAGOZA, CHIMALTENANGO**

Eduardo Eusebio Zapón Tojin

Asesorado por el Ing. Silvio José Rodríguez Serrano

Guatemala, noviembre de 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL TANQUE DE ABASTECIMIENTO Y RED DE DISTRIBUCIÓN DE
AGUA POTABLE PARA LA ZONA 2 DE ZARAGOZA Y DISEÑO DEL TANQUE
DE ABASTECIMIENTO Y RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA
EL CASERÍO RINCÓN CHIQUITO, ZARAGOZA, CHIMALTENANGO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

EDUARDO EUSEBIO ZAPÓN TOJIN

ASESORADO POR EL ING. SILVIO JOSE RODRÍGUEZ SERRANO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Raúl Eduardo Ticún Córdova
VOCAL V	Br. Henry Fernando Duarte García
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Juan Merck Cos
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

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 TANQUE DE ABASTECIMIENTO Y RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA ZONA 2 DE ZARAGOZA Y DISEÑO DEL TANQUE DE ABASTECIMIENTO Y RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO RINCÓN CHIQUITO, ZARAGOZA, CHIMALTENANGO

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 28 de julio de 2016.

Eduardo Eusebio Zapón Tojin



Guatemala, 14 de septiembre de 2016
REF.EPS.DOC.656.09.16

Inga. Christa Classon de Pinto
Directora
Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Ingeniera Classon de Pinto.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario Eduardo Eusebio Zapón Tojin con carné No. 201220106, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DEL TANQUE DE ABASTECIMIENTO Y RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA ZONA 2 DE ZARAGOZA Y DISEÑO DEL TANQUE DE ABASTECIMIENTO Y RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO RINCÓN CHIQUITO, ZARAGOZA, CHIMALTENANGO.**

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. Silvio José Rodríguez Serrano
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Prácticas de Ingeniería y EPS
Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

c.c. Archivo
SJRS/ra



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

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

Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela de Ingeniería Civil



Guatemala,
27 de septiembre de 2016

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL TANQUE DE ABASTECIMIENTO Y RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA ZONA 2 DE ZARAGOZA Y DISEÑO DEL TANQUE DE ABASTECIMIENTO Y RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO RINCÓN CHIQUITO, ZARAGOZA, CHIMALTENANGO** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Eduardo Eusebio Zapón Tojin, con Carnet No.201220106 , quien contó con la asesoría del Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

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,

LEADERSHIP AND TEACHING TO ALL



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

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

/mrrm.

Mas de **134** años de Trabajo Académico y Mejora Continua





Guatemala, 04 de octubre de 2016
REF.EPS.D.410.10.16

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco:

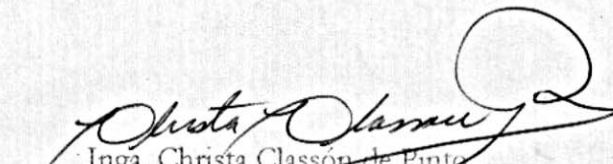

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DEL TANQUE DE ABASTECIMIENTO Y RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA ZONA 2 DE ZARAGOZA Y DISEÑO DEL TANQUE DE ABASTECIMIENTO Y RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO RINCÓN CHIQUITO, ZARAGOZA, CHIMALTENANGO**, que fue desarrollado por el estudiante universitario Eduardo Eusebio Zapón Tojin, **carne 201220106**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Christa Classón de Pinto
Directora Unidad de EPS
Universidad de San Carlos de Guatemala


CCdP/ra



USAC
TRICENTENARIA
 Universidad de San Carlos de Guatemala

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

Universidad de San Carlos de Guatemala
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 Escuela de Ingeniería Civil



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Silvio José Rodríguez Serrano y Coordinadora de E.P.S. Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto, al trabajo de graduación del estudiante Eduardo Eusebio Zapón Tojin, titulado **DISEÑO DEL TANQUE DE ABASTECIMIENTO Y RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA ZONA 2 DE ZARAGOZA Y DISEÑO DEL TANQUE DE ABASTECIMIENTO Y RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO RINCÓN CHIQUITO, ZARAGOZA CHIMALTENANGO** da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

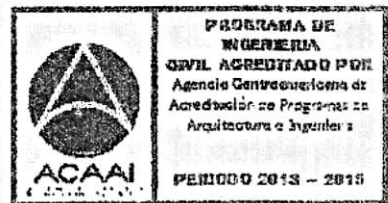

 Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, noviembre 2016.

/mrrm.

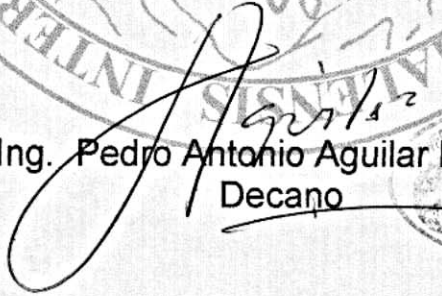
Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DEL TANQUE DE ABASTECIMIENTO Y RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA ZONA 2 DE ZARAGOZA Y DISEÑO DEL TANQUE DE ABASTECIMIENTO Y RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO RINCÓN CHIQUITO, ZARAGOZA, CHIMALTENANGO**, presentado por el estudiante universitario: **Eduardo Eusebio Zapón Tojin**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano



Guatemala, noviembre de 2016

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por permitirme alcanzar tan anhelada formación académica, por darme la sabiduría y la fortaleza.
Mis padres	Manuel Zapón y Olga Victoria Tojin, ustedes hermosos ángeles por darme la vida, educarme con amor, humildad y honradez. Este logro más que mío es de ustedes. Lo logramos.
Mi tía	Ana Margarita Tojin León, por ser mi ángel de la guarda, demostrarme su amor y apoyarme en momentos determinantes.
Facultad de Ingeniería	Mi casa de estudios, por brindarme cátedras de calidad.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por bendecirme todos estos años de vida.
Mis padres	Por brindarme su apoyo incondicional en mis años de formación académica.
Mi familia en general	Por su esfuerzo y estar pendientes de mí.
Familia León Carrascoza	Por darme su apoyo, su paciencia y enseñarme ese gran valor de bondad hacia el prójimo.
Mis amigos	Compañeros de batallas, por darme su amistad sincera e incondicional.
Licenciadas	Cruz Haydee Quiroa y Anselma Jauregui de Molina por motivarme y dar fiel seguimiento a mi carrera universitaria.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN.....	XI
OBJETIVOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN.....	XV
1. MONOGRAFÍA.....	1
1.1. Síntesis histórica	1
1.2. Ubicación y localización geográfica.....	1
1.3. Vías de acceso.....	5
1.4. Demografía.....	5
1.5. Cultura e identidad	6
1.6. Idiomas.....	7
1.7. Características socioeconómicas	7
1.7.1. Origen de la comunidad.....	7
1.7.2. Actividad económica.....	7
1.8. Clima e hidrografía	8
2. TRABAJOS PRELIMINARES.....	9
2.1. Descripción general de los proyectos.....	9
2.2. Levantamiento topográfico	10
2.2.1. Planimetría.....	11
2.2.2. Altimetría.....	11

3.	DISEÑO DEL TANQUE DE ABASTECIMIENTO Y RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA ZONA 2 DE ZARAGOZA	13
3.1.	Periodo de diseño	13
3.2.	Determinación de población y proyección.....	13
3.3.	Dotaciones y consumos	15
3.4.	Caudales de diseño.....	16
3.4.1.	Caudal medio diario	16
3.4.2.	Caudal máximo diario.....	16
3.4.3.	Caudal máximo horario	17
3.4.4.	Caudal de bombeo	17
3.4.5.	Determinación del tipo de bomba a utilizar.....	18
3.5.	Tanques de abastecimiento	18
3.5.1.	Volumen de almacenamiento	18
3.5.2.	Diseño de los tanques de abastecimiento	19
3.6.	Diseño de la red de distribución	41
3.6.1.	Sectorización de la red de distribución	41
3.7.	Presupuesto	47
3.8.	Planos	48
3.9.	Operación y mantenimiento	48
3.10.	Propuesta de tarifa	49
3.11.	Evaluación de impacto ambiental.....	50
3.11.1.	Control o impacto ambiental.....	50
3.11.2.	Plan de mitigación	51
3.12.	Evaluación socioeconómica	51
3.12.1.	Valor presente neto	52
3.12.2.	Tasa interna de retorno	53

4.	DISEÑO DEL TANQUE DE ABASTECIMIENTO Y RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO RINCÓN CHIQUITO, ZARAGOZA, CHIMALTENANGO	55
4.1.	Consideraciones generales	55
4.1.1.	Fuentes de agua.....	55
4.2.	Periodo de diseño.....	56
4.3.	Determinación de población y proyección	56
4.4.	Dotaciones y consumos.....	57
4.5.	Caudales de diseño.....	57
4.5.1.	Caudal medio diario.....	57
4.5.2.	Caudal máximo diario	58
4.5.3.	Caudal máximo horario.....	58
4.5.4.	Caudal de bombeo	58
4.5.5.	Determinación del tipo de bomba a utilizar	59
4.6.	Tanque de abastecimiento	60
4.6.1.	Volumen del almacenamiento.....	60
4.6.2.	Diseño del tanque de abastecimiento.....	60
4.7.	Diseño de la red de distribución	79
4.7.1.	Caudal unitario.....	79
4.7.2.	Caudal de uso simultáneo	80
4.8.	Presupuesto	84
4.9.	Planos.....	85
4.10.	Operación y mantenimiento.....	85
4.11.	Propuesta de tarifa	86
4.12.	Evaluación de impacto ambiental	87
4.12.1.	Control o impacto ambiental	88
4.12.2.	Plan de mitigación	88
4.13.	Evaluación socioeconómica	89
4.13.1.	Valor presente neto	89

4.13.2. Tasa interna de retorno	90
CONCLUSIONES.....	91
RECOMENDACIONES	93
BIBLIOGRAFÍA.....	95
APÉNDICES.....	97

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Localización del municipio de Zaragoza.....	3
2.	Localización del caserío Rincón Chiquito.....	4
3.	Crecimiento poblacional Zaragoza, Chimaltenango.....	6
4.	Planta de tanque de abastecimiento para la zona 2	20
5.	Elevación del tanque de abastecimiento para la zona 2 de Zaragoza	20
6.	Diagrama de momentos en losas, tanque zona 2	23
7.	Esquema de plataforma inferior, tanque zona 2.....	27
8.	Área tributaria sobre vigas y muros, tanque zona 2	28
9.	Perfil de muro del tanque de abastecimiento para la zona 2.....	33
10.	Diagrama caso 1, tanque zona 2	35
11.	Diagrama caso 2, tanque zona 2	38
12.	Diagrama caso 3, tanque zona 2	40
13.	Diagrama circuito C – 1	45
14.	Planta de tanque de abastecimiento para el caserío Rincón Chiquito	61
15.	Diagrama de momentos en losa, tanque Rincón Chiquito	64
16.	Esquema de plataforma inferior, tanque Rincón Chiquito	68
17.	Área tributaria sobre vigas y muros, tanque Rincón Chiquito.....	69
18.	Perfil de muro del tanque de abastecimiento para el caserío Rincón Chiquito	73
19.	Diagrama caso 1, tanque Rincón Chiquito	75
20.	Diagrama caso 2 , tanque Rincón Chiquito	78

TABLAS

I.	Área de acero para las losas en el sentido corto (a).....	26
II.	Dimensiones del muro para la zona 2.....	35
III.	Datos del circuito a analizar	44
IV.	Resultados para el circuito C-1, primera iteración	46
V.	Presupuesto de abastecimiento de agua potable, zona 2	47
VI.	Costos del proyecto zona 2	49
VII.	Flujos de caja de proyecto zona 2	52
VIII.	Área de acero para las losas en el sentido corto (a).....	67
IX.	Dimensiones del muro para el caserío Rincón Chiquito	75
X.	Presupuesto abastecimiento de agua potable, caserío Rincón Chiquito.....	84
XI.	Costos del proyecto, caserío Rincón Chiquito	86
XII.	Flujos de caja de proyecto, caserío Rincón Chiquito	89

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
@	Separación entre varillas
Asmax	Acero máximo
Asmin	Acero mínimo
At	Área tributaria
Wv	Carga distribuida debida a viga
Wvp	Carga distribuida debida a viga perimetral
Wlc	Carga distribuida en lados cortos
CMU	Carga muerta última
Cp	Carga puntual
Cpv	Carga puntual debida a viga intermedia
Wtotv	Carga distribuida total debida a viga
CU	Carga última
CMV	Carga viva última
Q	Caudal
cm	Centímetros
Ka	Coefficiente de presión activa
Cs	Cohesión del suelo
Va	Cortante actuante
Vcu	Cortante resistente del concreto
Ø	Diámetro
Δ	Diferencial de caudal
f'y	Esfuerzo de fluencia del acero
f'c	Esfuerzo máximo del concreto

Es	Espaciamiento
Smax	Espaciamiento máximo
e	Excentricidad
Fd	Factor de deslizamiento
Fv	Factor de seguridad del suelo
FMD	Factor día máximo
FMH	Factor hora máximo
HG	Hierro galvanizado
kg	Kilogramo
kg/cm²	Kilogramo por centímetro cuadrado
kg/cm³	Kilogramo por metro cúbico
m.c.a.	Metros columna de agua
Mo	Momento
Mv	Momento debido a viga
H	Pérdidas de carga hidráulica
Pa	Presión activa
Ps	Presión del suelo
q	Presión del suelo
H/Q	Relación pérdida caudal
rec	Recubrimiento del concreto
PVC	Tubería de cloruro de polivinilo rígido
V	Velocidad

GLOSARIO

Agua potable	Agua sanitariamente segura, agradable a los sentidos y libre de organismos patógenos.
Análisis estructural	Proceso para determinar la respuesta de los elementos estructurales ante las acciones de fuerzas externas y esfuerzos internos que se desarrollan en una estructura.
Ángulo	Es la menor o mayor abertura que forman dos líneas o dos planos que se cortan. Su mayor o menor abertura se mide en grados.
Área de acero mínimo	Cantidad de acero que depende de la sección del elemento y el límite de fluencia del acero.
Caudal	Volumen de agua por unidad de tiempo.
Cohesión	Capacidad de las partículas para mantenerse unidas.
Concreto	Mezcla de cemento, agregado fino (arena) y agregado grueso (pedrín).
Concreto ciclópeo	Mezcla de piedra bola y mortero compuesto de cemento y arena.

Dotación	Volumen de agua estimada que utiliza una persona en un día.
Estribo	Refuerzo transversal que resiste los esfuerzos cortantes en un elemento estructural.
Viga	Elemento estructural colocado en forma horizontal que soporta cargas verticales.

RESUMEN

El agua potable en nuestro país es uno de los servicios básicos que no tienen la atención correcta; por esa razón, es necesario realizar el presente trabajo de graduación el cual consiste en el diseño de la red de distribución y el diseño del tanques de abastecimiento de agua potable para la zona dos del municipio de Zaragoza y diseño de la red de distribución y tanque de abastecimiento de agua potable para el caserío Rincón Chiquito, Zaragoza, Chimaltenango.

En el presente trabajo se detalla cada una de las partes que conforman cada proyecto: investigación, planificación y ejecución, como se indica en los planos. Los proyectos fueron concebidos según las necesidades investigadas en el municipio; fue necesario realizar visitas al lugar, especialmente para el censo de la población y el levantamiento topográfico. Con la información recolectada se procedió al diseño y calculo hidráulico de la red de distribución. La memoria de cálculo se adjunta en los apéndices del presente trabajo de graduación.

Debido a las características de la ubicación de las viviendas, para el caserío Rincón Chiquito se utilizó el método de ramales abiertos y el método de circuitos cerrados para la zona dos del municipio de Zaragoza.

Finalmente se realizó el presupuesto general de ejecución de cada proyecto según la propuesta de tarifa.

OBJETIVOS

General

Realizar el diseño para dos proyectos: el tanque de abastecimiento y red de distribución de agua potable para la zona 2 de Zaragoza; y el tanque de abastecimiento y la red de distribución de agua potable para el caserío Rincón Chiquito, Zaragoza, Chimaltenango.

Específicos

1. Establecer con la municipalidad de Zaragoza, Chimaltenango, las especificaciones del proyecto para cumplir con las necesidades de la población.
2. Realizar los estudios técnicos pertinentes y memoria de cálculo sobre el diseño de las estructuras pactadas.
3. Proporcionar los planos detallados de los proyectos a diseñar y los costos para su ejecución para cubrir las necesidades de la población.
4. Alcanzar experiencia en el ámbito laboral por medio del ejercicio profesional supervisado.

INTRODUCCIÓN

El programa del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala busca ofrecer el apoyo necesario a las comunidades que carecen de servicios básicos y de infraestructura: agua potable, servicios de salud, escuelas, carreteras, entre otros.

En el municipio de Zaragoza existen diversos sectores con problemas en el abastecimiento de agua potable lo que causa descontento en la población. Con la ayuda de la dirección municipal de planificación y los habitantes, se evaluaron las necesidades específicas de la comunidad; después de un diagnóstico se concluyó que es prioridad contar con agua potable tanto en las zonas céntricas como en los alrededores del municipio.

El proyecto considera el diseño del tanque de abastecimiento y red de distribución de agua potable para la zona 2 de Zaragoza y el diseño del tanque de abastecimiento y red de distribución de agua potable para el caserío Rincón Chiquito, Zaragoza Chimaltenango; proyectos que procuran el mejoramiento de las condiciones de vida de la región. El proyecto tiene el fin de unificar aspectos sociales y socioeconómicos para concluir con la solución a las necesidades básicas de la población.

Actualmente, la deficiencia del servicio de agua potable en la zona céntrica del municipio se debe a que una sola red es la que abastece a todo el municipio, para eliminar dicha deficiencia se sectorizará la red de distribución para la zona 2 del municipio de Zaragoza.

1. MONOGRAFÍA

1.1. Síntesis histórica

Tiempo atrás Zaragoza era un valle que tenía por nombre Chiacaj luego se le conoció con el nombre de Chicoj o Chixoc, que en la lengua Kaqchikel significa: Francisco Oj; este personaje era un cacique kaqchikel, propietario de las tierras en la época pre colonial en el año de 1 711; durante cierto periodo también se le conoció como el Valle de los Duraznos.

Familias españolas llegaron a establecerse en el lugar en el año de 1761 quienes delegaron a un grupo de personas para gestionar ante el gobierno precedido por Alfonso de Heredia, la fundación de forma oficial del pueblo; se accedió entonces nombrándole Valle de Nuestra Señora del Pilar de Heredia. Años después, por acuerdo gubernativo del 27 de enero de 1 892; se establece entonces el municipio de Zaragoza, llamado así debido a que la mayoría de los españoles que habitaban esa región eran originarios de la villa de Zaragoza, España; entre esta población se encontraba la Princesa Zara, una bella dama, gentil e influyente, quien promovió que el municipio llevará dicho nombre.

1.2. Ubicación y localización geográfica

El municipio de Zaragoza está situado en el foco del departamento de Chimaltenango a una distancia de 13 km de la cabecera departamental, y a 64 km de la ciudad capital. Posee una extensión territorial de 52 km². El municipio es privilegiado teniendo acceso a vías de comunicación

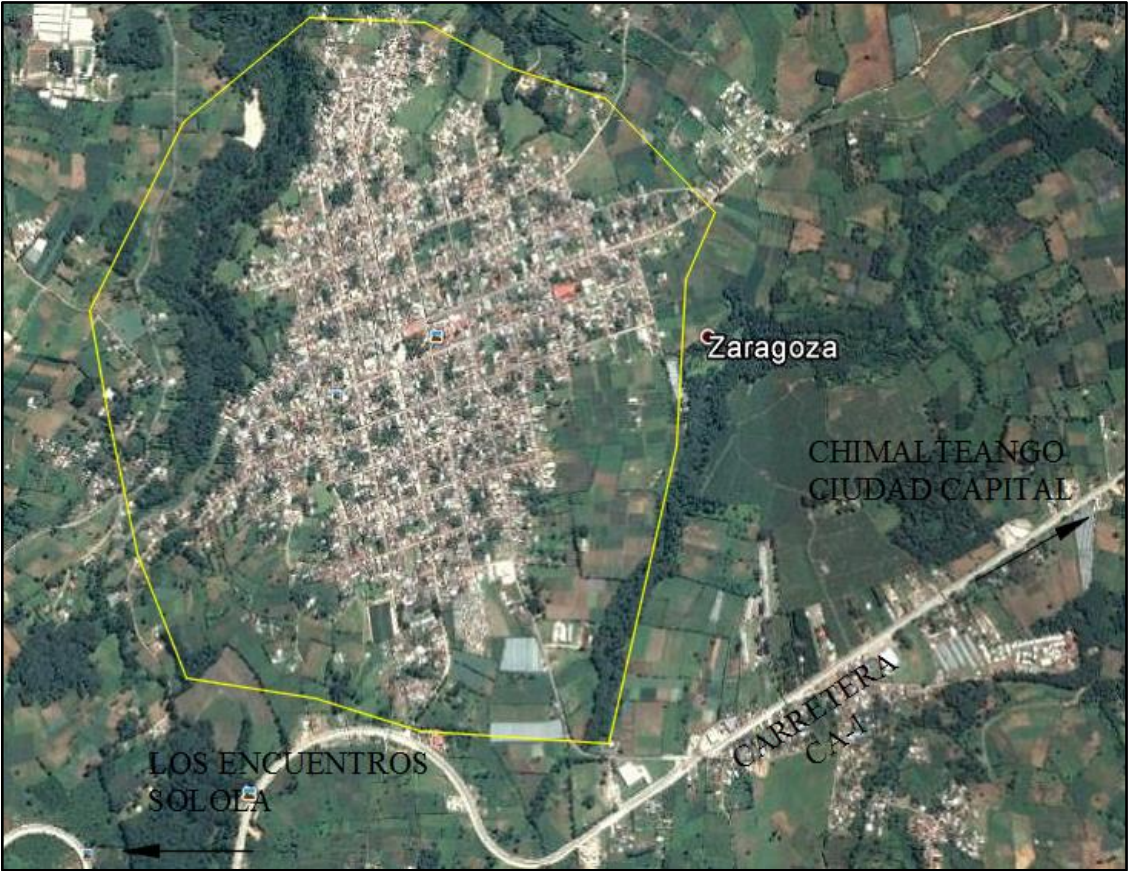
con todas sus comunidades. Zaragoza está situado a 1 849,44 metros sobre el nivel del mar; la ubicación es latitud 14° 39' 00" y longitud 90° 53' 26".

Zaragoza colinda en la parte norte con Santa Cruz Balanyá y Comalapa; al sur con San Andrés Itzapa; al este con Chimaltenango; y al oeste con Santa Cruz Balanyá y Patzicia.

La estructura espacial del municipio de Zaragoza se divide en tres partes. Al norte, aproximadamente el 60 % del área total, está compuesta por una zona en que las corrientes han afectado el terreno; los espacios de nivelación son limitados, ya que por lo general no llegan al kilómetro cuadrado cada uno, en estos espacios es donde la mayoría de los pueblos rurales del municipio están asentados. Un 25 % del área total la integra la cabecera municipal. La cabecera está situada en una zona plana y abierta, esta área tiene un pequeño cañón con dirección sur a norte terminando en una barranca del lado noroeste del valle.

El caserío Rincón Chiquito se encuentra a 3 km del casco urbano de Zaragoza, cuenta con una vía de acceso principal de carretera asfaltada la cual une al municipio de San Juan Comalapa con el municipio de Zaragoza, algunos de sus callejones se encuentran adoquinados; además cuenta con una escuela primaria e iglesia católica. En el caserío se encuentra uno de los viveros más grandes de la región el cual se dedica a la exportación de flores decorativas. El caserío se localiza al noroeste de la cabecera municipal de Zaragoza

Figura 1. Localización del municipio de Zaragoza



Fuente: elaboración propia utilizando Google Earth. Consulta: 23 de septiembre de 2016.

Figura 2. Localización del caserío Rincón Chiquito



Fuente: elaboración propia utilizando Google Earth. Consulta: 23 de septiembre de 2016.

1.3. Vías de acceso

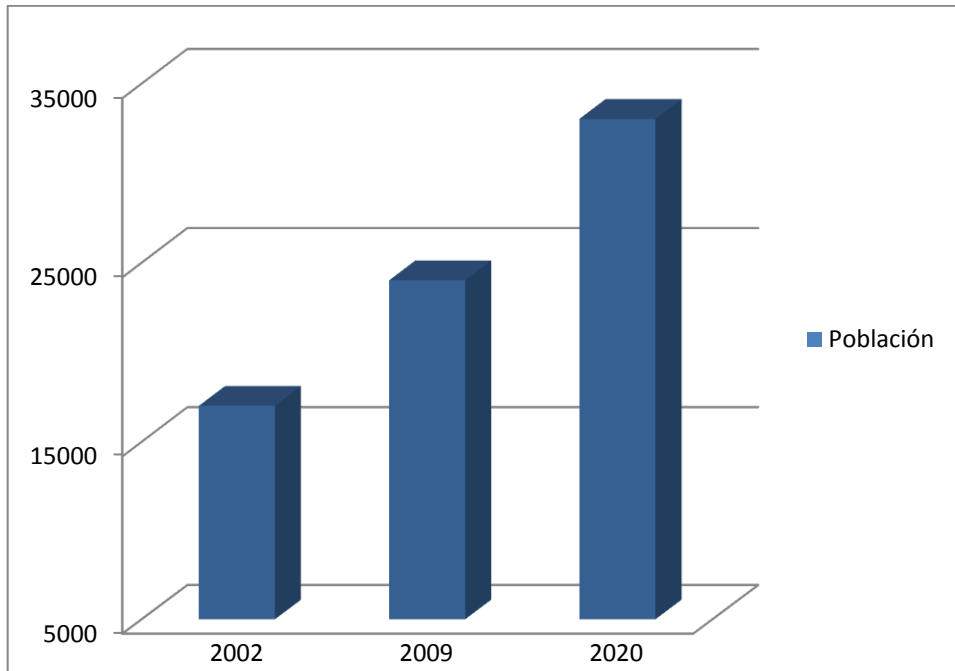
El municipio de Zaragoza cuenta con un acceso principal por la carretera Interamericana CA-1 con una carretera asfaltada hasta llegar al municipio, la mayoría de sus calles están adoquinadas. Por el pueblo pasa la carretera que conduce a San Juan Comalapa.

1.4. Demografía

En el municipio de Zaragoza la población asciende a 23 291 habitantes según las proyecciones del Instituto Nacional de Estadística INE, para el año 2009, con el 49 % de hombres y 51 % de mujeres. Para el periodo del año 2002 al 2009 se determina una tasa de crecimiento poblacional de 3,82 %; sin embargo se estima que del año 2009 al año 2020 se concibe un crecimiento del 4,26 %.

El aumento de la población entre mujeres y hombres es semejante, siendo la población infantil y la joven la más significativa en el porcentaje demográfico. La presencia de una población en su mayoría joven demandará mayor cobertura en cuanto a necesidades, servicios básicos, fuentes de trabajo y requerirá un ambiente que proporcione el nivel de vida apropiado.

Figura 3. **Crecimiento poblacional Zaragoza, Chimaltenango**



Fuente: Plan de Desarrollo Municipal, Zaragoza, Chimaltenango.

1.5. **Cultura e identidad**

A diferencia de los municipios indígenas de la región, Zaragoza tiene un predominante grupo ladino con un 70 %, 29 % kaqchikel y 1 % k'iche. Los pobladores reciben el año nuevo con bailes de disfraces y conciertos al aire libre. En las aldeas Rincón Chiquito y Joya Grande se celebra la fiesta titular de la comunidad en honor al Cristo Negro de Esquipulas. En los meses de marzo y abril durante la cuaresma se llevan a cabo procesiones de grandes y niños, realizan vía crucis todos los viernes, todo con el afán de darle la bienvenida a la semana santa.

En honor a su patrona Nuestra Señora del Pilar se lleva a cabo la fiesta titular del municipio de Zaragoza del 11 al 13 de octubre. El 12 de octubre es el día más importante, fecha en que la iglesia católica conmemora la aparición de la Santísima Virgen María al Apóstol Santiago.

1.6. Idiomas

EL idioma no indígena predominante es el español, el idioma kaqchikel está presente en algunas aldeas del municipio y la población que lo practica es mínima debido a que la población en general es eminentemente ladina.

La religión católica predomina en el lugar debido a los antecedentes históricos del municipio; las familias españolas que se asentaron en la región lo hicieron junto con sus costumbres y tradiciones, entre ellas la religión católica.

1.7. Características socioeconómicas

1.7.1. Origen de la comunidad

El municipio se ha identificado a lo largo de los años por ser una población agrícola, donde se cosechan variedad de vegetales y frutas, así como la siembra de flores.

1.7.2. Actividad económica

La mayor parte de la población se dedica a la agricultura, su más grande fuente de ingresos; los productos más cosechados son: fresas, alverja china, repollo, tomate y cilantro. En el caserío Rincón Chiquito se ubica una floristería

exportadora la cual genera empleo a los habitantes de los alrededores de la aldea y del municipio.

Los ingresos para la población de Zaragoza difieren según el área que se evalué, los que se generan en el área urbana son distintos a los del área rural. Según encuestas realizadas por estudios socioeconómicos, el 65 % de la población cuenta con un trabajo asegurado y el 35 % tiene un trabajo temporal los que corresponden al trabajo agrícola.

1.8. Clima e hidrografía

La estación Balanyá del Insivumeh, ubicada en el municipio de Santa Cruz Balanyá, departamento de Chimaltenango, es la más cercana al municipio de Zaragoza; situada a 14 kilómetros de distancia, la estación proporciona los siguientes datos climatológicos.

- Elevación: 2 060 msnm
- Lluvia promedio anual: 993,5 milímetros
- Temperatura máxima promedio: 22,7 °C
- Temperatura mínima promedio: 9,1 °C
- Temperatura promedio anual: 16,6 °C
- Humedad relativa: 79 %
- Evaporación: -99 milímetros

La hidrografía de Zaragoza está constituida por los ríos Balanyá, Las Áreas, Blanco, Chicoy, Los Chilares, Coloyá, Las Nieves, Pachoj, Sacsiguan, San Francisco y Xaya Pixcayá.

2. TRABAJOS PRELIMINARES

2.1. Descripción general de los proyectos

Toda población se ve en la necesidad de tener acceso a servicios básicos con el fin de garantizar la salud de los habitantes, dichos servicios son el abastecimiento de agua potable y la buena práctica de manejo de desechos.

Actualmente, los habitantes del caserío Rincón Chiquito disponen del servicio de agua potable ineficiente y limitado debido al incremento de la población; la demanda del servicio es cada vez mayor por lo que el sistema actual ya no es apropiado para la comunidad, se ha contemplado rediseñar la red de distribución y expandirla hasta los nuevos y futuros hogares.

A la municipalidad de Zaragoza le interesa únicamente el diseño de la red de distribución y del tanque de abastecimiento para ambos proyectos, debido a esto es responsabilidad de la municipalidad proveer el caudal de diseño establecido en el diseño hidráulico y todo lo correspondiente a la línea de conducción. El caserío Rincón Chiquito contará con dos fuentes de abastecimiento: una por gravedad y la otra por bombeo. La existencia de la fuente por gravedad limita considerar un tanque elevado como tanque de abastecimiento, interesa aprovechar la fuente por gravedad por lo que el tanque estará ubicado en el punto más alto de la aldea y en donde actualmente llega dicha fuente por gravedad. Corresponderá conducir hasta el tanque por medio de bombeo el agua extraída de un pozo mecánico, la municipalidad se encargará de su apertura.

En Zaragoza actualmente el sistema de agua potable es uno solo para todo el municipio; así como una sola fuente lo que genera un servicio irregular hasta de varios días. El interés de la municipalidad es contar con una red de distribución y con un tanque de abastecimiento que le corresponda a la zona 2 del municipio, para luego generar la apertura de la fuente de abastecimiento correspondiente que se ajuste al caudal demandante establecido en el diseño hidráulico.

El procedimiento de diseño para ambos proyectos se define en los puntos correspondientes.

2.2. Levantamiento topográfico

Antes de iniciar con el levantamiento topográfico, fue necesario realizar una inspección para identificar los puntos de importancia que influyen en el diseño hidráulico: desde el taque de distribución hasta la última vivienda existente señalada en los dos proyectos; así como establecer la ruta por donde se conducirá la tubería a lo largo de toda la red de distribución tanto abierta como cerrada; se procedió a realizar el levantamiento topográfico utilizando una poligonal abierta en el caserío Rincón Chiquito y en la zona dos del municipio de Zaragoza.

El levantamiento topográfico permite determinar las elevaciones, coordenadas y longitudes, información para realizar los planos topográficos correspondientes.

2.2.1. Planimetría

Es la parte de la topografía que se ocupa del conjunto de procedimientos que tiene como objetivo determinar la representación de todos los detalles de interés de la superficie terrestre. Para el presente estudio se utilizó el método de conservación de azimut, el más apropiado en poligonales abiertas.

2.2.2. Altimetría

Es la parte de la topografía que emplea los trabajos necesarios para la obtención de la representación gráfica de la tercera dimensión del terreno, se consideran las tres dimensiones para poder generar la superficie.

La planimetría y la altimetría en conjunto permiten determinar la información necesaria del terreno, indispensable para el diseño hidráulico.

3. DISEÑO DEL TANQUE DE ABASTECIMIENTO Y RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA ZONA 2 DE ZARAGOZA

3.1. Periodo de diseño

Es el tiempo durante el cual la obra proveerá servicio satisfactorio para la población. Para establecerlo se tomará en consideración la vida útil de los materiales, costos y tasa de interés; en nuestro medio se estima que la vida útil de los materiales es de aproximadamente 20 años, esto en función del desgaste, antigüedad y el daño; así mismo, la influencia de obras existentes, ampliaciones, entre otros factores involucrados. El periodo de diseño será entonces de 20 años para la red de distribución de la zona dos del municipio de Zaragoza.

3.2. Determinación de población y proyección

Para el diseño de la red de distribución en este caso es necesario conocer el número de viviendas por tramo ya que el método a utilizar en el diseño hidráulico requiere determinar el caudal de salida en cada nodo.

Es de suma importancia prestar atención a las condiciones socioeconómicas del municipio, también a los factores internos y externos que pueden afectar a la variación de habitantes en la comunidad.

Para la zona dos del municipio de Zaragoza se realizó un censo debido a que no podía ser considerado el criterio de cinco o seis personas por vivienda

ya que en varias residencias vive más de una familia. El número de personas censadas fue de 3 539 habitantes, debido a que es una de las zonas más pobladas del municipio.

Se muestra el cálculo de la población futura total y la población futura por tramos.

Población futura total:

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

Donde

Pf = población futura

Pi = población inicial

r = tasa de incremento poblacional (3.82 % según INE)

n = periodo de diseño

$$Pf = 3\,539 * (1 + 0,0382)^{20} = 7\,491 \text{ hab}$$

Población futura por tramos:

$$Pft = Pit \times \left(1 + \frac{r}{100}\right)^n$$

Donde

Pft = población futura por tramos

Pit = población inicial por tramos

r = tasa de incremento poblacional (3,82 % según INE)

n = periodo de diseño

$$P_{it} = \frac{3\,539 \text{ hab}}{62 \text{ tramos}} = 58 \text{ hab/tramo}$$

$$P_{ft} = 58 * (1 + 0,0382)^{20} = 123 \text{ hab/tramo}$$

El fin de conocer la población futura por tramo es para poder establecer el caudal de salida en los puntos de servicio del diseño hidráulico. La población de diseño o población a servir corresponderá a la cantidad de habitantes por tramo multiplicado por el número de tramos a servir.

$$\text{Población a servir} = \frac{\text{hab}}{\text{tramo}} * \text{No. de tramos}$$

$$\text{Población a servir} = 123 \frac{\text{hab}}{\text{tramo}} * 62 \text{ tramos} = 7\,626 \text{ hab}$$

La población a servir pudo haber sido también la población futura total la cual corresponde a 7 491 habitantes; se debe destacar que esta cantidad de habitantes es levemente menor a la población de diseño establecida la cual asciende a 7 626 habitantes. Se tomará en consideración esta última para el cálculo del caudal medio diario por ser mayor.

3.3. Dotaciones y consumos

Es la cantidad de agua asignada en un día a cada usuario. Se expresa en litros por habitante por día (lt/hab/día). Se consideran los factores de clima, nivel de vida, actividades productivas, abastecimiento privado, servicios comunales y

calidad del agua. Es necesario tener registros del consumo de agua potable para poder establecer una dotación; a falta de estos datos las normas de diseño de las instituciones a cargo del manejo del agua potable recomiendan valores a utilizar según la zona donde se ubique el proyecto. Para este proyecto por estar ubicado en el casco urbano se consideró una dotación de 150 lt/hab/día.

3.4. Caudales de diseño

Los caudales de diseño son los consumos considerados para el dimensionamiento de las tuberías y obras hidráulicas en un sistema de abastecimiento de agua potable.

3.4.1. Caudal medio diario

El caudal medio diario será el producto de la dotación adoptada por el número de habitantes que se estimen al final de periodo de diseño, dividido entre el número de segundos que tiene un día. Este caudal es la cantidad promedio de agua que consume una población en un día.

$$Q_{md} = \frac{\text{Dotación} * \text{Población a servir}}{\frac{86\,400\text{S}}{\text{día}}} = \frac{150 \frac{l}{s} * 7\,626 \text{ hab}}{86\,400} = 13,239 \text{ l/s}$$

3.4.2. Caudal máximo diario

Se le conoce también como caudal de conducción, es el máximo caudal consumido en un periodo de un año; se obtiene multiplicando el caudal medio diario por un factor que oscile entre 1,2 y 1,5 para poblaciones futuras menores de 1 000 habitantes y 1,2 para poblaciones de futuras mayores de 1 000

habitantes. El factor a utilizar será de 1,2 por ser una población futura de 7 626 habitantes.

$$Q_{dm} = Q_{md} * FMD = 13,239 \frac{l}{s} * 1,2 = 15,887 l/s$$

3.4.3. Caudal máximo horario

El caudal máximo horario será el caudal de diseño según el método de Harvy Cross; se determina multiplicando el caudal medio diario por el factor de hora máxima (FHM), este varía de 2,0 a 3,0 para poblaciones futuras menores de 1 000 habitantes y 2,0 para poblaciones futuras mayores de 1000 habitantes. Según la cantidad actual de habitantes se estableció un factor de 2,0.

$$Q_{mh} = Q_{md} * FMH = 13,239 * 2 = 26,48 l/s$$

3.4.4. Caudal de bombeo

Debido a que a la municipalidad de Zaragoza le interesan únicamente los diseños de la red de distribución y del tanque de abastecimiento, queda en responsabilidad de la municipalidad todo lo correspondiente a la línea de conducción y fuente de abastecimiento; sin embargo, se dejará referenciado el caudal de bombeo con el fin de poder dejar estimada la capacidad de la bomba requerida. El caudal de bombeo según *La guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano*, Infom se determina con la siguiente ecuación.

$$Q_b = \frac{Q_{\text{máximo diario}} * 24 \text{ horas}}{\text{No. de horas}}$$

$$Q_b = \frac{15,887 \text{ l/s} * 24 \text{ horas}}{12 \text{ horas}} = 31,774 \text{ l/s}$$

El caudal de bombeo mínimo requerido para abastecer a la zona 2 del municipio de Zaragoza debe ser de 31,774 l/s.

3.4.5. Determinación del tipo de bomba a utilizar

En virtud de que no se ha realizado la perforación de los pozos y no se tiene la información del perfil estratigráfico, así como del caudal, niveles hidráulicos, la calidad del empacado y entubado del pozo no se calcula la potencia de la bomba requerida.

3.5. Tanques de abastecimiento

El tanque de abastecimiento o tanque de distribución tiene la finalidad de compensar las variaciones de los consumos que se producen a lo largo del día y de regular las presiones en la red. Para este proyecto se realizará de concreto ciclópeo. Debido a las características del terreno el tanque estará totalmente enterrado.

3.5.1. Volumen de almacenamiento

El volumen del tanque debe ser de un 40 % a 67 % del caudal medio diario para un sistema por bombeo según *la guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para el consumo humano*; se tomara en consideración un 42 % para este proyecto con el interés de salvar el volumen del muro intermedio en el tanque.

$$\text{Volumen de almacenamiento} = \frac{42 \% * Q_{md} * 86\ 400}{1000}$$

$$\text{Volumen de almacenamiento} = \frac{42 \% * 13,239 \text{ l/s} * 86400}{1000} = 480,417 \text{ m}^3$$

El volumen de almacenamiento será de 481,00 m³.

Originalmente se pudo haber considerado un 40 % del caudal medio diario, el 2 % de más se consideró porque se piensa colocar un muro intermedio en el tanque debido su magnitud.

3.5.2. Diseño de los tanques de abastecimiento

Para el diseño del tanque de abastecimiento se tomará en consideración un tanque con muro intermedio; por esa razón la relación largo ancho será de 3:1. En la figura 5 se presenta la elevación del tanque.

Proponiendo una profundidad de 2,9 m y largo igual a 3 veces el ancho

$$481,00 \text{ m}^3 = B * 3B * 2,9 \text{ m}$$

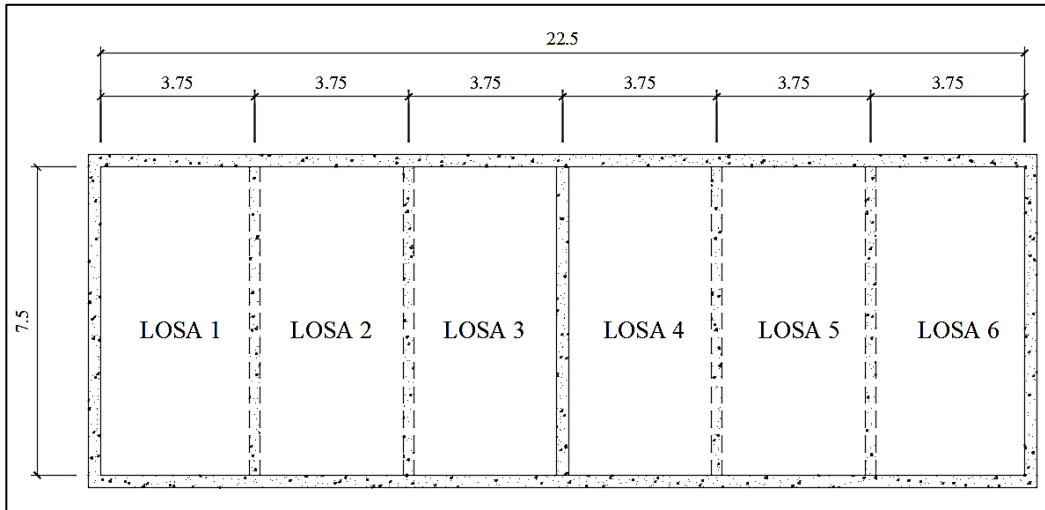
$$B = 7,44$$

Las dimensiones del tanque serán entonces:

- Profundidad de 2,9 m
- Ancho de 7,5 m
- Largo de 22,5 m

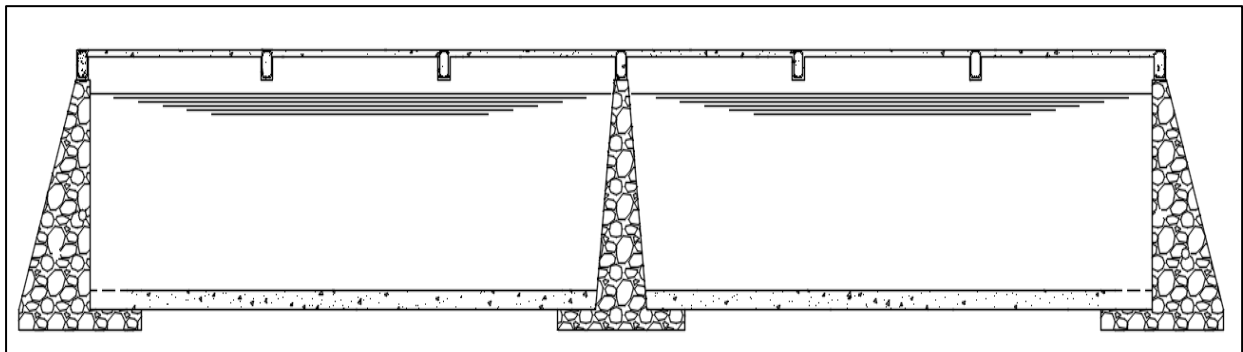
En la figura 4 se observa la plata del tanque de abastecimiento con vigas intermedias para acortar la luz de la losa.

Figura 4. **Planta de tanque de abastecimiento para la zona 2**



Fuente: elaboración propia, utilizando AutoCAD 2016.

Figura 5. **Elevación del tanque de abastecimiento para la zona 2 de Zaragoza**



Fuente: elaboración propia, utilizando AutoCAD 2016.

La presencia del muro intermedio hace que la relación largo ancho sea entonces 1,5 :1, está por debajo de la recomendada 2:1.

- Diseño de la cubierta

Cálculo de momentos en losas

Según método 3 ACI 318S – 11

$A/B = 3,75 / 7,5 = 0,5$, se diseña en dos sentidos.

Espesor de losa:

$t = P / 180 = 2 * (3,5 + 7,5) / 180 = 0,12$, se tomará un espesor de 12 cm

Carga muerta (CM):

Peso propio = $2\,400 \text{ kg/m}^3 * 0,12 \text{ m} * 1 \text{ m} * 3,75 \text{ m} = 1\,080 \text{ kg/m}$

Carga viva (CV):

Carga viva = $80 \text{ kg/m}^2 * 3,75 \text{ m} * 1 \text{ m} = 300 \text{ kg/m}$

Carga muerta última (CUM):

$CUM = 1,4 * 1080 \text{ kg/m} = 1512 \text{ kg/m}$

Carga viva última (CUV):

$CUV = 1,7 * 300 \text{ kg/m}^2 = 510 \text{ kg/m}$

Carga última (CU):

$CU = CUM + CUV = 2022 \text{ kg/m}$

Cálculo de momentos por coeficientes según Nilson, tablas 12.3, 12.4, 12.5.

Momentos en losas externas, No.1 y No. 6 corresponden al caso 6:

Momento negativo por CU

$$M (-) a = CWa^2 = 0,097 * 2\,022 * (3,75^2) = 2\,758,13 \text{ kg-m}$$

$$M (-) b = 0$$

Momento positivo por CM y CV

$$M (+) a = 0,061 * 1\,512 * 3,75^2 + 0,078 * 510 * 3,75^2 = 1\,856,42 \text{ kg-m}$$

$$M (+) b = 0,003 * 1\,512 * 7,5^2 + 0,005 * 510 * 7,5^2 = 398,59 \text{ kg-m}$$

Como el $M (-) b = 0$, por definición, se le asigna un tercio del momento positivo; se tiene entonces: $M (-) b = 132,86 \text{ kg-m}$

Momento en losas internas, No.2, No.3, No.4 y No.5 corresponden al caso 5:

Momento negativo por CU

$$M (-) a = CWa^2 = 0,090 * 2\,022 * (3,75^2) = 2\,559,09 \text{ kg-m}$$

$$M (-) b = 0$$

Momento positivo por CM y CV

$$M (+) a = 0,039 * 1\,512 * 3,75^2 + 0,067 * 510 * 3,75^2 = 1\,309,75 \text{ kg-m}$$

$$M (+) b = 0,001 * 1\,512 * 7,5^2 + 0,004 * 510 * 7,5^2 = 199,80 \text{ kg-m}$$

Como el $M (-) b = 0$ es cero por definición, se le asigna un tercio del momento positivo; se tiene entonces: $M (-) b = 66,60 \text{ kg-m}$

Balanceo de momentos:

Los momentos entre la losa de borde e interna no son los mismos por lo que es necesario balancearlos; si el 80 % del momento mayor no excede al momento menor, el momento balanceado será el promedio de los momentos; de no ser ese el caso el balanceo de momento será por medio de rigideces, entonces:

Momento mayor (M1) = 2 758,13 kg-m

Momento menor (M2) = 2 559,09 kg-m

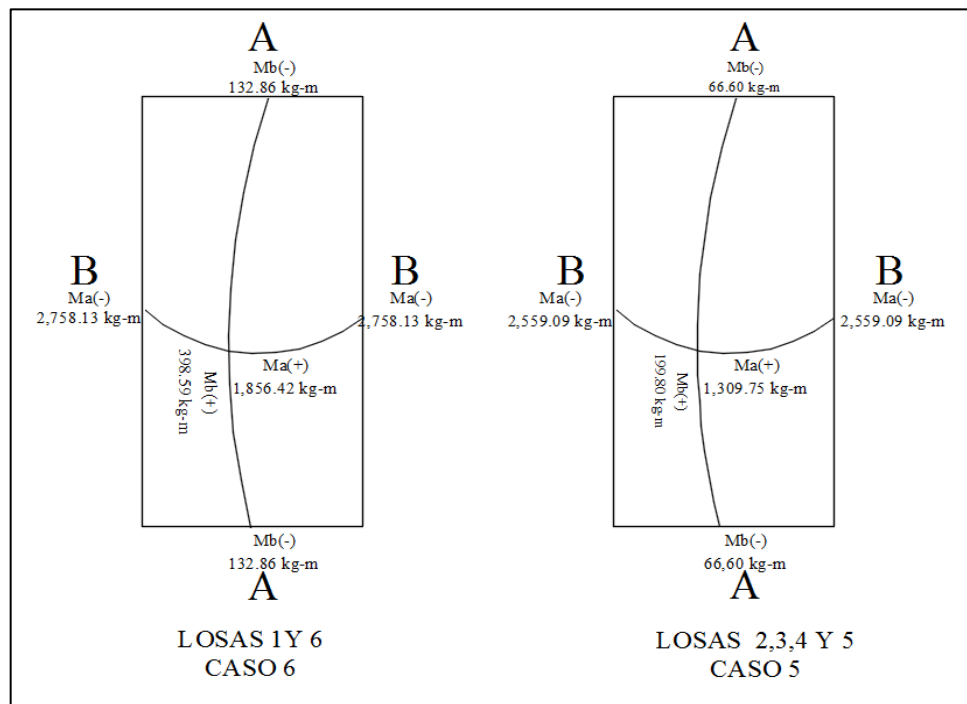
$$2\,758,13 \cdot 80\% < 2\,559,09$$

$$2\,206,50 < 2\,559,09, \text{ cumple!}$$

Entonces el momento balanceado será:

$$(2\,758,13 + 2\,559,09)/2 = 2\,658,61 \text{ kg-m}$$

Figura 6. Diagrama de momentos en losas, tanque zona 2



Fuente: elaboración propia, utilizando AutoCAD 2016.

Cálculo de acero de refuerzo:

Datos:

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, $f_y' = 2810 \text{ kg/cm}^2$, $b = 100\text{cm}$, varilla No. 3

$d = t - \text{rec} - \text{diámetro}/2 = 12 \text{ cm} - 2,5 \text{ cm} - 0.48 \text{ cm} = 9 \text{ cm}$

$As_{min} = (14,1 / 2810 \text{ kg/cm}^2) * 100 \text{ cm} * 9 \text{ cm} = 4,52 \text{ cm}^2$

$S_{max} = 3t = 3 * 12 = 36 \text{ cm}$

Momento resistente con As_{min} :

$$M_o = \phi \left[As_{min} * f_y' \left(d - \frac{As_{min} * f_y'}{1,7 * f'c * b} \right) \right]$$

$$M_o = 0,9 \left[4,52 \text{ cm}^2 * 2810 \text{ kg/cm}^2 \left(9 \text{ cm} - \frac{4,52 \text{ cm}^2 * 2810 \text{ kg/cm}^2}{1,7 * 210 \text{ kg/cm}^2 * 100 \text{ cm}} \right) \right]$$

$$M_o = 988.13 \text{ kg} - \text{m}$$

Los momentos negativos y positivos en el sentido largo (b) de todas las losas son menores al momento que resiste el acero mínimo, se procede a calcular el espaciamiento para el acero mínimo.

Espaciamiento para el As_{min} :

Con una regla de tres se determina el espaciamiento, considerando una varilla No. 4, entonces:

$$E_s = (1,27 \text{ cm}^2 * 100 \text{ cm}) / 4,52 \text{ cm}^2 = 28,1 \text{ cm}$$

El espaciamiento en el sentido largo para todas las losas será de 25 cm con varilla No. 4.

Para los momentos restantes a continuación se calcula el área de acero demandante:

Momentos en las losas No.1 y No.2, sentido corto (a):

M (-) 1 = momento negativo en la losa No.1

M (-) 2 = momento negativo en la losa No. 2

Mbal = momento balanceado

M (+) = momento positivo en la losa No.1

M (+) = momento positivo en la losas No. 2

Cálculo del área de acero para el momento M (-)2 = 2 559,09 kg-m

Despejando el "As" de la ecuación de momento resistente se tiene:

$$\frac{(A_s * f_y)^2}{1.7f'_c * b} - A_s * f_y * d + \frac{M_u * 100}{0.90} = 0$$

Sustituyendo valores para M (-)1:

$$\frac{\left(A_s * 2810 \frac{kg}{cm}\right)^2}{1,7 * 210 \frac{kg}{cm^2} * 100 cm} - A_s * 2810 kg/cm * 9 cm + \frac{2 559,09 kg - m * 100 cm}{0.90} = 0$$

$$A_s = 12,64 cm^2$$

Cálculo del espaciamiento para 12,64 cm² utilizando varillas No.4:

$$Es = (1,27 cm^2 * 100 cm) / 12,64 cm^2 = 10,05 cm$$

El cálculo de acero y espaciamiento para los momentos restantes se indica en la siguiente tabla.

Tabla I. **Área de acero para las losas en el sentido corto (a)**

Núm.	Momento	Valor (kg-m)	Área (cm ²)	Espaciamiento (cm)
1	M (-)1	2 758,13	13,78	10,01
2	M (-)2	2 559,09	12,64	10,05
3	Mbal	2 658,61	13,21	9,61
4	M (+)1	1 856,42	8,84	14,37
5	M (+) 2	1 309,75	6,08	20,89

Fuente: elaboración propia.

Para el sentido corto en todas las losas se utilizará varillas No. 4 @ 10 cm.

- Diseño de plataforma inferior

Se propone una losa de concreto ciclópeo con espesor de 15 cm con el fin de generar una buena distribución de la carga hacia el suelo; la plataforma que estará en contacto directo con el líquido tendrá un espesor de 15 cm de concreto cumpliendo con el acero mínimo, (refuerzo por temperatura) con recubrimientos de 7,5 cm superior e inferior, centrando el refuerzo.

Refuerzo para la plataforma (por temperatura):

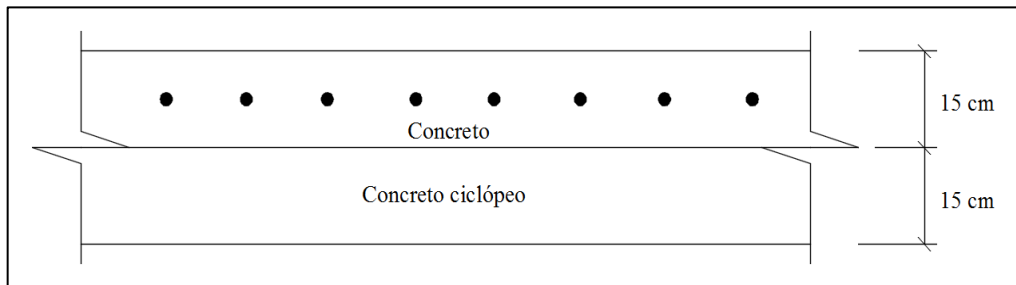
Cuantía mínima de refuerzo, 0,2 %, considerando acero entre grado 40-50

$$A_s = 0,002 * t = 0,002 * 100 \text{ cm} * 15 \text{ cm}$$

$$A_s = 3 \text{ cm}^2 \text{ por metro}$$

Para cubrir el área de acero requerida (A_s) se utilizará: varilla No.3 @ 20 cm en ambos sentidos.

Figura 7. **Esquema de plataforma inferior, tanque zona 2**



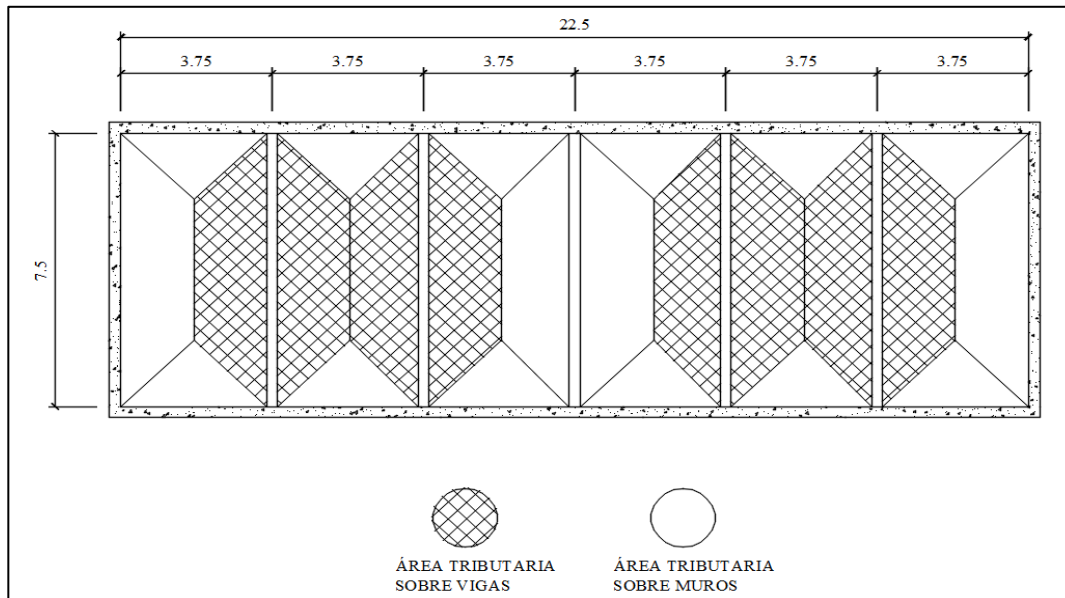
Fuente: elaboración propia, utilizando AutoCAD 2016.

- Diseño de viga

Carga uniformemente distribuida debido al peso de la viga, peso propio:

$$W_v = 2400 \text{ kg/m}^3 * 0,25 \text{ m} * 0,45 \text{ m} = 270 \text{ kg/m}$$

Figura 8. Área tributaria sobre vigas y muros, tanque zona 2



Fuente: elaboración propia, utilizando AutoCAD 2016.

Carga muerta debido a la losa:

$$\text{Área tributaria (At)} = (1,88 * 1,88 + 3,75 * 1,88) * 2 = 21,16 \text{ m}^2$$

$$\text{Peso propio de la losa Pp} = 2400 \text{ kg/m}^3 * 0,12 \text{ m} = 288 \text{ kg/m}^2$$

Carga muerta última:

$$\text{CMU} = 1,4 * 288 \text{ kg/m}^2 = 403,2 \text{ kg/m}^2$$

Carga viva última:

$$\text{CVU} = 1,7 * 80 \text{ kg/m}^2 = 136 \text{ kg/m}^2$$

Carga última:

$$CU = CMU + CVU = 539,20 \text{ kg/m}^2$$

Carga uniformemente distribuida en viga (Wtotv):

$$W_{totv} = (539,20 \text{ kg/m}^2 * 21,16 \text{ m}^2 / 7,5) + 270 \text{ kg/m} = 1\,791,26 \text{ kg/m}$$

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

$$M_v (-) = W_{tot} * L^2 / 24 = 1\,791,26 \text{ kg/m} * 7,5^2 / 24 = 4\,198,27 \text{ kg-m}$$

$$M_v (+) = W_{tot} * L^2 / 14 = 1\,791,26 \text{ kg/m} * 7,5^2 / 14 = 7\,197,03 \text{ kg-m}$$

Cálculo de área de acero:

Datos:

$$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2, f_y = 2\,810 \text{ kg/cm}^2, \text{ varilla No. 6}$$

$$d = h_v - \text{rec} - \text{diámetro}/2 = 45 \text{ cm} - 2,5 \text{ cm} - (1,91 \text{ cm})/2 = 41,55 \text{ cm}$$

$$A_{smin} = (14,1 / 2\,810 \text{ kg/cm}^2) * 25 \text{ cm} * 41,55 \text{ cm} = 5,21 \text{ cm}^2$$

$$A_{smax} = 0,5 * \frac{0,003}{0,003 + \frac{f'_y}{E_y}} * \frac{0,85^2 * f'_c * b d}{f_y}$$

$$A_{smax} = 0,5 * \frac{0,003}{0,003 + \frac{\frac{2\,810 \text{ kg}}{\text{cm}^2}}{2,1 * \frac{10^6 \text{ kg}}{\text{cm}^2}}} * \frac{0,85^2 * \frac{210 \text{ kg}}{\text{cm}^2} * 25 * 41,55}{\frac{2\,810 \text{ kg}}{\text{cm}^2}} = 19,39 \text{ cm}^2$$

Momento que resiste el acero mínimo:

$$M_o = \phi \left[A_{smin} * f'_y \left(d - \frac{A_{smin} * f'_y}{1,7 * f'_c * b} \right) \right]$$

$$M_o = 0,9 \left[5,21 \text{ cm}^2 * 2810 \text{ kg/cm}^2 \left(41,55 - \frac{5,21 \text{ cm}^2 * 2810 \text{ kg/cm}^2}{1,7 * 210 \text{ kg/cm}^2 * 25 \text{ cm}} \right) \right]$$

$$M_o = 5258,53 \text{ kg} - \text{m}$$

El momento que resiste el acero mínimo es mayor al momento negativo, se proponen dos varillas No. 6 para cubrir el momento negativo.

Cálculo del acero necesario para el momento positivo:

$$A_s = \frac{0,85 * f'_c * b d}{f_y} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{M_u}{0,3825 * f'_c * b * d^2}} \right]$$

$$A_s = \frac{0,85 * 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 25 \text{ cm} * 41,55 \text{ cm}}{2810 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{7197,03 \text{ kg} - \text{m} * 100 \text{ cm}}{0,3825 * 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 25 \text{ cm} * (41,55 \text{ cm})^2}} \right]$$

$$A_s = 7,25 \text{ cm}^2$$

Para cubrir el acero positivo se utilizará dos varillas No.6 y dos No.4.

Acero corrido mínimo en cama superior será el mayor entre los siguientes valores:

- 2 varillas No. 6 = 5,70 cm² (mayor)
- 33 % del As(-) = 1,68 cm²

Acero corrido mínimo en cama inferior será el mayor entre los siguientes valores:

- 2 varillas No. 6 = 5,70 cm² (mayor)
- 50 % del As(-) = 2,85 cm²
- 50 % del As(+) = 4,12 cm²

Refuerzo a corte:

Cortante resistente

$$V_{cu} = 0,85 * 0,53 \sqrt{f_c} * bd$$

$$V_{cu} = 0,85 * 0,53 \sqrt{210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} * 25 \text{ cm} * 41,55 \text{ cm} = 6\,781,34 \text{ kg}$$

Cortante actuante

$$V_a = \frac{w_{tot} * L}{2} = \frac{1\,791,26 \text{ kg/m} * 7,5 \text{ m}}{2} = 6\,717,23 \text{ kg}$$

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

- 61 cm
- d/2 = 20.78 cm

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

Resumen de armado de viga intermedia:

Viga con base de 25 cm, altura de 45 cm con dos varillas No.6 corridas en la cama superior y en la cama inferior cuatro varillas corridas, dos No.6 más dos No.4 , estribos @ 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 45 cm, dos varillas corridas No. 6 tanto en la cama superior como inferior y estribos No.3 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:

Capacidad soporte del suelo = $15\,000\text{ kg/m}^2$

Densidad del suelo = $1\,600\text{ kg/m}^3$

Densidad del agua = $1\,000\text{ kg/m}^3$

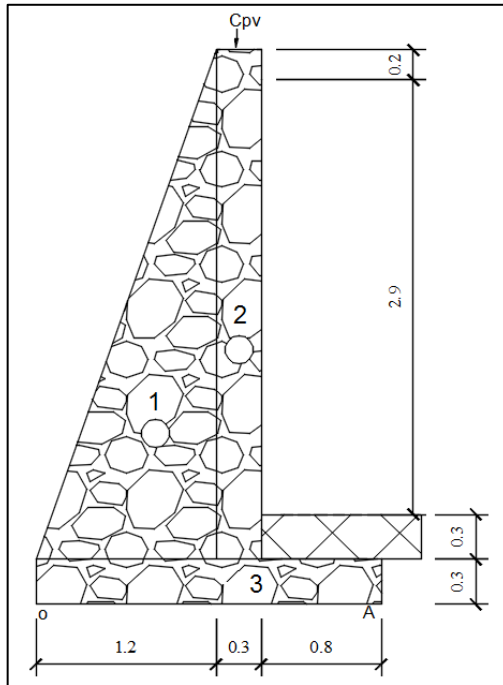
Densidad del concreto reforzado = $2\,400\text{ kg/m}^3$

Densidad del concreto ciclópeo = $2\,700\text{ kg/m}^3$

Ángulo de fricción del suelo = 30°

Cohesión del suelo (Cs) = $2\,550\text{ kg/m}^2$

Figura 9. Perfil de muro del tanque de abastecimiento para la zona 2



Fuente: elaboración propia, utilizando AutoCAD 2016.

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

Carga puntual debido a viga intermedia (Cpv):

Cpv = 6 717,23 kg, es el cortante máximo en el diseño a corte de la viga intermedia.

Carga uniformemente distribuida en lados cortos (WLc):

$$WLc = CU * \frac{At}{\text{Lado corto}}$$

Donde

WLc = carga uniformemente distribuida en lados cortos

CU = Carga última

At = Área tributaria en lado corto

$$WLc = 539,20 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * \frac{3,75 \text{ m} * 1,875 \text{ m}}{2 * 3,75 \text{ m}} = 505,5 \text{ kg/m}$$

Carga uniformemente distribuida debido a viga perimetral (Wvp):

$$Wvp = 0,25 \text{ m} * 0,45 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3 = 270 \text{ kg/m}$$

Carga uniformemente distribuida total (Wtot)

$$Wtot = WLc + Wvp = 505,5 \text{ kg/m} + 270 \text{ kg/m} = 775,5 \text{ kg/m}$$

Carga puntual total por unidad de metro (Cp)

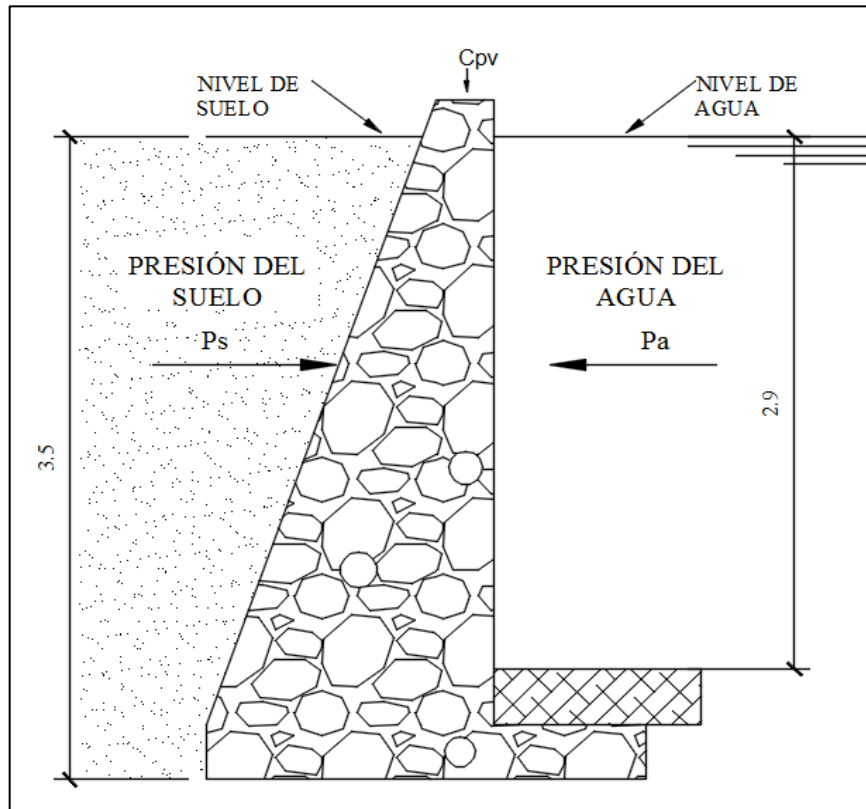
$$Cp = 6717,23 \text{ kg} + 775,5 \text{ kg/m} * 1 \text{ m} = 7492,73 \text{ kg}$$

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

$$Mc = 7492,73 * (0,80 + (0,30 / 2)) = 7118,09 \text{ kg-m}$$

- Primer caso, tanque lleno

Figura 10. Diagrama caso 1, tanque zona 2



Fuente: elaboración propia, utilizando AutoCAD 2016.

Tabla II. Dimensiones del muro para la zona 2

Sección	Dimensiones(m)		AREA(m ²)	ρ (kg/m ³)	Peso WR (kg/m)	Brazo (m)	MR (Kg-m)/m
1	1,2	3,4	2,04	2 700	5 508	0,8	4406 4
2	0,3	3,4	1,02	2 700	2 754	1,35	3717 9
3	0,3	2,3	0,69	2 700	1 863	1,15	2142 45
*por unidad de longitud					10 125		10266 75

Fuente: elaboración propia.

Presión activa (Pa):

$$Pa = \frac{1}{2} * 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * (2,9)^2 = 4\,205 \text{ kg/m}$$

Momento debido a la presión activa (Mo):

$$Mo = Pa * \left[\frac{H}{3} + 0,6 \text{ m} \right] = 4205 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * \left[\frac{2,9}{3} + 0,6 \text{ m} \right] = 6\,587,83 \text{ kg} - \text{m}$$

Presión del suelo (Ps):

$$Ka = \frac{1 - \sin \emptyset}{1 + \sin \emptyset} = \frac{1 - \sin 30^\circ}{1 + \sin 30^\circ} = 0,33$$

$$Ps = \frac{1}{2} * 1\,600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 3,5^2 * 0,33 = 3\,234 \text{ kg/m}$$

Momento debido al suelo (Ms):

$$Ms = \frac{1}{3} * 3\,234 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * 3,5\text{m} = 3\,773 \text{ kg} - \text{m}$$

Factor de seguridad de volteo (Fv):

$$Fv = \frac{Ms + MR + Mc}{Mo}$$

$$Fv = \frac{3\,773 \text{ kg} - \text{m} + 10\,266,75 \text{ kg} - \text{m} + 7\,118,09 \text{ kg} - \text{m}}{6\,587,83 \text{ kg} - \text{m}} = 3,21$$

Fv > 2, cumple volteo.

Factor contra deslizamiento (Fd):

$$Fd = \frac{WR * \tan\left(\frac{2}{3} * \phi\right) + \frac{2}{3} * B * Cs + Ps + Cp}{Pa}$$

$$Fd = \frac{10\,125 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * \tan\left(\frac{2}{3} * 30^\circ\right) + \frac{2}{3} * 2,3 * 2\,550 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * + 3\,234 \frac{\text{kg}}{\text{m}} + 7\,492,73 \frac{\text{kg}}{\text{m}}}{4\,205 \text{ kg/m}}$$

$$Fd = 4,36$$

Fd > 2, cumple deslizamiento.

Factor de seguridad contra falla por capacidad de carga:

Excentricidad:

$$e = \frac{B}{2} - \frac{MR + Mc - Mo}{WR}$$

$$e = \frac{2,3\text{m}}{2} - \frac{(10\,266,75 \text{ kg} - \text{m}) + (7\,118,09 \text{ kg} - \text{m}) - (6\,587,83 \text{ kg} - \text{m})}{10\,125 \text{ kg}}$$

$$e = 0,0836$$

Presiones máxima y mínima:

$$q_{\text{max, min}} = \frac{WR + Cp}{B} * \left(1 \pm \frac{6e}{B}\right)$$

$$q_{\text{punta}} = \frac{10\,125 \frac{\text{kg}}{\text{m}} + 7\,492,73 \text{ kg/m}}{2,3 \text{ m}} * \left(1 + \frac{6 * 0,0836}{2,3 \text{ m}}\right)$$

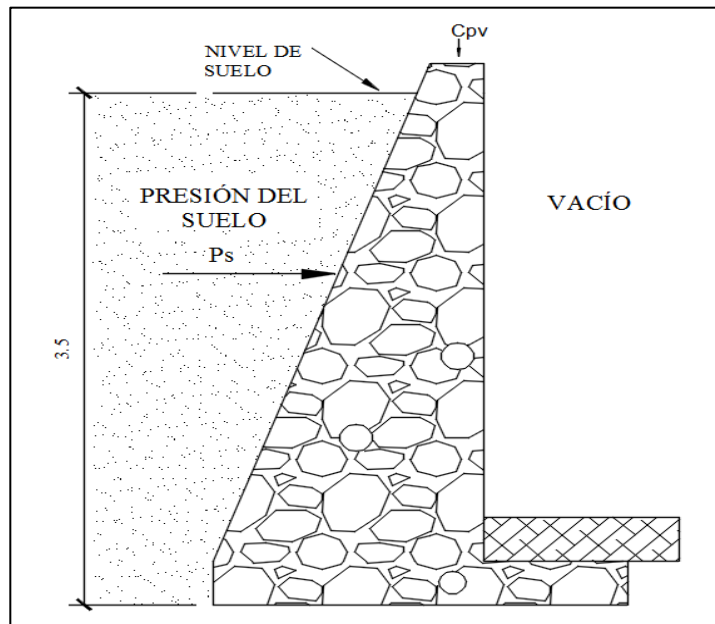
$$q_{\text{punta}} = 9\,330,40 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$q_{\text{punta}} = \frac{10\,125 \frac{\text{kg}}{\text{m}} + 7\,492,73 \text{ kg/m}}{2,3 \text{ m}} * \left(1 - \frac{6 * 0,0836}{2,3 \text{ m}}\right)$$

$$q_{\text{talón}} = 5\,989,36 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

- Segundo caso, tanque vacío

Figura 11. Diagrama caso 2, tanque zona 2



Fuente: elaboración propia, utilizando AutoCAD 2016.

Factor de seguridad de volteo (Fv):

$$Fv = \frac{MR + Mc}{Ms}$$

$$Fv = \frac{10\,266,75 \text{ kg} - \text{m} + 7\,118,09 \text{ kg} - \text{m}}{3\,773 \text{ kg} - \text{m}} = 4,601$$

Fv > 2, cumple volteo.

Factor contra deslizamiento (Fd):

$$Fd = \frac{WR * \tan\left(\frac{2}{3} * \phi\right) + \frac{2}{3} * B * Cs + Cp}{Ps}$$

$$Fd = \frac{10\,125 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * \tan\left(\frac{2}{3} * 30^\circ\right) + \frac{2}{3} * 2,3 * 2\,550 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 7\,492,73 \frac{\text{kg}}{\text{m}}}{3\,234 \frac{\text{kg}}{\text{m}}} = 4,67$$

Fd > 2, cumple deslizamiento.

- Tercer caso, muro intermedio, un lado vacío y el otro lleno

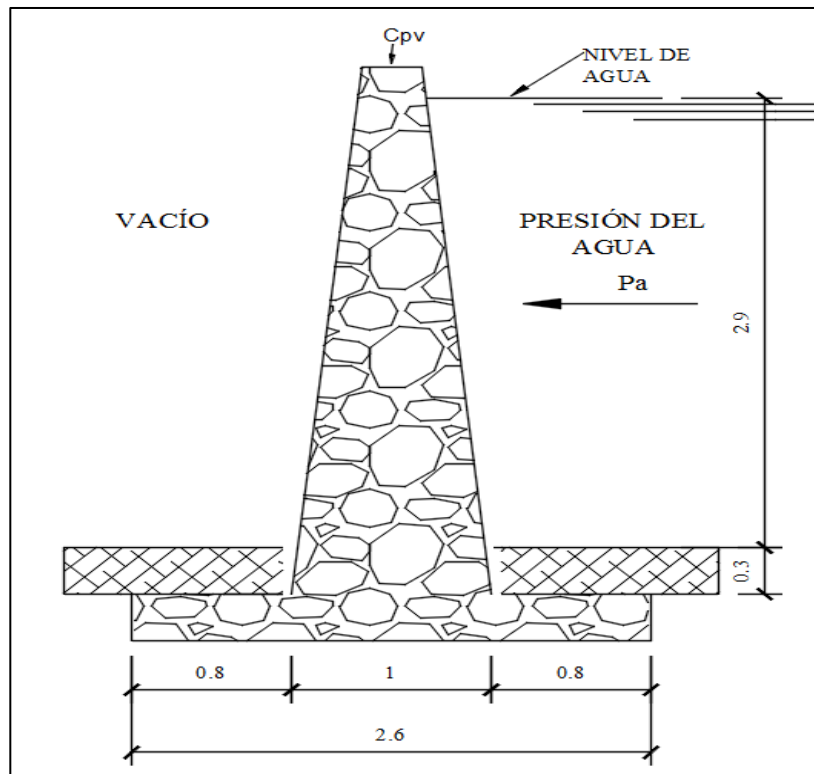
Carga puntual debido a viga perimetral (Cpv´):

Cpv´ = 1 516,23 kg, es la carga distribuida total en la viga intermedia por un metro lineal.

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

$$Mc' = 1\,516,23 \text{ kg} * (1.30) = 1\,971.1 \text{ kg-m}$$

Figura 12. Diagrama caso 3, tanque zona 2



Fuente: elaboración propia, utilizando AutoCAD 2016.

Factor de seguridad de volteo (Fv):

$$Fv = \frac{MR + Mc}{Mo}$$

$$Fv = \frac{15\,865,2 \text{ kg} - \text{m} + 1\,971,1 \text{ kg} - \text{m}}{6\,587,83 \text{ kg} - \text{m}} = 2,71$$

Fv > 2, cumple volteo.

Factor contra deslizamiento (Fd):

$$F_d = \frac{WR * \tan\left(\frac{2}{3} * \phi\right) + \frac{2}{3} * B * C_s + C_p'}{P_a}$$

$$F_d = \frac{12\,204 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * \tan\left(\frac{2}{3} * 30^\circ\right) + \frac{2}{3} * 2,6 * 2\,550 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 1\,516,23 \frac{\text{kg}}{\text{m}}}{4\,205 \text{ kg/m}} = 2,47$$

Fd > 2, cumple deslizamiento.

3.6. Diseño de la red de distribución

Se utilizará una red cerrada debido a que es una zona urbana.

3.6.1. Sectorización de la red de distribución

La sectorización consiste en contemplar válvulas de control las cuales fraccionan en tres partes la red de distribución. La sectorización tiene el fin de suspender el servicio en caso de una fuga, el servicio no estaría interrumpiéndose en toda la red de distribución haciendo uso de las válvulas de control.

Debido a que el proyecto está ubicado en una zona urbana se requiere de un diseño cerrado, por lo que se adoptará el método de Cross, este método tiene el fin de chequear las condiciones establecidas por el diseñador. En este método se asignan signos a los caudales: positivos los que tienen el mismo sentido de las agujas del reloj; y signo negativo para los que tengan sentido

contrario a las agujas del reloj; las pérdidas tendrán el signo según su caudal asociado. Así mismo se debe cumplir con la ecuación de continuidad en cada nodo de la red, caudal que entra es igual al caudal que sale. Se inicia proponiendo la repartición de caudales y fijando los caudales de salida (puntos de servicio) en cada tramo para después corregir los caudales repartidos a través de las iteraciones.

Para continuar con el diseño se calcula la pérdida (H) para determinar la relación H/Q y posteriormente el diferencial del caudal, el cálculo de este último se muestra a continuación:

$$\Delta = \frac{-\sum H}{1.85 * \sum H/Q}$$

Donde:

Δ = diferencial de caudal (l/s).

$\sum H$ = sumatoria de las pérdida de cada tramo del circuito (m).

$\sum H/Q$ = sumatoria de la relación entre pérdida y caudal de cada tramo del circuito.

El valor absoluto del diferencial de caudal debe ser menor al 1% del caudal de entrada; de no ser ese el caso será necesario seguir con el procedimiento desde la pérdida de H con el nuevo caudal alterado por el diferencial determinado, y repetir el procedimiento las veces que sea necesario hasta que el diferencial cumpla con lo establecido. Se debe considerar el diferencial de caudal de los tramos en común con otros circuitos teniendo el cuidado de cambiar el signo del diferencial antes de sumarlo al nuevo caudal.

Para determinar la pérdida (H) a lo largo de los tramos de tubería el método de Cross requiere del uso de la fórmula de Hazen-Williams.

$$H_f = \frac{1\,743,811 * L * 1,05 * Q^{1,85}}{C^{1,85} * \varnothing^{4,87}}$$

Donde:

H_f = pérdidas por fricción en la tubería (pérdidas de carga) en m.

L = longitud del tramo en m

Q = caudal en l/s

\varnothing = diámetro interno de la tubería en pulg

PVC; C = 150

HG; C = 100

Se detalla el diseño del circuito No.1. Cabe mencionar que todos los circuitos se diseñaron con la misma metodología, con el cuidado de cumplir con presiones máximas, mínimas y demás parámetros según INFOM.

- Ejemplo de diseño para el circuito C-1

Datos:

Caudal de entrada (Q_e) = 26,4802 l/s, caudal máximo horario.

Población futura por tramos: 123 habitantes/tramo

C = 150, para tubería PVC

Caudal de salida:

$$Q_s = \frac{Q_e}{\text{No. de tramos}} = \frac{26,4802}{62} = 0,4271 \text{ l/s}$$

El caudal de salida puede calcularse también por medio del caudal medio diario, factor de hora máximo y el número de habitantes por tramo, el resultado sería el mismo siempre que en cada tramo existen el mismo número de personas.

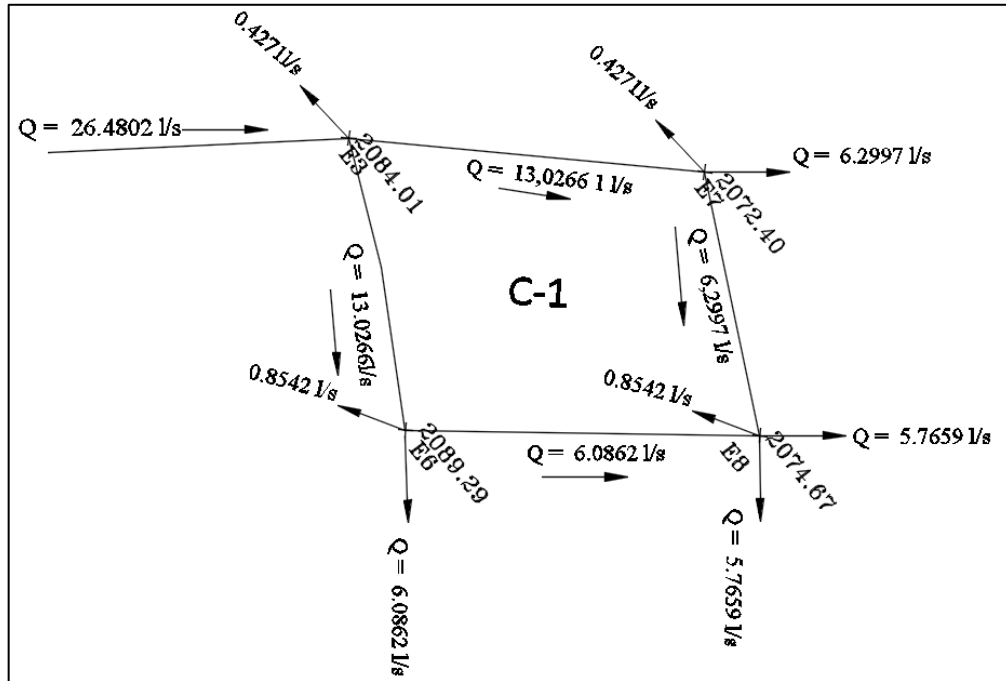
Tabla III. **Datos del circuito a analizar**

CIRCUITO	INICIO	FINAL	COTA INICIAL (m)	COTA FINAL (m)	LONGITUD (m)	SIGNO
C-1	E3	E7	2 084,01	2072,2	125,1764	1
	E3	E6	2 084,01	2 089,29	104,9502	-1
	E6	E8	2 089,29	2 074,66	124,0222	-1
	E7	E8	2 072,4	2 074,66	95,0205	1

Fuente: elaboración propia.

En el esquema a siguiente se presentan los datos del circuito a analizar y la dirección de caudales así como la distribución:

Figura 13. Diagrama circuito C – 1



Fuente: elaboración propia, utilizando AutoCAD 2016

Calculando diámetro teórico para el tramo E3 – E7, de la ecuación de Hazen – Williams se despeja diámetro (\emptyset): hay que notar que el caudal a utilizar en este cálculo es el que se indica en el diagrama para el tramo en cuestión, eso según la distribución de caudales.

$$\emptyset = \left(\frac{1\,743,811 * 125,1764 \text{ m} * 1.05 * 13,0266^{1,85}}{150^{1,85} * (2\,084,01 - 2\,072,40)} \right)^{1/4,87} = 3,01 \text{ pulg}$$

Para el tramo E3 – E7 se utilizará un diámetro de 6 pulgadas debido a que se quiere que la pérdida sea mínima.

Cálculo de la pérdida (H):

$$H_f = \frac{1\,743,811 * 125,1764 \text{ m} * 1,05 * 13,0266^{1,85}}{150^{1,85} * 6,115^{4,87}} = 0,3691 \text{ m}$$

Calculando la relación: H/Q

$$H/Q = 0,3691\text{m} / 13,0266 \text{ l/s} = 0,0283\text{m/l/s}$$

El cálculo de la pérdida y la relación H/Q se realiza de la misma manera para los tramos restantes del circuito en análisis, así finalmente para obtener la sumatoria de pérdidas y la sumatoria de la relación H/Q teniendo el cuidado de manejar los signos que le correspondan al caudal y a la pérdida asociada.

Calculando el diferencial de caudal:

$$\Delta = \frac{-0,1521}{1,85 * 1,0422} = -0,0789$$

$\Delta > 1\% * 26,4802 \text{ l/s}$ No cumple.

Tabla IV. **Resultados para el circuito C-1, primera iteración**

CIRCUITO	INICIO	FINAL	Φ INTERNO	Q l/s	H	H/Q	Δ
C-1	E3	E7	6,115	13,0266	0,3691	0,0283	-0,8125
	E3	E6	6,115	-13,0266	-0,3094	0,0238	-0,8125
	E6	E8	6,115	-6,0862	-0,0895	0,0147	-0,8125
	E7	E8	5,135	6,2997	0,1711	0,0272	-0,8125
					0,1413	0,0940	

Fuente: elaboración propia.

El procedimiento es el mismo para cada uno de los circuitos, haciendo hincapié en tomar en cuenta los diferenciales de los tramos en común para el cálculo de los nuevos caudales. La memoria de cálculo completa se adjunta en los anexos

3.7. Presupuesto

Es el cálculo anticipado de los gastos de las actividades constructivas a realizar para la concepción del proyecto, es un plan de acción dirigido a cumplir una meta prevista.

Tabla V. **Presupuesto de abastecimiento de agua potable, zona 2**

PROYECTO: DISEÑO DEL TANQUE DE ABASTECIMIENTO Y RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA ZONA 2 DE ZARAGOZA		
Núm.	DESCRIPCIÓN	
1	Renglón: tanque de distribución	Q 306 110,91
2	Renglón: línea de distribución	Q 2 031 954,95
3	Renglón: conexión domiciliar	Q 726 330,75
4	Renglón: cajas de válvulas	Q 18 662,40
Total		Q 3 083 059,01
COSTO TOTAL DEL PROYECTO Q 3,083,059.01 TRES MILLONES OCHENTA Y TRES MIL CINCUENTA Y NUEVE QUETZALES CON 01/100		

Fuente: elaboración propia.

3.8. Planos

En los planos constructivos se detallan las dimensiones y los componentes de las redes de distribución así como de los tanques de abastecimiento. Los planos se adjuntan en los apéndices del presente trabajo de graduación.

3.9. Operación y mantenimiento

Es necesario revisar periódicamente los componentes del sistema de agua potable con el fin de garantizar que este funciona de forma adecuada, se deben verificar que los elementos sigan en buenas condiciones y de no ser ese el caso se deberán realizar las tareas necesarias para reparar los elementos dañados. Para esta tarea será necesario capacitar al fontanero quien será el principal administrador del sistema.

Mantenimiento preventivo, entre estos será necesario considerar los siguientes:

- Revisar si existen en los trayectos de toda la tubería zonas húmedas ya que esto es un indicador de fugas.
- Verificar constantemente el buen funcionamiento de válvulas y accesorios que estén al alcance.
- Inspeccionar la bomba periódicamente para luego programar su mantenimiento correctivo en el caso de ser necesario.
- Limpiar y verificar el tanque de almacenamiento.

Mantenimiento correctivo, entre los trabajos a realizar están los siguientes:

- Cambio de accesorios: entiéndase válvulas, llaves, candados en el caso de las cajas.
- Reparación en tuberías si se presentaran fugas, utilizar teflón para PVC.

3.10. Propuesta de tarifa

Es necesario contar con los fondos para poder darle mantenimiento al sistema; la propuesta de tarifa tiene el fin de dar ingresos a dichos fondos, los cuales deberán ser sufragados por los usuarios a través de un pago mensual, todo esto con el fin garantizar el buen funcionamiento y la sustentabilidad del sistema. Se estima la tarifa mensual según los siguientes costos:

Tabla VI. **Costos del proyecto zona 2**

Descripción	Operación	Resultado
Costo inicial	Presupuesto	Q3,083,059.01
C. Inicial/tiempo diseño	Q. 3,083,059.01/(12*20)	Q12,846.08
Costo de operación	(10%)(Q. 12,846.08)	Q1,284.61
Mantenimiento	(17%)(Q. 12,846.08)	Q2,183.83
Costo de imprevistos	(60%)(1,284.61 + 2,183.83)	Q2,081.06
Costo total		Q18,395.58

Fuente: elaboración propia.

$$\text{Tarifa mensual} = \frac{Q18\,395.58 - Q18\,395.58 * 70\%}{802} = Q6,88/\text{mes}$$

Debido a que el proyecto no contempla la línea de impulsión, en este cálculo no se considera el costo energético por mes, por lo que la tarifa propuesta entonces será de Q. 10,00/mes.

3.11. Evaluación de impacto ambiental

Se llevará a cabo un diagnóstico del impacto ambiental que se pueda generar por motivo de la ejecución y funcionamiento de la red de distribución de agua potable en la zona 2 del municipio de Zaragoza.

La evaluación de impacto ambiental (EIA) tiene el objetivo de establecer medidas preventivas necesarias para erradicar o mitigar los efectos generados por la implementación del proyecto. La EIA requiere que se cumplan los requisitos elementales que se describen a continuación.

- Asegurar que todos los factores ambientales vinculados con el proyecto hayan sido examinados.
- Definir impactos ambientales de gran magnitud con el fin de establecer las medidas de mitigación que erradiquen dichos impactos y así reducirlos a un nivel tolerable ambientalmente.
- Fijar un proceso de manejo, control y seguimiento que mida las posibles variaciones de las condiciones reales al echar andar el proyecto.

3.11.1. Control o impacto ambiental

En cuanto a la introducción de agua potable, a continuación se presentan los factores ambientales asociados:

- Emisiones a la atmosfera: el proyecto por ser de agua potable no genera emisiones a la atmosfera de ninguna clase.

- Descarga de aguas residuales: en el caso de que existiera algún tipo de descargas residuales o fugas, el receptor sería el mismo suelo.
- Ruidos: los ruidos generados al momento de ejecutar el proyecto son tolerables, estos serán mínimos a lo largo de toda su construcción, los vecinos no se verán afectados.
- Contaminación visual: el impacto visual en este caso lo representan las zanjas debidas a la excavación.

3.11.2. Plan de mitigación

Debido a que los efectos son tolerables se presenta atención principalmente al tanque de distribución, el que se encuentra a pocos metros de la carretera que da acceso al municipio por lo que es necesario garantizar que se encuentre totalmente cubierto evitando el paso a cualquier objeto o gases expulsados por los vehículos. En el perímetro del terreno en donde se encuentra el tanque debe existir como mínimo un cerco que evite la entrada a personas o animales.

3.12. Evaluación socioeconómica

El principal propósito de evaluar el proyecto es describir los beneficios y luego darles el valor apropiado, a partir de esto realizar indicadores de rentabilidad social por medio de un estudio beneficio costo. Parte de la evaluación socioeconómica considera el análisis del valor presente neto (VPN) y de la tasa interna de retorno (TIR).

3.12.1. Valor presente neto

Es el método que se utiliza para evaluar proyectos de inversión a largo plazo, y que permite determinar el valor presente de un determinado número de flujos de caja a futuro. Para este proyecto la municipalidad invertirá Q. 2 562 977,62 en se ejecución. Se estima tener los siguientes ingresos: la instalación de la acometida será de un pago único de Q200,00 por vivienda.

Tabla VII. **Flujos de caja de proyecto zona 2**

Descripción	Operación	Resultado
Costo inicial	Presupuesto	Q3,083,059.01
Ingreso inicial	(Q.200.00)*(802 viviendas)	Q160,400.00
Ingreso anual	(Q 10.00)*(802V.)*(12 meses)	Q96,240.00
Operación	(10%)*(12,846.08)(12 meses)	Q15,415.30
Mantenimiento	(17%)(12,846.08)(12meses)	Q26,206.00

Fuente: elaboración propia.

$$VPN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0$$

$$VPN = \sum_{t=1}^{20} \frac{96\,240,00 - (15\,415,30 + 26\,206,00)}{(1 + 0,06)^{20}} - (3\,083\,059,01 - 160\,400,00)$$

$$VPN = -2\,905\,628,64$$

El valor presente neto es negativo, este déficit será cubierto por la municipalidad.

3.12.2. Tasa interna de retorno

La tasa interna de retorno (TIR) es la tasa de descuento que ejerce para que la suma de los flujos descontados sea igual a la inversión inicial; es decir que a través de este análisis se puede determinar la rentabilidad de un proyecto.

Para este proyecto no se considera una rentabilidad debido a que es necesario tener un ingreso; este proyecto es puramente de carácter social no se puede conceptuar ningún tipo de ingreso y, por consiguiente, no es posible realizar el cálculo correspondiente a la tasa interna de retorno.

4. DISEÑO DEL TANQUE DE ABASTECIMIENTO Y RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO RINCÓN CHIQUITO, ZARAGOZA, CHIMALTENANGO

4.1. Consideraciones generales

El proyecto de abastecimiento de agua potable tiene como fin proteger la salud de los habitantes de las regiones beneficiadas, como parte fundamental del saneamiento para una población, que también abarca el servicio de aguas servidas.

El agua a servir debe garantizarse como sanitariamente segura: inodora, incolora, sin químicos y ningún tipo de bacterias. Al cumplir con estos parámetros el agua podrá beberse sin ningún riesgo de salud.

4.1.1. Fuentes de agua

Las fuentes de agua pueden tener dos orígenes: superficial o subterráneo; esta última está constituida por los acuíferos y las de origen superficial por ríos, lagos y el agua de lluvia. Las fuentes pueden ser una o varias, de un mismo tipo o distintas.

A la Municipalidad de Zaragoza le interesa únicamente el diseño de la red de distribución y el diseño del tanque de abastecimiento, es responsabilidad de la municipalidad proveer el caudal necesario y todo lo correspondiente a la línea de conducción. Para este proyecto ya se cuentan con una fuente por gravedad, según el aforo se determinó un caudal de 1l/s, esta fuente cuenta con

su línea de conducción. La municipalidad se ha encargado de gestionar la perforación de un pozo mecánico.

4.2. Periodo de diseño

El periodo de diseño se definió en el diseño anterior; para establecerlo en este caso también se tomará en consideración la vida útil de los materiales, los costos y la tasa de interés. En nuestro medio se estima que la vida útil de los materiales es de aproximadamente 20 años, en función del desgaste y entre otros factores involucrados; por lo tanto, el periodo de diseño será de 22 años debido a que hay más posibilidades de expansión por la disposición de terreno en el caserío Rincón Chiquito.

4.3. Determinación de población y proyección

Se necesita estimar el número de la población futura a servir. La población crece o decrece según la tasa de natalidad, mortalidad, inmigración y emigración. Entonces, el diseño del sistema de abastecimiento de agua se basa en la cantidad de habitantes a servir.

Al igual que en todo diseño, es importante considerar las condiciones socioeconómicas del municipio; también los factores internos y externos que pueden afectar la variación de habitantes en la comunidad Rincón Chiquito.

Para la determinación de la población actual, se conoce el dato por medio del censo realizado por el comité de agua del caserío Rincón Chiquito. Se utilizó para este proyecto el método geométrico para la determinación de la población futura.

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

Donde

Pf = población futura

Pi = población inicial

r = tasa de incremento poblacional (3,82 % según INE)

n = periodo de diseño

$$Pf = 1400 * (1 + 0,0382)^{22} = 3\ 194 \text{ hab}$$

4.4. Dotaciones y consumos

Como se definió en el proyecto anterior, es necesario prestar atención a los factores de clima, nivel de vida, actividades productivas, abastecimiento privado, servicios comunales y calidad del agua. A pesar de ser un área urbana, el consumo del vital líquido es relativamente alto según el conocimiento del comité a cargo de administrar el agua en el caserío. Con base en lo anterior se considera una dotación de 120 L/hab/día.

4.5. Caudales de diseño

Son los consumos considerados para el dimensionamiento de las tuberías y obras hidráulicas.

4.5.1. Caudal medio diario

Este caudal es la cantidad promedio de agua que consume una población en un día. Está en función de la dotación asignada y la población futura a servir.

$$Q_{md} = \frac{\text{Dotación} * \text{Población a servir}}{\frac{86400S}{\text{día}}} = \frac{120 * 3\ 194}{86400} = 4,44 \text{ l/s}$$

4.5.2. Caudal máximo diario

Se determina multiplicando el caudal medio diario por un factor que varía entre 1,2 y 1,5 para poblaciones futuras menores de 1 000 habitantes y 1,2 para poblaciones de futuras mayores de 1 000 habitantes. El factor a utilizar será de 1,2 por ser una población futura de 3 194 habitantes.

$$Q_{dm} = Q_{md} * FMD = 4,44 * 1,2 = 5,32 \text{ l/s}$$

4.5.3. Caudal máximo horario

El caudal máximo horario se determina multiplicando el consumo diario por el factor de 2,0 a 3,0 para poblaciones futuras menores de 1 000 habitantes y 2,0 para poblaciones futuras mayores de 1 000 habitantes. Considerando el número de habitantes y la tasa de crecimiento se utilizara un factor de 2,0

$$Q_{mh} = Q_{md} * FMH = 4,44 * 2 = 8,87 \text{ l/s}$$

4.5.4. Caudal de bombeo

Como se ha especificado con anterioridad, los proyectos corresponden únicamente al diseño de la red de distribución y el diseño del tanque de abastecimiento; sin embargo, se dejará estimada la capacidad de la bomba a utilizar y para tal efecto es necesario calcular el caudal de bombeo, cuyo máximo diario asciende a 5,32 l/s. Además, para este proyecto las fuentes serán dos: una por bombeo y otra por gravedad; esta última proporciona un

caudal de 1,00 l/s, entonces el caudal máximo diario a utilizar para el cálculo del caudal de bombeo será de 4,32 l/s. El caudal de bombeo según *La guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano*, INFOM se determina con la siguiente ecuación.

$$Q_b = \frac{Q_{md} * 24 \text{ horas}}{\text{No. de horas}}$$

Donde

Q_b = caudal de bombeo

Q_{md} = Caudal máximo diario

$$Q_b = \frac{4,32 \text{ l/s} * 24 \text{ horas}}{12 \text{ horas}} = 8,64 \text{ l/s}$$

El caudal de bombeo mínimo necesario es de 8,64 l/s para abastecer al caserío Rincón Chiquito.

4.5.5. Determinación del tipo de bomba a utilizar

En virtud de que no se ha realizado la perforación de los pozos y no se tiene la información de: el perfil estratigráfico, el caudal, los niveles hidráulicos, la calidad del empaclado y el entubado del pozo, no se calcula la potencia de la bomba requerida.

4.6. Tanque de abastecimiento

Como se describió en el diseño del tanque del proyecto anterior, este sirve para compensar el volumen requerido respecto a las variaciones horarias. Este no deberá ser menor a cinco metros cúbicos.

4.6.1. Volumen del almacenamiento

Para este proyecto se tomará un 40 % del caudal medio diario debido a que es un sistema por bombeo.

$$\text{Volumen de almacenamiento} = \frac{40 \% * Q_{md} * 86\ 400}{1000}$$

$$\text{Volumen de almacenamiento} = \frac{40 \% * 4.44 * 86400}{1000} = 153,45 \text{ m}^3$$

El tanque de almacenamiento tendrá un volumen de 153,45 m³.

4.6.2. Diseño del tanque de abastecimiento

EL tanque estará constituido por concreto ciclópeo al igual que el tanque del proyecto anterior.

Con una profundidad de 2,5m y largo de 9,90m.

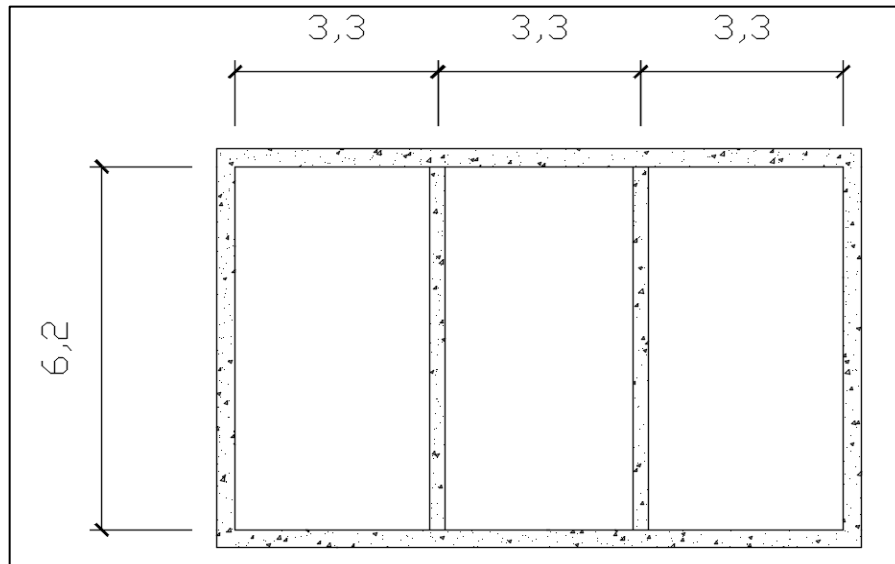
$$153,45\text{m}^3 = 2,5 \text{ m} * 9,90 \text{ m} * \text{ancho}$$

$$\text{ancho} = 6,20 \text{ m}$$

Las dimensiones del tanque serán entonces:

- Profundidad de 2,5 m
- Ancho de 6,20 m
- Largo de 9,90 m

Figura 14. **Planta de tanque de abastecimiento para el caserío Rincón Chiquito**



Fuente: elaboración propia, utilizando AutoCAD 2016.

- Diseño de la cubierta

Cálculo de momentos en losas

Según método ACI 318S – 11

$A/B = 3,3 / 6,20 = 0,53$, se diseña en dos sentidos.

Espesor de losa:

$$t = P / 180 = 2 * (3,3 + 6,20) / 180 = 0,11, \text{ se tomará un espesor de } 11 \text{ cm}$$

Carga muerta (CM):

$$\text{Peso propio} = 2400 \text{ kg/m}^2 * 0,11 \text{ m} * 1 \text{ m} * 3,30 \text{ m} = 871,20 \text{ kg/m}$$

Carga viva (CV):

$$\text{Carga viva} = 80 \text{ kg/m}^2 * 3,3 \text{ m} * 1 \text{ m} = 264 \text{ kg/m}$$

Carga muerta última (CUM):

$$\text{CUM} = 1,4 * 871,20 \text{ kg/m} = 1219,68 \text{ kg/m}$$

Carga viva última (CUV):

$$\text{CUV} = 1,7 * 264 \text{ kg/m}^2 = 448,80 \text{ kg/m}$$

Carga última (CU):

$$\text{CU} = \text{CUM} + \text{CUV} = 1668,48 \text{ kg/m}$$

Càlculo de momentos por coeficientes según Nilson 12ª. Edición Tablas 12.3, 12.4, 12.5.

Momentos en losas externas, caso 6:

Momento negativo por CU

$$M (-) a = CWa^2 = 0,097 * 1668,48 \text{ kg} * (3,3^2) = 1762,47 \text{ kg-m}$$

$$M (-) b = 0$$

Momento positivo por CM y CV

$$M (+) a = 0,061 * 1219,68 * 3,3^2 + 0,078 * 448,80 * 3,3^2 = 1191,44 \text{ kg-m}$$

$$M (+) b = 0,003 * 1219,68 * 6,2^2 + 0,005 * 448,80 * 6,20^2 = 226,91 \text{ kg-m}$$

Como el $M(-) b = 0$, por definición se le asigna un tercio del momento positivo, se tiene entonces: $M(-) b = 75,64 \text{ kg-m}$

Momento en losa interna, caso 5:

Momento negativo por CU

$$M(-) a = CWa^2 = 0,090 * 1\,668,48 * (3,3^2) = 1\,635,28 \text{ kg-m}$$

$$M(-) b = 0$$

Momento Positivo por CM y CV

$$M(+) a = 0,039 * 1\,219,68 * 3,3^2 + 0,067 * 448,80 * 3,3^2 = 845,47 \text{ kg-m}$$

$$M(+) b = 0,001 * 1\,219,68 * 6,2^2 + 0,004 * 448,80 * 6,2^2 = 115,89 \text{ kg-m}$$

Como el $M(-) b = 0$ es cero por definición, se le asigna un tercio del momento positivo; se tiene entonces: $M(-) b = 38,63 \text{ kg-m}$

Balanceo de momentos:

Los momentos negativos entre la losa de borde e interna no son los mismos por lo que es necesario balancearlos, si el 80 % del momento mayor no excede al momento menor el momento balanceado será el promedio de los momentos, de no ser ese el caso el balanceo de momento será por medio de rigideces, entonces:

$$\text{Momento mayor (M1)} = 1\,762,47 \text{ kg-m}$$

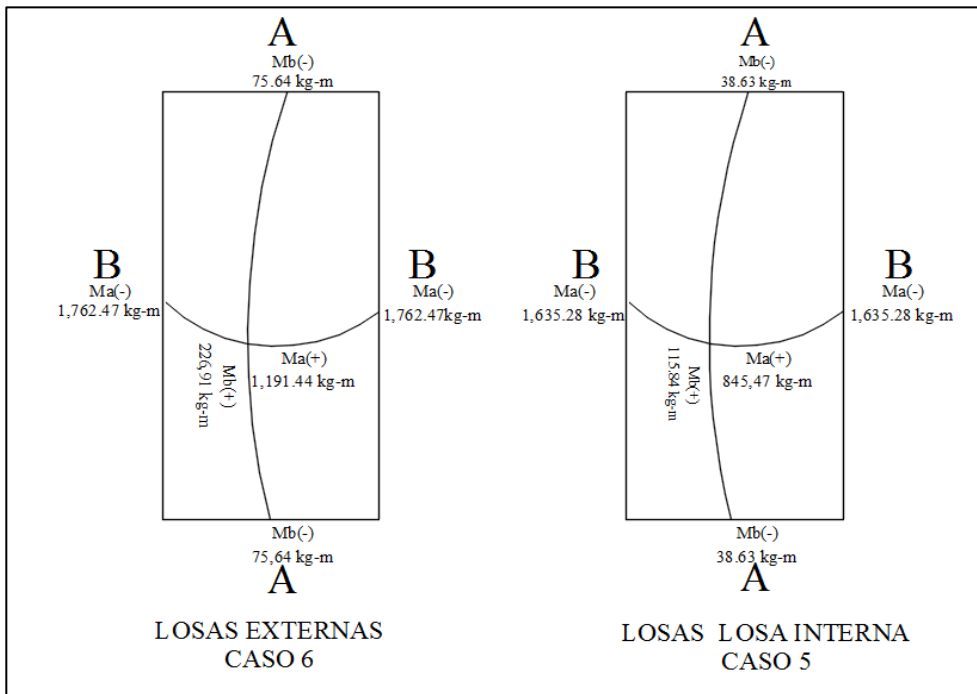
$$\text{Momento menor (M2)} = 1\,635,28 \text{ kg-m}$$

$$1\,762,47 * 80\% < 1\,635,28$$

$$1\,409,98 < 1\,635,28, \text{ cumple!}$$

Entonces el momento balanceado será:
 $(1\ 762,47 + 1\ 635,28)/2 = 1698,88\ \text{kg-m}$

Figura 15. Diagrama de momentos en losa, tanque Rincón Chiquito



Fuente: elaboración propia, utilizando AutoCAD 2016.

Cálculo de acero de refuerzo:

Datos:

$f'_c = 210\ \text{kg/cm}^2$, $f_y' = 2\ 810\ \text{kg/cm}^2$, $b = 100\ \text{cm}$, varilla No. 3

$d = t - \text{rec} - \text{diámetro}/2 = 11 - 2.5 - 0.95/2 = 8\ \text{cm}$

$A_{smin} = (14,1 / 2810\ \text{kg/cm}^2) * 100\ \text{cm} * 8\ \text{cm} = 4,01\ \text{cm}^2$

$$S_{max} = 3t = 3 * 11 = 33 \text{ cm}$$

Momento resistente con A_{smin} :

$$M_o = \phi \left[A_{smin} * f'_y \left(d - \frac{A_{smin} * f'_y}{1,7 * f'_c * b} \right) \right]$$

$$M_o = 0,9 \left[4,01 \text{cm}^2 * 2810 \text{kg/cm}^2 \left(8 \text{cm} - \frac{4,01 \text{cm}^2 * 2810 \text{kg/cm}^2}{1,7 * 210 \text{kg/cm}^2 * 100 \text{cm}} \right) \right]$$

$$M_o = 779.29 \text{ kg} - \text{m}$$

El momento que resiste el acero mínimo es mayor a los momentos en el sentido largo.

Espaciamiento del para el A_{smin} :

Con una regla de tres se determina el espaciamiento, considerando una varilla No. 4 entonces:

$$E_s = (1,27 \text{ cm}^2 * 100 \text{cm}) / 4,01 \text{cm}^2 = 31,67 \text{cm}$$

El espaciamiento en el sentido largo para todas las losas será de 30 cm con varilla No. 4.

Los momentos tanto negativos como positivos en el sentido largo de las losas son menores al momento que resiste el acero mínimo; pasa lo mismo con el resto de momentos, por lo que se procede a calcular el área de acero para los momentos restantes.

Momentos en losas sentido corto (a):

M (-) 1 = momento negativo en la losa externa

M (-) 2 = momento negativo en la losa interna

Mbal = momento balanceado

M (+) = momento positivo en la losa externa

M (+) = momento positivo en la losa interna

Cálculo del área de acero para el momento No.1 M (-)1 = 1 762,47 kg-m

Despejando el "As" de la ecuación de momento resistente se tiene:

$$\frac{(A_s * f_y)^2}{1.7f'_c * b} - A_s * f_y * d + \frac{M_u * 100}{0.90} = 0$$

Sustituyendo valores para M (-)1:

$$\frac{\left(A_s * 2810 \frac{\text{kg}}{\text{cm}}\right)^2}{1,7 * 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 100 \text{ cm}} - A_s * 2810 \text{ kg/cm} * 8 \text{ cm} + \frac{1\,762,47 \text{ kg} - \text{m} * 100 \text{ cm}}{0.90} = 0$$

$$A_s = 9,62 \text{ cm}^2$$

Cálculo del espaciamiento para 9,62 cm² utilizando varillas No.4

$$Es = (1,27 \text{ cm}^2 * 100 \text{ cm}) / 9.62 \text{ cm}^2 = 13.20 \text{ cm}$$

El cálculo de acero y espaciamiento para los momentos restantes se indica en la siguiente tabla.

Tabla VIII. **Área de acero para las losas en el sentido corto (a)**

Núm.	Momento	Valor (kg-m)	Área (cm ²)	Espaciamiento (cm)
1	M (-)1	1762,47	9,62	13,2
2	M (-)2	1635,28	8,85	14,35
3	Mbal	1698,88	9,24	13,74
4	M (+)1	1191,44	6,28	20,22
5	M (+) 2	845,47	4,37	29,06

Fuente: elaboración propia.

Para el sentido corto en todas las losas se utilizará varillas No. 4 @ 13 cm.

- Diseño de plataforma inferior

Al igual que la plataforma del tanque del diseño anterior, se propone una losa de concreto ciclópeo con espesor de 15 cm con el fin de generar una buena distribución de la carga hacia el suelo; la plataforma que estará en contacto directo con el líquido tendrá un espesor de 15 cm de concreto cumpliendo con el acero mínimo, (refuerzo por temperatura) con recubrimientos de 7,5 cm superior e inferior, centrando el refuerzo.

Refuerzo para la plataforma (por temperatura):

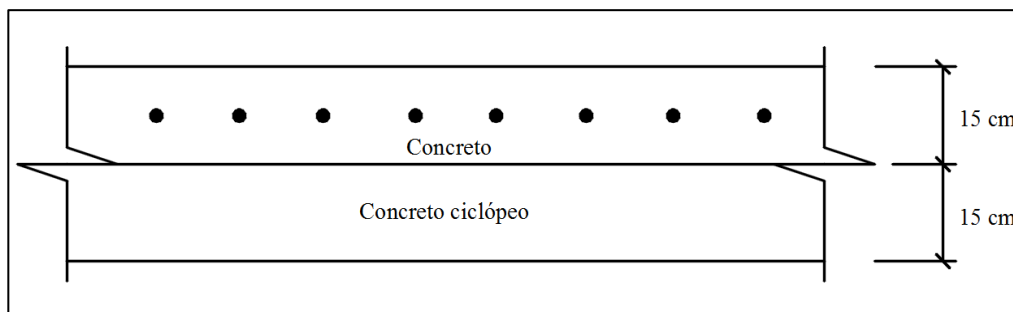
Cuantía mínima de refuerzo, 0,2 %, considerando acero entre grado 40-50

$$A_s = 0,002 * t = 0,002 * 100 \text{ cm} * 15 \text{ cm}$$

$$A_s = 3 \text{ cm}^2 \text{ por metro}$$

Para cubrir el área de acero requerida (A_s) se utilizará: varilla No.3 @ 20 cm en ambos sentidos.

Figura 16. **Esquema de plataforma inferior, tanque Rincón Chiquito**



Fuente: elaboración propia, con software AutoCAD 2011

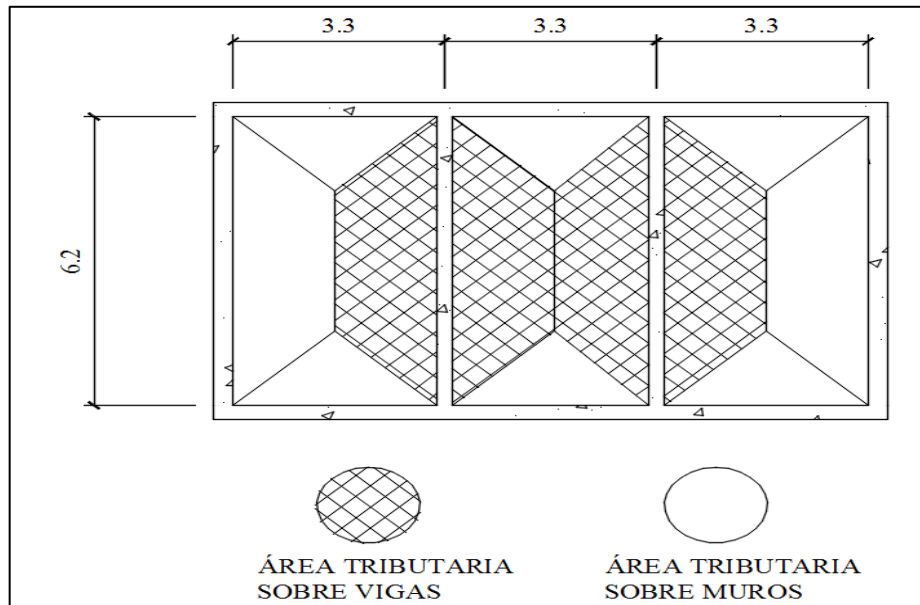
Fuente: elaboración propia, utilizando AutoCAD 2016.

- Diseño de viga

Carga uniformemente distribuida debido al peso de la viga, peso propio:

$$W_v = 2\,400 \text{ kg/m}^3 * 0,25 \text{ m} * 0,40 \text{ m} = 240 \text{ kg/m}$$

Figura 17. Área tributaria sobre vigas y muros, tanque Rincón Chiquito



Fuente: elaboración propia, utilizando AutoCAD 2016

Carga debido a la losa:

$$\text{Área tributaria (At)} = (1,65 * 1,65 + 2,90 * 1,65) * 2 = 15,02 \text{ m}^2$$

$$\text{Peso propio de la losa Pp} = 2\,400 \text{ kg/m}^3 * 0,11\text{m} = 264,00 \text{ kg/m}^2$$

Carga última por carga muerta

$$\text{CMU} = 1,4 * 264 \text{ kg/m}^2 = 369,60 \text{ kg/m}^2$$

Carga última por carga viva

$$\text{CVU} = 1,7 * 80 \text{ kg/m}^2 = 136 \text{ kg/m}^2$$

Carga última

$$CU = CMU + CVU = 505,60 \text{ kg/m}^2$$

Carga uniformemente distribuida en viga (W_{totv}):

$$W_{totv} = 505,60 \text{ kg/m}^2 * 15,02 \text{ m}^2 / 6,20 + 240 \text{ kg/m} = 1 464,86 \text{ kg/m}$$

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

$$M_v (-) = W_{tot} * L^2 / 24 = 1 464,86 \text{ kg/m} * 6,2^2 / 24 = 2 346,22 \text{ kg-m}$$

$$M_v (+) = W_{tot} * L^2 / 14 = 1 464,86 \text{ kg/m} * 6,2^2 / 14 = 4 022,09 \text{ kg-m}$$

Cálculo de área de acero:

Datos:

$$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2, f'_y = 2 810 \text{ kg/cm}^2, \text{ varilla No. 6}$$

$$d = h_v - \text{rec} - \text{diámetro}/2 = 40 \text{ cm} - 2,5 \text{ cm} - 1,91 \text{ cm}/2 = 36,55 \text{ cm}$$

$$A_{smin} = (14,1 / 2 810 \text{ kg/cm}^2) * 25 \text{ cm} * 36,55 \text{ cm} = 4,59 \text{ cm}^2$$

$$A_{smax} = 0,5 * \frac{0,003}{0,003 + \frac{f'_y}{E_y}} * \frac{0,85^2 * f'_c * b d}{f'_y}$$

$$A_{smax} = 0,5 * \frac{0,003}{0,003 + \frac{2810 \frac{kg}{cm^2}}{2,1 * 10^6 \frac{kg}{cm^2}}} * \frac{0,85^2 * 210 \frac{kg}{cm^2} * 25 * 36,55}{2810 \frac{kg}{cm^2}} = 34,12 \text{ cm}^2$$

Momento que resiste el acero mínimo:

$$M_o = \phi \left[A_{smin} * f'_y \left(d - \frac{A_{smin} * f'_y}{1,7 * f'_c * b} \right) \right]$$

$$M_o = 0,9 \left[4,59 \text{ cm}^2 * 2\,810 \text{ kg/cm}^2 \left(36,55 \text{ cm} - \frac{4,59 \text{ cm}^2 * 2\,810 \text{ kg/cm}^2}{1,7 * 210 \text{ kg/cm}^2 * 25 \text{ cm}} \right) \right]$$

$$M_o = 4\,075,01 \text{ kg} - m$$

El momento que resiste el acero mínimo es mayor al momento negativo y positivo. Se proponen cuatro varillas No. 4 tanto en la cama superior como en la cama inferior.

Acero corrido mínimo en cama superior será el mayor entre los siguientes valores:

- 4 varillas No. 4 = 5,08 cm² (mayor)
- 33% del As(-) = 1,68 cm²

Acero corrido mínimo en cama inferior será el mayor entre los siguientes valores:

- 4 varillas No. 4 = 5,08 cm² (mayor)
- 50% del As(-) = 2,54 cm²
- 50% del As(+) = 2,54 cm²

Refuerzo a corte:

Cortante resistente

$$V_{cu} = 0,85 * 0,53 \sqrt{f'_c} * b d$$

$$V_{cu} = 0,85 * 0,53 \sqrt{210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} * 25 \text{ cm} * 36,55 \text{ cm} = 5\,965,29 \text{ kg}$$

Cortante actuante

$$V_a = \frac{w_{tot} * L}{2} = \frac{1\,464,86 \text{ kg/m} * 6,2 \text{ m}}{2} = 4\,541,07 \text{ kg}$$

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

- 61 cm
- $d/2 = 18,28$

Estribos No.3 @ 18 cm, el primero a 10 cm ($d/4$)

Resumen de armado de viga intermedia:

Viga con base de 25 cm, altura de 40 cm con cuatro varillas No.4 corridas tanto en la cama superior como inferior, estribos No.3 @ 18 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 40 cm, dos varillas corridas No.4 tanto en la cama superior como inferior y estribos No.3 a cada 20 cm.

- Diseño de muros del tanque de abastecimiento

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

Datos:

Capacidad soporte del suelo = $15\ 000\ \text{kg/m}^2$

Densidad del suelo = $1\ 600\ \text{kg/m}^3$

Densidad del agua = $1\ 000\ \text{kg/m}^3$

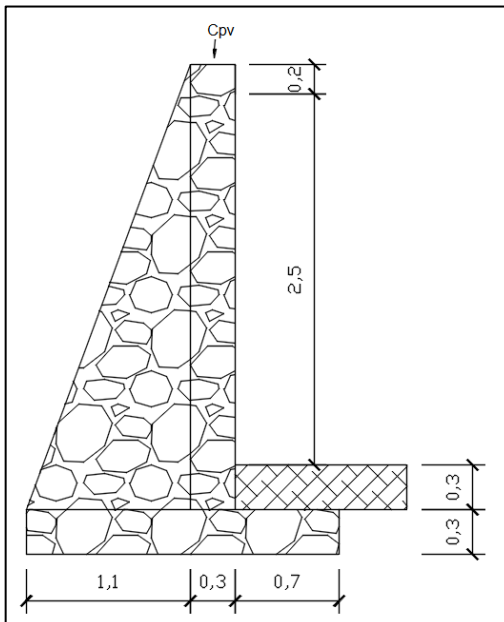
Densidad del concreto reforzado = $2\ 400\ \text{kg/m}^3$

Densidad del concreto ciclópeo = $2\ 700\ \text{kg/m}^3$

Ángulo de fricción del suelo = 30°

Cohesión del suelo (C_s) = $2\ 550\ \text{kg/m}^2$

Figura 18. **Perfil de muro del tanque de abastecimiento para el caserío Rincón Chiquito**



Fuente: elaboración propia, utilizando AutoCAD 2016.

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

Carga puntual debido a viga intermedia (Cpv):

Cpv = 4 541,07 kg, es el cortante máximo en el diseño a corte de la viga intermedia

Carga uniformemente distribuida en lados cortos (WLc):

$$WLc = CU * \frac{At}{\text{Lado corto}}$$

Donde

WLc = carga uniformemente distribuida en lados cortos

CU = carga última

At = área tributaria en lado corto

$$WLc = \frac{505.60 \text{ kg}}{m^2} * \frac{\frac{3,30 \text{ m} * 1,65 \text{ m}}{2}}{3,3 \text{ m}} = 417,12 \text{ kg/m}$$

Carga uniformemente distribuida debido a viga perimetral (Wvp):

$$Wvp = 0,25 \text{ m} \times 0,40 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 240 \text{ kg/m}$$

Carga uniformemente distribuida total (Wtot)

$$Wtot = WLc + Wvp = 417,12 \text{ kg/m} + 240 \text{ kg/m} = 657,12 \text{ kg/m}$$

Carga puntual por unidad de metro final (Cp)

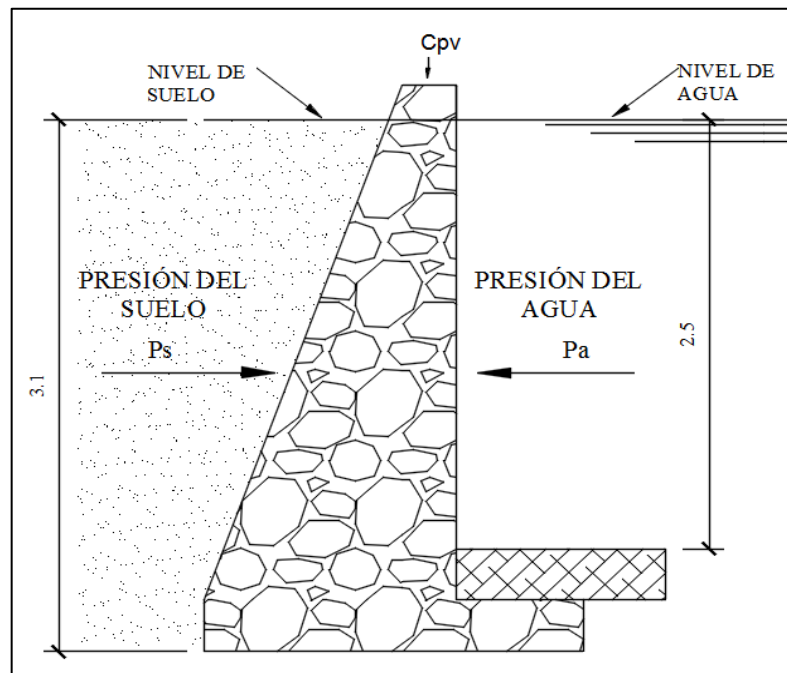
$$Cp = 657,12 \text{ kg/m} * 1\text{m} + 4 541,07 \text{ kg} = 5 198.19 \text{ kg}$$

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

$$M_c = 5\,198.19 \text{ kg} * (0,70 + (0,30 / 2)) = 4\,418,46 \text{ kg-m}$$

- Primer caso, tanque lleno

Figura 19. Diagrama caso 1, tanque Rincón Chiquito



Fuente: elaboración propia, utilizando AutoCAD 2016.

Tabla IX. Dimensiones del muro para el caserío Rincón Chiquito

Sección	Dimensiones(m)		ÁREA (m ²)	ρ (kg/m ³)	Peso WR (kg/m)	Brazo (m)	MR (Kg-m)/m
1	1,1	3	1,65	2 700	4 455	0,733	3265,515
2	0,3	3	0,9	2 700	2 430	1,25	3037,5
3	0,3	2,1	0,63	2 700	1 701	1,05	1786,05
*por unidad de longitud					8 586		8089,065

Fuente: elaboración propia.

Presión activa (Pa):

$$Pa = \frac{1}{2} * 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * (2,5)^2 = 3\,125,00 \text{ kg/m}$$

Momento debido a la presión activa (Mo):

$$Mo = Pa * \left[\frac{H}{3} + 0,6\text{m} \right] = 3\,125 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * \left[\frac{2,5}{3} + 0,6\text{m} \right] = 4\,479,17 \text{ kg} - \text{m}$$

Presión del suelo (Ps):

$$Ka = \frac{1 - \sin \emptyset}{1 + \sin \emptyset} = \frac{1 - \sin 30^\circ}{1 + \sin 30^\circ} = 0,33$$

$$Ps = \frac{1}{2} * 1\,600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 3,1^2 * 0,33 = 2\,537,04 \text{ kg/m}$$

Momento debido al suelo (Ms):

$$Ms = \frac{1}{3} * 2\,537,04 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * 3,1\text{m} = 2\,621,61 \text{ kg} - \text{m}$$

Factor de seguridad de volteo (Fv):

$$Fv = \frac{Ms + MR + Mc}{Mo}$$

$$Fv = \frac{2\,621,61 \text{ kg} - \text{m} + 8\,090,55 \text{ kg} - \text{m} + 4\,418,46 \text{ kg} - \text{m}}{4\,479,17 \text{ kg} - \text{m}} = 3,38$$

Fv > 2, cumple volteo.

Factor contra deslizamiento (Fd):

$$F_d = \frac{WR * \tan\left(\frac{2}{3} * \phi\right) + \frac{2}{3} * B * C_s + P_s + C_p}{P_a}$$

$$F_d = \frac{8\,586 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * \tan\left(\frac{2}{3} * 30^\circ\right) + \frac{2}{3} * 2,1 * 2\,550 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * + 2\,537,04 \frac{\text{kg}}{\text{m}} + 5\,198,19 \frac{\text{kg}}{\text{m}}}{3\,125,00 \text{ kg/m}}$$

$$F_d = 4,62$$

Fd > 2, cumple deslizamiento.

Factor de seguridad contra falla por capacidad de carga:

Excentricidad:

$$e = \frac{B}{2} - \frac{MR + M_c - M_o}{WR}$$

$$e = \frac{2,1\text{m}}{2} - \frac{(8\,090,55 \text{ kg} - \text{m}) + (4\,418,46 \text{ kg} - \text{m}) - (4\,479,17 \text{ kg} - \text{m})}{8\,586 \text{ kg}}$$

$$e = 0,1145$$

Presiones máxima y mínima:

$$q_{\max, \min} = \frac{WR + C_p}{B} * \left(1 \pm \frac{6e}{B}\right)$$

$$q_{\text{punta}} = \frac{8\,586 \frac{\text{kg}}{\text{m}} + 5\,198,19 \frac{\text{kg}}{\text{m}}}{2,1 \text{ m}} * \left(1 + \frac{6 * 0,1149}{2,1 \text{ m}}\right)$$

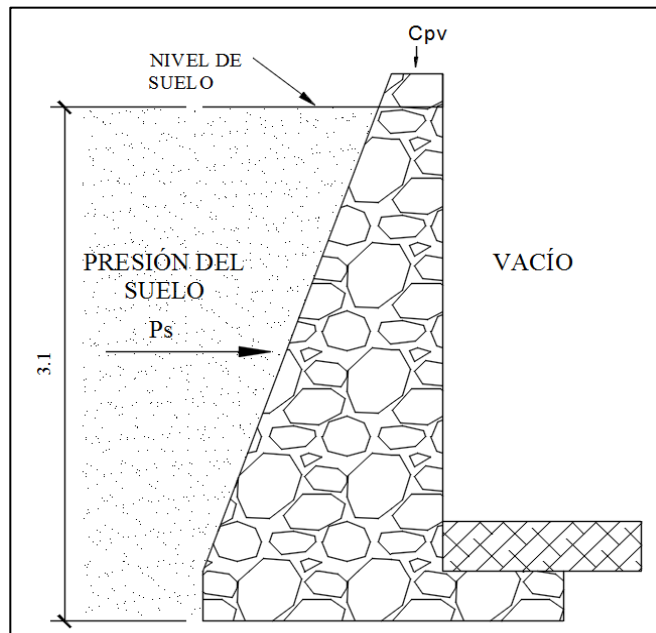
$$q_{\text{punta}} = 8\,718,73 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$q_{\text{talón}} = \frac{8\,586 \frac{\text{kg}}{\text{m}} + 5\,198,19 \text{ kg/m}}{2,1 \text{ m}} * \left(1 - \frac{6 * 0,1451}{2,1 \text{ m}}\right)$$

$$q_{\text{talón}} = 4\,409,07 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

- Segundo caso, tanque vacío

Figura 20. Diagrama caso 2 , tanque Rincón Chiquito



Fuente: elaboración propia, utilizando AutoCAD 2016.

Factor de seguridad de volteo (Fv):

$$F_v = \frac{MR + Mc}{Ms}$$
$$F_v = \frac{8\,090,55 \text{ kg} - \text{m} + 4\,418,46 \text{ kg} - \text{m}}{2\,621,61 \text{ kg} - \text{m}} = 4,77$$

Fv > 2, cumple volteo.

Factor contra deslizamiento (Fd):

$$F_d = \frac{WR * \tan\left(\frac{2}{3} * \phi\right) + \frac{2}{3} * B * C_s + C_p}{P_s}$$
$$F_d = \frac{8\,586 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * \tan\left(\frac{2}{3} * 30^\circ\right) + \frac{2}{3} * 2,1 * 2\,550 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 5\,198,19 \frac{\text{kg}}{\text{m}}}{2\,537,04 \frac{\text{kg}}{\text{m}}} = 4,69$$

Fd > 2, cumple deslizamiento.

4.7. Diseño de la red de distribución

Es necesario calcular el caudal unitario y el caudal de uso simultáneo debido a que se utilizará una red abierta.

4.7.1. Caudal unitario

Conocido también como el caudal unitario de vivienda, se obtiene dividiendo el caudal de hora máxima dentro del número total de viviendas

contenidas en el diseño. Es un valor estimado del caudal que le corresponde a cada domicilio.

$$Q_u = \frac{Q_{mh}}{No_{viv}}$$

Donde

Q_u = caudal de vivienda

Q_{mh} = caudal máximo horario

No_{viv} = número de viviendas actuales

$$Q_u = \frac{8,87}{280} = 0,0317 \text{ l/s}$$

4.7.2. Caudal de uso simultáneo

El caudal de uso simultáneo toma en consideración la probabilidad de que se le dé uso de forma paralela a las conexiones domiciliarias de un ramal. Este caudal no deberá tener un valor menor a 0,2 l/s.

$$Q_{ins} = K\sqrt{N - 1}$$

Donde

Q_{ins} = caudal instantáneo

N = número de viviendas de rama

$$K = \begin{cases} 0,15 & \text{para menos de 55 viviendas} \\ 0,2 & \text{para mas de 55 viviendas} \\ 0,25 & \text{para llena cántaros} \end{cases}$$

Para el diseño de la red distribución, en este proyecto se utilizó el método de ramales abiertos tomando en consideración el caudal máximo horario y el caudal de vivienda; se tomó este criterio debido a que el caudal de uso simultáneo duplica el caudal cuando el número de viviendas es pequeño. Para el cálculo del diámetro teórico y las pérdidas se utilizó la ecuación de Hazen - Williams.

$$H_f = \frac{1\,743,811 * L * 1,05 * Q^{1,85}}{C^{1,85} * \varnothing^{4,87}}$$

Donde

H_f = pérdidas por fricción en la tubería (pérdidas de carga) en m.

L = longitud del tramo en m

Q = caudal en l/s

\varnothing = diámetro interno de la tubería en pulg

PVC; C = 150

HG; C = 100

Ejemplo de diseño de red de distribución:

Datos:

Ramal: A, de REF 20 A E10

Cota REF20 = 2 049,97 m

Cota E10 = 2 040,98 m

Longitud = 468,19 m

Número de viviendas en el tramo: 24 viviendas

Coefficiente "C" PVC = 50

Cota piezométrica inicial = 2 062,079

Caudal: el caudal de diseño para este tramo viene dado como sigue:

$$Q_D = Q_u * \text{No. de viviendas en el tramo.}$$

$$Q_D = 0,0317 * 24 = 0,76 \text{ l/s}$$

Cálculo diámetro teórico:

$$\phi = \left(\frac{1\,743,811 * 468,19 * 1,05 * 0,76^{1,85}}{150^{1,85} * 8,99} \right)^{1/4,87} = 1,415$$

Se utilizó un diámetro comercial de 1 ½", con un diámetro interno de 1,7540"

Cálculo de pérdida:

$$H_f = \frac{1\,743,811 * 468,19 * 1,05 * 0,76^{1,85}}{150^{1,85} * 1,7540^{4,87}} = 3,15 \text{ m}$$

Cálculo de la cota piezométrica:

La cota piezométrica final se determina restando las pérdidas del tramo a la cota piezométrica inicial del tramo.

$$CPF = CPI - H_f$$

Donde

CPF = cota piezométrica final

CPI = cota piezométrica inicial

H_F = pérdidas en el tramo

$$CPF = 2\,064,476 - 3,15 = 2061,32 \text{ m}$$

Cálculo de la presión dinámica:

La presión dinámica es la diferencia entre la cota piezométrica final y la cota final del terreno.

$$P_D = CPF - CF$$

Donde

P_D = presión dinámica

CPF = cota piezométrica

CF = cota terreno final del tramo

$$P_D = 2061,32 - 2\,040,98 = 20,34$$

La presión dinámica está dentro de los límites permisibles, es mayor a 10 y menor a 60 m.c.a.

Calculo de la velocidad:

$$V = 1,974 * \frac{Q}{\phi^2}$$

Donde

V = velocidad del agua (m/s)

Q = caudal (l/s)

Ø = diámetro interno de la tubería (pulg)

$$V = 1,974 * \frac{0,76}{1,754^2} = 0,49 \text{ m/s}$$

La velocidad se encuentra entre los límites permisibles. $0,40 \leq 0,49 \leq 3,00$ m/s ok.

4.8. Presupuesto

Es el cálculo anticipado de los gastos de las actividades constructivas a realizar.

Tabla X. **Presupuesto abastecimiento de agua potable, caserío Rincón Chiquito**

Proyecto: diseño del tanque de abastecimiento y red de distribución de agua potable para el caserío Rincón Chiquito, Zaragoza, Chimaltenango		
Núm.	DESCRIPCIÓN	
1	Renglón: tanque de distribución	Q 123 435,87
2	Renglón: línea de distribución	Q 753 932,74
3	Renglón: conexión domiciliar	Q 474 195,00
4	Renglón: cajas de válvulas	Q 6 774,47
Total		Q 1 358 338,07
Costo total del proyecto Q 1 358 338,07 un millón treientos cincuenta y ocho mil treientos treinta y ocho con 07/100		

Fuente: elaboración propia.

4.9. Planos

En los planos constructivos se detallan los componentes de la red de distribución y del tanque de abastecimiento, así como su magnitud. Los planos se adjuntan en la parte de anexos de este trabajo de graduación.

4.10. Operación y mantenimiento

En todo sistema de abastecimiento de agua potable es necesario verificar periódicamente los elementos del sistema de agua potable con el objetivo de garantizar que este funciona de forma adecuada; se deben verificar que los elementos sigan en buenas condiciones, y de no ser ese el caso se deberán realizar las tareas necesarias para reparar los elementos dañados. Para esta tarea será necesario capacitar al fontanero quien será el principal administrador del sistema.

Entre los trabajos preventivos será necesario considerar los siguientes:

- Revisar si existen en los trayectos de toda la tubería zonas húmedas ya que esto es un indicador de fugas.
- Verificar constantemente el buen funcionamiento de válvulas y accesorios que estén al alcance.
- Inspeccionar la bomba periódicamente para luego programar su mantenimiento correctivo en el caso de ser necesario.
- Limpiar y verificar el tanque de almacenamiento.

Entre los trabajos a realizar en el mantenimiento correctivo son los siguientes:

- Cambio de accesorios: válvulas, llaves, candados en el caso de las cajas.
- Reparación en tuberías si se presentaran fugas, utilizar niple para PVC y teflón.

4.11. Propuesta de tarifa

Para poder darle mantenimiento a la red de distribución y al tanque de abastecimiento es necesario contar con los fondos. La tarifa tiene el fin de generar ingresos los cuales deberán ser contribuidos por los usuarios a través de un pago mensual. Según estos ingresos se calcula la propuesta de tarifa.

Tabla XI. **Costos del proyecto, caserío Rincón Chiquito**

Descripción	Operación	Resultado
Costo Inicial	Presupuesto	Q1,358,338.07
C. Inicial/tiempo diseño	Q. 1,358,338.07/(12*22)	Q5,145.22
Costo de operación	(10%)(Q. 5,145.22)	Q514.52
Mantenimiento	(17%)(Q. 5,145.22)	Q874.69
Costo de imprevistos	(60%)(Q514.52 + 874.69)	Q833.53
Costo total		Q7,367.95

Fuente: elaboración propia.

$$\text{Tarifa mensual} = \frac{\text{Costo total} - \text{Aporte municipal}}{\text{Total de conexiones}}$$

$$\text{Tarifa mensual} = \frac{Q7\,367.95 - Q7\,367.95 * 70\%}{280} = Q7,89/\text{mes}$$

Debido a que el proyecto no contempla la línea de impulsión, en este cálculo no se considera el costo energético por mes; por lo que la tarifa propuesta entonces será de Q. 10,00/mes.

4.12. Evaluación de impacto ambiental

Se llevará a cabo un diagnóstico del impacto ambiental que se pueda generar por motivo de la ejecución y funcionamiento del sistema de agua potable en el caserío Rincón Chiquito.

La evaluación de impacto ambiental (EIA) tiene el objetivo de establecer medidas preventivas necesarias para erradicar o mitigar los efectos generados por la implementación del proyecto. La EIA requiere que se cumplan requisitos elementales los cuales se describen a continuación:

- Asegurar que todos los factores ambientales vinculados con el proyecto hayan sido examinados.
- Definir impactos ambientales de gran magnitud con el fin de establecer las medidas de mitigación que erradiquen dichos impactos y así reducirlos a un nivel tolerable ambientalmente.
- Fijar un proceso de manejo, control y seguimiento que proporcione medir las posibles variaciones de las condiciones reales al echar andar el proyecto.

4.12.1. Control o impacto ambiental

En cuanto a la introducción de agua potable en el caserío Rincón Chiquito, a continuación se presentan los factores ambientales asociados:

- Emisiones a la atmosfera: el proyecto por ser de agua potable no genera emisiones a la atmosfera de ninguna clase.
- Descarga de aguas residuales: en el caso de que existiera algún tipo de descargas residuales o fugas, el receptor sería el mismo suelo.
- Ruidos: los ruidos generados al momento de ejecutar el proyecto son tolerables, estos serán mínimos a lo largo de toda su construcción, los vecinos no se verán afectados.
- Contaminación visual: el impacto visual en este caso lo representan las zanjas debidas a la excavación.

4.12.2. Plan de mitigación

Debido a que los efectos son tolerables, se presenta atención principalmente al tanque de distribución y a la caseta de bombeo, se debe garantizar que estarán bien resguardadas ambas estructuras para evitar el ingreso de personas ajenas al comité de agua del caserío Rincón Chiquito.

4.13. Evaluación socioeconómica

La evaluación económica es básicamente igual a la del proyecto anterior, por lo que no se adentrará a detalles en la descripción de cada una de las partes que conforman dicha evaluación.

4.13.1. Valor presente neto

Este método se utiliza para evaluar proyectos de inversión a largo plazo.

Tabla XII. **Flujos de caja de proyecto, caserío Rincón Chiquito**

Descripción	Operación	Resultado
Costo inicial	Presupuesto	Q1,358,338.07
Ingreso inicial	(Q.200.00)*(280 viviendas)	Q56,000.00
Ingreso anual	(Q 10.00)*(280 V.)*(12 meses)	Q33,600.00
Operación	(10%)*(5,145.22)(12 meses)	Q6,174.26
Mantenimiento	(17%)(5,145.22)(12meses)	Q10,496.25

Fuente: elaboración propia.

$$VPN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0$$

$$VPN = \sum_{t=1}^{22} \frac{33\,600 - (6\,174,26 + 10\,496,25)}{(1 + 0,06)^t} - (1\,358,338,07 - 56\,000)$$

$$VPN = -1\,297\,640,05$$

El valor presente neto es negativo, este déficit será cubierto por la municipalidad.

4.13.2. Tasa interna de retorno

Se ha definido la tasa interna de retorno (TIR) en el anterior proyecto y de igual forma no corresponde un cálculo de dicha tasa ya el proyecto también es de carácter social y no se estima ningún ingreso.

CONCLUSIONES

1. Para el diseño de ambos proyectos se desarrolló una investigación con el fin de diagnosticar las necesidades inmediatas, donde se recabó información de las mismas tanto en el área del caserío Rincón Chiquito y la zona 2 del municipio de Zaragoza para establecer los proyectos que mejorarán su calidad de vida.
2. Cada uno de los diseños de las redes de abastecimiento de agua potable se diseñó según la *Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para el consumo humano*.
3. El costo total del tanque de abastecimiento y la red de distribución del caserío Rincón Chiquito asciende a la cantidad de un millón trescientos cincuenta y ocho mil trescientos treinta y ocho con siete centavos.
4. El costo total del tanque de abastecimiento y la red distribución para la zona 2 de Zaragoza asciende a la cantidad de tres millones ochenta y tres mil cincuenta y nueve con un centavo.
5. Los pobladores del sector del caserío Rincón Chiquito se beneficiarán con la nueva red de distribución la cual proveerá el vital líquido a todas las viviendas del sector.
6. Los habitantes del sector de la zona 2 del municipio de Zaragoza contarán con el servicio continuo de agua potable con la nueva redistribución.

RECOMENDACIONES

A la Municipalidad de Zaragoza:

1. Realizar todas las pruebas de laboratorio al agua proveniente de las fuentes a asignar para cada uno de los proyectos con el fin de garantizar que esta sea potable. Se recomienda que dichas pruebas sean realizadas en el Laboratorio de Química y Microbiología Sanitaria del Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
2. Velar para que se realice el mantenimiento preventivo y correctivo de los tanques de almacenamiento es decir limpieza y desinfección periódica.
3. Realizar la evaluación técnica de las condiciones en que se encuentra la tubería existente actualmente, con el fin de determinar su confiable reutilización en las nuevas redes de distribución. Dichos ensayos deberán realizarse en el Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
4. Garantizar que la mano de obra sea calificada en la ejecución de los proyectos y al mismo tiempo sea mano de obra local con el fin de crear fuentes de trabajo en la región beneficiada. Así mismo, la supervisión de un profesional o profesionales para respetar las dimensiones establecidas en los planos.

BIBLIOGRAFÍA

1. AGUILAR RUIZ, Pedro. *Apuntes sobre el curso de ingeniería sanitaria*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007. 170 p.
2. BRAJA, Das. *Principios de ingeniería de cimentaciones*. 5a ed. México: Thomson, 2006. 350 p.
3. DE LEON TOLEDO, Mario José. *Estudio de las condiciones de distribución del agua potable en la cabecera municipal de San Lucas Tolimán, replanteo y diseño de la nueva red de distribución*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1995. 151 p.
4. LEPE Y LEPE, Hugo Adolfo. *Estudio comparativo del método de cross para una red cerrada de tubería*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1992. 108 p.
5. NILSON, Arthur H. *Diseño de estructuras de concreto*. 12a ed. Colombia: McGraw Hill Interamericana, 2001. 378 p.
6. UNEPAR. *Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano*. Guatemala: UNEPAR, 1997. 21 p.

APÉNDICES

- Apéndice 1. **Memoria de cálculo del diseño hidráulico, zona 2**
- Apéndice 2. **Memoria de cálculo del diseño hidráulico, caserío Rincón Chiquito**
- Apéndice 3. **Tablas de puntos de levantamiento topográfico**
- Apéndice 4. **Carta de compromiso de la municipalidad para la apertura de los pozos**
- Apéndice 5. **Planos**

MEMORIA DE CALCULO DEL DISEÑO HIDRAULICO, CASERÍO RINCÓN CHIQUITO.

INICIO	FINAL	COTA INICIAL	COTA FINAL	No. VIVIENDAS	Q DISEÑO	Longitud(m)	# TUBOS	D TEORICO	D propuesto	D INTERNO	H _f	COTA PIEZOMETRICA INICIAL	COTA PIEZOMETRICA FINAL	PRESION ESTATICA	PRESION DINAMICA	Hf < PE	CHEQUEO PRESION	VELOCIDAD	CHEQUEO VELOCIDAD
E0	REF 20	2066.2	2049.97	280	8.872	508.59	85.0	3.241	5.000	5.1350	1.724	2066.200	2064.476	16.23	14.51	OK	OK	0.66	OK
REF 20	E 10	2049.97	2040.98	24	0.760	468.19	78.0	1.415	1.500	1.7540	3.153	2064.476	2061.323	25.22	20.34	OK	OK	0.49	OK
E 10	REF32	2040.98	2039.91	10	0.317	124.73	21.0	1.197	1.000	1.1950	1.078	2061.323	2060.245	26.29	20.34	OK	OK	0.44	OK
E 10	E 12	2040.98	2041.91	0	0.444	225.66	38.0	1.581	1.000	1.1950	3.634	2061.323	2057.689	24.29	15.78	OK	OK	0.61	OK
E 12	REF36	2041.4	2039.47	10	0.317	71.73	12.0	0.946	1.000	1.1950	0.620	2057.689	2057.070	26.73	17.60	OK	OK	0.44	OK
E 12	REF34	2041.4	2040.27	4	0.127	77.42	13.0	0.758	0.500	0.6910	1.769	2057.689	2055.920	25.93	15.65	OK	OK	0.52	OK
					0.760														
REF 20	E13	2049.97	2048.2	256	8.111	74.31	12.0	3.326	4.000	4.1510	0.601	2064.476	2063.874	18	15.67	OK	OK	0.93	OK
E 13	REF39	2048.2	2046.74	6	0.19	45.59	8.0	0.752	0.750	0.9260	0.530	2063.874	2063.344	19.46	16.60	OK	OK	0.44	OK
E 13	E 14	2048.2	2045.39	19	7.319	104.24	17.0	3.118	4.000	4.1510	0.698	2063.874	2063.177	20.81	17.79	OK	OK	0.84	OK
					8.111														
E 14	E 15	2045.39	2043.74	148	4.689	72.71	12.0	2.728	4.000	4.1510	0.214	2063.177	2062.963	22.46	19.22	OK	OK	0.54	OK
E 15	REF142	2043.74	2045.2	7	0.22	103.1	17.0	0.943	0.750	0.9260	1.594	2062.963	2061.369	21	16.17	OK	OK	0.51	OK
E 15	E 17	2043.74	2041.2	141	4.468	118.44	20.0	2.710	4.000	4.1510	0.318	2062.963	2062.645	25	21.45	OK	OK	0.51	OK
E 17	REF45	2041.2	2038.5	6	0.190	59.7	10.0	0.701	0.750	0.9260	0.694	2062.645	2061.951	27.7	23.45	OK	OK	0.44	OK
E 17	E 19	2041.2	2039.71	9	3.992	81.92	14.0	2.686	4.000	4.1510	0.179	2062.645	2062.466	26.49	22.76	OK	OK	0.46	OK
E 19	REF143	2039.71	2039.9	12	0.380	159.31	27.0	1.923	1.000	1.1950	1.929	2062.466	2060.538	26.3	20.64	OK	OK	0.53	OK
E 19	REF53	2039.71	2038.88	114	3.612	51.14	9.0	2.647	4.000	4.1510	0.093	2062.466	2062.374	27.32	23.49	OK	OK	0.41	OK
REF53	E 37	2038.88	2039.12	55	1.743	9.35	2.0	1.826	2.000	2.1930	0.098	2062.374	2062.275	27.08	23.16	OK	OK	0.72	OK
					4.404														
E 37	REF110	2039.12	2033.68	19	0.602	40.5	7.0	0.868	1.250	1.5320	0.342	2062.275	2061.933	32.52	28.25	OK	OK	0.51	OK
REF110	REF111	2033.68	2037.26	7	0.222	35.56	6.0	0.630	0.750	0.9260	0.550	2061.933	2061.383	28.94	24.12	OK	OK	0.51	OK
REF110	E 50	2033.68	2031.7	12	0.380	122.49	20.0	1.126	1.000	1.1950	1.483	2061.933	2060.450	34.5	28.75	OK	OK	0.53	OK
E 50	REF119	2031.7	2035.86	6	0.190	43.36	7.0	0.600	0.750	0.9260	0.504	2060.450	2059.946	30.34	24.09	OK	OK	0.44	OK
E 50	REF116	2031.7	2031.28	6	0.190	48.87	8.0	0.985	0.750	0.9260	0.568	2060.450	2059.882	34.92	28.60	OK	OK	0.44	OK
REF116	REF117	2031.28	2033.02	6	0.190	49.87	8.0	0.739	0.750	0.9260	0.580	2059.946	2059.366	33.18	26.35	OK	OK	0.44	OK
					0.602														
E 37	E 38	2039.12	2038.96	36.000	1.141	8.76	1.0	1.667	2.000	2.1930	0.042	2062.275	2062.233	27.24	23.27	OK	OK	0.47	OK
E 38	E 39	2038.96	2041.42	20	0.634	76.33	13.0	1.187	1.500	1.7540	0.367	2062.233	2061.866	24.78	20.45	OK	OK	0.41	OK
E39	E 40	2041.42	2042.66	20	0.634	44.34	7.0	1.222	1.500	1.7540	0.213	2061.866	2061.653	23.54	18.99	OK	OK	0.41	OK
E 40	E42	2042.66	2041.02	20	0.634	52.09	9.0	1.192	1.500	1.7540	0.250	2061.653	2061.403	25.18	20.38	OK	OK	0.41	OK
E 38	E 46	2038.96	2036.76	16.000	0.507	64.51	11.0	1.078	1.250	1.5320	0.397	2062.233	2061.837	29.44	25.08	OK	OK	0.43	OK
E 46	REF101	2036.76	2039.9	8	0.253	64.58	11.0	0.770	0.750	0.9260	1.279	2061.837	2060.558	26.3	20.66	OK	OK	0.58	OK
REF101	REF100	2039.9	2037.85	8	0.253	83.45	14.0	0.886	0.750	0.9260	1.652	2060.558	2058.906	28.35	21.06	OK	OK	0.58	OK
E 46	REF109	2036.76	2033.74	8	0.253	101.16	17.0	0.851	0.750	0.9260	2.003	2061.837	2059.834	32.46	26.09	OK	OK	0.58	OK
					1.141														
REF53	E 23	2038.880	2034.65	59.000	1.869	92.87	15.0	1.667	2.500	2.6550	0.439	2062.275	2061.837	31.55	27.19	OK	OK	0.52	OK
E 23	REF56	2034.65	2035.950	9.000	0.285	35	6.0	0.851	0.750	0.9260	0.862	2061.837	2060.975	30.25	25.03	OK	OK	0.66	OK
E 23	E 24	2034.65	2033.24	50.000	1.584	34.39	6.0	1.600	2.500	2.6550	0.120	2061.837	2061.717	32.96	28.48	OK	OK	0.44	OK
E 24	REF59	2033.24	2034.080	9	0.285	58.68	10.0	1.035	0.750	0.9260	1.445	2061.717	2060.273	32.12	26.19	OK	OK	0.66	OK
E 24	E 25	2033.24	2032.94	5	1.141	52.72	9.0	2.118	2.000	2.1930	0.253	2061.717	2061.464	33.26	28.52	OK	OK	0.47	OK
E 25	REF61	2032.94	2033.48	3	0.095	41.07	7.0	0.694	0.500	0.6910	0.551	2061.464	2060.913	32.72	27.43	OK	OK	0.39	OK
E25	E 26	2032.94	2032.76	33	1.046	27.91	5.0	1.997	2.000	2.1930	0.114	2061.464	2061.350	33.44	28.59	OK	OK	0.43	OK
E 26	REF63	2032.76	2035.04	5	0.158	63.31	11.0	0.685	0.500	0.6910	2.186	2061.350	2059.164	31.16	24.12	OK	OK	0.65	OK
E 26	REF144	2032.76	2033.75	28	0.887	60.47	10.0	1.550	1.500	1.7540	0.542	2061.350	2060.808	32.45	27.06	OK	OK	0.57	OK
REF 144	E 51	2033.75	2035.94	21	0.665	77.19	13.0	1.241	1.500	1.7540	0.406	2060.808	2060.402	30.26	24.46	OK	OK	0.43	OK
E 51	REF122	2035.94	2034.94	21	0.665	68.98	11.0	1.424	1.500	1.7540	0.363	2060.402	2060.039	31.26	25.10	OK	OK	0.43	OK
REF 144	E 52	2033.75	2034.16	7	0.222	105.96	18.0	1.231	0.750	0.9260	1.639	2060.808	2059.169	32.04	25.01	OK	OK	0.51	OK
E 52	REF127	2034.16	2029.67	7	0.222	145.78	24.0	0.804	0.750	0.9260	2.255	2059.169	2056.915	36.53	27.24	OK	OK	0.51	OK
					1.711														
E 14	E 59	2045.390	2038.74	83	2.630	213.73	36.0	2.053	2.500	2.6550	1.898	2063.177	2061.279	27.46	22.54	OK	OK	0.74	OK
E 59	E 60	2038.740	2042.100	83	2.630	116.66	19.0	2.085	2.500	2.6550	1.036	2061.279	2060.243	24.1	18.14	OK	OK	0.74	OK
E 60	E 61	2042.100	2041.060	3	2.535	83	14.0	2.440	2.500	2.6550	0.689	2060.243	2059.554	25.14	18.49	OK	OK	0.71	OK
					2.630														
E 61	REF141	2041.060	2027.440	35	1.109	147.37	25.0	1.182	2.000	2.1930	0.672	2059.554	2058.882	38.76	31.44	OK	OK	0.46	OK
REF141	E 36	2027.440	2026.83	17	0.570	69.8	12.0	1.491	1.250	1.5320	0.534	2058.882	2058.349	39.37	31.52	OK	OK	0.48	OK
E 36	REF89	2026.83	2031.09	5	0.158	63.39	11.0	0.603	0.500	0.6910	2.189	2058.349	2056.160	35.11	25.07	OK	OK	0.65	OK
E 36	E 35	2026.83	2023.17	5.000	0.253	35.61	6.0	0.660	0.750	0.9260	0.705	2058.349	2057.644	43.03	34.47	OK	OK	0.58	OK
E 35	REF86	2023.17	2028.63	8	0.253	83.74	14.0	0.725	0.750	0.9260	1.658	2057.644	2055.986	37.57	27.36	OK	OK	0.58	OK

MEMORIA DE CALCULO DEL DISEÑO HIDRAULICO PARA LA ZONA 2 DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, CHIMALTENANGO

INICIO	FINAL	COTA INICIAL	COTA FINAL	LONGITUD	# TUBOS	SECCION	PROFUNDIDAD	ENTRADA	NO. DE SALIENTE	Q (L/S)	H	H/2	Δ	Δ TUB COMUN	Q	H	H/2	Δ	Δ TUB COMUN	Q	H	H/2	Δ	Δ TUB COMUN	Q	H	H/2	Δ	Δ TUB COMUN	COTA GEOMETRICA INICIAL	COTA GEOMETRICA FINAL	PRESION FINAL	CHEQUEO PRESION			
E0	E3	2112.88	2084.01	26.87	47	3.86	6	6.115	2.953	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2115.78	2112.847	28.847	OK				
E3	E7	2084.01	2072.4	11.616	21	1	8.01	6	6.115	0.221	13.0266	0.3681	-0.2823	-0.8125	0	12.2141	0.3276	0.0268	-0.1697	0	12.4444	0.3193	0.0265	0.0921	0	12.1365	0.3238	0.0267	-0.0343	0	12.1122	0.3226	2112.847	2112.5221	40.1221	OK
E7	E16	2084.01	2089.29	104.8922	17	-1	3.42	6	6.115	0.4271	-18.0266	-0.3045	0.2828	-0.8125	0	-13.8991	-0.3461	0.0250	-0.1697	0	-14.0088	-0.354	0.0253	0.0921	0	-13.9167	-0.3497	0.0251	-0.0343	0	-13.8410	-0.3508	2112.5221	2112.1173	32.8813	OK
E16	E8	2089.29	2074.66	144.6222	21	-1	2.15	6	6.115	0.8542	-0.8082	-0.8085	0.0147	-0.8125	0.8595	-0.0922	-0.0882	0.0146	-0.1697	-0.4274	-6.8363	-0.105	0.0158	0.0921	0.0921	-6.4521	-0.0997	0.0155	-0.0343	-0.1289	-6.6253	-0.1041	2112.1173	2112.0672	37.4072	OK
E8	F8	2074.4	2074.66	85.0205	16	1	5.02	5	5.135	0.4271	0.2997	0.1711	0.0272	0.1812	0.2599	0.5471	0.1532	0.0244	-0.1697	0.2929	0.0921	0.0331	0.0331	0.0331	0.0331	0.0331	0.0331	0.0331	0.0331	0.0331	0.0331	0.0331	2112.0672	2112.3987	37.7387	OK
E16	F8	2089.29	2074.66	144.6222	21	1	2.15	6	6.115	0.8542	0.8082	0.8085	0.0147	-0.8125	0.8595	-0.0922	-0.0882	0.0146	-0.1697	0.4274	6.8363	0.105	0.0158	-0.0921	-0.0921	6.4521	0.0997	0.0155	-0.1289	0.0243	6.6053	0.1041	2112.1173	2112.0672	37.4072	OK
F8	F11	2089.29	2085.58	116.3676	19	-1	2.81	6	6.115	0.8542	-0.8082	-0.8085	0.0147	-0.8125	0.8595	-0.0922	-0.0882	0.0146	-0.1697	0.4274	-6.8363	-0.105	0.0158	-0.0921	-0.0921	-6.4521	-0.0997	0.0155	-0.0343	-0.1289	-6.6053	-0.1041	2112.0672	2112.077	27.887	OK
F11	F12	2085.58	2084.01	116.0211	20	-1	3.27	6	6.115	0.4271	-0.6501	-0.0761	0.1812	-0.8125	0.4599	-0.0761	0.0150	0.0244	-0.1697	0.4274	-6.8363	-0.105	0.0158	-0.0921	-0.0921	-6.4521	-0.0997	0.0155	-0.0343	-0.1289	-6.6053	-0.1041	2112.077	2112.077	27.887	OK
F12	F17	2074.66	2084.01	122.8224	20	1	3.23	5	5.135	0.8542	0.7859	0.0326	-0.8585	-0.8548	3.2155	0.0601	0.0020	0.0244	0.4274	0.1427	3.8216	0.0878	0.0343	0.0921	0.3245	3.6200	0.0208	0.0188	0.0475	3.5814	0.0778	2112.077	2112.847	27.847	OK	
E7	F8	2072.4	2074.66	95.0205	16	-1	3.02	5	5.135	0.4271	-0.2997	-0.1711	0.0272	-0.1812	-0.2599	-0.5471	-0.1532	0.0244	0.1697	-0.2929	-0.0921	-0.0331	-0.0331	-0.0331	-0.0331	-0.0331	-0.0331	-0.0331	-0.0331	-0.0331	-0.0331	-0.0331	2112.5221	2112.3987	37.7387	OK
F8	F9	2074.4	2068.35	124.4621	21	1	2.83	5	5.135	0.4271	0.2997	0.1711	0.0272	0.1812	0.2599	0.5471	0.1532	0.0244	0.1697	0.2929	0.0921	0.0331	0.0331	0.0331	0.0331	0.0331	0.0331	0.0331	0.0331	0.0331	0.0331	0.0331	2112.5221	2112.2111	43.8111	OK
F9	F11	2068.35	2068.35	83.8999	16	1	1.85	4	4.154	0.4271	1.4682	0.0319	0.0212	-0.2959	-0.2195	1.1888	0.0216	0.0182	0.0777	-0.1878	1.0786	0.0181	0.0182	-0.0331	0.2251	0.8204	0.0158	0.0123	0.0286	0.9683	0.0148	2112.2111	2112.2763	42.6623	OK	
F11	F17	2074.66	2068.35	115.542	19	-1	2.57	6	6.115	0.8542	-0.7859	-0.0741	0.0129	1.6548	0.0599	7.4807	0.17	0.0180	-0.1427	-0.0777	7.2658	0.1335	0.0186	-0.0343	0.0331	2.6179	0.0163	-0.0475	-0.1203	7.4051	0.1191	2112.0672	2111.9481	42.3181	OK	
F17	F18	2074.66	2084.01	122.8224	20	1	3.23	5	5.135	0.4271	-0.7859	-0.0741	0.0129	1.6548	0.0599	7.4807	0.17	0.0180	-0.1427	-0.0777	7.2658	0.1335	0.0186	-0.0343	0.0331	2.6179	0.0163	-0.0475	-0.1203	7.4051	0.1191	2112.0672	2111.9481	42.3181	OK	
F18	F19	2084.01	2074.66	122.5702	20	-1	3.34	6	6.115	0.8542	-10.5707	-0.2456	0.0212	1.6548	0.0599	-8.9158	-0.0201	-0.1427	-0.0777	-0.1878	-1.0786	-0.0181	-0.0182	-0.0331	0.2251	-0.8204	-0.0158	-0.0123	-0.0286	-0.9683	-0.0148	2112.2111	2112.2763	42.6623	OK	
F19	F14	2068.35	2078.36	128.3374	21	1	4	4.154	0.8542	1.585	0.0511	0.032	1.6548	-0.8535	2.8864	0.1531	0.0530	-0.1427	-0.4818	2.818	0.0975	0.0431	0.0345	0.0399	2.6262	0.1286	0.0490	-0.0475	-0.1966	2.8821	0.1073	2111.9481	2111.8408	32.4808	OK	
F14	F18	2068.35	2068.35	83.8999	16	-1	1.85	4	4.154	0.4271	-1.4682	-0.0319	0.0212	-0.2959	-0.2195	-1.1888	-0.0216	-0.0182	-0.0777	-0.1878	-1.0786	-0.0181	-0.0182	-0.0331	-0.2251	-0.8204	-0.0158	-0.0123	-0.0286	-0.9683	-0.0148	2112.2111	2112.2763	42.6623	OK	
F18	F19	2074.66	2084.01	122.8224	20	1	3.23	5	5.135	0.4271	-0.7859	-0.0741	0.0129	1.6548	0.0599	7.4807	0.17	0.0180	-0.1427	-0.0777	7.2658	0.1335	0.0186	-0.0343	0.0331	2.6179	0.0163	-0.0475	-0.1203	7.4051	0.1191	2112.0672	2111.9481	42.3181	OK	
F19	F14	2068.35	2078.36	128.3374	21	1	4	4.154	0.8542	1.585	0.0511	0.032	1.6548	-0.8535	2.8864	0.1531	0.0530	-0.1427	-0.4818	2.818	0.0975	0.0431	0.0345	0.0399	2.6262	0.1286	0.0490	-0.0475	-0.1966	2.8821	0.1073	2111.9481	2111.8408	32.4808	OK	
F14	F18	2068.35	2068.35	83.8999	16	-1	1.85	4	4.154	0.4271	-1.4682	-0.0319	0.0212	-0.2959	-0.2195	-1.1888	-0.0216	-0.0182	-0.0777	-0.1878	-1.0786	-0.0181	-0.0182	-0.0331	-0.2251	-0.8204	-0.0158	-0.0123	-0.0286	-0.9683	-0.0148	2112.2111	2112.2763	42.6623	OK	
F18	F19	2074.66	2084.01	122.8224	20	1	3.23	5	5.135	0.4271	-0.7859	-0.0741	0.0129	1.6548	0.0599	7.4807	0.17	0.0180	-0.1427	-0.0777	7.2658	0.1335	0.0186	-0.0343	0.0331	2.6179	0.0163	-0.0475	-0.1203	7.4051	0.1191	2112.0672	2111.9481	42.3181	OK	
F19	F14	2068.35	2078.36	128.3374	21	1	4	4.154	0.8542	1.585	0.0511	0.032	1.6548	-0.8535	2.8864	0.1531	0.0530	-0.1427	-0.4818	2.818	0.0975	0.0431	0.0345	0.0399	2.6262	0.1286	0.0490	-0.0475	-0.1966	2.8821	0.1073	2111.9481	2111.8408	32.4808	OK	
F14	F18	2068.35	2068.35	83.8999	16	-1	1.85	4	4.154	0.4271	-1.4682	-0.0319	0.0212	-0.2959	-0.2195	-1.1888	-0.0216	-0.0182	-0.0777	-0.1878	-1.0786	-0.0181	-0.0182	-0.0331	-0.2251	-0.8204	-0.0158	-0.0123	-0.0286	-0.9683	-0.0148	2112.2111	2112.2763	42.6623	OK	
F18	F19	2074.66	2084.01	122.8224	20	1	3.23	5	5.135	0.4271	-0.7859	-0.0741	0.0129	1.6548	0.0599	7.4807	0.17	0.0180	-0.1427	-0.0777	7.2658	0.1335	0.0186	-0.0343	0.0331	2.6179	0.0163	-0.0475	-0.1203	7.4051	0.1191	2112.0672	2111.9481	42.3181	OK	
F19	F14	2068.35	2078.36	128.3374	21	1	4	4.154	0.8542	1.585	0.0511	0.032	1.6548	-0.8535	2.8864	0.1531	0.0530	-0.1427	-0.4818	2.818	0.0975	0.0431	0.0345	0.0399	2.6262	0.1286	0.0490	-0.0475	-0.1966	2.8821	0.1073	2111.9481	2111.8408	32.4808	OK	
F14	F18	2068.35	2068.35	83.8999	16	-1	1.85	4	4.154	0.4271	-1.4682	-0.0319	0.0212	-0.2959	-0.2195	-1.1888	-0.0216	-0.0182	-0.0777	-0.1878	-1.0786	-0.0181	-0.0182	-0.0331	-0.2251	-0.8204	-0.0158	-0.0123	-0.0286	-0.9683	-0.0148	2112.2111	2112.2763	42.6623	OK	
F18	F19	2074.66	2084.01	122.8224	20	1	3.23	5	5.135	0.4271	-0.7859	-0.0741	0.0129	1.6548	0.0599	7.4807	0.17	0.0180	-0.1427	-0.0777	7.2658	0.1335	0.0186	-0.0343	0.0331	2.6179	0.0163	-0.0475	-0.1203	7.4051	0.1191	2112.0672	2111.9481	42.3181	OK	
F19	F14	2068.35	2078.36	128.3374	21	1	4	4.154	0.8542	1.585	0.0511	0.032	1.6548	-0.8535	2.8864	0.1531	0.0530	-0.1427	-0.4818	2.818	0.0975	0.0431	0.0345	0.0399	2.6262	0.1286	0.0490	-0.0475	-0.1966	2.8821	0.1073	2111.9481	2111.8408	32.4808	OK	
F14	F18	2068.35	2068.35	83.8999	16	-1	1.85	4	4.154	0.4271	-1.4682	-0.0319	0.0212	-0.2959	-0.2195	-1.1888	-0.0216	-0.0182	-0.0777	-0.1878	-1.0786	-0.0181	-0.0182	-0.0331	-0.2251	-0.8204	-0.0158	-0.0123								

PUNTOS DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO CASERÍO RINCÓN CHIQUITO, ZARAGOZA

PUNTO	NORTE	ESTE	ALTURA	DES	PUNTO	NORTE	ESTE	ALTURA	DES
15	3081.666	2990.06	2060.357	E0	64	4059.959	2783.757	2033.041	REF
16	3147.132	2983.649	2056.947	E1	65	4102.575	2783.743	2034.588	REF
17	3257.776	2987.706	2052.429	E2	66	4170.873	2781.273	2034.145	E27
18	3456.09	2988.359	2050.996	E3	67	4145.597	2871.941	2037.881	E28
19	3521.261	2989.24	2049.796	E4	70	4131.765	2909.363	2039.454	REF
20	3507.59	2987.223	2049.97	REF	72	4224.089	2802.66	2033.758	REF
21	3521.815	3030.276	2049.853	E5	74	4211.529	2798.266	2033.523	E28
22	3519.997	3129.546	2045.528	REF	75	4207.39	2826.33	2034.774	REF
23	3515.626	3166.624	2045.484	E6	77	4274.075	2825.789	2034.888	REF
24	3510.682	3219.848	2046.137	E7	78	4321.925	2851.563	2033.463	E31
27	3570.928	3238.184	2045.789	REF	84	4300.999	2975.686	2023.167	E35
28	3592.21	3260.51	2044.93	REF	85	4327.159	3005.389	2026.253	REF
29	3618.122	3299.409	2042.123	REF	86	4356.184	3038.665	2028.632	REF
30	3668.652	3376.552	2040.984	E10	87	4280.301	3004.659	2026.831	E36
31	3719.796	3369.708	2040.521	REF	88	4294.17	3028.115	2028.75	REF
32	3792.44	3361.331	2039.911	REF	89	4283.958	3062.782	2031.093	REF
33	3701.853	3421.816	2041.907	E11	90	4253.278	3004.243	2026.849	REF
34	3946.188	3386.038	2040.273	REF	91	3812.666	2740.003	2039.12	E37
35	3869.693	3397.984	2041.4	E12	92	3817.563	2732.738	2038.965	E38
36	3833.723	3335.923	2039.474	REF	93	3791.567	2705.035	2039.595	REF
37	3581.899	2986.635	2048.195	E13	94	3765.165	2677.238	2041.42	E39
39	3584.193	2941.105	2046.737	REF	95	3748.537	2718.339	2042.655	E40
40	3686.092	2983.603	2045.394	E14	96	3728.56	2719.867	2042.72	E41
42	3689.968	2911.096	2043.741	E15	97	3739.835	2689.862	2041.02	E42
43	3711.439	2832.96	2041.65	E16	99	3782.015	2644.143	2039.357	E44
44	3712.83	2795.578	2041.2	E17	100	3826.622	2609.94	2037.853	REF
45	3653.157	2794.395	2038.505	REF	101	3809.246	2644.642	2039.899	REF
46	3677.535	2795.504	2040.282	REF	102	3833.574	2644.384	2037.864	E45
47	3715.458	2762.197	2039.835	E18	103	3839.649	2661.749	2037.115	REF
48	3763.236	2755.566	2039.713	E19	104	3853.152	2678.936	2036.734	E46
49	3744.963	2760.278	2040.03	REF	106	3869.882	2674.21	2035.981	REF
51	3749.274	2845.025	2040.927	E20	107	3875.551	2658.641	2035.346	E47
52	3797.046	2835.24	2040.944	E21	108	3887.106	2634.908	2034.429	E48
53	3813.985	2749.256	2038.883	REF	109	3899.2	2595.922	2033.736	REF
54	3851.655	2741.441	2037.925	E22	110	3899.348	2742.636	2037.745	REF
55	3906.726	2754.222	2034.653	E23	111	3914.438	2710.437	2037.259	REF
56	3897.256	2787.916	2035.949	REF	112	3937.751	2755.498	2033.675	E49
57	3911.269	2770.326	2034.569	REF	114	3958.012	2676.048	2031.699	E50
58	3939.215	2765.486	2033.238	E24	115	3974.673	2675.825	2030.645	REF
59	3921.223	2821.341	2034.083	REF	116	3981.005	2644.251	2031.283	REF
60	3989.311	2781.923	2032.939	E25	117	3964.787	2643.182	2033.023	REF
61	3978.708	2821.6	2033.475	REF	118	3941.963	2676.257	2034.051	REF
62	4017.123	2784.277	2032.755	E26	119	3914.653	2675.862	2035.855	REF
63	4001.137	2845.538	2035.045	REF	120	4079.442	2776.953	2033.826	REF

PUNTO	NORTE	ESTE	ALTURA	DES
121	4097.912	2709.282	2035.943	E51
122	4114.547	2642.342	2034.945	REF
123	4156.135	2739.918	2034.156	E52
124	4178.941	2693.547	2033.25	E53
125	4187.431	2680.435	2033.075	E54
126	4202.015	2644.53	2032.189	E55
127	4237.693	2627.045	2029.671	REF
128	4234.373	2796.043	2034.168	E56
129	4252.965	2748.578	2031.772	REF
130	4273.394	2687.598	2030.154	REF
132	4291.549	2800.613	2035.112	E57
133	4342.956	2791.85	2035.613	E58
134	4379.276	2741.226	2034.486	REF
135	3723.847	2990.618	2043.693	E59
136	3898.532	2975.647	2038.735	E59
137	4011.907	2948.175	2042.097	E60
138	4087.013	2912.838	2041.062	E61
139	4119.518	2931.079	2038.342	E62
140	4177.606	2956.889	2030.799	REF
141	4217.716	2980.479	2027.438	REF

TABLA DE PUNTOS DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO, ZONA 2, ZARAGOZA.

PUNTO	NORTE	ESTE	ALTURA	DES
1	1186.276	1438.049	2084.016	E12
2	1105.225	1350.876	2085.594	E13
3	1267.731	1529.638	2079.363	E14
4	1350.016	1467.509	2074.725	E15
5	1339.889	1632.942	2073.166	E16
6	1235.443	1692.454	2066.359	E17
7	1152.204	1738.798	2065.621	E18
8	1314.239	1790.634	2063.031	E19
9	1392.776	1602.779	2076.005	E20
10	1387.807	1683.624	2071.944	R3
11	1443.515	1575.122	2072.068	E21
12	1513.822	1670.549	2069.564	E23
13	1590.986	1767.174	2062.232	E24
14	1626.989	1603.559	2065.276	E25
15	1552.276	1500.165	2063.445	E27
16	1412.561	1728.103	2067.583	E22
17	1737.241	1543.193	2059.789	E28
18	1696.997	1695.086	2062.039	E29
19	1853.259	1473.281	2054.979	E30
20	1808.014	1635.828	2060.015	E31
21	1802.217	1404.154	2054.579	E32
22	1916.813	1576.079	2056.63	E33
23	1973.93	1667.516	2057.671	E34
24	1865.579	1727.639	2058.032	E35
25	1753.312	1784.297	2058.016	E36
26	1642.058	1838.18	2057.378	E37
27	1761.797	1808.977	2057.707	R4
28	1539.716	1895.599	2057	E39
29	1226.997	1830.885	2063.18	E42
30	1295.676	1925.778	2061.415	E43
31	1200.632	1983.376	2062.771	E44
32	1254.446	2061.432	2062.084	E45
33	1359.821	2002.328	2059.281	E46
34	1450.155	1951.535	2057.555	E47
35	1393.248	1880.067	2060.157	E41
36	1082.57	1651.814	2068.359	E9
37	1160.761	1600.546	2069.636	E11
38	1003.783	1555.46	2072.402	E7
39	1088.693	1512.808	2074.667	E8
40	916.509	1465.725	2084.013	E3
41	927.766	1466.509	2083.579	E4
42	959.288	1446.551	2088.872	E5

PUNTO	NORTE	ESTE	ALTURA	DES
43	1009.606	1417.274	2089.294	E6
44	1055.125	1390.947	2089.32	R2
45	1143.147	1469.986	2083.311	E10
46	1293.061	1402.228	2074.605	E26
47	791.216	1308.076	2104.913	E2
48	745.756	1285.261	2111.275	E1
49	636.194	1273.858	2124.762	CA-1
50	745.246	1257.069	2112.88	E0
51	744.481	1265.253	2112.855	T
52	732.431	1259.447	2112.873	T
53	736.426	1250.445	2112.887	T
54	748.729	1255.943	2112.887	T
55	749.422	1245.572	2112.761	R1
56	1490.281	1809.843	2060.281	E38



MUNICIPALIDAD DE ZARAGOZA

Zaragoza Próspera, Educada y Segura

Zaragoza 18 de mayo de 2016

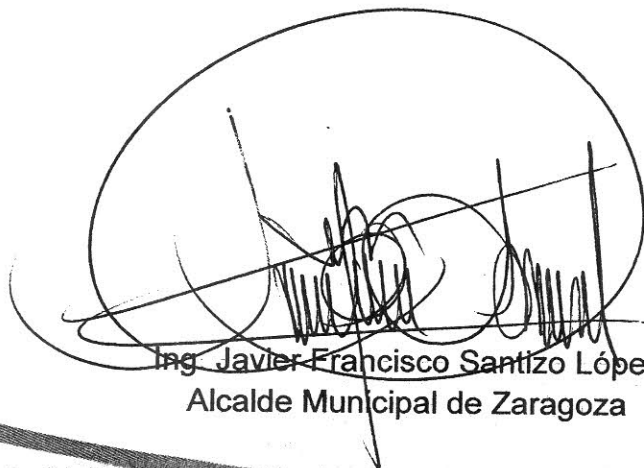
Señores:

Unidad de EPS
Escuela de Ingeniería Civil
Universidad de San Carlos de Guatemala

Por este medio aclaramos que en relación a los dos proyectos de abastecimiento de agua potable asignados al estudiante Eduardo Eusebio ZapónTojin: Rincón Chiquito y Zona dos, solamente nos interesa el diseño de los tanques de distribución y de la red de distribución tomando en cuenta la población actual. Queda en nuestra responsabilidad la apertura de pozos para abastecer línea de conducción hacia los tanques de distribución.

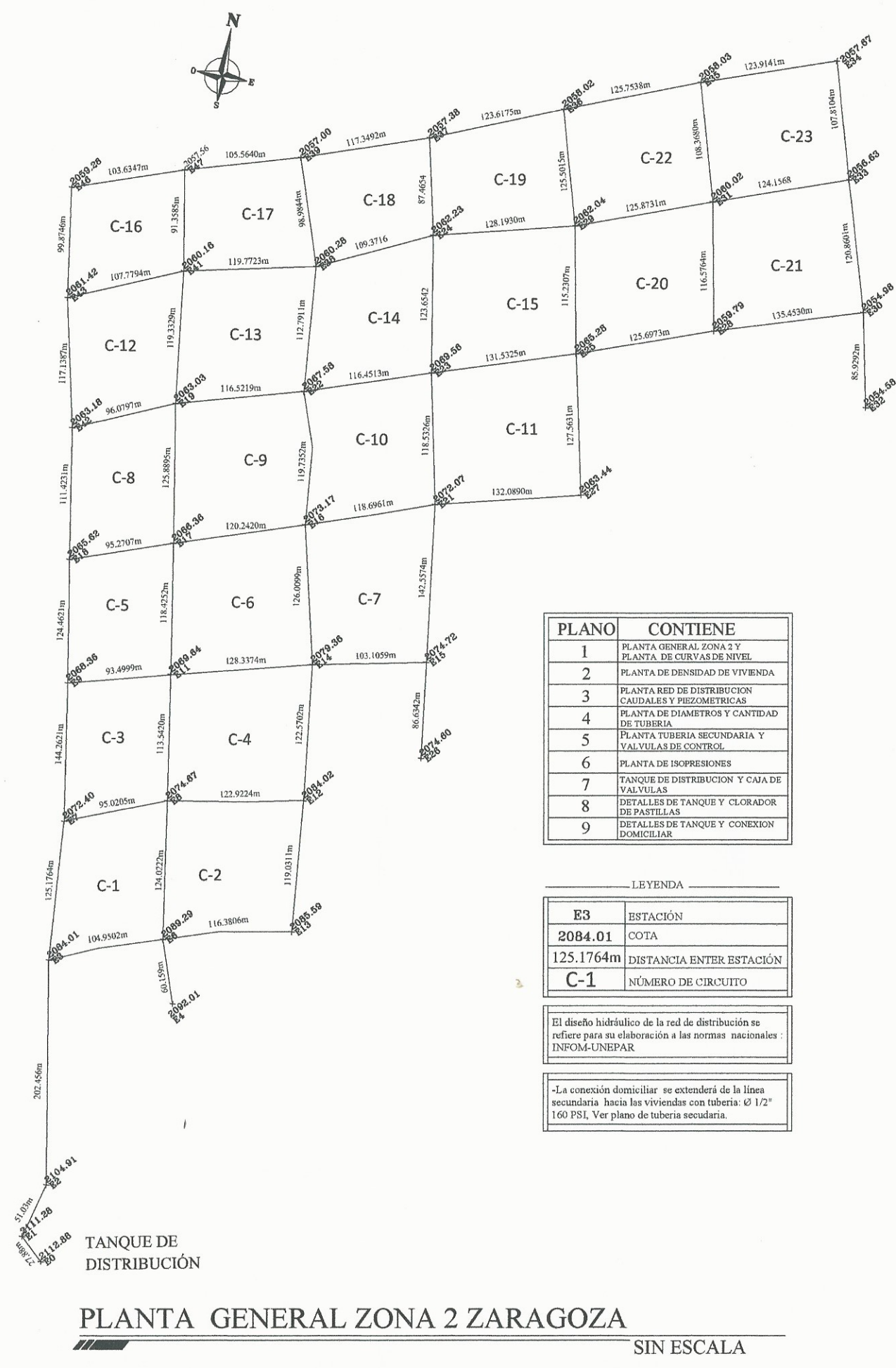
Sin otro particular y agradeciendo la atención a la presente.

De usted deferentemente.



Ing. Javier Francisco Santizo López
Alcalde Municipal de Zaragoza





PLANO	CONTIENE
1	PLANTA GENERAL ZONA 2 Y PLANTA DE CURVAS DE NIVEL
2	PLANTA DE DENSIDAD DE VIVIENDA
3	PLANTA RED DE DISTRIBUCION CAUDALES Y PIEZOMETRICAS
4	PLANTA DE DIAMETROS Y CANTIDAD DE TUBERIA
5	PLANTA TUBERIA SECUNDARIA Y VALVULAS DE CONTROL
6	PLANTA DE ISOPRESIONES
7	TANQUE DE DISTRIBUCION Y CAJA DE VALVULAS
8	DETALLES DE TANQUE Y CLORADOR DE PASTILLAS
9	DETALLES DE TANQUE Y CONEXION DOMICILIAR

LEYENDA

E3	ESTACION
2084.01	COTA
125.1764m	DISTANCIA ENTER ESTACION
C-1	NÚMERO DE CIRCUITO

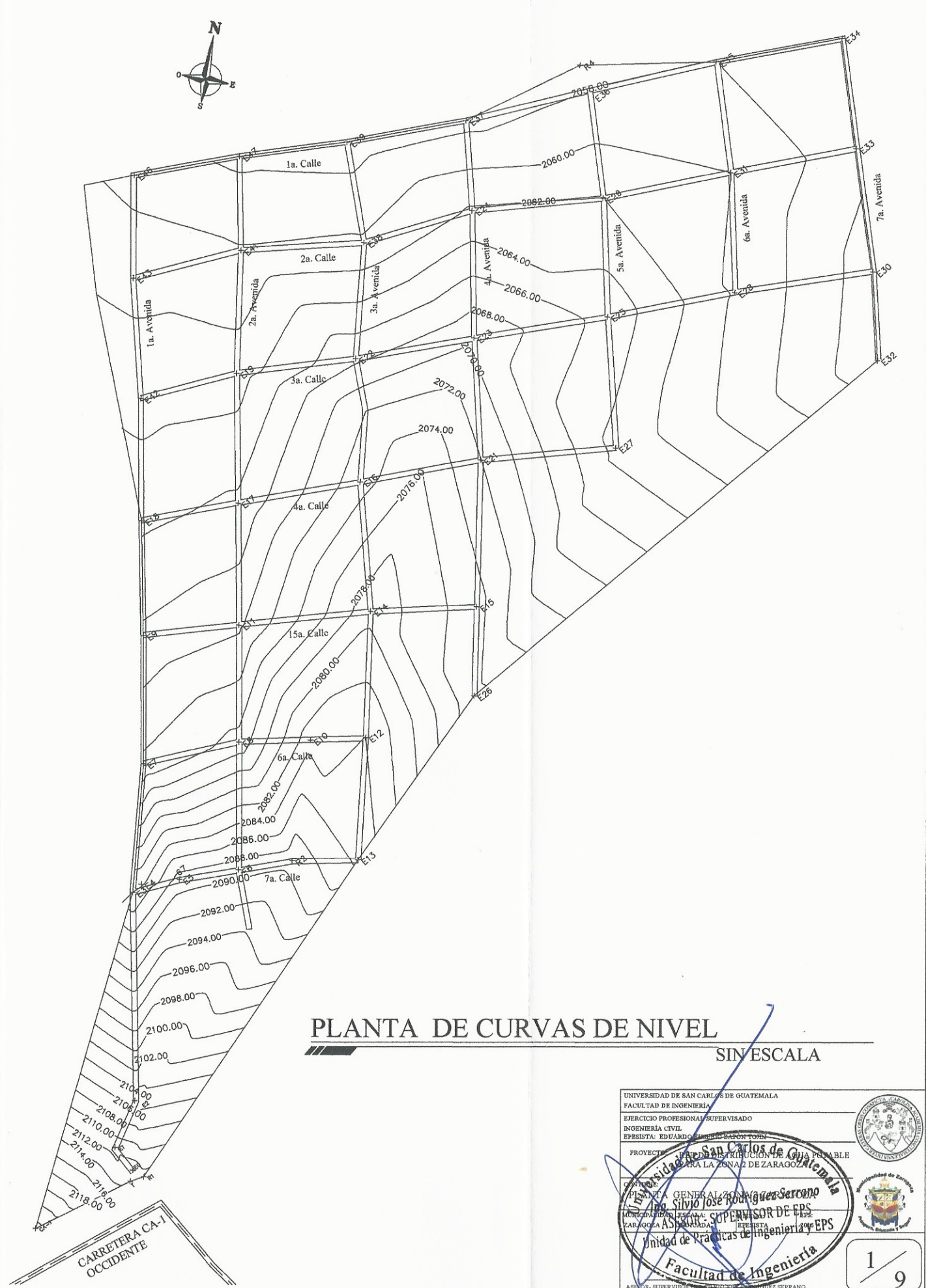
El diseño hidráulico de la red de distribución se refiere para su elaboración a las normas nacionales: INFOM-UNEPAR

-La conexión domiciliar se extenderá de la línea secundaria hacia las viviendas con tubería: Ø 1/2" 160 PSI, Ver plano de tubería secundaria.

TANQUE DE DISTRIBUCION

PLANTA GENERAL ZONA 2 ZARAGOZA

SIN ESCALA



PLANTA DE CURVAS DE NIVEL

SIN ESCALA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
 INGENIERIA CIVIL
 EPESISTA: EDUARDO DOMINGO ZAPON TORRES

PROYECTO: PLANTA DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE PARA LA ZONA 2 DE ZARAGOZA

PLANTA GENERAL ZONA 2 ZARAGOZA
 Ing. Silvia Jose Rodriguez Serrano
 SUPERVISOR DE EPS
 ZARAGOZA ASISTENTE EPESISTA
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

Facultad de Ingeniería

1 / 9

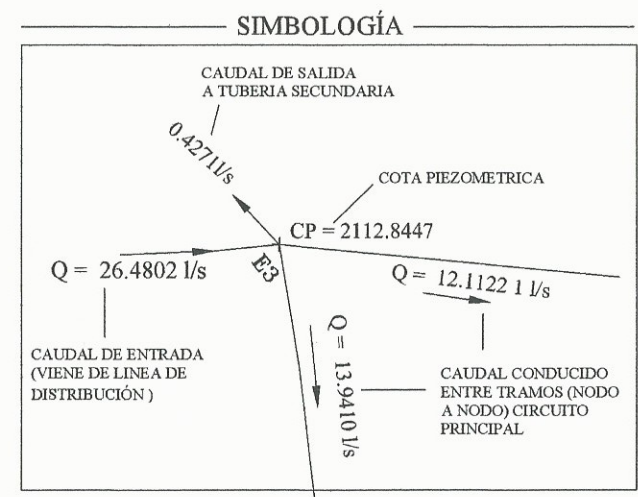
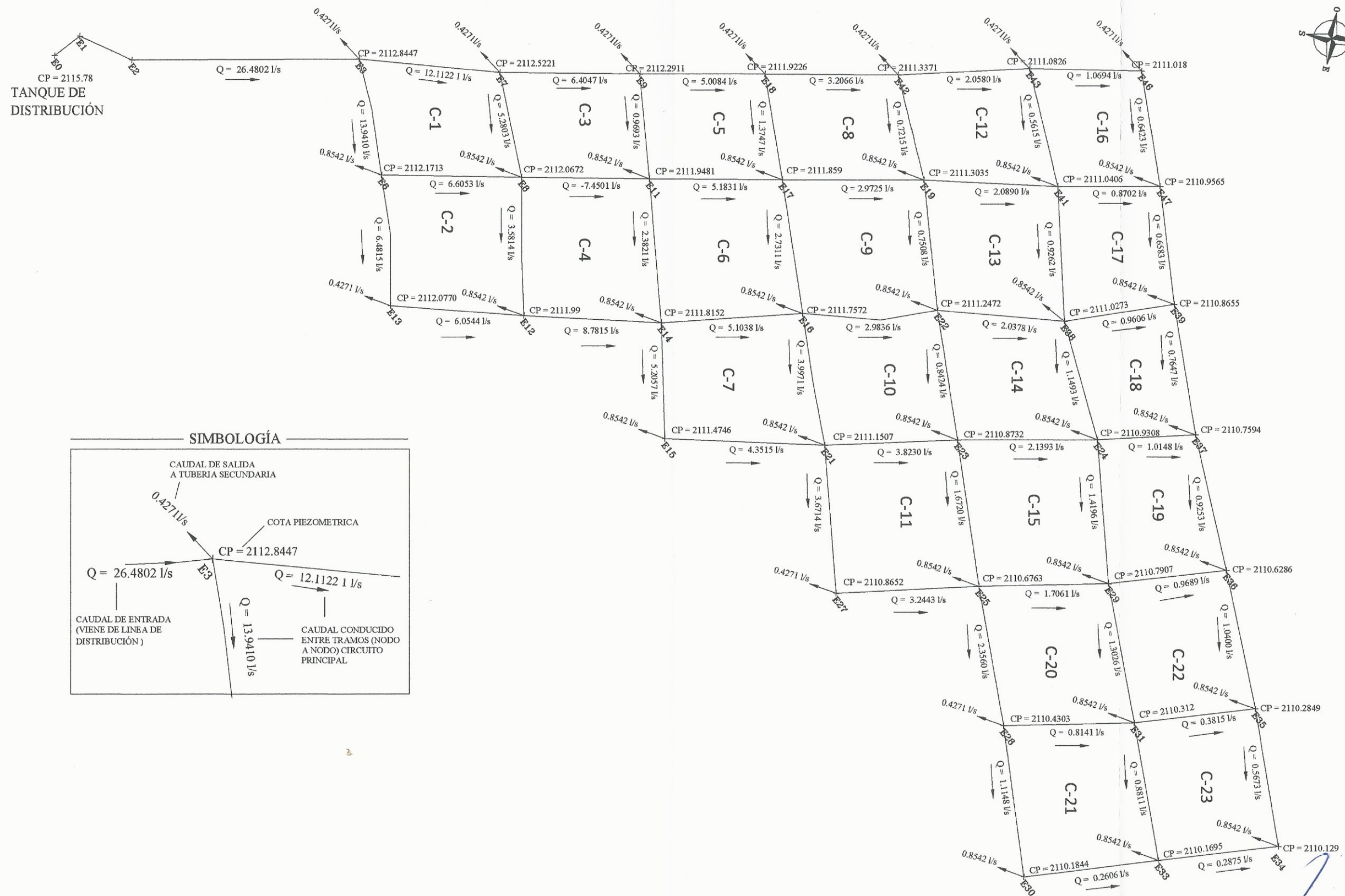
TANQUE DE
DISTRIBUCIÓN



PLANTA DE DENSIDAD DE VIVIENDA

SIN ESCALA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA CIVIL	
INGENIERO: EDUARDO EUSEBIO GONZALEZ	
PROYECTO: PLAN DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE PARA LA ZONA 2 DE ZARAGOZA	
CONTIENE: PLANO DE DENSIDAD DE VIVIENDA	
Ing. Silvio José Rodríguez Serrano	
MUNICIPALIDAD DE ZARAGOZA SUPERVISOR - SUPERVISOR DE EPS	
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS	
Facultad de Ingeniería	2 / 9



**PLANTA RED DE DISTRIBUCION
CAUDALES Y PIEZOMETRICAS**

SIN ESCALA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
INGENIERIA CIVIL
EFECTUADO: EDUARDO EUSEBIO RODRIGUEZ SERRANO

PROYECTO: RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE
PARA LA ZONA 2 DE ZARAGOZA

CONTIENE: PLANTA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE
CAUDALES Y PIEZOMETRICAS

ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
INGENIERO EN INGENIERIA CIVIL
EDUARDO EUSEBIO RODRIGUEZ SERRANO

MUNICIPALIDAD: ZARAGOZA

FECHA: 15/05/2018

Facultad de Ingeniería

3/9



PLANTA DE DIAMETROS Y CANTIDAD TE TUBERIA

SIN ESCALA

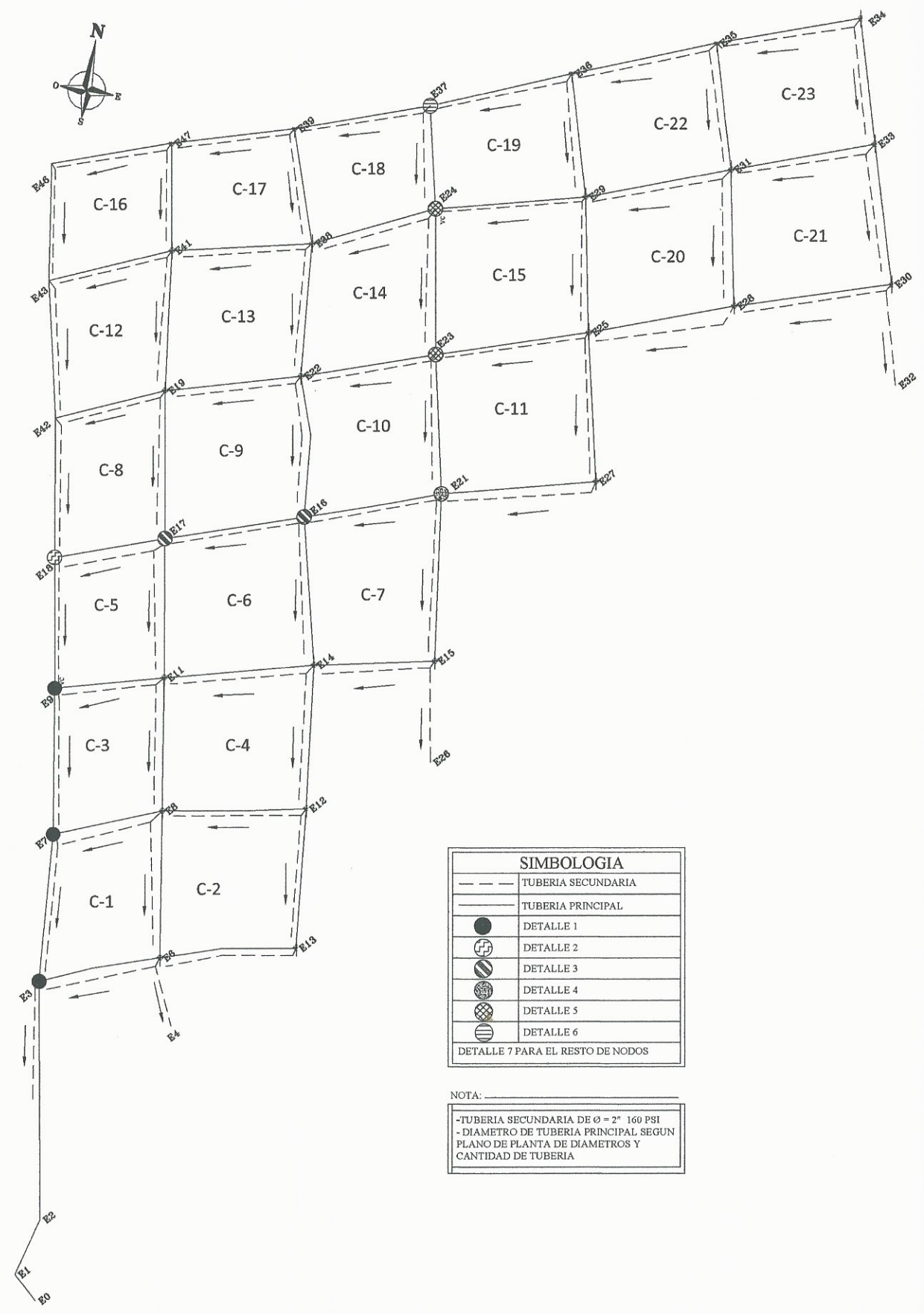
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
 INGENIERIA CIVIL
 ESPECIALIDAD: EDIFICIO INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: PLAN DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE
 EN LA ZONA 2 DE ZARAGOZA

CONSEJO DE INGENIERIA CIVIL DE GUATEMALA
 INGENIERO SUPERVISOR DE EPS
 ABEL ROSALES
 Unidad de Practicas de Ingenieria y EPS

Facultad de Ingenieria

4 / 9

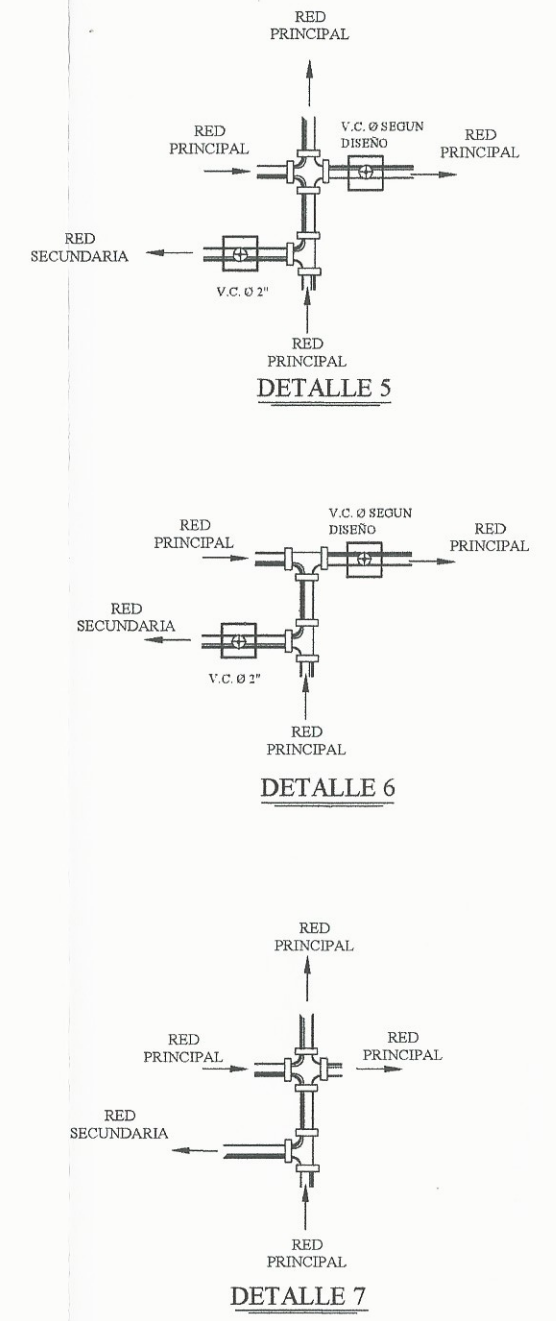
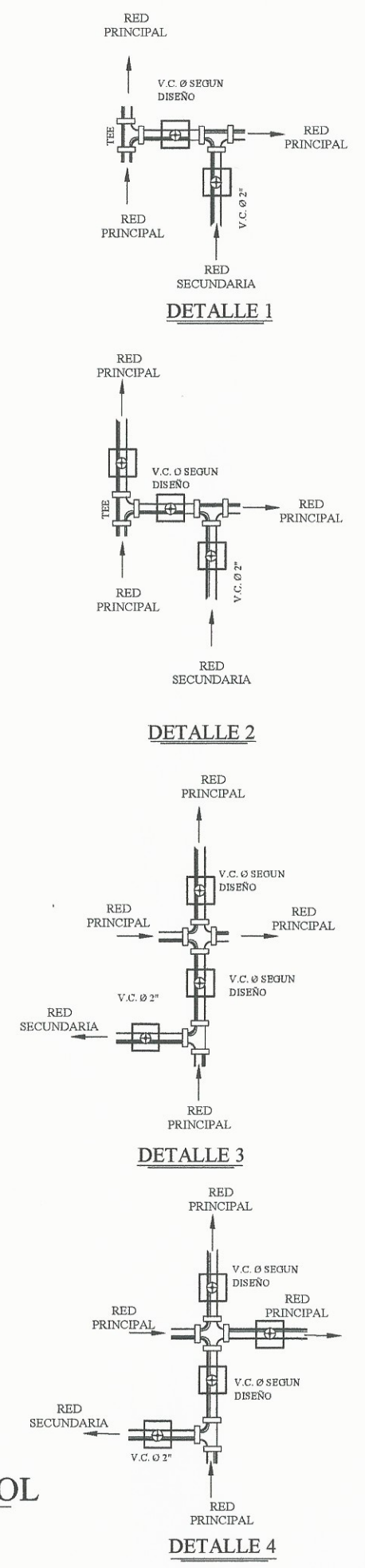


TANQUE DE DISTRIBUCIÓN

SIMBOLOGIA	
---	TUBERIA SECUNDARIA
—	TUBERIA PRINCIPAL
●	DETALLE 1
⊕	DETALLE 2
⊗	DETALLE 3
⊙	DETALLE 4
⊘	DETALLE 5
⊚	DETALLE 6
DETALLE 7 PARA EL RESTO DE NODOS	

NOTA:
 -TUBERIA SECUNDARIA DE Ø = 2" 160 PSI
 -DIAMETRO DE TUBERIA PRINCIPAL SEGUN PLANO DE PLANTA DE DIAMETROS Y CANTIDAD DE TUBERIA

PLANTA TUBERIA SECUNDARIA Y VALVULAS DE CONTROL SIN ESCALA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
 INGENIERIA CIVIL
 EFISIETA: EDUARDO EDISEÑO SERRANO TOJIN

PROYECTO: RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE PARA LA ZONA 2 DE ZARAGOZA

CONTIENE PLAN DE TUBERIA SECUNDARIA Serrano Tojin, Eduardo Ediseño Serrano Tojin

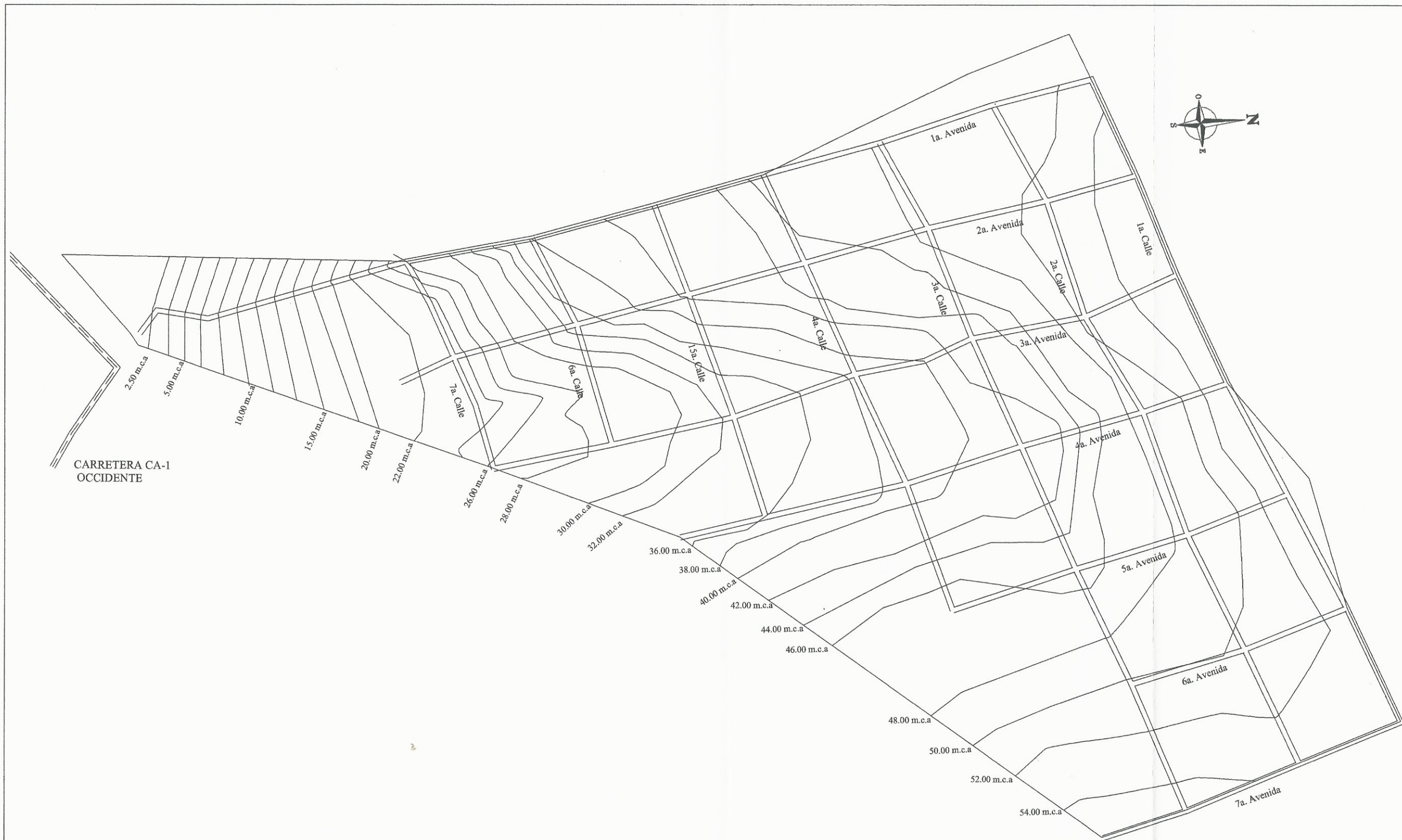
MUNICIPIO DE ZARAGOZA: ASISTENTE SUPERVISOR DE EPS

ZARAGOZA: ASISTENTE SUPERVISOR DE EPS

Unidad de Prácticas de Ingeniería y ERS

Facultad de Ingeniería

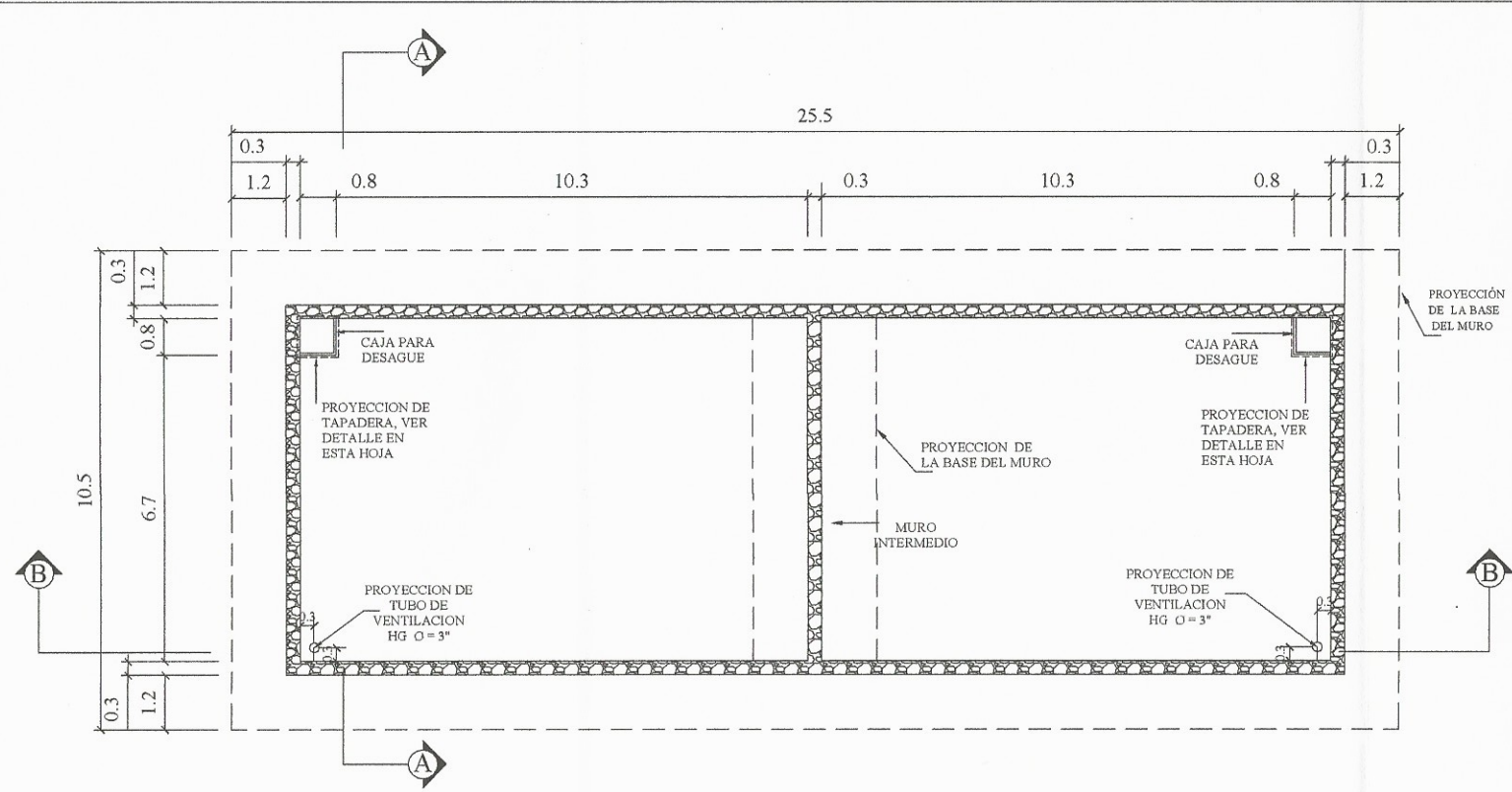
5 / 9



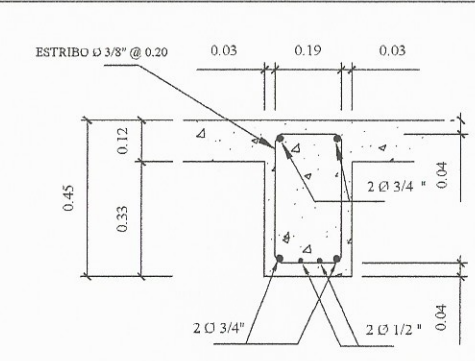
PLANTA DE ISOPRESIONES

SIN ESCALA

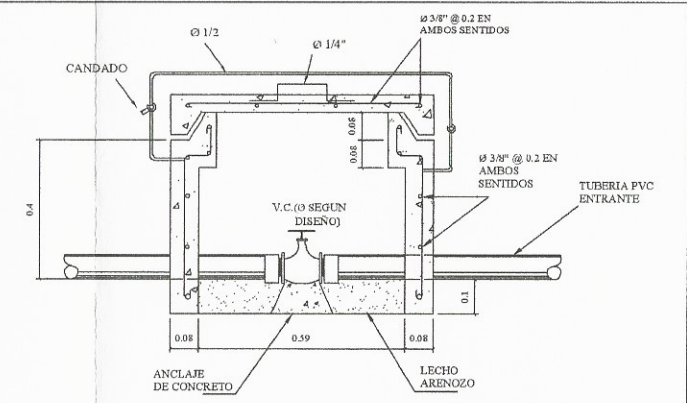
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
INGENIERIA CIVIL	
EFERENTE: EDUARDO ESPERANZA SERRANO	
PROYECTO: RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE	
CANTON: ZARAGOZA	
CONTIENE: PLANTA DE ISOPRESIONES	
MUNICIPALIDAD DE ZARAGOZA	
ZARAGOZA	
INGENIERO SUPERVISOR DE EPS	
UNIDAD DE PRACTICAS DE INGENIERIA Y EPS	
FACULTAD DE INGENIERIA	
ASESOR SUPERVISOR ING. EDUARDO ESPERANZA SERRANO	



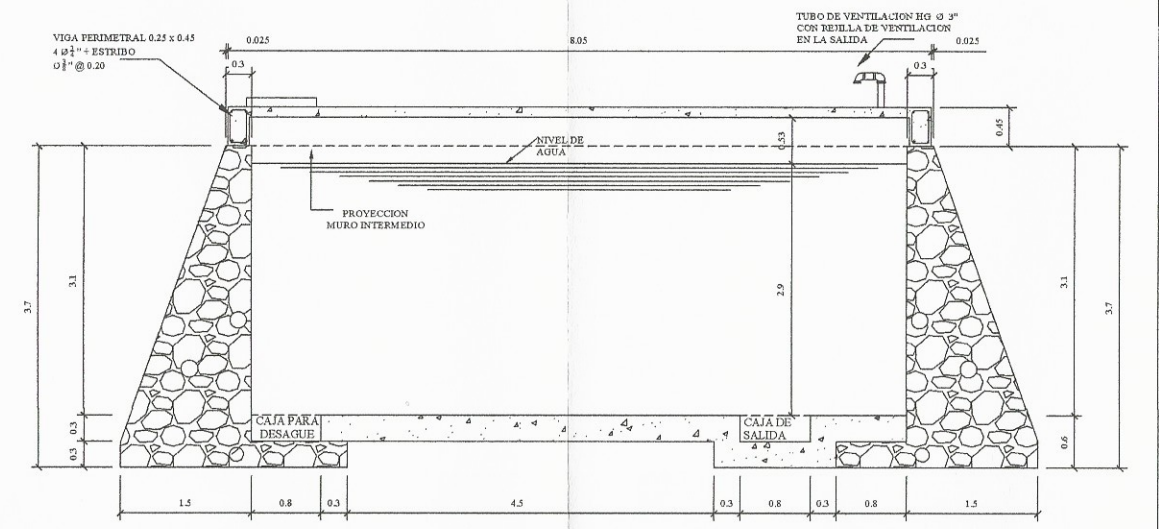
PLANTA DE TANQUE
SIN ESCALA



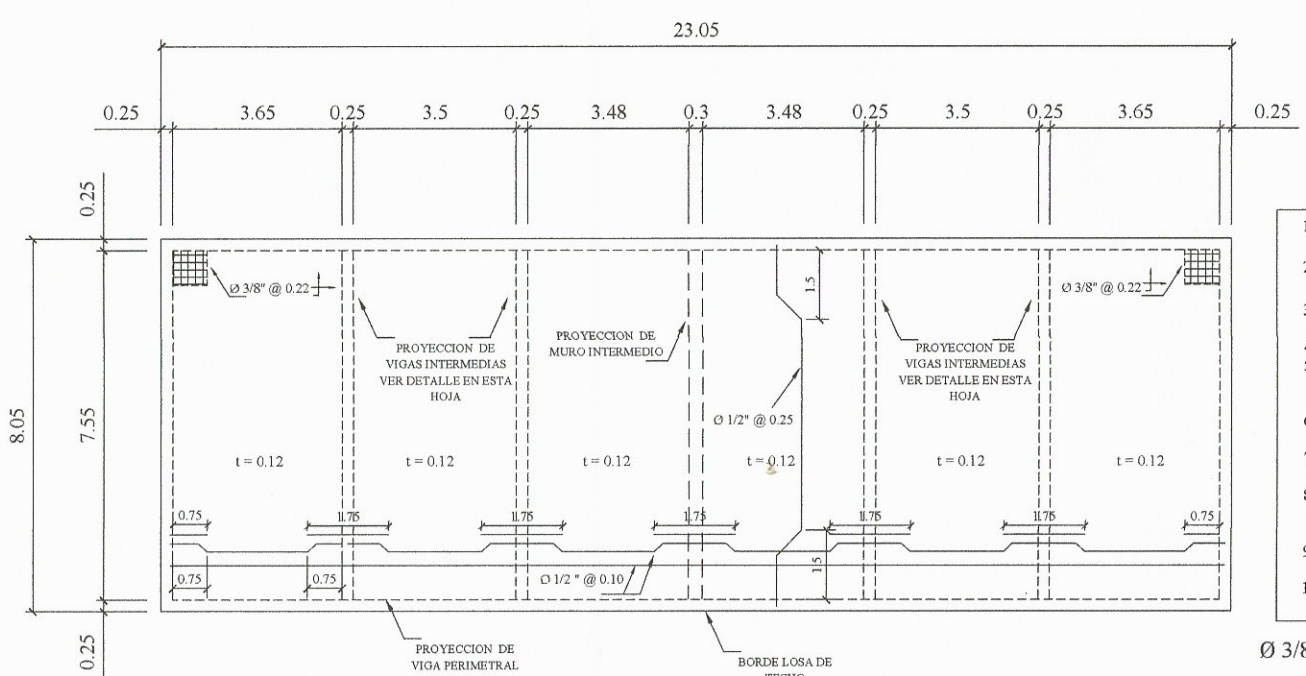
DETALLE DE VIGA INTERMEDIA
SIN ESCALA



ELEVACION CAJA DE VALVULAS
SIN ESCALA

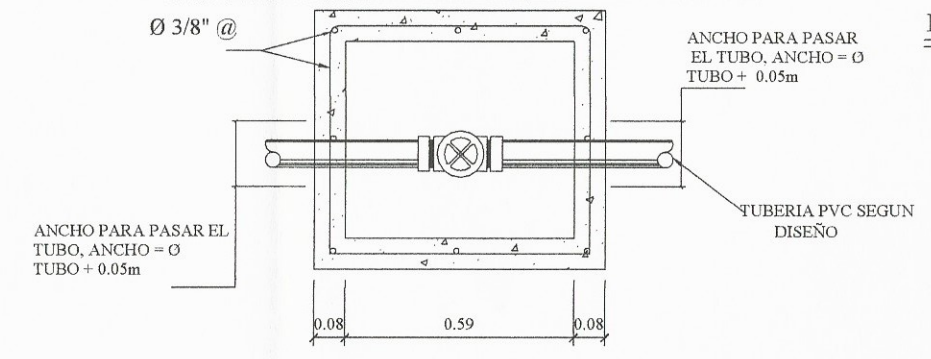


SECCION A-A'
SIN ESCALA

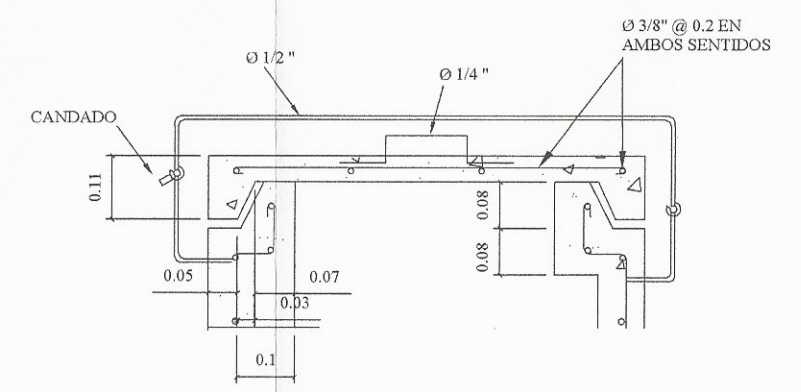


PLANTA DE LOSA TECHO
ESCALA: 1:75

- ESPECIFICACIONES GENERALES
1. CONCRETO: SE USARA CONCRETO CON UNA RESISTENCIA A COMPRESION DE 210kg/cm² (3000lb/pulg²) A LOS 28 DÍAS.
 2. ACERO DE REFUERZO: SE USARA ACERO DE REFUERZO DE fy = 2810kg/cm² (GRADO 40 KSI) ESPECIFICACION ASTM A615.
 3. VARIOS: LOS MUROS ESTAN DISEÑADOS PARA TRABAJAR TANTO SOBRE COMO BAJO TIERRA.
 4. TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS.
 5. LOS RECUBRIMIENTOS SERAN DE 3CM EXCEPTO DONDE SE INDIQUE LO CONTRARIO Y SE MEDIRA DESDE EL ROSTRO DE LA BARRA A LA SUPERFICIE DE CONCRETO.
 6. EL TERRENO DEBAJO DE LA LOSA DE PISO DEBERA SER PERFECTAMENTE APISONADO.
 7. LA LOSA DE TECHO DEBERA TENER UNA PENDIENTE DE 1% HACIA LOS LADOS.
 8. LOS MUROS DE PIEDA DEBERAN IMPERMEABILIZARSE EN SUS CARAS INTERIORES POR MEDIO DE UNA CAPA DE SABIETA DE ARENA, PROPORCION (1:2), DEBIDAMENTE ALISADA.
 9. LA SUPERFICIE DE LAS LOSA DE CONCRETO DEBERAN QUEDAR CERNIDAS CON CEMENTO ARENA.
 10. LOS MUROS ESTARAN CONSTITUIDOS DE CONCRETO CICLOPEO, 67% PIEDA BOLA, 33% SABIETA CEMENTO ARENA 1:2



PLANTA CAJA DE VALVULAS
SIN ESCALA



DETALLE DE TAPADERA DE CAJA DE VALVULAS
SIN ESCALA

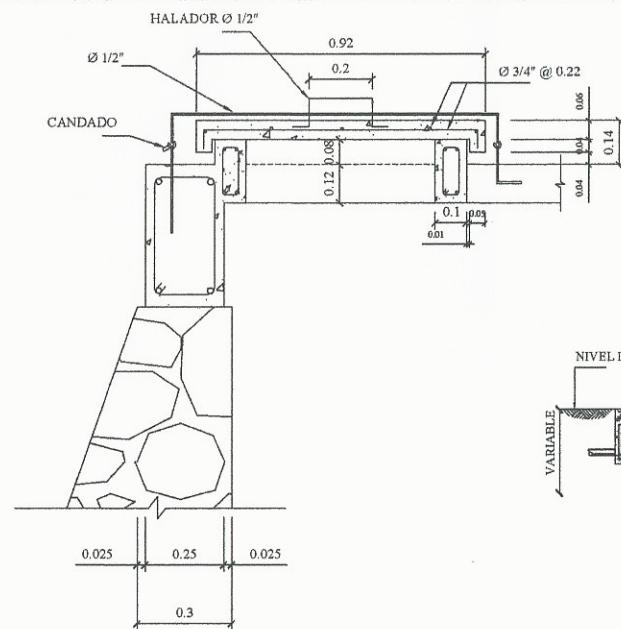
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EFERICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
INGENIERIA CIVIL
EPESISTA: EDUARDO EUSEBIO ZAPATA TORRES

PROYECTO: RED DE DISTRIBUCION Y CAJA DE VALVULAS DE AGUA POTABLE PARA LA ZONA DE ZARAGOZA

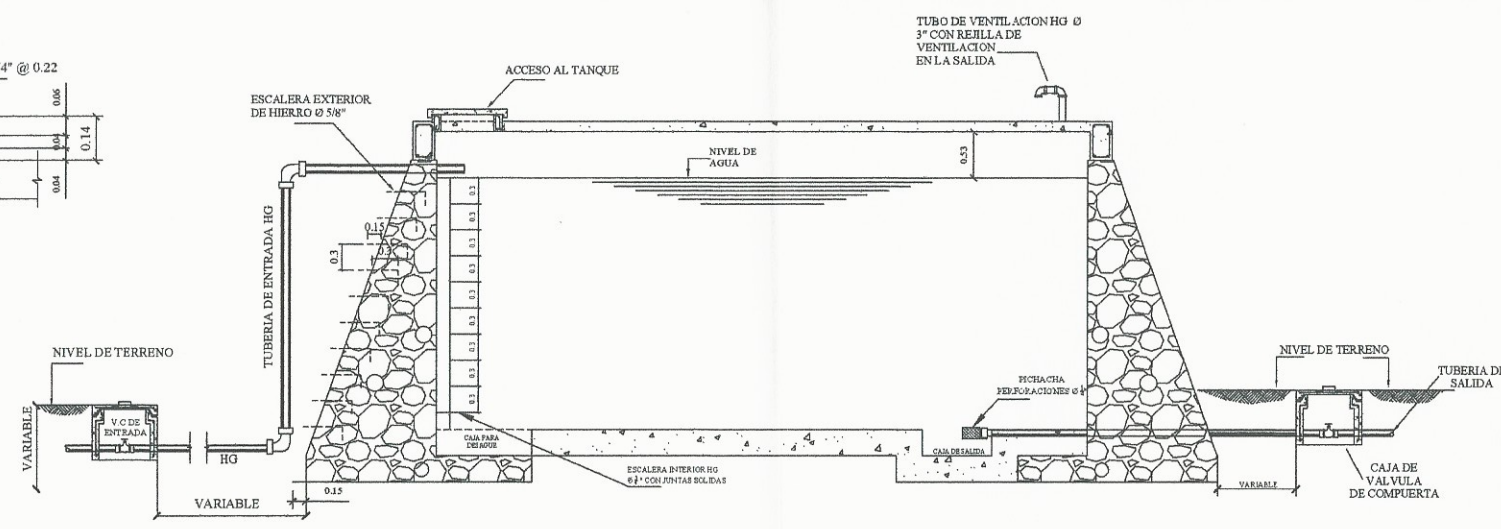
CONTIENE: TUNQUE DE DISTRIBUCION Y CAJA DE VALVULAS

MUNICIPALIDAD DE ZARAGOZA
ING. Silvio José Rodríguez Serrano
SUPERVISOR DE EPS
ASOCIACION DE INGENIEROS Y ARQUITECTOS DE GUATEMALA
Unidad de Prácticas de Ingeniería y Arquitectura
Facultad de Ingeniería

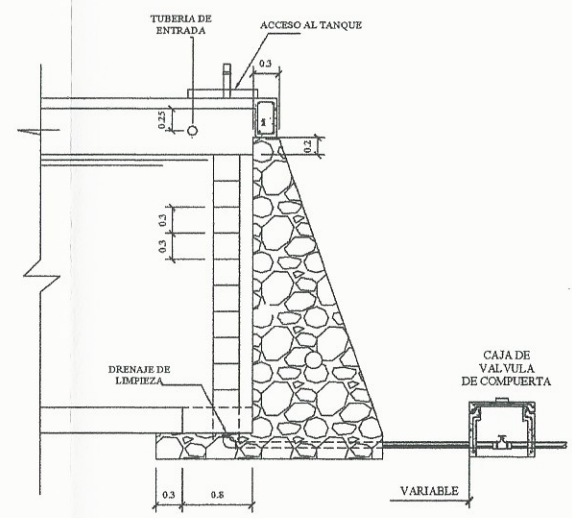
9



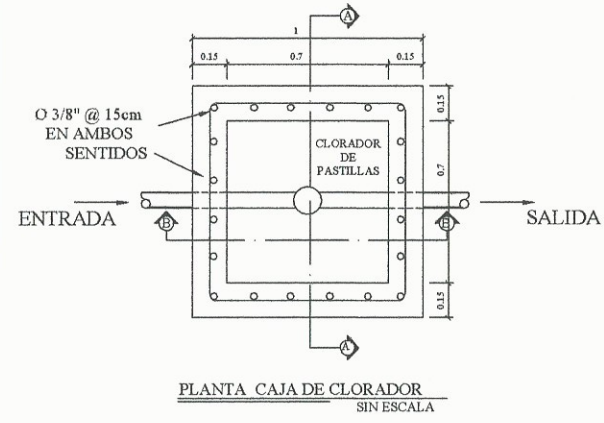
DETALLE DE TAPADERA
SIN ESCALA



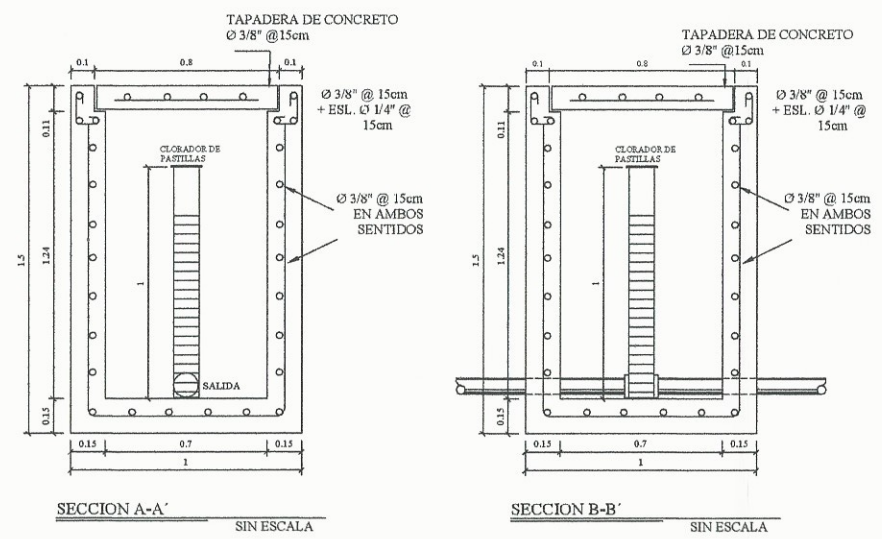
SECCION A-A'
SIN ESCALA



SECCION B-B' (A)
SIN ESCALA

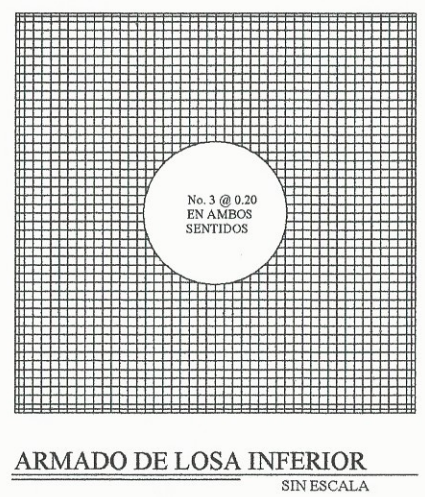


PLANTA CAJA DE CLORADOR
SIN ESCALA

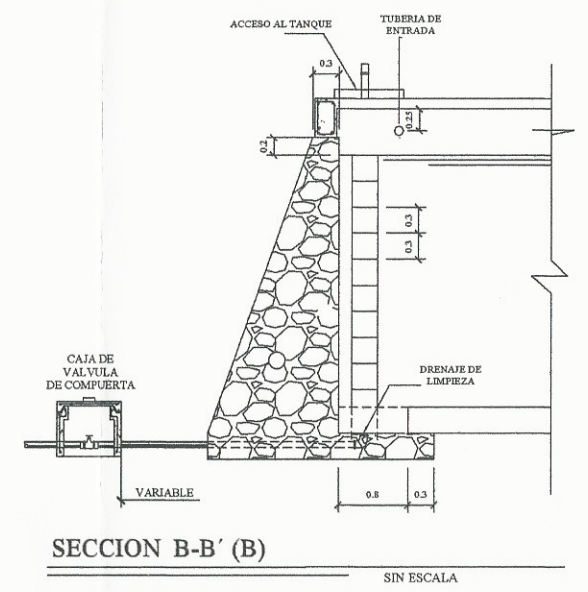


SECCION A-A'
SIN ESCALA

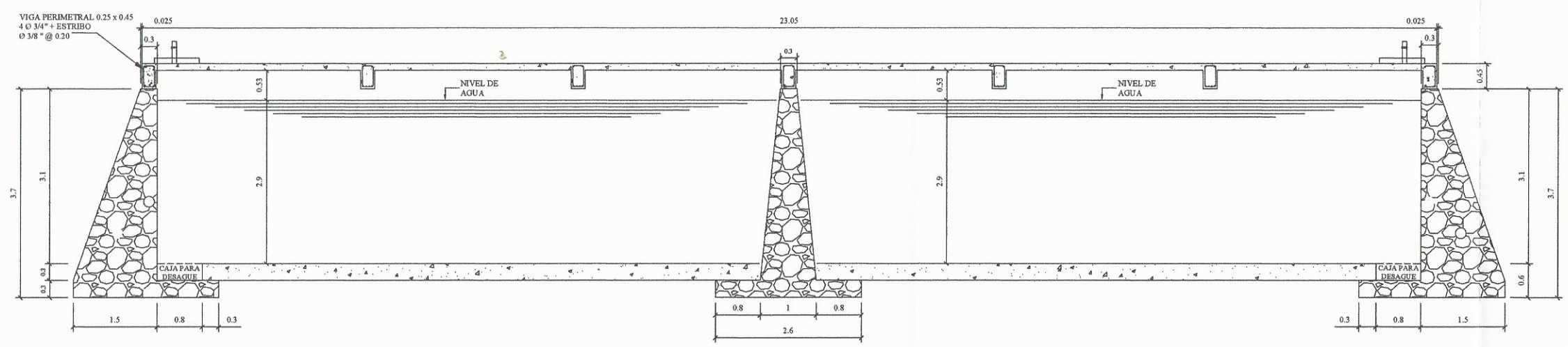
SECCION B-B'
SIN ESCALA



ARMADO DE LOSA INFERIOR
SIN ESCALA



SECCION B-B' (B)
SIN ESCALA



SECCION B-B'
ESCALA: SIN ESCALA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
INGENIERIA CIVIL
PROFESOR: Ing. Juan Carlos de Guzmán
PROYECTO: RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE PARA LA ZONA 2 DE ZARAGOZA
COSTEAS: Ing. Silvia José Rodríguez Serrano
DETALLE DE: TUBERIA Y CLORADOR DE PASTILLAS
ASESOR: SUZELMIR
MUNICIPALIDAD: ESCALA
ZARAGOZA: 2016
Facultad de Ingeniería

8 / 9



EST.	P.P.O.	AZIMUT	DISTANCIA (m)
E0	E1	29° 29' 57"	146.3730
E1	E2	21° 47' 35"	110.810
E2	E3	23° 48' 11"	198.243
E3	R20	25° 12' 51"	51.518

PLANO	CONTIENE
1	PLANTA GENERAL
2	PLANTA RED DE DISTRIBUCIÓN
3	PLANTA PERFIL
4	PLANTA PERFIL
5	PLANTA PERFIL
6	PLANTA PERFIL
7	PLANTA PERFIL
8	PLANTA PERFIL
9	PLANTA PERFIL
10	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN
11	DETALLES DE TANQUE Y CAJA DE VALVULAS
12	CLORADOR DE PASTILLAS Y CONEXION DOMICILIAR

PLANTA GENERAL

ESCALA: 1:3800

EST.	P.P.O.	AZIMUT	DISTANCIA (m)
R20	E5	312° 13' 2"	45.262
E5	R22	292° 56' 45"	99.376
R22	E6	287° 10' 53"	37.292
E6	E7	286° 34' 4"	53.353
E7	R27	7° 04' 38"	62.916
R27	R28	337° 35' 28"	30.837
R28	R29	327° 37' 40"	46.823
R29	E10	327° 11' 8"	92.102
E10	E11	330° 13' 48"	55.961
E11	E12	32° 04' 36"	169.475

EST.	P.P.O.	AZIMUT	DISTANCIA (m)
E10	R31	31° 35' 52"	51.993
R31	R32	30° 33' 27"	73.113

EST.	P.P.O.	AZIMUT	DISTANCIA (m)
E12	E34	32° 49' 52"	77.425
E12	R36	144° 02' 43"	71.461

EST.	P.P.O.	AZIMUT	DISTANCIA (m)
R20	E4	N15° 35' 28"E	13.814
E4	E13	N25° 23' 17"E	60.714
E13	E14	N25° 35' 42"E	104.273

EST.	P.P.O.	AZIMUT	DISTANCIA (m)
E14	R135	15° 22' 31"	38.439
R135	E59	28° 44' 57"	175.395
E59	E60	37° 43' 04"	116.558
E60	E61	46° 07' 35"	93.010

EST.	P.P.O.	AZIMUT	DISTANCIA (m)
E61	E62	354° 38' 03"	37.388
E62	R140	359° 48' 14"	63.878
R140	R141	353° 25' 40"	46.649
R141	R90	350° 12' 49"	42.732
R90	E36	23° 07' 58"	27.010

EST.	P.P.O.	AZIMUT	DISTANCIA (m)
E36	R88	324° 32' 20"	27.071
R88	R89	277° 18' 23"	36.011

EST.	P.P.O.	AZIMUT	DISTANCIA (m)
E13	R39	110° 57' 02"	32.187

EST.	P.P.O.	AZIMUT	DISTANCIA (m)
R20	E4	N15° 35' 28"E	13.814
E4	E13	N25° 23' 17"E	60.714
E13	E14	N25° 35' 42"E	104.273

EST.	P.P.O.	AZIMUT	DISTANCIA (m)
E14	E15	110° 47' 40"	72.438
E15	E16	98° 27' 55"	60.870
E16	E17	111° 44' 53"	37.333

EST.	P.P.O.	AZIMUT	DISTANCIA (m)
E23	R56	278° 00' 02"	34.914

EST.	P.P.O.	AZIMUT	DISTANCIA (m)
E24	R59	278° 0' 23"	58.599

EST.	P.P.O.	AZIMUT	DISTANCIA (m)
E25	R61	278° 54' 14"	41.009
E26	R63	278° 10' 40"	63.155

EST.	P.P.O.	AZIMUT	DISTANCIA (m)
E81	R70	28° 20' 03"	44.916
R70	E28	93° 30' 06"	39.807
E28	E27	98° 12' 53"	93.883
E27	E29	1° 30' 56"	43.859
E29	R72	4° 38' 23"	13.299
R72	E06	56° 43' 22"	12.228
E06	R129	92° 13' 31"	64.196
R129	R130	95° 18' 31"	132.126

EST.	P.P.O.	AZIMUT	DISTANCIA (m)
R72	R77	359° 00' 10"	55.094
R77	R78	355° 38' 17"	54.344
E29	R75	N74° 35' 45"W	28.093

EST.	P.P.O.	AZIMUT	DISTANCIA (m)
E15	R142	211° 28' 55"	75.210

EST.	P.P.O.	AZIMUT	DISTANCIA (m)
E17	R46	203° 58' 25"	35.241
R46	R45	201° 37' 49"	24.320

EST.	P.P.O.	AZIMUT	DISTANCIA (m)
E17	E18	109° 18' 35"	33.372
E18	R49	27° 45' 10"	29.547
R49	E19	38° 22' 48"	19.873
E19	R53	31° 02' 25"	51.143

EST.	P.P.O.	AZIMUT	DISTANCIA (m)
R53	E37	122° 51' 54"	9.107
E37	E38	79° 51' 22"	8.761
E38	R93	156° 38' 30"	39.012
R93	E39	157° 28' 30"	38.376
E39	E40	271° 47' 39"	44.262
E40	E42	208° 22' 23"	20.028
E42	E37	93° 08' 06"	31.966

EST.	P.P.O.	AZIMUT	DISTANCIA (m)
E38	E46	80° 18' 32"	64.309
E46	R103	151° 48' 32"	21.883
R103	E45	133° 15' 01"	18.408
E45	R101	204° 21' 44"	24.385
R101	E44	203° 01' 32"	27.199
E44	R100	61° 19' 57"	56.202

EST.	P.P.O.	AZIMUT	DISTANCIA (m)
E46	R106	39° 35' 57"	17.396
R106	E47	83° 46' 59"	16.532
E47	E48	92° 08' 43"	26.352
E48	R109	95° 37' 10"	40.756

EST.	P.P.O.	AZIMUT	DISTANCIA (m)
E37	E22	21° 48' 41"	39.033
E22	R110	32° 10' 57"	47.594
R110	R111	89° 48' 46"	35.518

EST.	P.P.O.	AZIMUT	DISTANCIA (m)
R110	E49	5° 18' 18"	40.508
E49	E50	99° 32' 56"	91.660
E50	R119	155° 15' 18"	16.053
R119	R118	157° 0' 55"	27.360

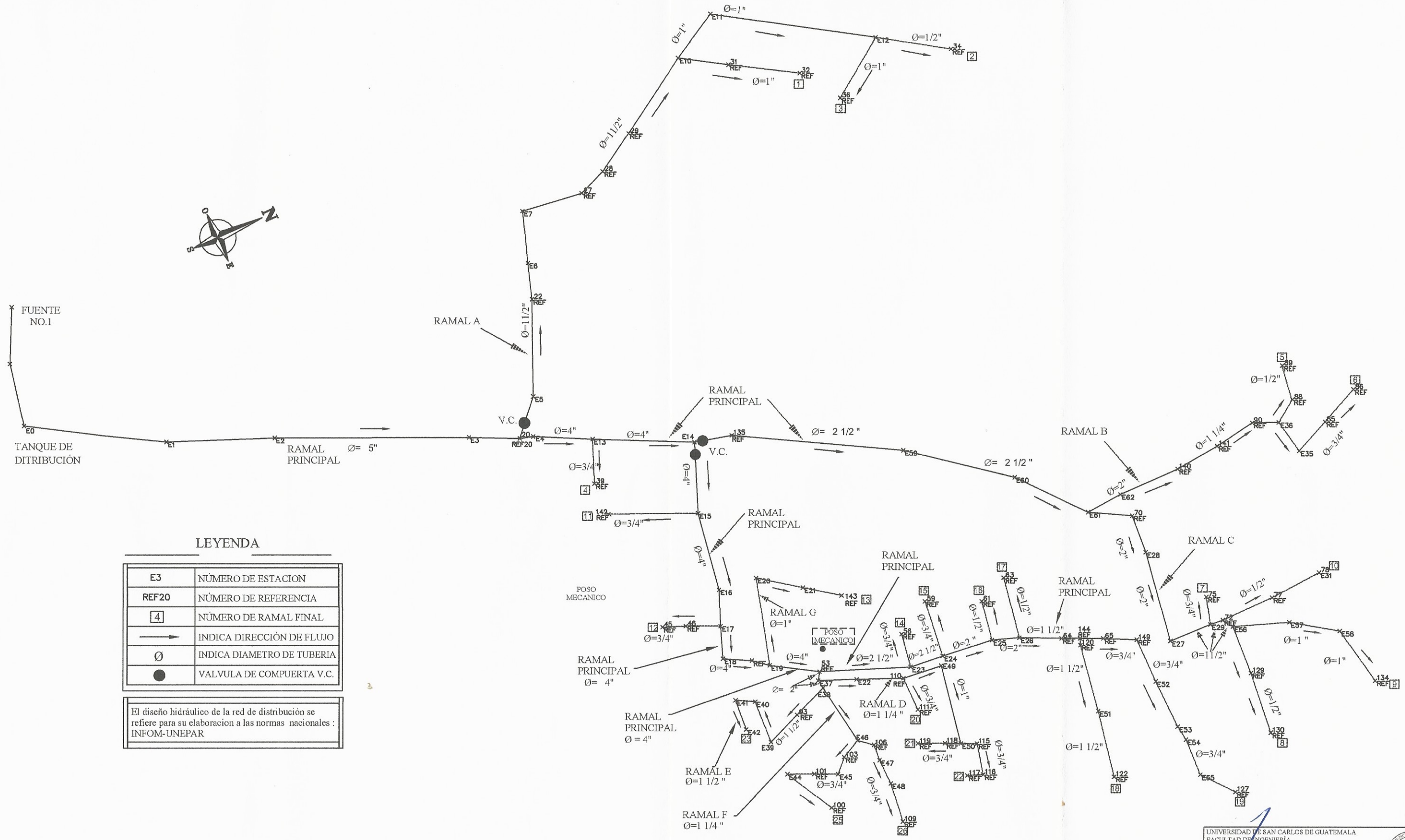
EST.	P.P.O.	AZIMUT	DISTANCIA (m)
E50	R115	24° 35' 02"	16.689
R115	R116	102° 35' 48"	32.198
R116	R117	160° 06' 07"	16.308

EST.	P.P.O.	AZIMUT	DISTANCIA (m)
R53	E23	20° 49' 57"	92.967
E23	E24	5° 25' 47"	35.2610
E24	E25	19° 09' 34"	27.897
E25	R64	24° 43' 44"	42.804
R64	R144	23° 35' 59"	19.070
R144	R66	24° 38' 16"	23.468
R66	R149	24° 08' 31"	41.250
R149	E52	98° 11' 03"	45.367
E52	E53	87° 39' 51"	51.618
E53	E54	89° 57' 20"	15.611
E54	E55	91° 43' 40"	38.695
E55	R127	49° 51' 04"	39.751

EST.	P.P.O.	AZIMUT	DISTANCIA (m)
E56	E57	19° 20' 16"	57.366
E57	E58	33° 42' 33"	52.119
E58	E134	78° 12' 03"	62.282

EST.	P.P.O.	AZIMUT	DISTANCIA (m)
R144	R120	S59° 53' 42"E	6.905
R120	E51	S81° 16' 56"E	70.173
E51	R122	S89° 49' 36"E	69.866

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISOR DE EPS
 INGENIERIA CIVIL
 EPESISTA: EDUARDO SERRANO
 PROYECTO: RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE
 CANTON RINCÓN CHIQUITO
 CONTIENE: PLANTA GENERAL
 INGENIERO SUPERVISOR DE EPS
 MUNICIPALIDAD DE ZARAGOZA
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 2016
 ASSESOR SUPERVISOR ING. SILVIO J. RODRIGUEZ SERRANO



LEYENDA

E3	NÚMERO DE ESTACION
REF20	NÚMERO DE REFERENCIA
4	NÚMERO DE RAMAL FINAL
→	INDICA DIRECCIÓN DE FLUJO
Ø	INDICA DIAMETRO DE TUBERIA
●	VALVULA DE COMPUERTA V.C.

El diseño hidráulico de la red de distribución se refiere para su elaboración a las normas nacionales : INFOM-UNEPAR

PLANTA DE RED DISTRIBUCIÓN

ESCALA: 1:3800

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
 INGENIERO CIVIL
 EPESISTA EDUARDO FUSBERG PANTONJA

PROYECTO: RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE
 CASERIO RINCÓN CHIQUITO

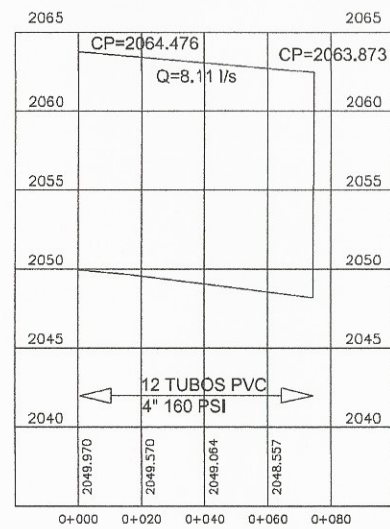
CONTENIDO: PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE
 Ing. José Rodríguez Serrano
 SUPERVISOR DE EPS

MUNICIPALIDAD DE SAN CARLOS
 ZAGAZGA
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

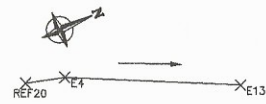
Facultad de Ingeniería

2 / 12

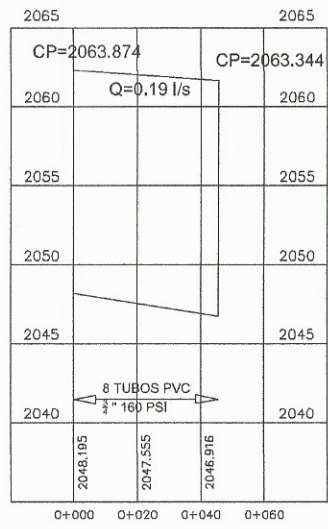
PROFESOR-SUPERVISOR ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO



PERFIL RAMAL PRINCIPAL
REF 20 A E13 ESCALA: H: 1: 1500
V: 1: 300



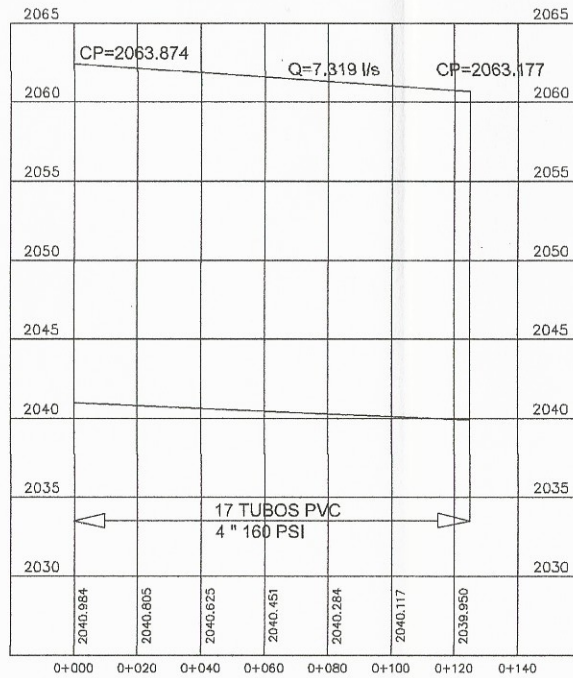
PLANTA RAMAL PRINCIPAL
REF 20 A E13 ESCALA: 1:1500



PERFIL RAMAL PRINCIPAL 4
E13 A REF 39 ESCALA: H: 1: 1500
V: 1: 300



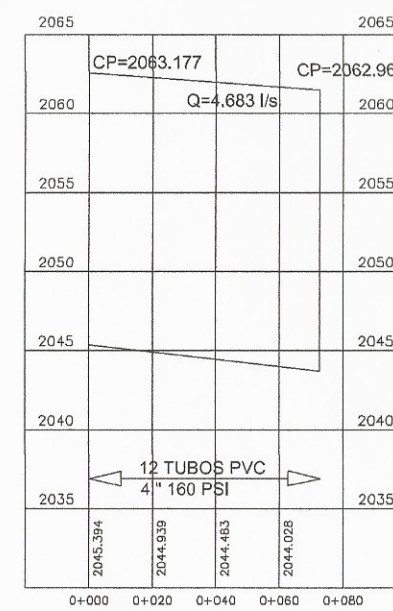
PLANTA RAMAL PRINCIPAL 4
E13 A REF 39 ESCALA: 1:1300



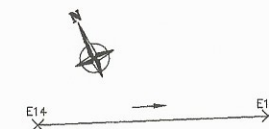
PERFIL RAMAL PRINCIPAL
E13 A E 14 ESCALA: H: 1:1500
V: 1: 300



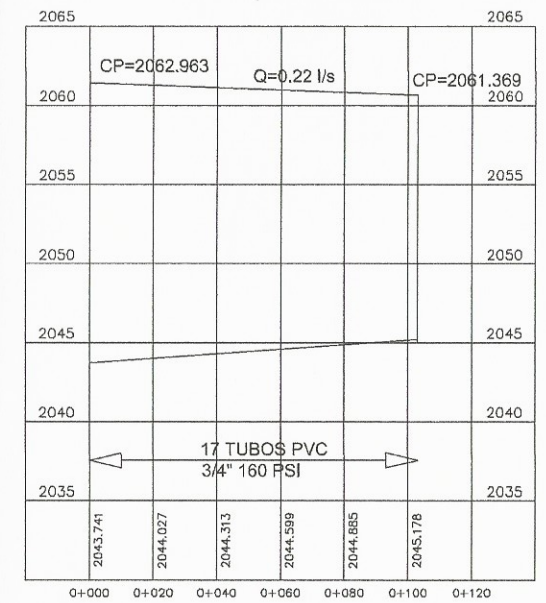
PLANTA RAMAL PRINCIPAL
E13 A E 14 ESCALA: 1:1500



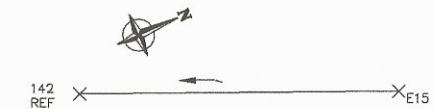
PERFIL RAMAL PRINCIPAL
E14 A E 15 ESCALA: H: 1:1500
V: 1: 300



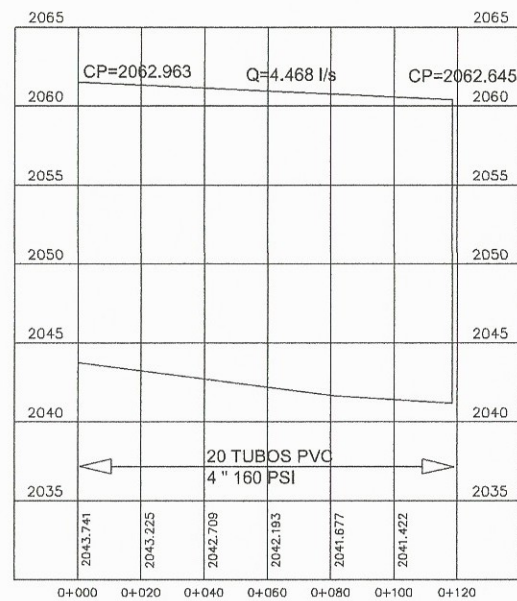
PLANTA RAMAL PRINCIPAL
E14 A E 15 ESCALA: 1: 1500



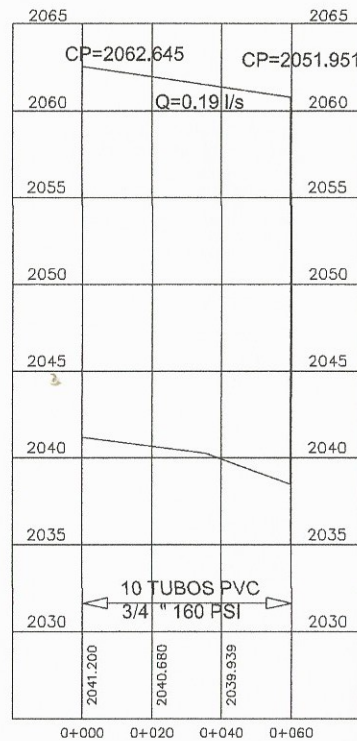
PERFIL RAMAL PRINCIPAL
E 15 REF 142 ESCALA: H: 1: 1500
V: 1: 300



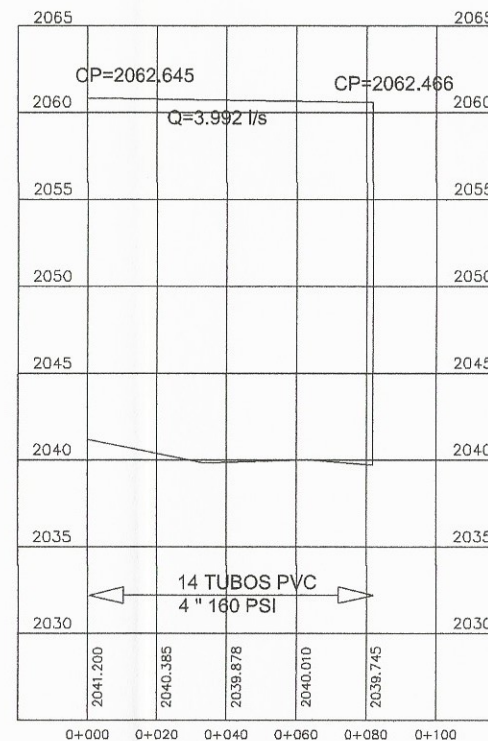
PLANTA RAMAL PRINCIPAL
E 15 REF 142 ESCALA: 1: 1500



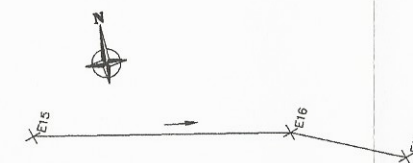
PERFIL RAMAL PRINCIPAL
E 15 A E17 ESCALA: H: 1:1500
V: 1: 300



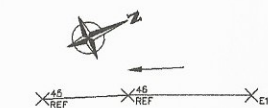
PERFIL RAMAL PRINCIPAL
E17 A REF 45 ESCALA: H: 1: 1500
V: 1: 300



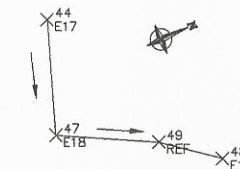
PERFIL RAMAL PRINCIPAL
E17 A E 19 ESCALA: H: 1:1500
V: 1: 300



PLANTA RAMAL PRINCIPAL
E 15 A E17 ESCALA: 1: 1500



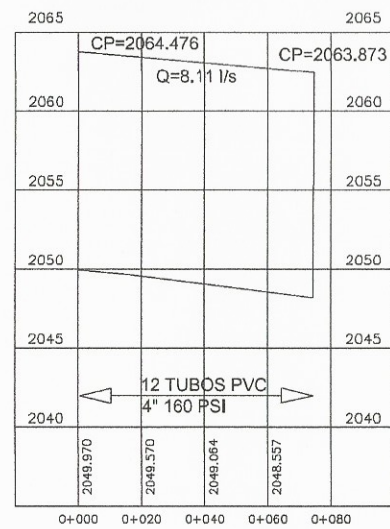
PLANTA RAMAL PRINCIPAL
E 17 A REF 45 ESCALA: 1: 1500



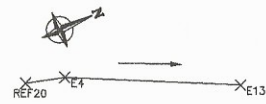
PLANTA RAMAL PRINCIPAL
E17 A E19 ESCALA: 1: 1500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
INGENIERIA CIVIL
EPESISTA: EDUARDO EUSEBIO ZAPON TOIN
PROYECTO: RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE
CASERIO DE SAN JUAN DE GUATEMALA
CONTIENE: PLANTA PERFIL
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN DE GUATEMALA
ASESOR: SUZUKI TORRES EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Escuela de Ingeniería

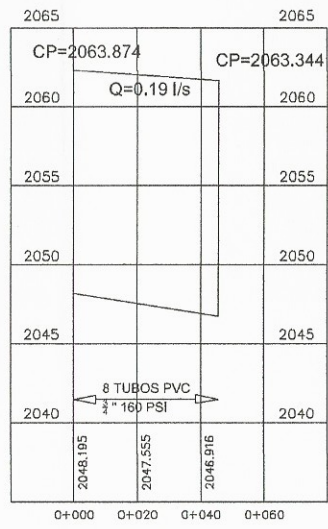
4 / 12



PERFIL RAMAL PRINCIPAL
REF 20 A E13 ESCALA: H: 1: 1500
V: 1: 300



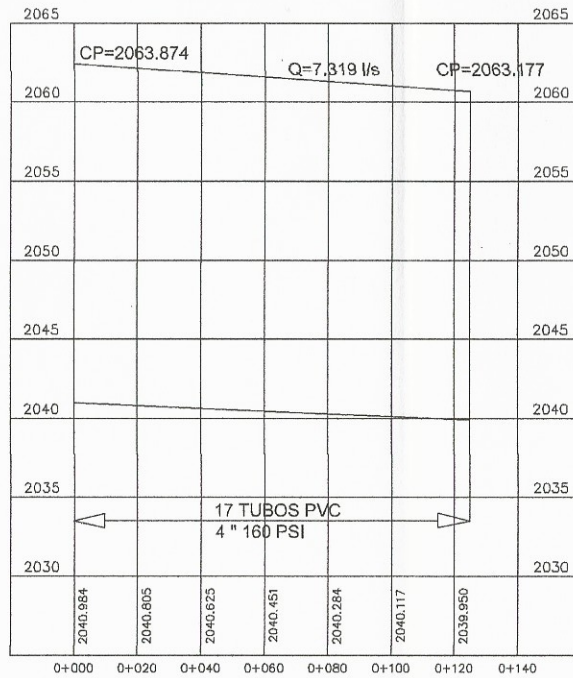
PLANTA RAMAL PRINCIPAL
REF 20 A E13 ESCALA: 1:1500



PERFIL RAMAL PRINCIPAL 4
E13 A REF 39 ESCALA: H: 1: 1500
V: 1: 300



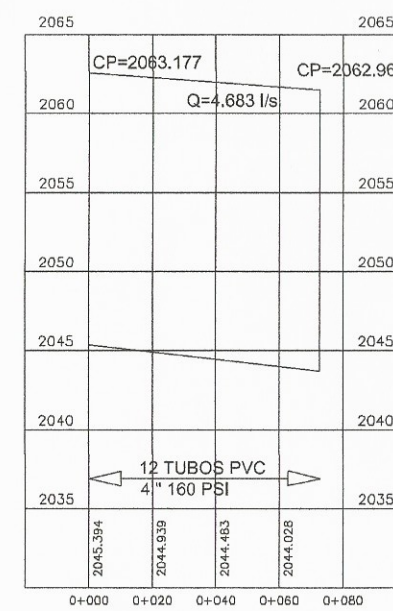
PLANTA RAMAL PRINCIPAL 4
E13 A REF 39 ESCALA: 1:1300



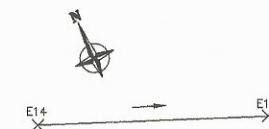
PERFIL RAMAL PRINCIPAL
E13 A E 14 ESCALA: H: 1:1500
V: 1: 300



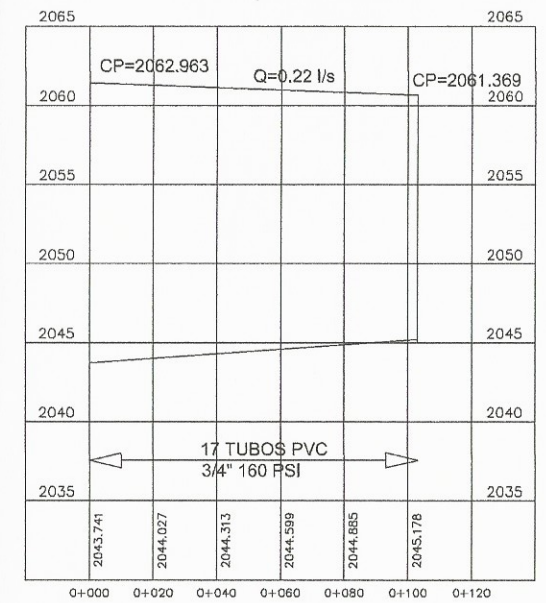
PLANTA RAMAL PRINCIPAL
E13 A E 14 ESCALA: 1:1500



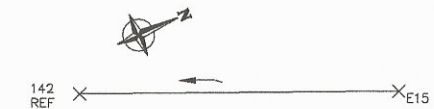
PERFIL RAMAL PRINCIPAL
E14 A E 15 ESCALA: H: 1:1500
V: 1: 300



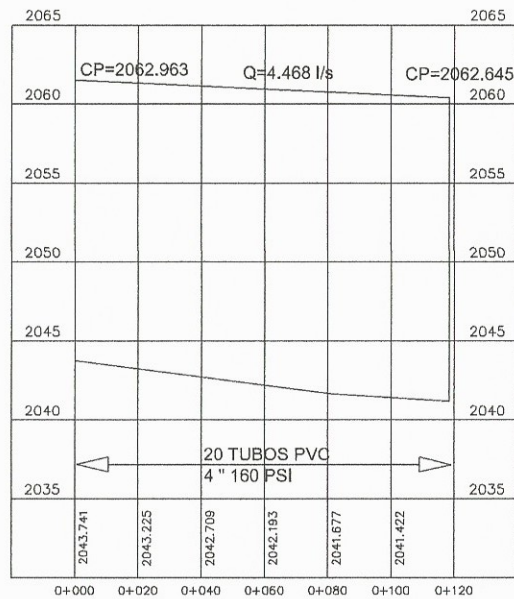
PLANTA RAMAL PRINCIPAL
E14 A E 15 ESCALA: 1: 1500



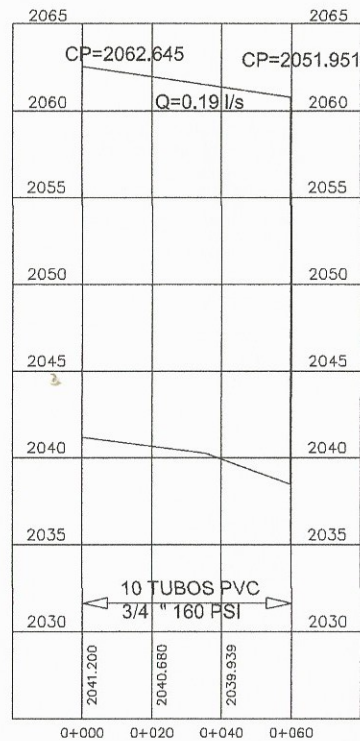
PERFIL RAMAL PRINCIPAL
E 15 REF 142 ESCALA: H: 1: 1500
V: 1: 300



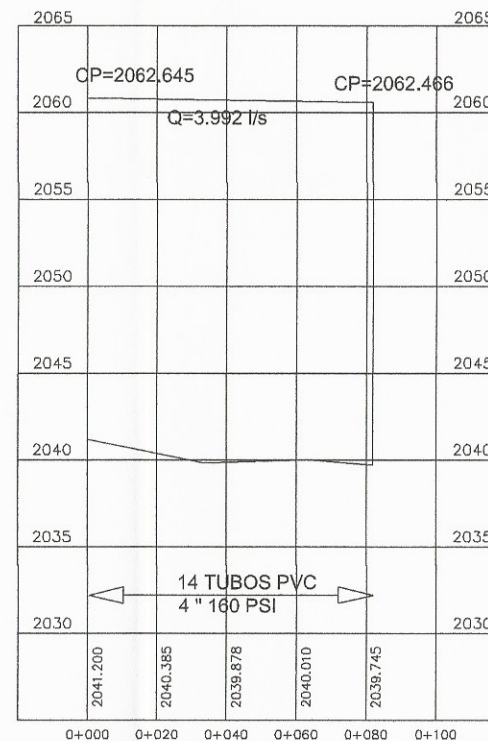
PLANTA RAMAL PRINCIPAL
E 15 REF 142 ESCALA: 1: 1500



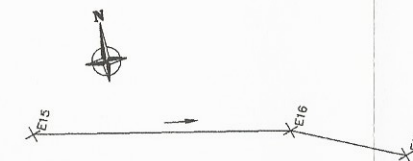
PERFIL RAMAL PRINCIPAL
E 15 A E17 ESCALA: H: 1:1500
V: 1: 300



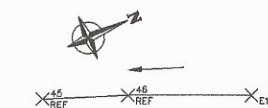
PERFIL RAMAL PRINCIPAL
E17 A REF 45 ESCALA: H: 1: 1500
V: 1: 300



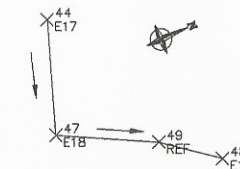
PERFIL RAMAL PRINCIPAL
E17 A E 19 ESCALA: H: 1:1500
V: 1: 300



PLANTA RAMAL PRINCIPAL
E 15 A E17 ESCALA: 1: 1500



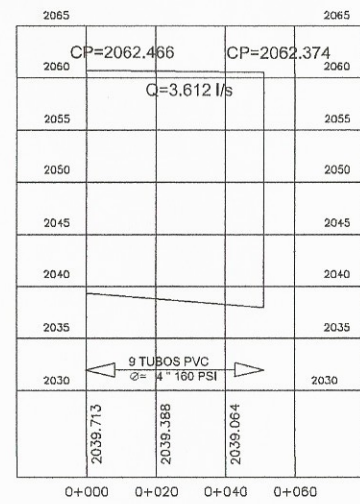
PLANTA RAMAL PRINCIPAL
E 17 A REF 45 ESCALA: 1: 1500



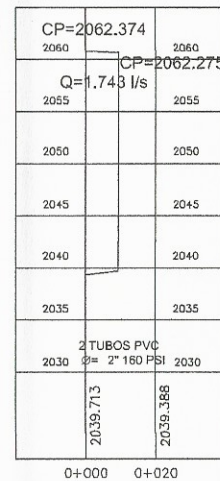
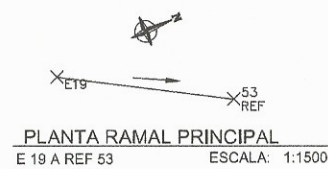
PLANTA RAMAL PRINCIPAL
E17 A E19 ESCALA: 1: 1500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
INGENIERIA CIVIL
EPESISTA: EDUARDO EUSEBIO ZAPON TOIN
PROYECTO: RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE
CASERIO DE SAN JUAN DE GUATEMALA
CONTIENE: PLANTA PERFIL
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN DE GUATEMALA
ASESOR: SUZUKI TORRES EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Escuela de Ingeniería

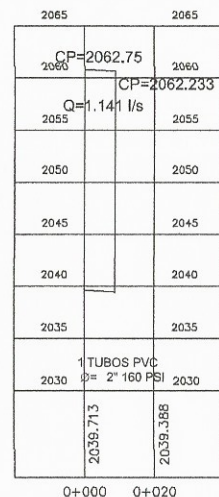
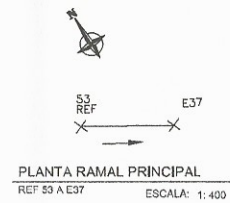
4 / 12



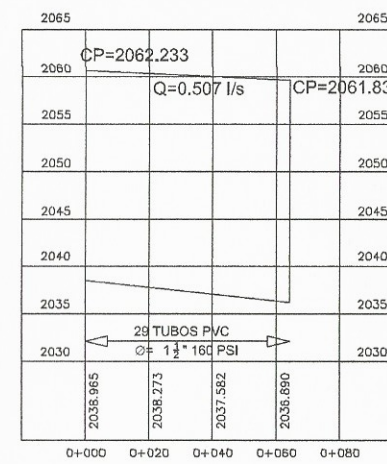
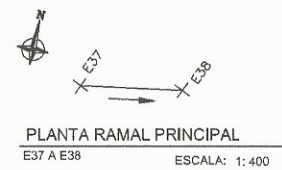
PERFIL RAMAL PRINCIPAL
E 19 A REF 53 ESCALA: H : 1: 1500
V : 1: 500



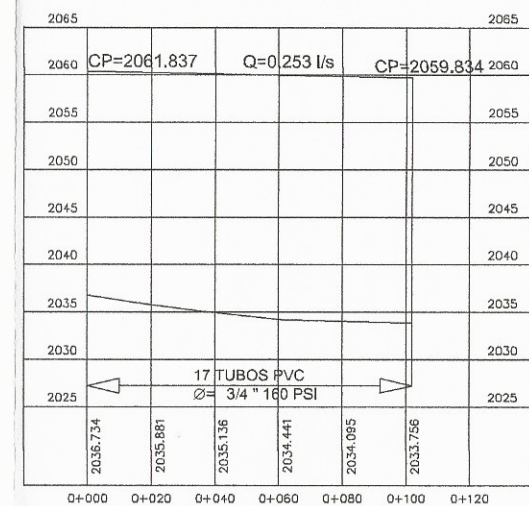
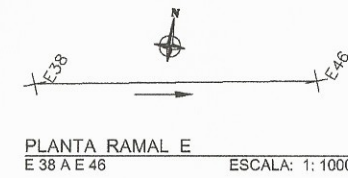
PERFIL RAMAL PRINCIPAL
REF 53 A E37 ESCALA: H : 1: 1500
V : 1: 500



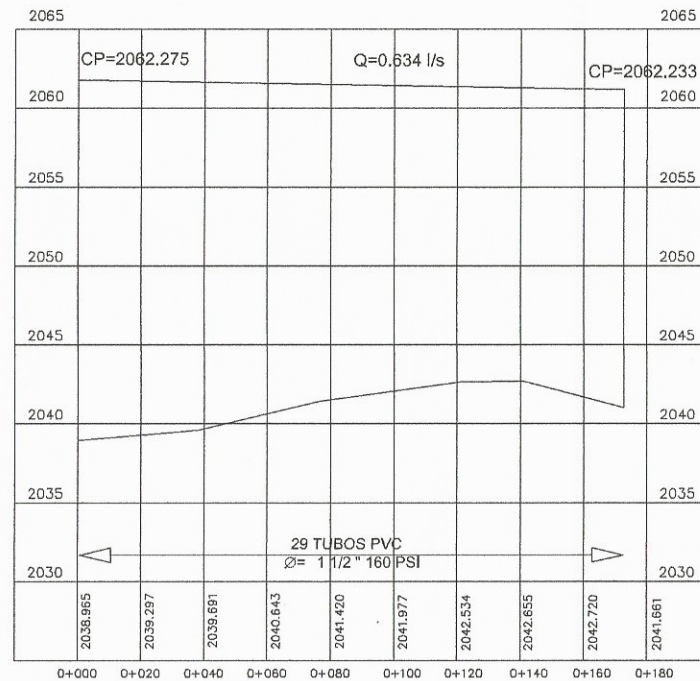
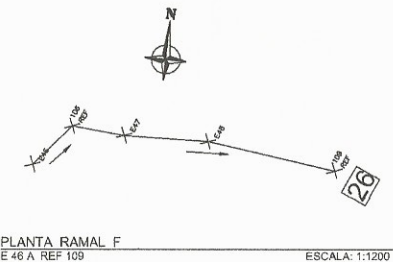
PERFIL RAMAL PRINCIPAL
E37 A E 38 ESCALA: H : 1: 1500
V : 1: 500



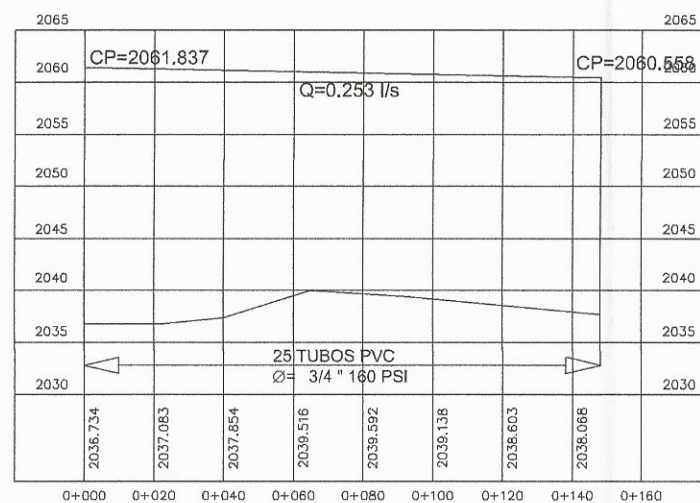
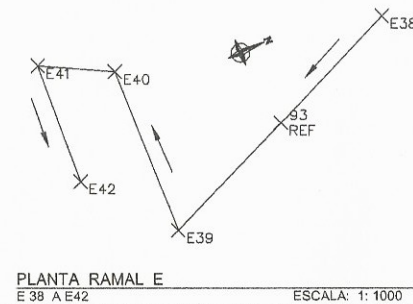
PERFIL RAMAL F
E 38 A E 46 ESCALA: H : 1: 1500
V : 1: 500



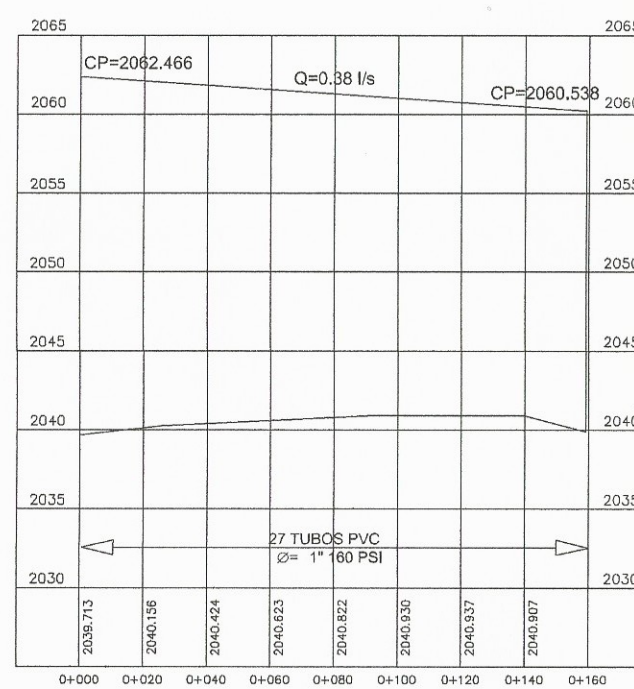
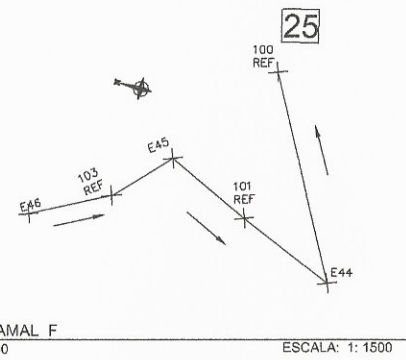
PERFIL RAMAL F
E 46 A REF 109 ESCALA: H : 1: 1500
V : 1: 500



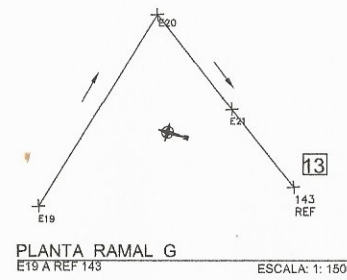
PERFIL RAMAL E
E 38 A E42 ESCALA: H : 1: 1500
V : 1: 300



PERFIL RAMAL F
E 46 A REF 100 ESCALA: H : 1: 1500
V : 1: 500



PERFIL RAMAL G
E19 A REF 143 ESCALA: H : 1: 1500
V : 1: 300

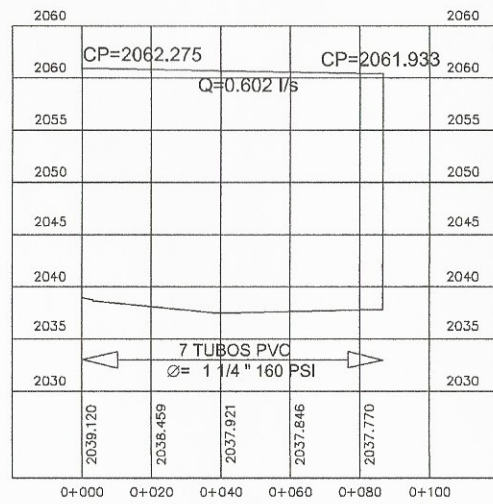


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
INGENIERIA CIVIL
EJECUTA: EDUARDO HUNEBIO ZAPON TOHN

PROYECTO: RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE
CASERIO SAN CARLOS DE GUATEMALA

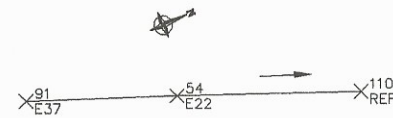
CONTIENE:
PLANTA PERFIL
Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
asesor SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

ASESOR SUPERVISOR DE EPS



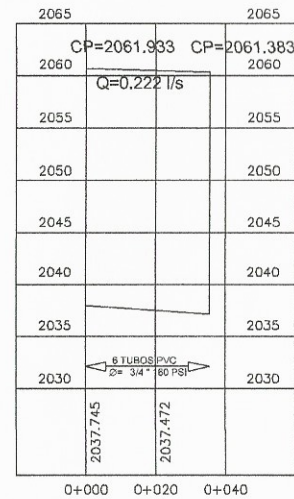
PERFIL RAMAL D

E 37 A REF 110 ESCALA: H: 1:1500
V: 1: 500



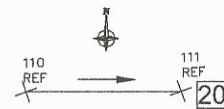
PLANTA RAMAL D

E37 A REF 110 ESCALA: 1: 1200



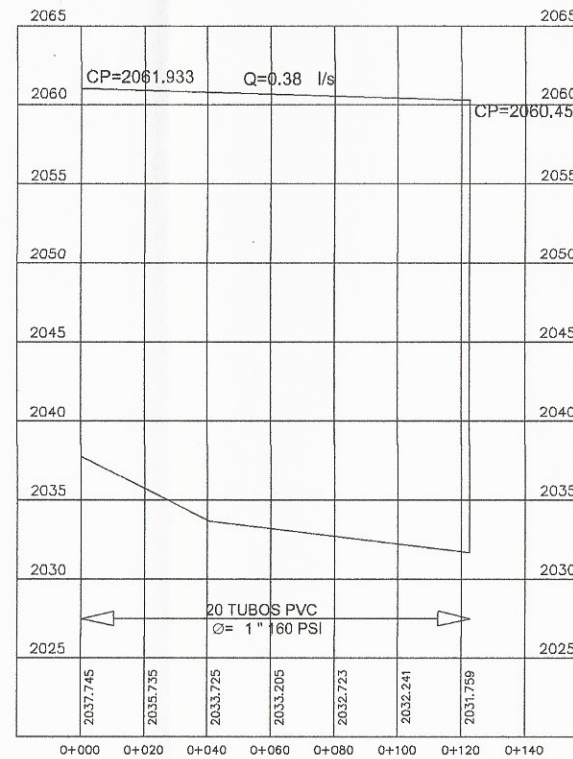
PERFIL RAMAL D

REF110 A REF 111 ESCALA: H: 1:1500
V: 1: 500



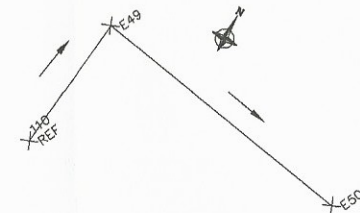
PLANTA RAMAL D

REF 110 A REF 111 ESCALA: 1: 1000



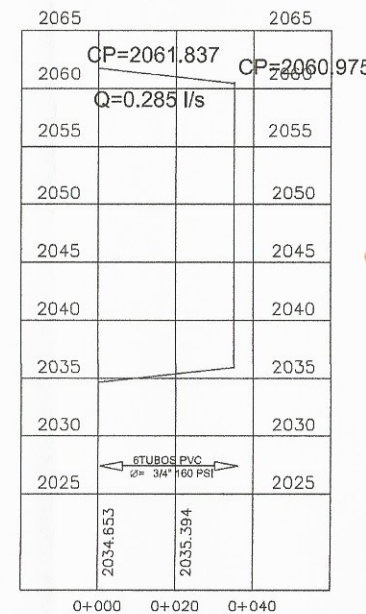
PERFIL RAMAL D

REF110 A E50 ESCALA: H: 1:1500
V: 1: 300



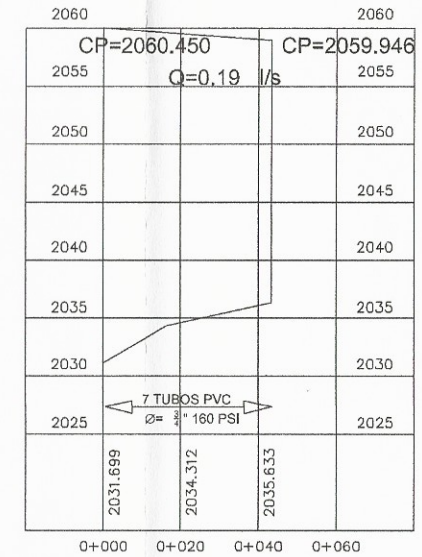
PLANTA RAMAL D

REF 110 E 50 ESCALA: 1: 1200



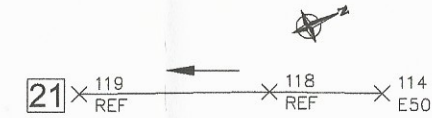
PERFIL RAMAL PRINCIPAL

E23 A REF 56 ESCALA: H: 1: 1200
V: 1: 400



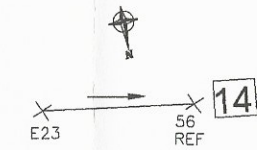
PERFIL RAMAL D

E 50 A REF 119 ESCALA: H: 1: 1200
V: 1: 400



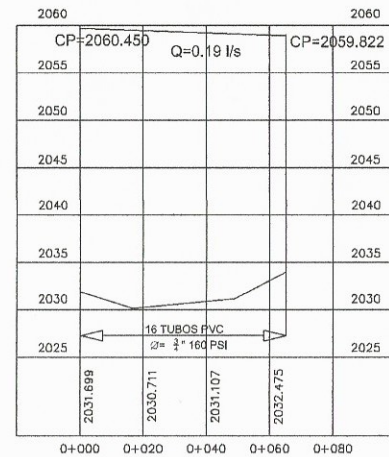
PLANTA RAMAL D

E 50 A REF 119 ESCALA: 1: 800



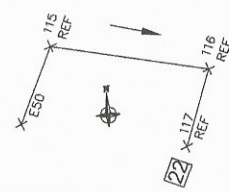
PLANTA RAMAL PRINCIPAL

E23 A REF56 ESCALA: 1:1000



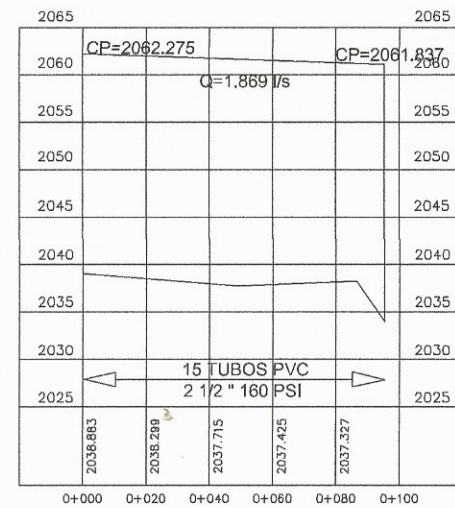
PERFIL RAMAL D

E50 A REF117 ESCALA: H: 1: 1500
V: 1: 500



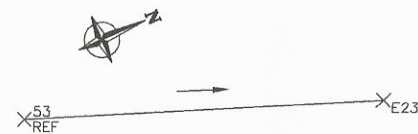
PLANTA RAMAL D

E 50 A REF 117 ESCALA: 1: 1000



PERFIL RAMAL PRINCIPAL

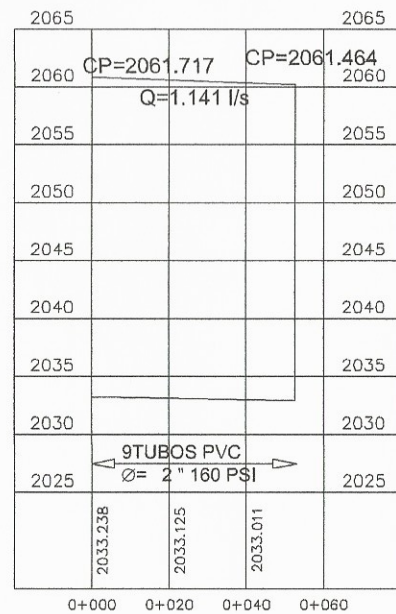
REF53 A E 23 ESCALA: H: 1:1500
V: 1: 500



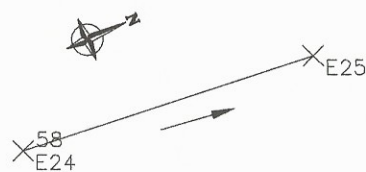
PLANTA RAMAL PRINCIPAL

REF 53 A E23 ESCALA: 1: 500

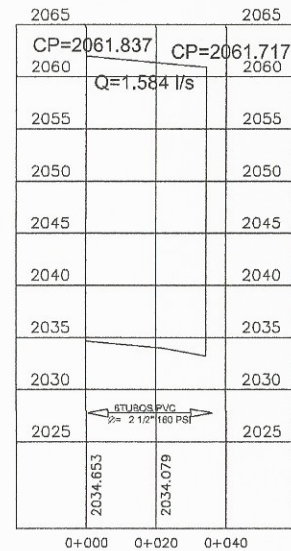
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
INGENIERIA CIVIL
EJECUTA: EDUARDO HERNANDEZ ZARAGOZA
PROYECTO: RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE EN EL CARRILLO DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CONTIENE: PLANTA PERFIL
Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
MUNICIPALIDAD ESPECIAL DE ZARAGOZA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y PLANIFICACION
Asesor Supervisor de EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería



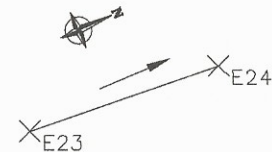
PERFIL RAMAL PRINCIPAL
E24 A E25 ESCALA: H: 1: 1200
V: 1: 400



PLANTA RAMAL PRINCIPAL
E24 A E25 ESCALA: 1: 800



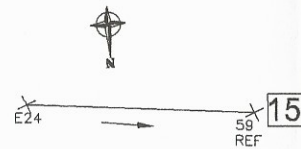
PERFIL RAMAL PRINCIPAL
E23 A E24 ESCALA: H: 1: 1500
V: 1: 500



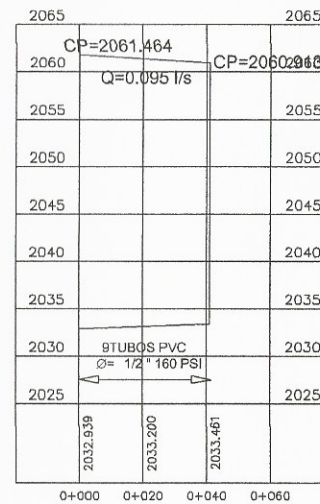
PLANTA RAMAL PRINCIPAL
E23 A E24 ESCALA: 1: 800



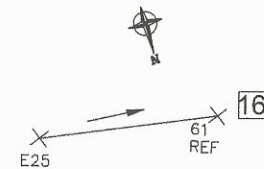
PERFIL RAMAL PRINCIPAL
E24 REF 59 ESCALA: H: 1: 1500
V: 1: 500



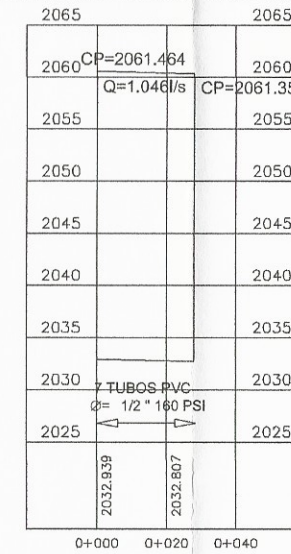
PLANTA RAMAL PRINCIPAL
E24 REF 59 ESCALA: 1: 1000



PERFIL RAMAL PRINCIPAL
E25 A REF 61 ESCALA: H: 1: 1500
V: 1: 500



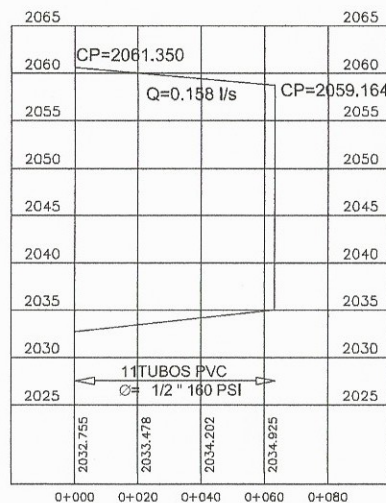
PLANTA RAMAL PRINCIPAL
E24 A REF 61 ESCALA: 1: 1200



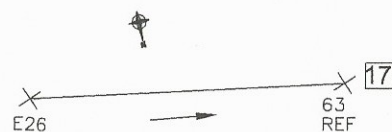
PERFIL RAMAL PRINCIPAL
E25 A E26 ESCALA: H: 1: 1500
V: 1: 500



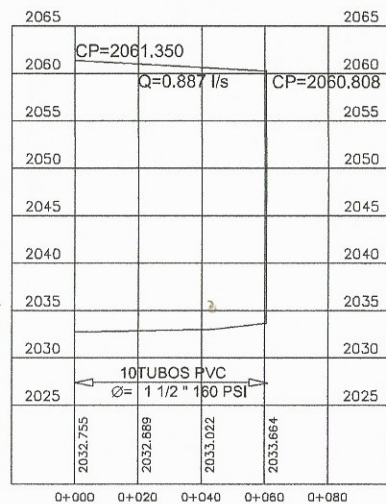
PLANTA RAMAL PRINCIPAL
E25 A E26 ESCALA: 1: 1000



PERFIL RAMAL PRINCIPAL
E26 A REF 63 ESCALA: H: 1: 1500
V: 1: 500



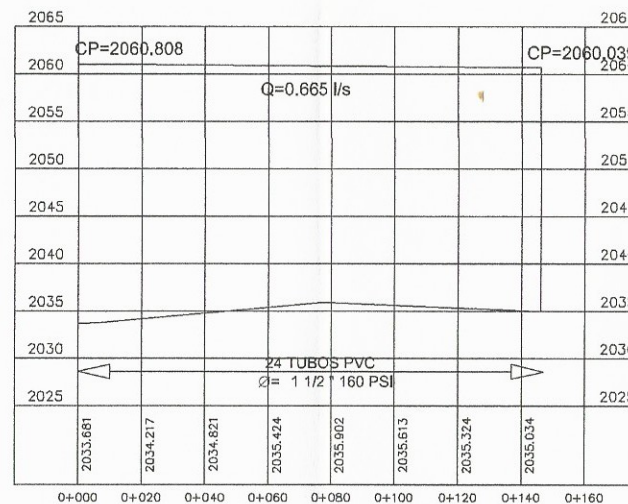
PLANTA RAMAL PRINCIPAL
E26 A REF 63 ESCALA: 1: 1000



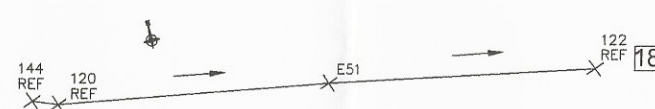
PERFIL RAMAL PRINCIPAL
E26 A REF 144 ESCALA: H: 1: 1500
V: 1: 500



PLANTA RAMAL PRINCIPAL
E26 A REF 144 ESCALA: 1: 1000

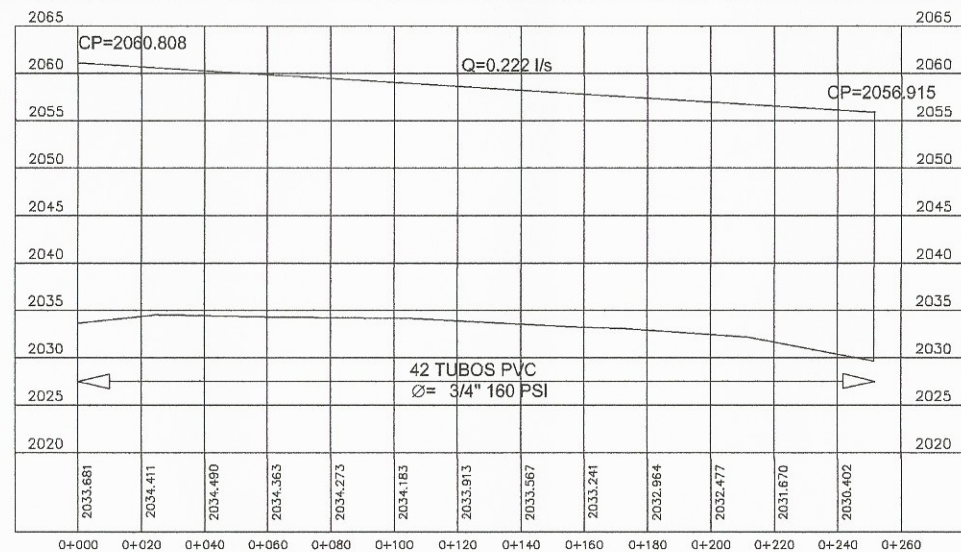


PERFIL RAMAL PRINCIPAL
REF 144 A REF 122 ESCALA: H: 1: 1500
V: 1: 500



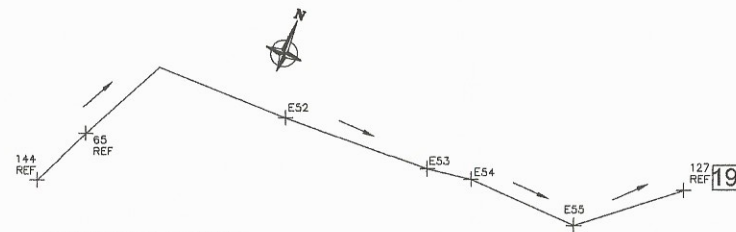
PLANTA RAMAL PRINCIPAL
REF 144 A REF 122 ESCALA: 1: 1200

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
INGENIERÍA CIVIL
EJECUTANTE: EDUARDO EUSEBIO ZAPÓN TORRES
PROYECTO: RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
CASERIO SAN CARLOS DE GUATEMALA
CONTIENE: PLANTA PERFIL
ING. CIVIL JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO
MUNICIPALIDAD DE ZARAHÚN, INGENIERO SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Asesor: SUPERVISOR INDEPENDIENTE



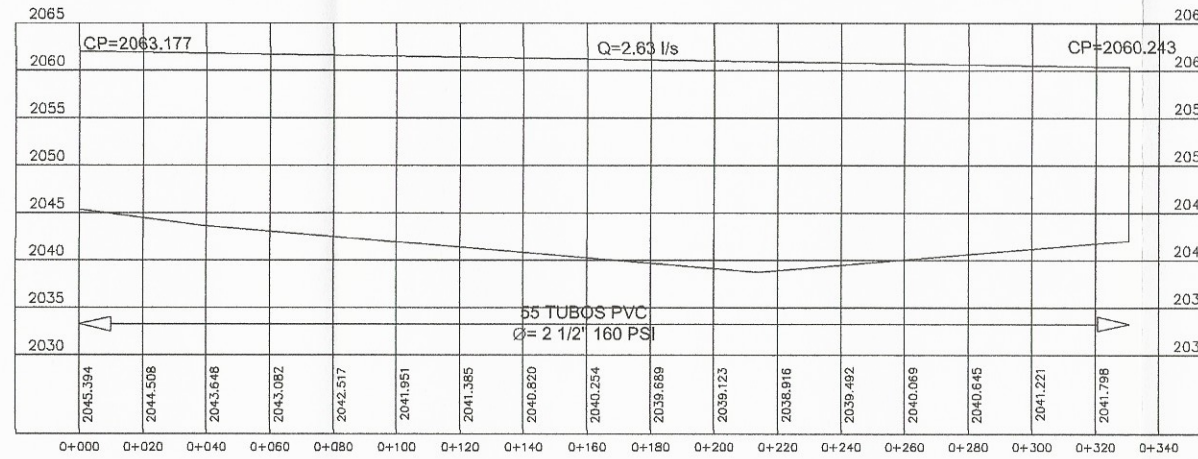
PERFIL RAMAL PRINCIPAL
REF144 REF127

ESCALA: H : 1: 1500
V : 1: 500



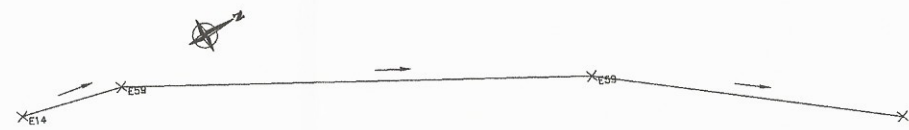
PLANTA RAMAL PRINCIPAL
REF 144 REF127

ESCALA: 1: 1500



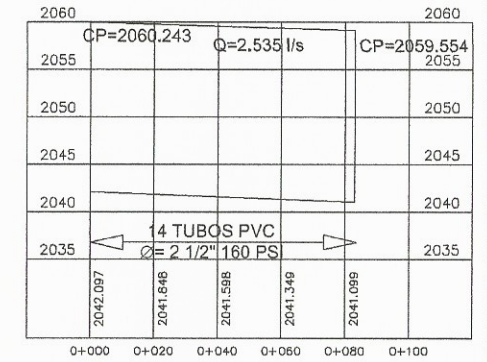
PERFIL RAMAL PRINCIPAL
E14 A E60

ESCALA: H : 1: 1500
V : 1: 500



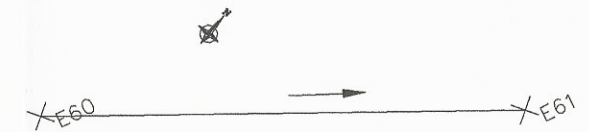
PLANTA RAMAL PRINCIPAL
E14 A E60

ESCALA: 1: 1500



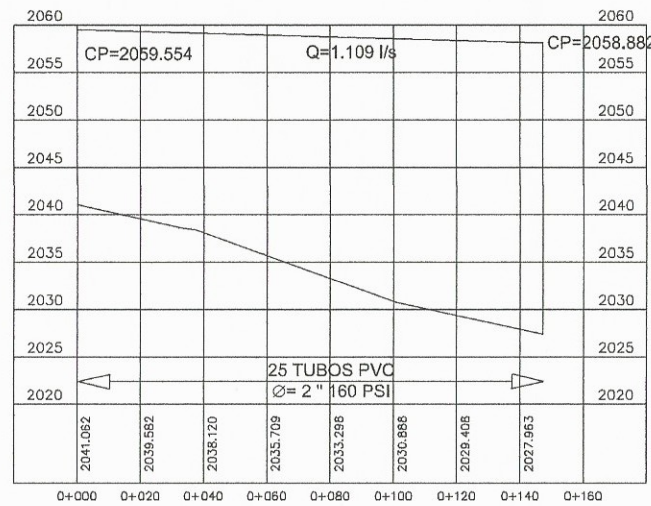
PERFIL RAMAL PRINCIPAL
E60 A E61

ESCALA: H : 1: 1500
V : 1: 500



PLANTA RAMAL PRINCIPAL
E60 A E61

ESCALA: 1: 800



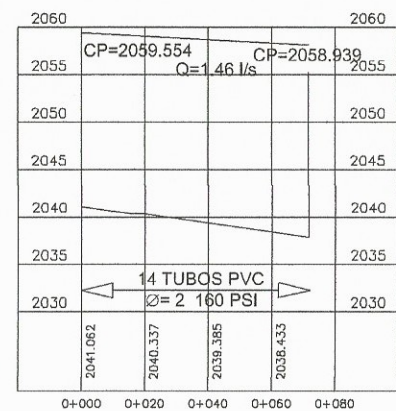
PERFIL RAMAL B
E 61 REF 141

ESCALA: H : 1: 1500
V : 1: 500



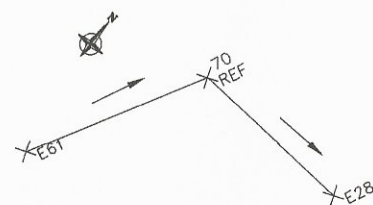
PLANTA RAMAL B
E61 A REF141

ESCALA: 1: 1500



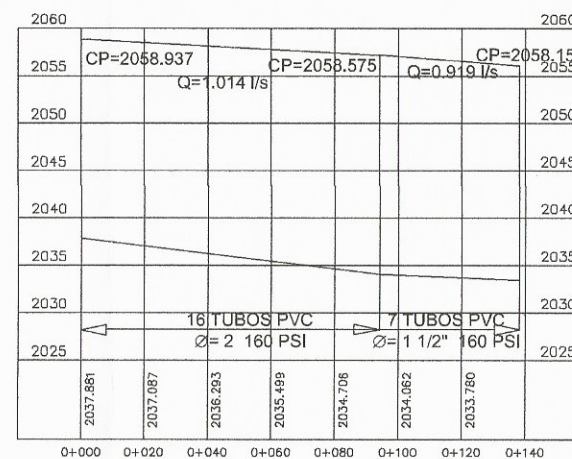
PERFIL RAMAL C
E61 A E28

ESCALA: H : 1: 1200
V : 1: 400



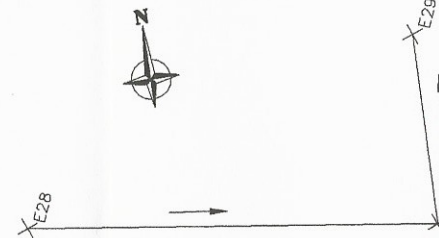
PLANTA RAMAL C
E61 A E28

ESCALA: 1: 1000



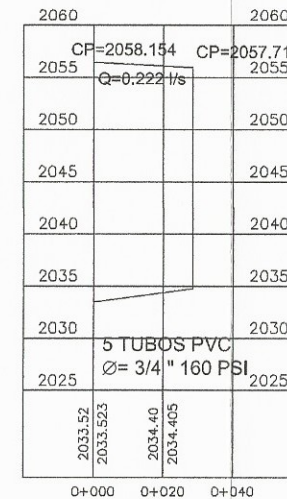
PERFIL RAMAL C
E28 A E29

ESCALA: H : 1: 1500
V : 1: 500



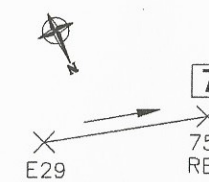
PLANTA RAMAL C
E28 A E29

ESCALA: 1: 1000



PERFIL RAMAL C
E29 A REF 75

ESCALA: H : 1: 1500
V : 1: 500



PLANTA RAMAL C
E29 A REF 75

ESCALA: 1: 800

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
INGENIERIA CIVIL
EPERISTA: EDUARDO KUSEBIO ZAPATA TOIN

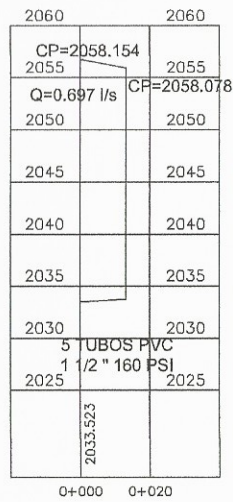
PROYECTO: RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE
CASERIO DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

CONTIENE:
PLANTA PERFIL

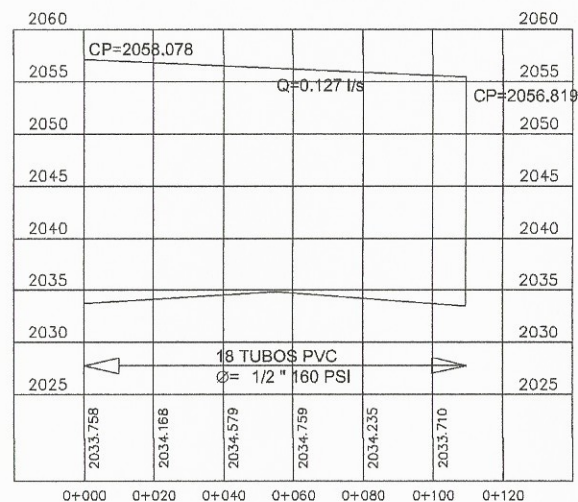
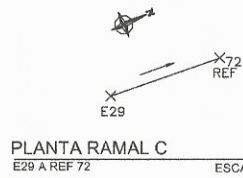
MUNICIPALIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
ING. SILVIO JOSE RODRIGUEZ SERRANO
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

ASESOR: EDUARDO KUSEBIO ZAPATA TOIN

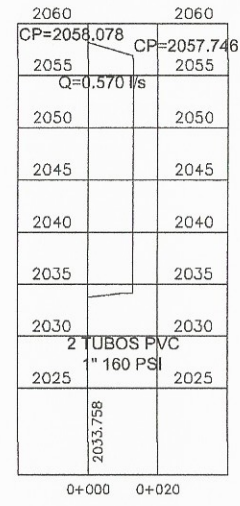
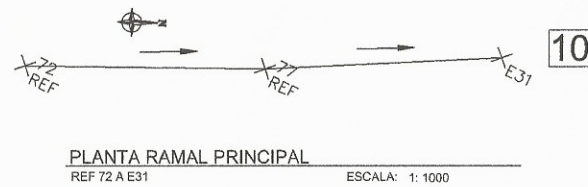
12



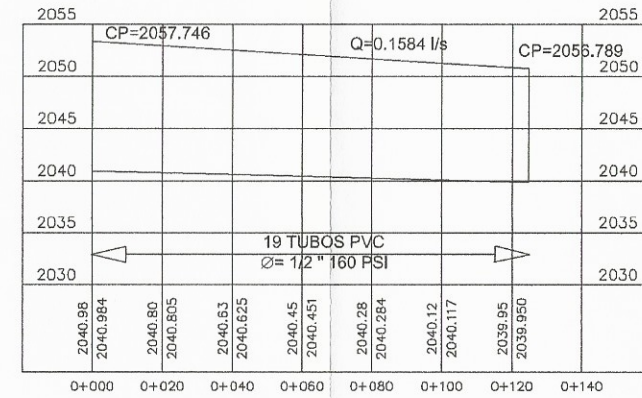
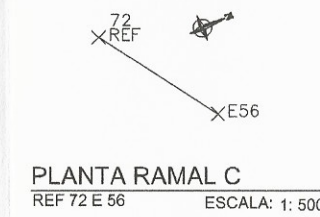
PERFIL RAMAL C
E29 A REF72 ESCALA: H: 1: 1500
V: 1: 500



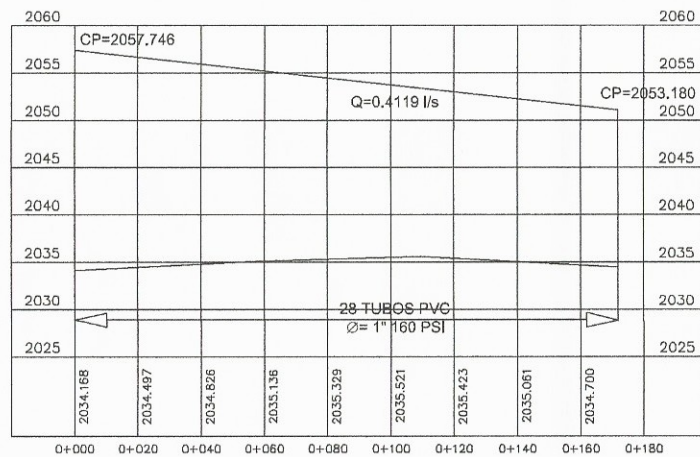
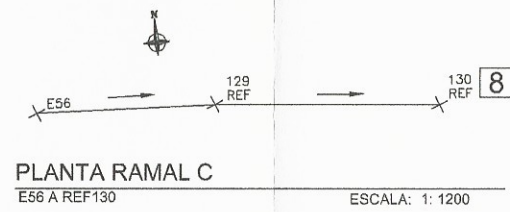
PERFIL RAMAL C
REF72 A E31 ESCALA: H: 1: 1500
V: 1: 500



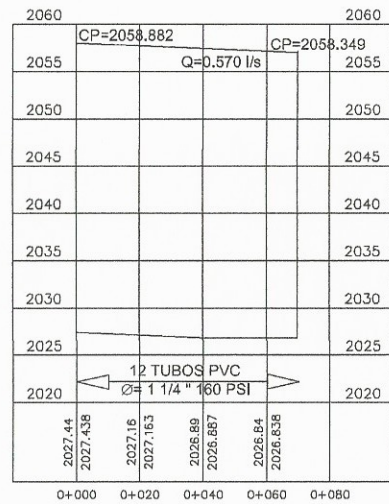
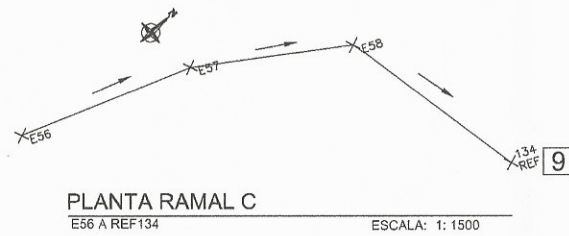
PERFIL RAMAL C
REF72 A E56 ESCALA: H: 1: 1500
V: 1: 500



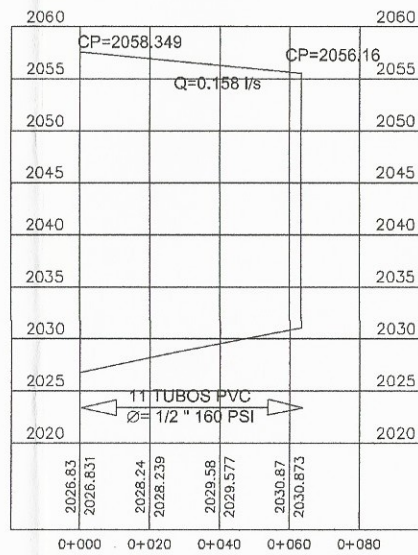
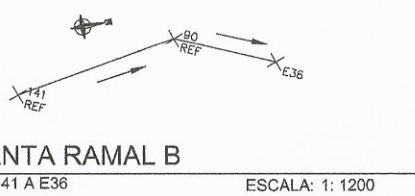
PERFIL RAMAL C
E 56 A REF 130 ESCALA: H: 1: 1500
V: 1: 500



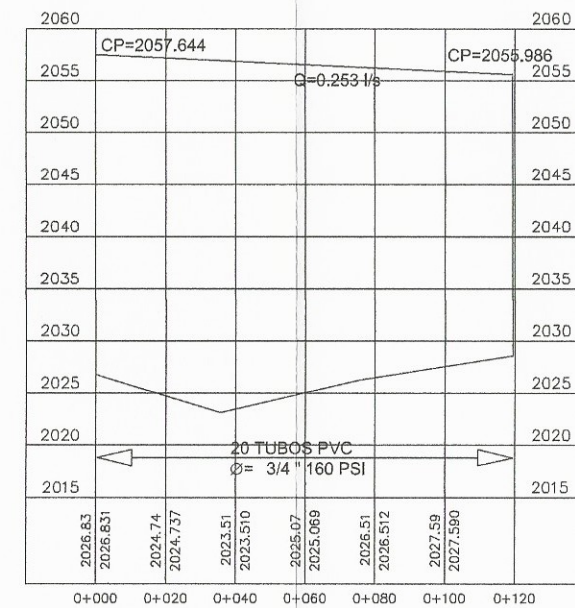
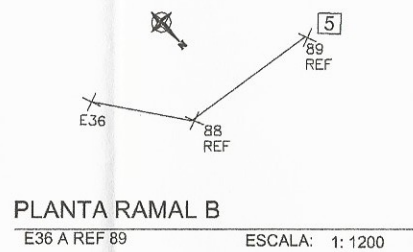
PERFIL RAMAL C
E56 A REF134 ESCALA: H: 1: 1500
V: 1: 500



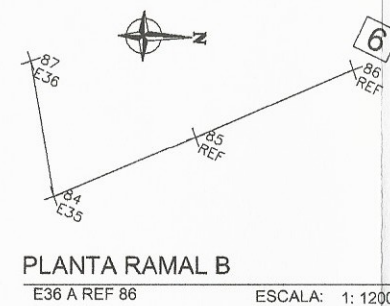
PERFIL RAMAL B
REF141 A E36 ESCALA: H: 1: 1500
V: 1: 500



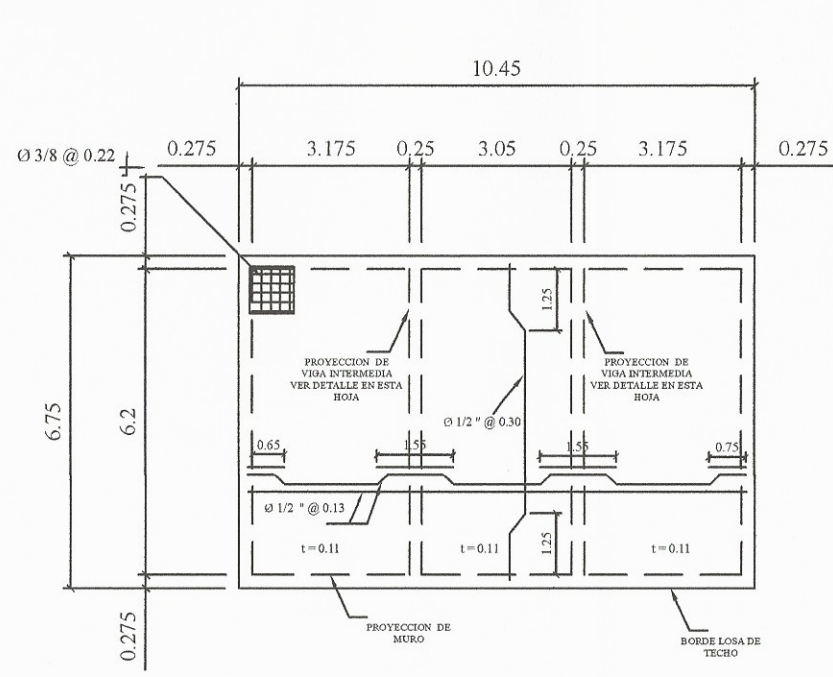
PERFIL RAMAL B
E36 REF 89 ESCALA: H: 1: 1500
V: 1: 500



PERFIL RAMAL B
E36 REF 86 ESCALA: H: 1: 1500
V: 1: 500

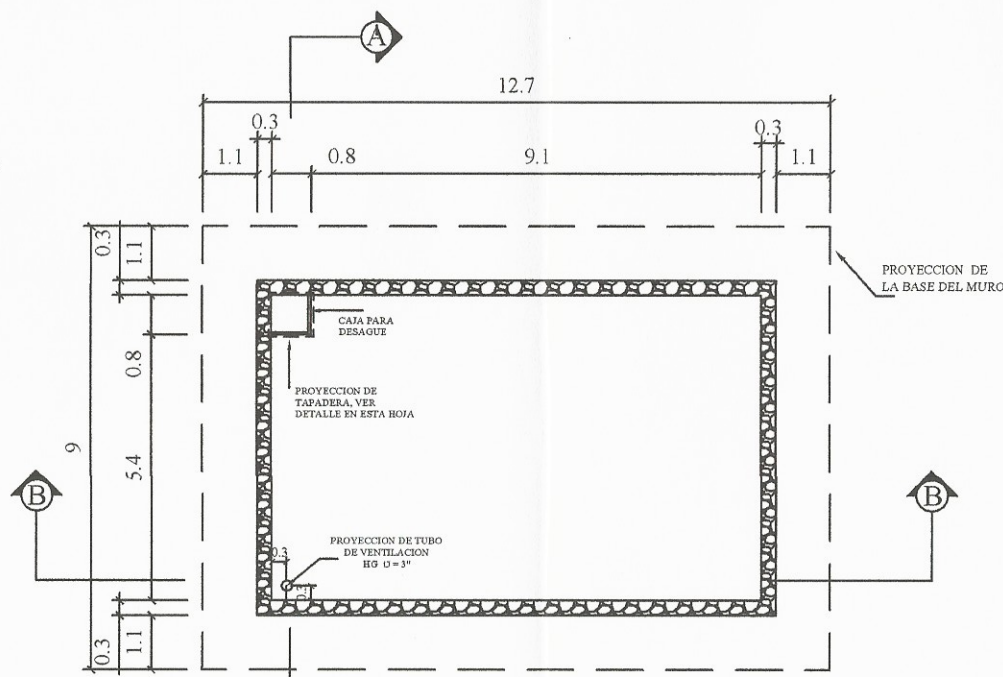


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
INGENIERIA CIVIL
EPESISTA: EDUARDO FERRER SERRANO
PROYECTO: RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE
CABERON RINCON CHICUITO
CONTIENE:
Ing. N. A. Diaz Rodriguez Serrano
SUPERVISOR DE EPS
MUNICIPALIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FE ZARAGOZA, ROJAS, PARRALES
Unidad de Practicas de Ingenieria y EPS
Facultad de Ingenieria
9/12
ASESOR SUPERVISOR DR. SILVIO RODRIGUEZ SERRANO



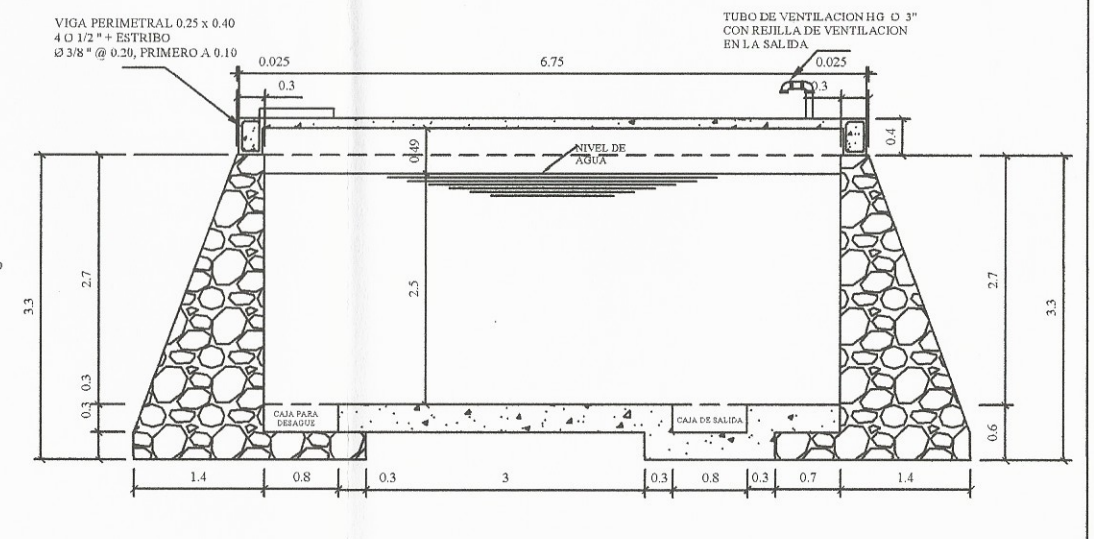
PLANTA DE LOSA DE TECHO

ESCALA: 1:150



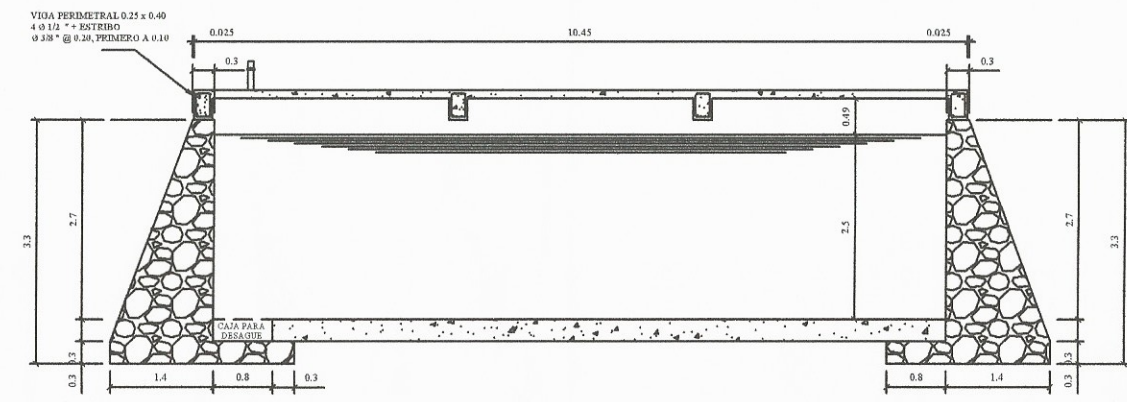
PLANTA DE TANQUE

ESCALA: 1:150



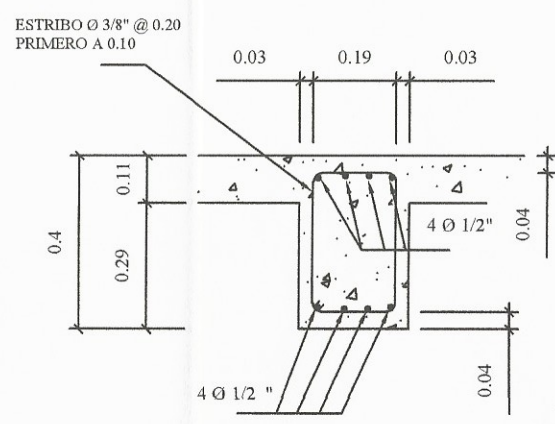
SECCION A-A'

SIN ESCALA



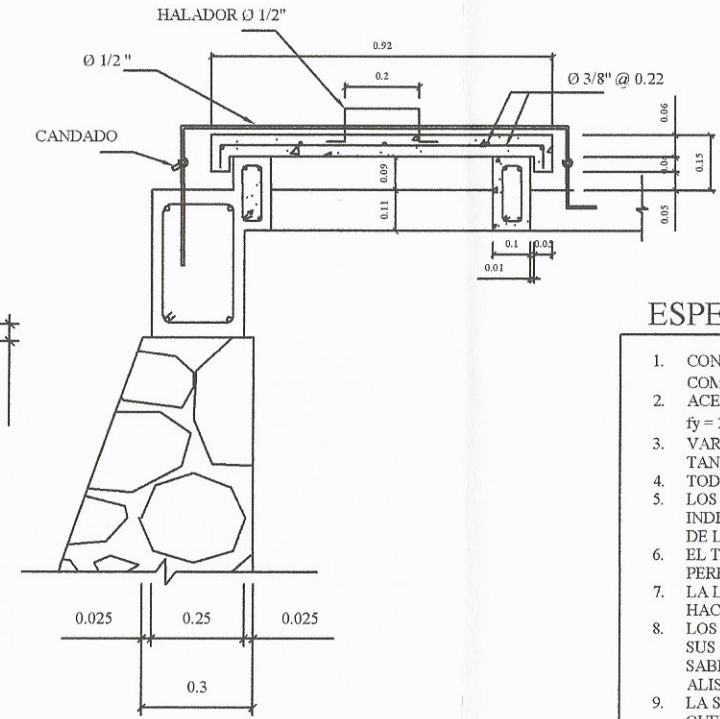
SECCION B-B'

SIN ESCALA



DETALLE DE VIGA INTERMEDIA

SIN ESCALA

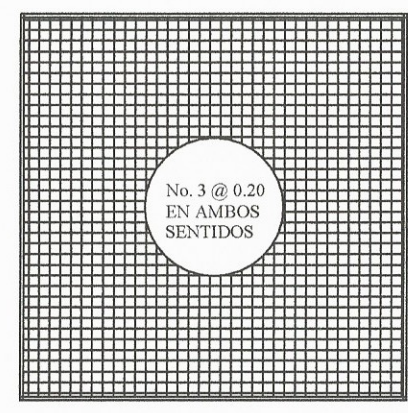


DETALLE DE TAPADERA

SIN ESCALA

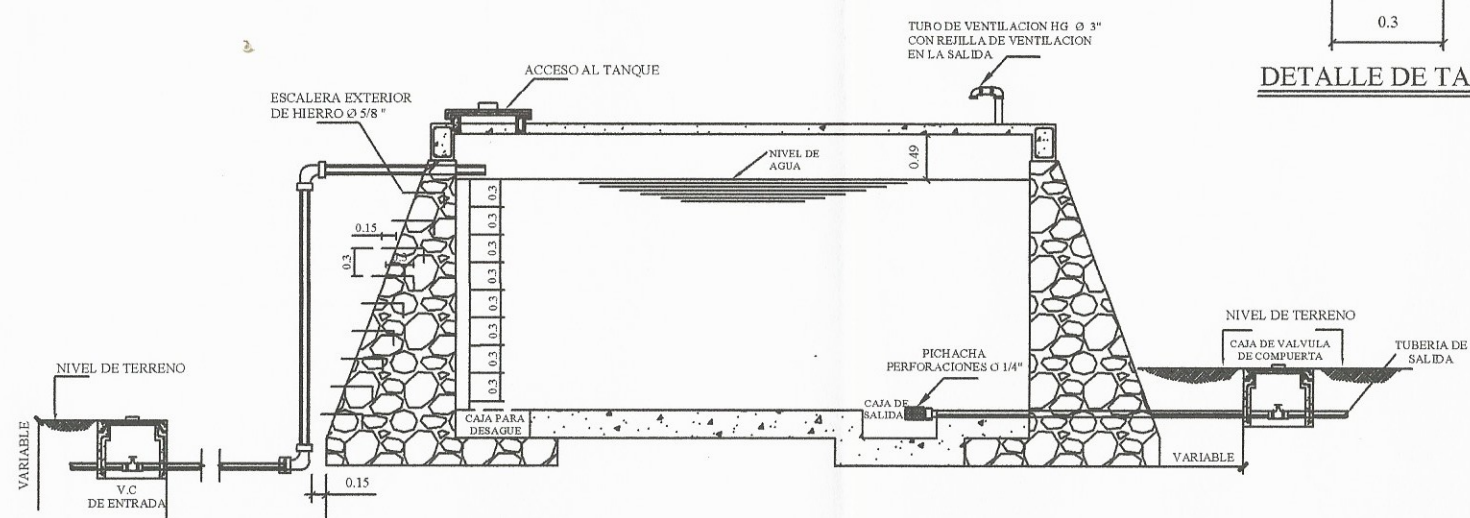
ESPECIFICACIONES GENERALES

1. CONCRETO: SE USARA CONCRETO CON UNA RESISTENCIA A COMPRESION DE 210kg/cm² (3000lb/pulg²) A LOS 28 DÍAS.
2. ACERO DE REFUERZO: SE USARA ACERO DE REFUERZO DE fy = 2810kg/cm² (GRADO 40 KSI) ESPECIFICACION ASTM A615.
3. VARIOS: LOS MUROS ESTAN DISEÑADOS PARA TRABAJAR TANTO SOBRE COMO BAJO TIERRA.
4. TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS.
5. LOS RECUBRIMIENTOS SERAN DE 3CM EXCEPTO DONDE SE INDIQUE LO CONTRARIO Y SE MEDIRA DESDE EL ROSTRO DE LA BARRA A LA SUPERFICIE DE CONCRETO.
6. EL TERRENO DEBAJO DE LA LOSA DE PISO DEBERA SER PERFECTAMENTE APISONADO.
7. LA LOSA DE TECHO DEBERA TENER UNA PENDIENTE DE 1% HACIA LOS LADOS.
8. LOS MUROS DE PIEDA DEBERAN IMPERMEABILIZARSE EN SUS CARAS INTERIORES POR MEDIO DE UNA CAPA DE SABIETA DE ARENA, PROPORCION (1:2), DEBIDAMENTE ALISADA.
9. LA SUPERFICIE DE LAS LOSA DE CONCRETO DEBERAN QUEDAR CERNIDAS CON CEMENTO ARENA.
10. LOS MUROS ESTARAN CONSTITUIDOS DE CONCRETO CICLOPEO, 67% PIEDA BOLA, 33% SABIETA CEMENTO ARENA 1:2



ARMADO DE LOSA INFERIOR

SIN ESCALA



SECCION A-A'

SIN ESCALA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
 INGENIERIA CIVIL
 EPESISTA: EDUARDO EUSEBIO ZARON TYUN

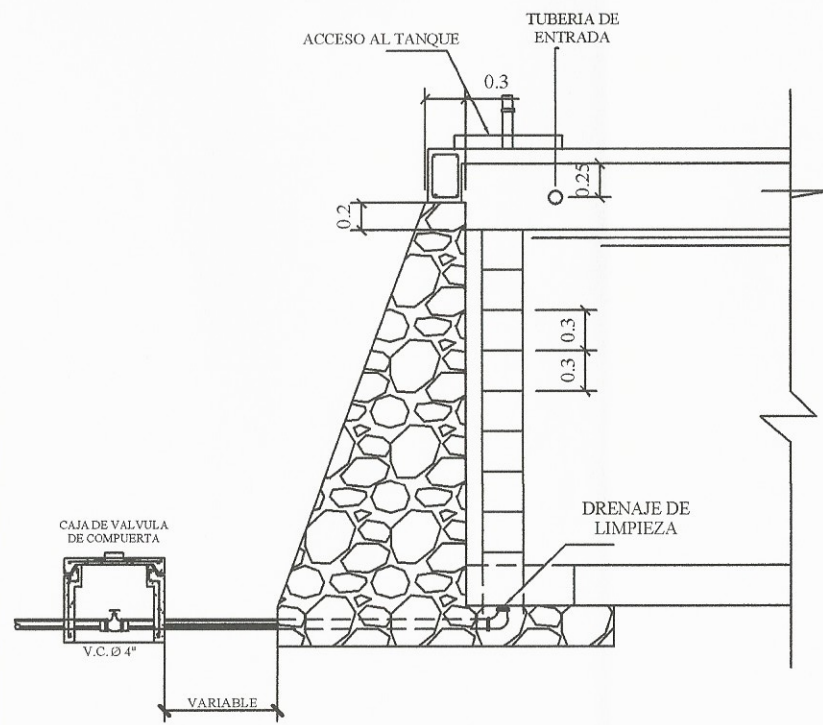
PROYECTO: RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE EN SAN CHIQUITO

CONTIENE: DISEÑO DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO

MUNICIPALIDAD DE SAN CHIQUITO
 INGENIERO SUPERVISOR DE EPS
 ZARAGOZA, EDUARDO EUSEBIO ZARON TYUN

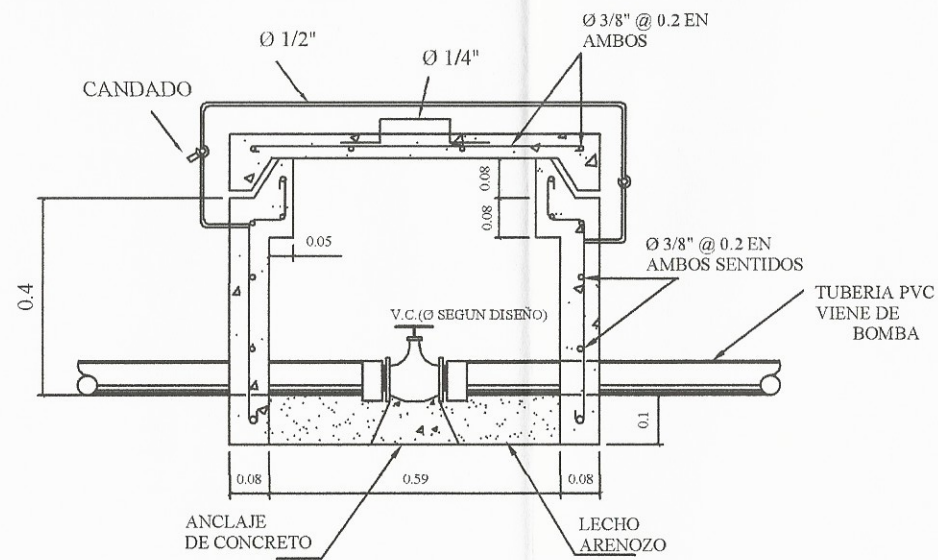
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

10/12



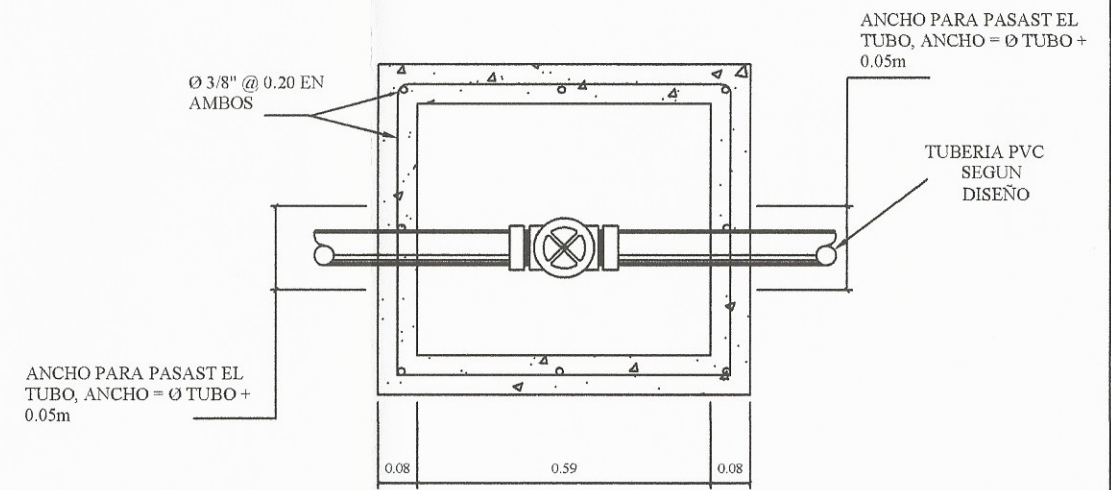
SECCION B-B'

SIN ESCALA



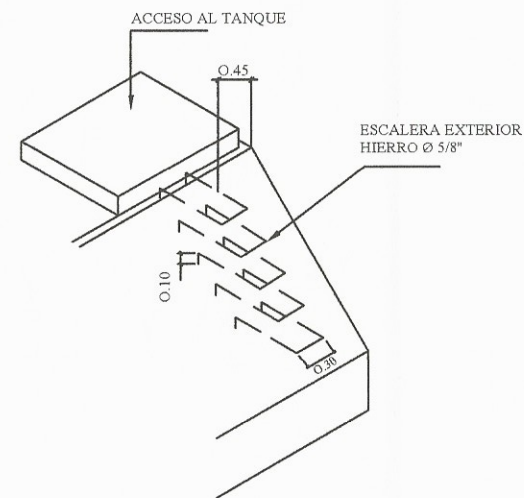
ELEVACION CAJA DE CONCRETO

SIN ESCALA



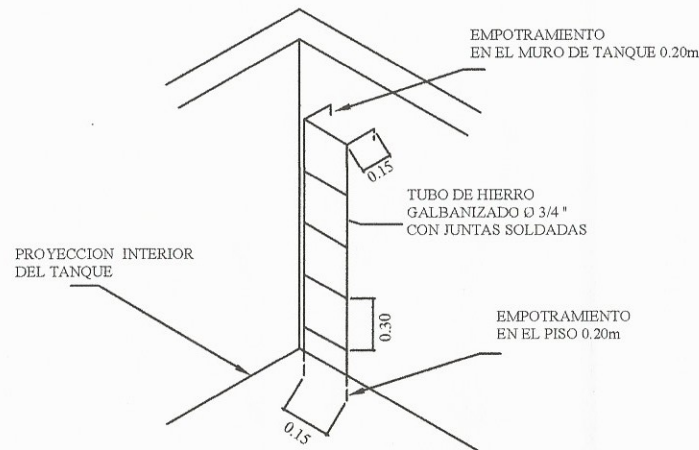
PLANTA CAJA DE CONCRETO

SIN ESCALA



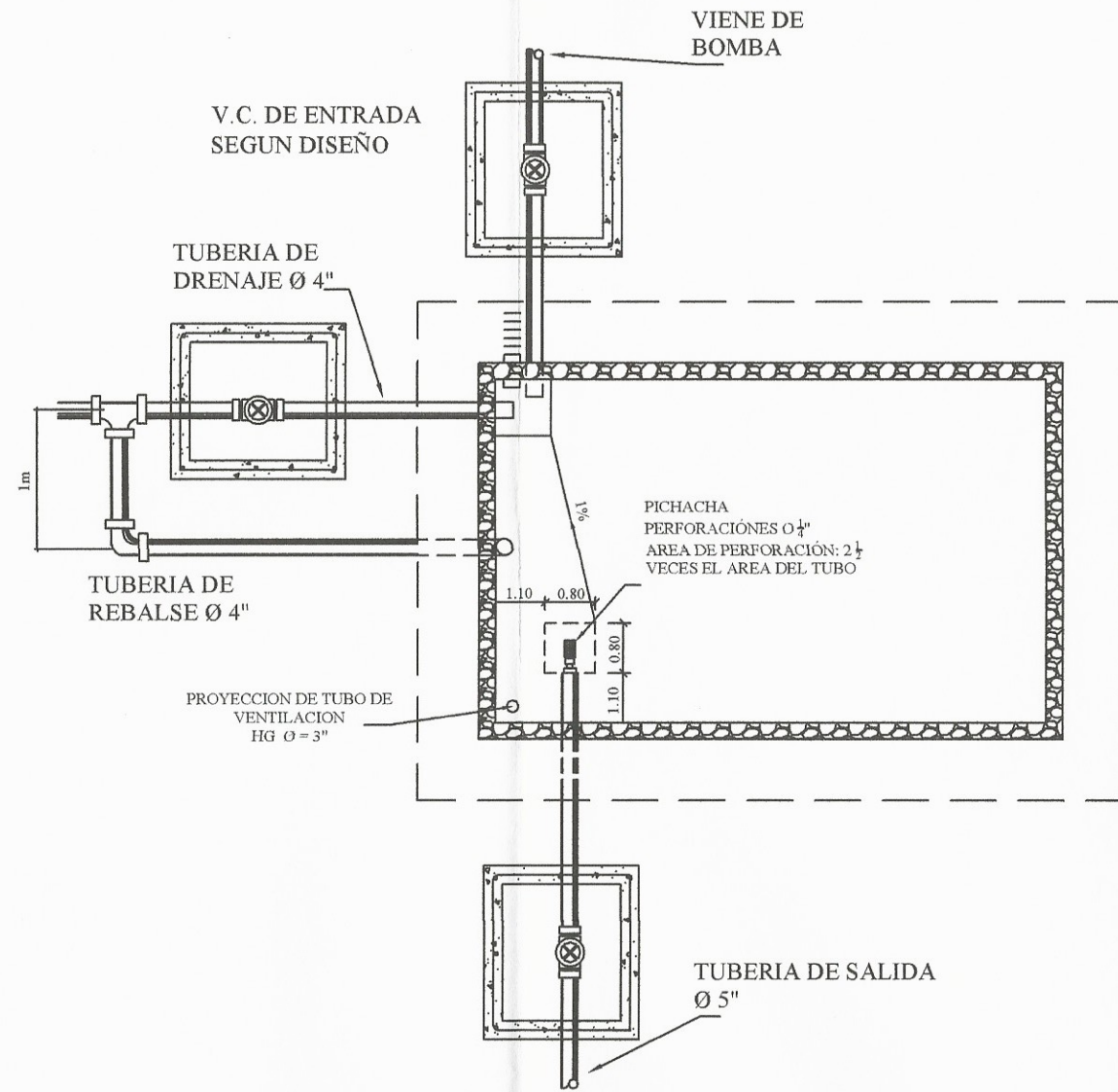
ISOMETRICO DE ESCALERA EXTERIOR

SIN ESCALA



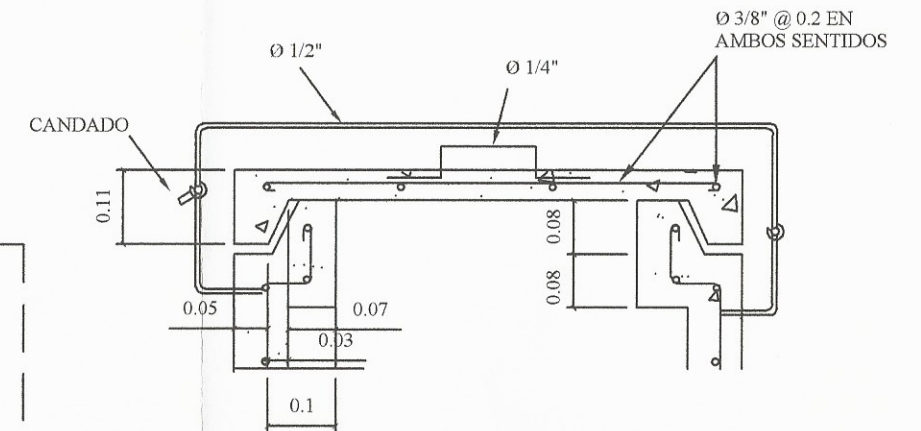
ISOMETRICO DE ESCALERA INTERIOR

SIN ESCALA



PLANTA TIPICA DE TANQUE

SIN ESCALA

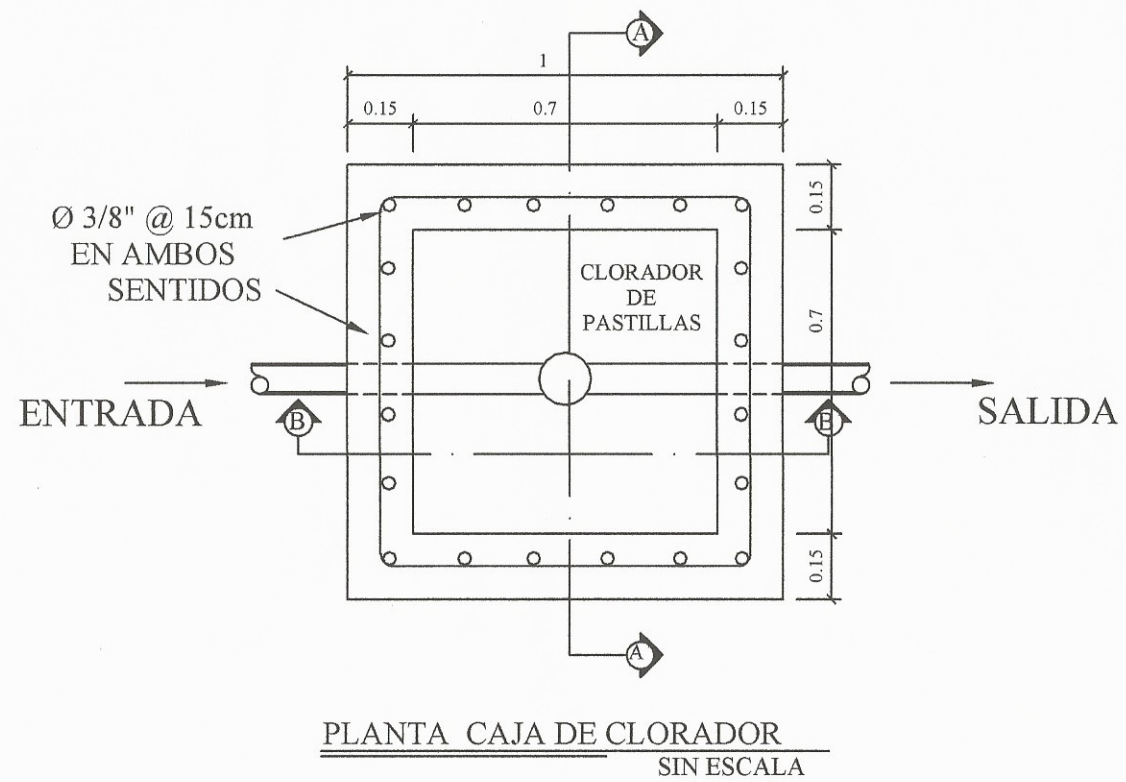


DETALLE DE TAPARADA DE CAJA DE VALVULAS

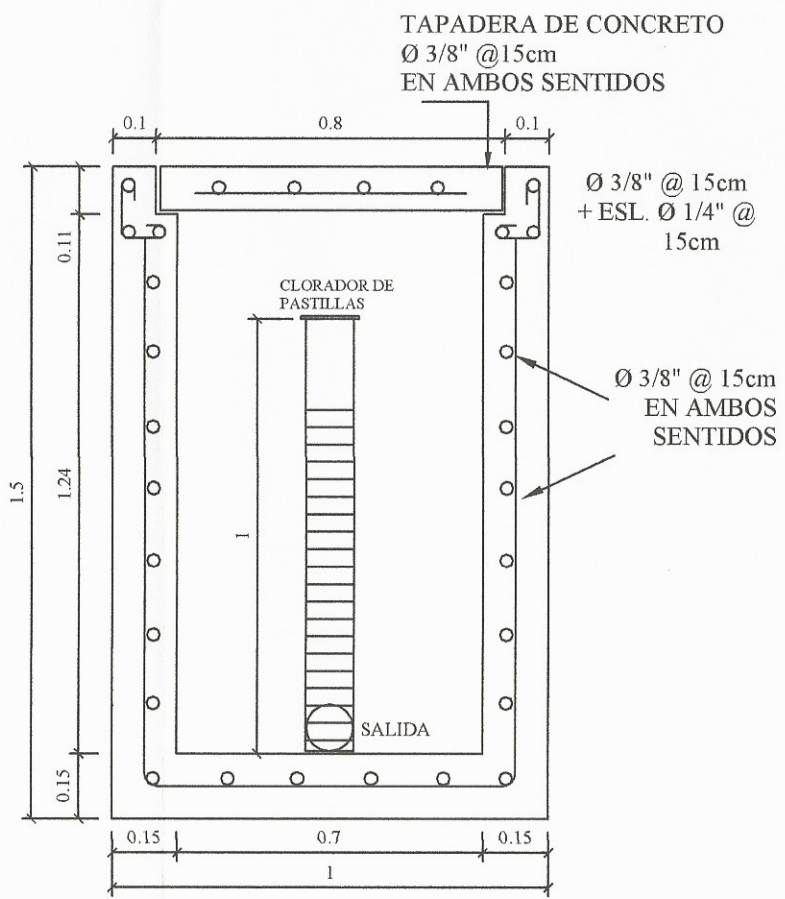
SIN ESCALA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
 INGENIERIA CIVIL
 EPESISTA: EDUARDO RUISEÑOR SERRANO
 PROYECTO: DISEÑO DE UN TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA EN EL MUNICIPIO DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 CONTADOR: JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO
 MÚLTIPLES FIRMAS DE INGENIEROS Y EPESISTAS
 ZARAGOZA 2016
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

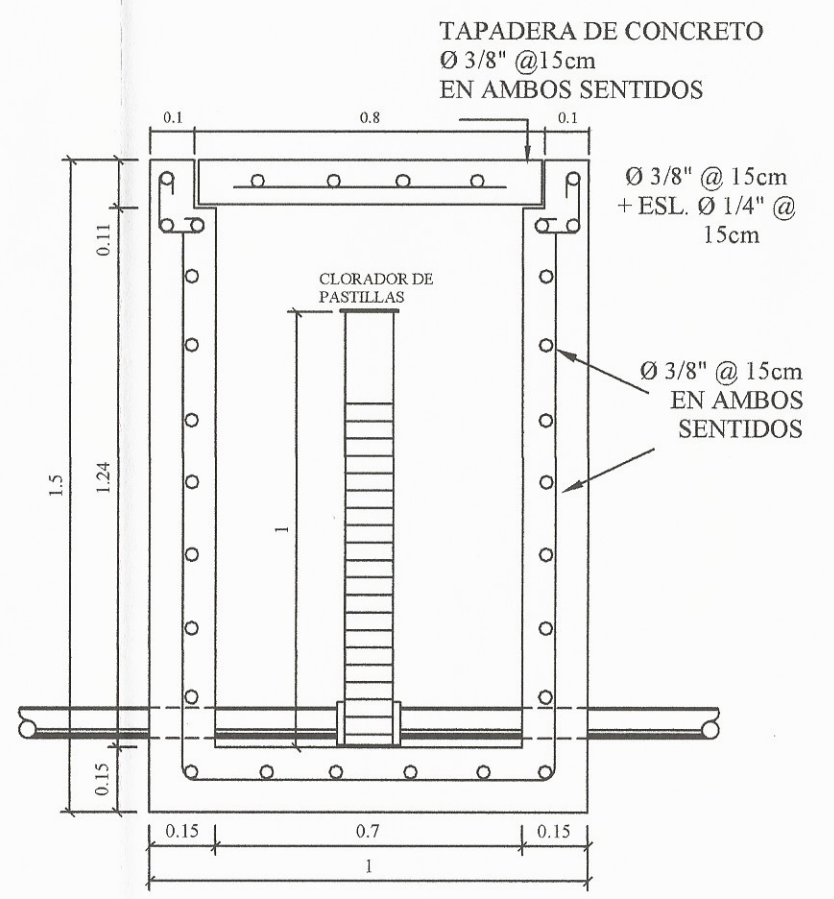
11 / 12



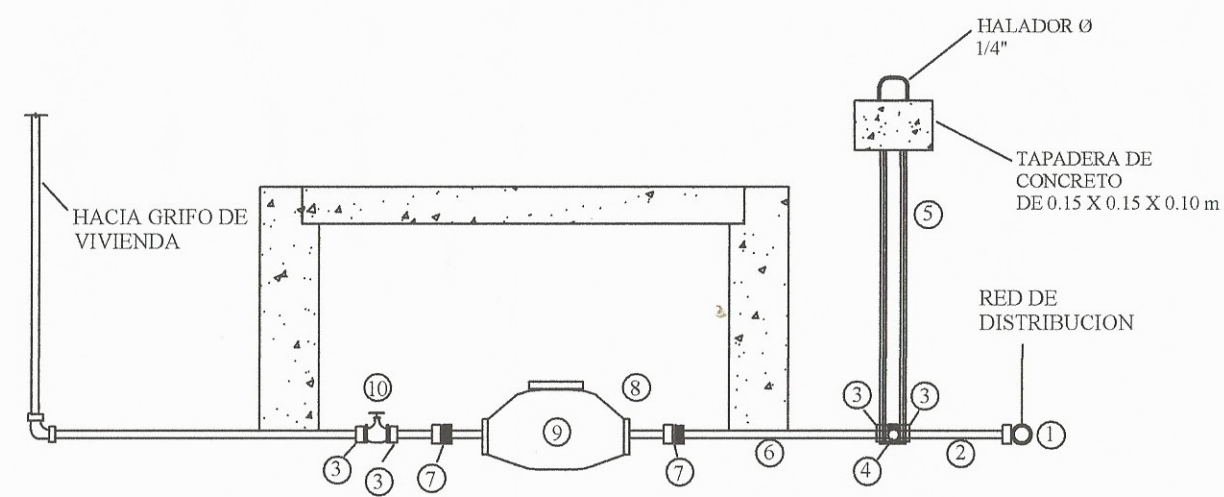
PLANTA CAJA DE CLORADOR
SIN ESCALA



SECCION A-A'
SIN ESCALA



SECCION B-B'
SIN ESCALA



CONEXION DOMICILIAR TIPICA
SIN ESCALA

1. TEE REDUCIDORA PVC Ø TUBERIA SECUNDARIA X 1/2"
2. NIPLE PVC LONGITUD VARIABLE 1/2"
3. ADAPTADOR MACHO PVC Ø = 1/2"
4. LLAVE DE PASO DE BRONCE Ø = 1/2"
5. TUBERIA PVC Ø 2" 0 3"
6. TUBO PVC LONGITUD VARIABLE Ø = 1/2"
7. ADAPTADOR HEMBRA PVC Ø 1/2"
8. NIPLE CONECTOR DE CONTADOR Ø = 1/2"
9. CONTADOR Ø = 1/2"
10. LLAVE CHEQUE 1/2"

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
INGENIERIA CIVIL
EPENISTA: EDUARDO ESCOBAR CORTIQUIN

PROYECTO: SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE
CASERIO RINCÓN CHIQUITO

CAJA DE CLORADOR por Serrano
INGENIERIA DOMICILIAR
MIMETANDAD: EPS - QUILMES - EPS
ZONA: ZONA 10 - QUILMES - EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

Facultad de Ingeniería

ASESOR SUPERVISOR: ING. EDUARDO RODRIGUEZ BERRANO

12/12