



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA
LA ALDEA XEPAC, TECPÁN, CHIMALTENANGO**

Mario Melgar Quiroa

Asesorado por la Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra

Guatemala, abril de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA
LA ALDEA XEPAC, TECPÁN, CHIMALTENANGO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

MARIO MELGAR QUIROA

ASESORADO POR LA INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORIA DE SIERRA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, ABRIL DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Guillermo Francisco Melini Salguero
EXAMINADOR	Ing. Daniel Alfredo Cruz Pineda
EXAMINADOR	Ing. Juan Carlos Linares Cruz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA XEPAC, TECPÁN, CHIMALTENANGO

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 3 de febrero de 2014.


Mario Melgar Quiroa



Guatemala, 13 de marzo de 2014
Ref:EPS.DOC.368.03.14

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Director
Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Rodríguez Serrano.

Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Mario Melgar Quiroa** con carné No. **200819097**, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA XEPAC, TECPÁN, 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”

Ingen. Mayra Rebeca Sierra Sierra

Asesora-Supervisora de EPS

Unidad de Ingeniería Civil

ASOCIACIÓN-SUPERVISORA DE EPS

Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

Facultad de Ingeniería

cc: Archivo
MRG/Sds/va



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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA XEPAC, TECPÁN CHIMALTENANGO**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Mario Melgar Quiroa**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra.

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

Sin otro particular, me es grata su asistencia.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

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

5/13/14



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 de la Asesora Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra y del Coordinador de E.P.S. Ing. Silvio José Rodríguez Serrano, al trabajo de graduación del estudiante Mario Melgar Quiroa, titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA XEPAC, TECPÁN, CHIMALTENANGO**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

Hugo Leonel Montenegro Franco
Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco **DIRECTOR**



Guatemala, mayo 2014

/bbdeb.

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 SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA XEPAC, TECPÁN, CHIMALTENANGO**, presentado por el estudiante universitario: **Mario Melgar Quiroa** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, abril de 2014



ACTO QUE DEDICO A:

Mi madre

Aura Marina Quiroa, quien nunca dejó de apoyarme y creer que esto sería posible.

Mi hermana

Iris Lissbeth Melgar Quiroa, por el cariño y apoyo brindados a lo largo de este camino.

Mi prometida

Mayling Julissa Morales Esquivel, quien siempre me animó a seguir adelante y me brindó palabras de aliento.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por proveerme de todo lo necesario para poder alcanzar este triunfo.
Mi madre	Por ser la persona que más me ha apoyado y creído en mí y quien sin su apoyo esto no habría podido lograrse.
Mi hermana	Por su apoyo y cariño.
Familia Morales Esquivel	Por el cariño y apoyo tan especial con que me acogieron en su hogar durante el EPS y a lo largo de todo este proceso.
Toda mi familia	Por su apoyo y cariño, mostrado en todo momento.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XI
OBJETIVOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Aspectos generales de aldea Xepac	1
1.1.1. Ubicación geográfica	1
1.1.2. Demografía	1
1.1.3. Salud	2
1.1.4. Educación.....	2
1.1.5. Topografía	2
1.1.6. Clima	2
1.1.7. Comercio	3
1.1.8. Servicios públicos existentes	3
1.2. Diagnóstico sobre las necesidades en servicios básicos y de infraestructura de aldea Xepac.....	4
1.2.1. Descripción de las necesidades	4
1.2.2. Evaluación y priorización de las necesidades.....	4
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	5
2.1. Descripción del proyecto	5
2.2. Investigación de campo	5

2.2.1.	Ubicación de los nacimientos	5
2.2.2.	Aforos	6
2.2.3.	Calidad del agua	7
2.2.4.	Análisis físicoquímico	7
2.2.4.1.	Análisis bacteriológico.....	8
2.2.5.	Levantamiento topográfico	8
2.3.	Criterios de diseño	9
2.3.1.	Período de diseño	9
2.3.1.1.	Cálculo de población futura.....	10
2.3.1.2.	Dotación	11
2.3.2.	Factores de consumo y caudales.....	12
2.3.2.1.	Caudal medio diario	12
2.3.2.2.	Caudal máximo diario.....	12
2.3.2.3.	Caudal máximo horario	13
2.4.	Diseño hidráulico.....	14
2.4.1.	Captación	15
2.4.2.	Línea de conducción	15
2.4.3.	Tanque de almacenamiento	20
2.4.3.1.	Volumen de almacenamiento.....	20
2.4.3.2.	Diseño estructural	21
2.4.4.	Línea de distribución	28
2.4.5.	Red de distribución.....	29
2.4.6.	Sistema de desinfección.....	31
2.4.7.	Obras de arte	32
2.4.8.	Válvulas.....	32
2.4.9.	Conexiones domiciliarias.....	33
2.4.10.	Programa de operación y mantenimiento.....	33
2.4.11.	Propuesta de tarifa	38
2.4.12.	Elaboración de planos	41

2.4.13.	Elaboración de presupuesto	41
2.4.14.	Evaluación socioeconómico.....	42
2.4.15.	Valor Presente Neto	43
2.4.16.	Tasa Interna de Retorno.....	45
2.5.	Cronograma de ejecución	46
2.6.	Estudio de Impacto Ambiental.....	46
CONCLUSIONES		53
RECOMENDACIONES		55
BIBLIOGRAFÍA.....		57
APÉNDICES		59
ANEXOS		67

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Diagrama de momentos en losa.....	23
2.	Armado de losa.....	24
3.	Geometría de muro de contención.....	25

TABLAS

I.	Parámetros de diseño de la aldea.....	14
II.	Momento estabilizante de muro.....	26
III.	Programa de operación y mantenimiento.....	37
IV.	Presupuesto de sistema de agua potable.....	42
V.	Evaluación de Impacto Ambiental.....	49

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
A	Área
Q	Caudal de diseño
CDM	Caudal día máximo
CHM	Caudal hora máximo
CM	Caudal medio
PVC	Cloruro de polivinilo
C	Coefficiente de rugosidad según material de tubería
CP	Cota piezométrica
Ø	Diámetro
E-	Estación topográfica
HG	Hierro galvanizado
l	Litros
l/s	Litros sobre segundos
L	Longitud
m.c.a.	Metros columna de agua
Hf	Pérdida de carga
t	Período de diseño
Po	Población actual
Pf	Población futura
PD	Presión dinámica
PE	Presión estática
i	Tasa de crecimiento poblacional anual
v	Velocidad

GLOSARIO

Aforo	Medición del volumen de agua que fluye de una fuente por unidad de tiempo.
Agua potable	Agua sanitariamente segura (sin elementos patógenos ni elementos tóxicos) que es agradable a los sentidos (inodora, incolora e isóbara).
Azimut	Ángulo horizontal referido desde el norte magnético o verdadero determinado astronómicamente, su rango varía de 0° a 360°.
Bases de diseño	Bases técnicas utilizadas para la creación de los proyectos, varían de acuerdo al tipo de proyecto.
Caudal	Volumen que fluye por la tubería por unidad de tiempo.
COGUANOR	Comisión Guatemalteca de Normas
Dotación	Cantidad de agua asignada a la unidad consumidora, es decir, a un habitante e industria.

INE	Instituto Nacional de Estadística.
INFOM	Instituto de Fomento Municipal.
INSIVUMEH	Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología.
Pérdida de carga	Energía por unidad de peso del agua que causa la resistencia superficial dentro del conducto.
Perfil	Visualización en plano de la superficie de la tierra, según la latitud y longitud, referidas a un banco de marca.
Piezométrica	Altura de presión de agua que se tiene en un punto dado.
UNEPAR	Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación contiene las actividades realizadas durante el desarrollo del Ejercicio Profesional Supervisado, en Tecpán, Chimaltenango. La Universidad de San Carlos de Guatemala ha promovido el apoyo a las instituciones estatales que no disponen de fondos para la contratación de profesionales.

Este informe presenta un diagnóstico de las necesidades de la aldea Xepac, de forma que el proyecto planteado se enfoca en las mejoras de las condiciones de vida de los habitantes de dicha aldea.

Para que el proyecto sea funcional durante la ejecución, se especifican todos los detalles que deben tomarse en cuenta para la construcción de las diversas obras de arte, los criterios y renglones para el presupuesto del mismo. Se estimaron los materiales, mano de obra y se diseñaron los planos, de los cuales se entregó un juego a la Unidad Técnica Municipal.

OBJETIVOS

General

Diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Xepac, Tecpán, Chimaltenango.

Específicos

1. Elaborar un diagnóstico técnico y la evaluación de los parámetros derivados de la investigación.
2. Capacitar a los miembros del Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE) de la aldea para garantizar el uso adecuado del sistema de agua potable y su correcto mantenimiento.

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con el diagnóstico practicado en la aldea Xepac del el municipio de Tecpán, Chimaltenango se determinó que el problema de falta de agua potable requiere la más inmediata solución, debido a que dicha aldea es una de las más pobladas del municipio. Este Ejercicio Profesional Supervisado estará orientado hacia el planteamiento de soluciones tanto técnicas como económicas a esta problemática, proponiendo para tal efecto el diseño del sistema de agua potable.

El capítulo uno se enfoca en los aspectos monográficos y la investigación sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura de la aldea Xepac, Tecpán, Chimaltenango.

El capítulo dos expone las especificaciones técnicas, cálculos y presupuesto del diseño del sistema de agua potable por gravedad de la aldea Xepac, Tecpán, Chimaltenango.

Al final se presentan las conclusiones y recomendaciones del trabajo con los planos y el presupuesto respectivo.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Aspectos generales de aldea Xepac

Se describirá de forma general la información referente a distintos aspectos de la aldea en estudio, tales como geografía y topografía, de tipo social, cultural y económico.

1.1.1. Ubicación geográfica

La aldea Xepac forma parte del conjunto de 34 aldeas bajo jurisdicción del municipio de Tecpán, Chimaltenango. Está ubicada a 14° 51' 10,97" norte, 90° 57' 54,93" oeste a 135 kilómetros de la ciudad Guatemala y a 74 kilómetros de la cabecera departamental de Chimaltenango. Posee una elevación aproximada de 2 213 metros sobre el nivel del mar.

Colinda al norte con la aldea Pacayal, al sur con la aldea San Carlos, al este con el municipio vecino de San José Poaquil y al oeste con la aldea Xecoxol.

1.1.2. Demografía

La población de la aldea Xepac está constituida por descendientes de la etnia maya quiché y en una minoría por ladinos. Actualmente la aldea cuenta con una población de aproximadamente 2 500 habitantes. La misma se encuentra dividida en 6 sectores.

1.1.3. Salud

Actualmente no poseen un centro de salud propio, de modo que toda emergencia concerniente a salubridad es atendida en el centro de salud vecino en la aldea Paquip.

Las enfermedades por las que frecuentemente padecen los habitantes son: desnutrición, infecciones respiratorias, parasitismo, amebiasis y enfermedades gastrointestinales.

1.1.4. Educación

Actualmente la aldea cuenta con un edificio escolar propio, en el cual se imparte la educación hasta el sexto grado de primaria. Este complejo cuenta con aulas, cancha deportiva, sanitarios y cocina.

1.1.5. Topografía

La topografía imperante en la región es de tipo montañoso, la aldea se encuentra rodeada por cerros y barrancos los cuales prácticamente aíslan ciertas regiones de la misma.

1.1.6. Clima

La aldea se encuentra localizada dentro del tipo de temperatura templada, con invierno benigno, clima húmedo y las lluvias con estación seca bien definida.

1.1.7. Comercio

La población en general de la aldea Xepac se dedica a la agricultura, siendo la siembra de maíz, arveja y frijol los productos más comunes. En un porcentaje reducido se dedica a la crianza de animales como gallinas, patos, palomas, pollos, gansos, pijijes, conejos.

Ganado en pocas cantidades existen: vacuno, equino, ovino y porcino.

- Vacuno: es poco común que sea criado para comercio, la mayoría es utilizado para consumo propio y la elaboración de productos lácteos como queso.
- Equino: es muy escaso y lo utilizan en las fincas y hogares, como medio de transporte o de carga.
- Ovino: la utilizan para carne y la industria (lana).
- Porcino: lo utilizan para alimento (carne, embutidos, chicharrones, manteca).

También, se elaboran tejidos típicos y suéteres de muy vistosos colores y preciados labores; güipiles, cortes, fajas, servilletas, manteles, parajes y alfombras.

1.1.8. Servicios públicos existentes

Tiene un complejo educacional, servicio de energía eléctrica, caminos balastrados, agua entubada proveniente del sistema de agua potable existente el cual solo abastece un porcentaje de la población.

1.2. Diagnóstico sobre las necesidades en servicios básicos y de infraestructura de aldea Xepac

Se llevó a cabo mediante una entrevista realizada al presidente del Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE), el cual describió las diferentes carencias en infraestructura que la aldea tiene.

1.2.1. Descripción de las necesidades

A pesar de que la aldea cuenta con diversos servicios, también carecen de algunos que son indispensables para elevar la calidad de vida de la población, tal es el caso de la falta de centro de salud, sistema de drenajes, sistema de agua potable capaz de abastecer a toda la población, extracción de basura, etc.

1.2.2. Evaluación y priorización de las necesidades

De lo expuesto anteriormente, se puede concluir que la aldea tiene varias necesidades las cuales deben de ser resueltas en el menor tiempo posible. Sin embargo, para el presente trabajo se priorizará y desarrollará la solución a la problemática del agua potable debido a que posee una resolución más inmediata, ya que el Comité Comunitario de Desarrollo (COCODE) realizó las gestiones necesarias para contar con el apoyo financiero por parte de la Municipalidad de Tecpán y de ese modo adquirir los nacimientos que abastecerán la aldea del recurso.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Descripción del proyecto

El presente proyecto comprende el diseño del sistema de abastecimiento agua potable por gravedad para la aldea Xepac, incluyendo la captación, línea de conducción, tanque de almacenamiento, línea de distribución y red de distribución.

2.2. Investigación de campo

Se realizó una investigación de campo por medio de la cual se determinó la ubicación de las posibles fuentes de abastecimiento, la ruta preliminar que la línea de conducción cruzaría y los permisos respectivos por parte de los dueños de los diferentes terrenos afectados por el proyecto.

2.2.1. Ubicación de los nacimientos

Los nacimientos están ubicados en una zona montañosa en una propiedad privada, sin embargo la comunidad de la aldea se ha organizado y realizado las gestiones para poder adquirir dichos nacimientos, la ubicación de los mismos es 14° 50' 43" norte y 90° 57' 50" oeste.

2.2.2. Aforos

El aforo del primer afluente propuesto se hizo con una cubeta de 5 galones (18,92 litros) llenándola en seis ocasiones para tomar un tiempo promedio, el cual fue de 6,67 segundos, por lo que se tiene:

Q = volumen/tiempo

Volumen = 18,92 litros

Tiempo = 6,67 segundos

$$Q \frac{18,92 \text{ litros}}{6,67 \text{ segundos}} = 2,83 \text{ Litros / Segundos}$$

El aforo del segundo afluente propuesto se realizó de igual forma, con una cubeta de 5 galones (18,92 litros) llenándola en seis ocasiones para tomar un tiempo promedio, el cual fue de 15,35 segundos, por lo que se tiene:

Q = volumen/tiempo

Volumen = 18,92 litros

Tiempo = 15,35 segundos

$$Q \frac{18,92 \text{ litros}}{15,35 \text{ segundos}} = 1,23 \text{ Litros / Segundos}$$

Sumando ambos caudales se obtiene el caudal disponible de abastecimiento

$$Q_{\text{total}} = 2,83 \text{ L/s} + 1,23 \text{ L/s} = 4,06 \text{ L/s}$$

Es importante mencionar que el aforo se realizó en el mes de octubre, lo aconsejable al realizar un aforo es que este sea en época de estiaje y/o verano, por lo que se recomienda que al aforo realizado en una época de invierno se le aplique un porcentaje de reducción, el cual se toma del 35 % al 50 %.

2.2.3. Calidad del agua

En relación a la calidad del agua se hicieron los respectivos análisis tanto físicoquímico como bacteriológico para establecer si el recurso cumple con la Norma COGUANOR 29 001.

Los límites máximos aceptables y permisibles corresponden a la Norma COGUANOR NGO 29 001 (Acuerdo Gubernativo No. 986-1 999, publicado en el Diario de Centroamérica de fecha 04 de febrero de 2000). Los parámetros corresponden a los establecidos en el numeral E2 inciso 5.4 de dicha norma.

2.2.4. Análisis físicoquímico

El análisis físicoquímico permite determinar las características físicas del agua tales como el aspecto, el olor, el color, la turbiedad, dureza, alcalinidad y pH. Además determina las sustancias químicas que pueden estar contenidas en el agua capaces de afectar la salud del consumidor o dañar la tubería y equipos, entre los cuales se puede mencionar los aniones (magnesio, hierro, etc.). Con base en los resultados se puede establecer si el agua es apta para el consumo humano.

2.2.4.1. Análisis bacteriológico

Se realizó un examen bacteriológico con el fin de verificar la cantidad de coliformes totales y fecales que posee el agua del manantial, de modo que la misma no constituya una fuente de contaminación para los usuarios.

Con base en los resultados de dicho examen se puede establecer el sistema de desinfección que mejor se acople al caso, de modo que la fuente pueda ser potabilizada.

De acuerdo con los resultados obtenidos, el agua de las muestras cumplen con los requerimientos tanto fisicoquímicos como bacteriológicos establecidos en la Norma COGUANOR NGO 29 001 para ser consideradas como potables.

Para el examen bacteriológico se requiere un envase esterilizado con capacidad de 100 mililitros y para el físicoquímico la muestra debe de ser de 1 galón, este envase puede ser de vidrio o de plástico. Es importante mencionar que las muestras tomadas deben permanecer en refrigeración antes de ser llevadas al laboratorio, pero este período de refrigeración no debe de exceder de 24 horas.

2.2.5. Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico tiene como finalidad recabar toda la información de campo necesaria para elaborar un esquema fiel del relieve del terreno, el cual ayude a realizar un diseño que permita la construcción de una obra lo más eficiente posible. Al mismo tiempo, se recaba información de instalaciones existentes que puedan servir en el diseño como referencias del proyecto tales como iglesias, caminos, carreteras, puentes, etc.

Para el presente proyecto, todo el trabajo topográfico fue realizado utilizando el método de taquimetría o medición indirecta, el cual permite calcular tanto distancia horizontal como diferencia de niveles entre puntos mediante la toma de datos observados en un estado de topografía.

Todas las lecturas se realizaron con el uso de equipo profesional de topografía, siendo este:

- Teodolito mecánico modelo TM-20
- Trípode de madera
- Estadal topográfico de madera
- Brújula
- Cinta métrica

Posterior a la toma de datos, estos fueron procesados y digitalizados acoplándolos al formato soportado por el software Civil 3D versión 2014 el cual permite el cálculo computarizado de las curvas de nivel del terreno, así como la elaboración de los perfiles del mismo.

2.3. Criterios de diseño

Serán los que se empleen para calcular datos y obtener información útil para el diseño hidráulico del sistema

2.3.1. Período de diseño

Es el tiempo durante el cual el sistema debe funcionar en óptimas condiciones, comprendido entre la puesta en servicio y el momento en que sobrepase las condiciones establecidas en el diseño.

Deben de tomarse en cuenta aspectos como la durabilidad de los materiales, posibilidad de ampliaciones, capacidad de la fuente, equipo utilizado, calidad de construcción, los costos y las tasas de interés vigentes, crecimiento de la población y un adecuado mantenimiento.

El conjunto de estos factores determina un período de diseño máximo posible, que es independiente del tamaño o la capacidad de los componentes del sistema.

Para el presente proyecto se asignará un período de diseño de 20 más tres años en trámites para la gestión del financiamiento. Pasado dicho período, será necesario realizar un nuevo estudio para determinar la capacidad del proyecto y establecer si es necesario el remplazo de ciertos elementos, tramos completos o, en el peor de los casos, la remodelación del sistema completo.

2.3.1.1. Cálculo de población futura

Se calcula con el fin de garantizar que la demanda futura del recurso pueda ser suplida satisfactoriamente. Para el presente proyecto se tiene contemplada la conexión de 158 viviendas, las cuales tienen una densidad de 6 habitantes por vivienda. Con los datos anteriores y utilizando el método geométrico es posible estimar la población para la culminación del período de diseño.

Población actual (P_0) = 158 viviendas x 6 habitantes / vivienda = 948 habitantes

Periodo de diseño (t) = 23 años.

Tasa de crecimiento poblacional (r) = 3 % para el municipio de Tecpán, según datos recabados por la Oficina Municipal de la Mujer.

$$P_f = P_o(1 + r)^t$$

$$P_f = 948(1 + 0,03)^{23} = 1\ 875 \text{ habitantes}$$

De modo que para el 2036 se estima una población de 1 875 habitantes.

2.3.1.2. Dotación

Es el volumen de agua que se le asigna a una persona para el consumo en la unidad de tiempo. Generalmente la dotación se determina en l/hab/día.

Es recomendable que la dotación se determine con base en estudios de demanda de agua de la población que se investiga o poblaciones cercanas con características similares.

Los factores que influyen en la determinación de la dotación son: clima, nivel de vida, actividad productiva, número de habitantes, costumbres, existencia de abastecimientos privados, presiones en la red, existencia de alcantarillado y capacidad administrativa por parte de la Municipalidad.

Generalmente poblaciones pequeñas presentan consumos bajos con relación a ciudades grandes y desarrolladas, debido a la ausencia de industrias, carencia de alcantarillado y el bajo porcentaje de área recreacional que amerite riego y mantenimiento.

Se establece que la dotación para este proyecto será de 90 l/hab/día, el cual es basado en Normas de la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (UNEPAR).

2.3.2. Factores de consumo y caudales

Se utilizarán para establecer los caudales demandados para el cálculo hidráulico del sistema en función de la población futura calculada.

2.3.2.1. Caudal medio diario

Es el promedio de los consumos diarios durante un año de registro, pero al no contar con los registros es posible calcularlo en función de la población futura y la dotación asignada a un día. El caudal medio diario para el estudio en función se calculó de la siguiente manera.

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

$$Q_m = \frac{90\text{l/hab/día} \times 1\,875 \text{ hab}}{86\,400 \text{ seg/día}}$$

$$Q_m = 1,95 \text{ l/s}$$

2.3.2.2. Caudal máximo diario

Es el día de máximo consumo de una serie de registros obtenidos en un año. Regularmente sucede cuando hay actividades en las cuales participa la mayor parte de la población. El valor que se obtiene es utilizado en el diseño de la captación y línea de conducción.

Debido a falta de registro, el consumo máximo diario (CMD) será el producto de multiplicar el consumo medio diario por un factor de día máximo (FDM) que este comprendido entre 1,20 y 1,50 según la normativa del INFOM.

Al tomar en cuenta el clima, el nivel socioeconómico y la cantidad de habitantes, se determina que para el presente estudio el factor de día máximo (FDM) será de 1,2 por aproximar a una población futura mayor a 1 000 habitantes según la normativa del INFOM.

$$QDM = FDM \times Qm$$

$$QDM = 1,2 \times 1,95 \text{ l/s}$$

$$QDM = 2,34 \text{ l/s}$$

2.3.2.3. Caudal máximo horario

Es conocido también como caudal de distribución, debido a que es el valor utilizado para diseñar la línea y red de distribución. Es la hora de máximo consumo en el día.

Para determinar dicho caudal se debe multiplicar el caudal medio diario por el coeficiente o factor de hora máximo (FHM) cuyo valor varía entre 2,0 y 3,0. La selección de dicho factor es inversamente proporcional al tamaño de la población a servir, por lo que para el presente estudio, el valor adoptado será de 2,0 por contar con una población cuyo número asciende a más de 1 000 habitantes según la norma del INFOM.

$$QHM = FHM \times Qm$$

$$QHM = 2 \times 1,95 \text{ l/s}$$

$$QHM = 3,9 \text{ l/s}$$

2.4. Diseño hidráulico

Para el diseño hidráulico del sistema de agua se fijaron los parámetros y variables técnicas. Están establecidas las fórmulas y especificaciones para considerarlos en el diseño del proyecto. A continuación se presenta los parámetros de diseño de la aldea, ver tabla I.

Tabla I. **Parámetros de diseño de la aldea**

DESCRIPCIÓN	VALOR
Tipo de sistema	Gravedad
Viviendas actuales (viv)	158,00
Densidad de vivienda (hab/viv)	6,00
Población actual	948,00
Tasa de crecimiento (%)	3,00
Periodo de diseño (años)	23,00
Aforo en conjunto (l/s)	4,06
Dotación (l/hab/día)	90,00
Factor de día máximo (FDM)	1,20
Factor de hora máximo (FHM)	2,00
% Para cálculo de vol. en T.D.	40,00
Viviendas futuras (viv)	313,00
Población futura (hab)	1 878,00
Caudal medio Qm (l/s)	1,95
Caudal máximo diario QMD (l/s)	2,34
Caudal máximo horario QMH (l/s)	3,90
Tanque de distribución calculado (m ³) (Ver diseño del mismo a partir de la página 20)	50,00

Fuente: elaboración propia.

2.4.1. Captación

Existen básicamente dos formas de captar el agua, una es de forma superficial (ríos) y la otra es en manantiales (nacimientos). Para este proyecto en particular la forma de captación es por medio de manantiales.

Las estructuras garantizarán seguridad, estabilidad y funcionamiento en todos los casos y para cualquier condición de la fuente se debe garantizar de protección contra la contaminación, entrada y proliferación de raíces, algas y otros organismos indeseables.

Este tanque de captación debe mantenerse en todo tiempo protegido de animales y vegetación para que se pueda garantizar una buena calidad del agua, ya que desde dicho punto el recurso será conducido hacia el tanque de distribución.

2.4.2. Línea de conducción

Se entiende por línea de conducción, al conjunto de tuberías libres o forzadas que parten del tanque de captación hacia el tanque de distribución. Para el presente proyecto la línea de conducción inicia en la estación E-2 y finaliza en la estación E-27 donde se ubica el tanque de distribución.

Se diseñó la línea de conducción, considerando el régimen de conducción forzada para poder transportar el agua al tanque de almacenamiento. Se siguieron las recomendaciones de la guía para el diseño de UNEPAR para conducciones forzadas con los siguientes datos básicos del cálculo hidráulico:

- Diámetros mínimos: se sugiere un diámetro mínimo de 38 mm (1 1/2"). Atendiendo a razones hidráulicas o económicas, podrán aceptarse diámetros hasta de 19 mm (3/4").
- Velocidades: se considera la velocidad mínima y máxima de 0,40 y 3,00 metros sobre segundo. Preferiblemente no mayor de 1,50 metros sobre segundo, y solamente en longitudes cortas de tramos finales se puede permitir hasta un máximo de 5,00 metros sobre segundo.
- Colocación y anclaje de tubería: las tuberías deberán enterrarse a una profundidad mínima de 0,60 metros sobre la corona (nivel superior del tubo). Si los terrenos son dedicados a la agricultura, la profundidad mínima será de 0,80 metros.
- Válvulas de aire: se instalarán en los puntos más altos que admitan y expulsen el aire con un diámetro nominal del 12 % del diámetro de conducción.
- Válvulas de limpieza: se instalarán en los puntos más bajos. Para conducciones menores de 55 mm (2") el diámetro de purga será igual al de la línea de conducción. Para conducciones mayores de 55 mm (2") el diámetro de purga será de 55 mm (2").
- Caja rompedora: se instalarán con el objetivo de que la máxima presión estática no exceda de la presión de trabajo de la tubería.

Para los cálculos hidráulicos se utilizaron los coeficientes de capacidad para la ecuación de Hazen-Williams, seleccionados en función al material de la tubería, el envejecimiento de este y las condiciones fisicoquímicas del agua.

Además, se utilizaron las fórmulas universalmente calificadas como hidráulicamente correctas, considerando las limitaciones de uso y aplicándoles el diámetro interno de los conductos.

Los cálculos para presentar la memoria de cálculo del diseño de la línea de conducción fueron determinados utilizando la fórmula de Hazen-Williams y la ley de continuidad.

$$H_f = \frac{1\,743,81 \times L \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times \emptyset^{4,87}}$$

Donde:

H_f = pérdida de carga en metros

L = longitud de diseño en metros

Q = caudal d diseño en litros sobre segundo

C = coeficiente de rugosidad según material de tubería

∅ = diámetro interno de tubería en pulgadas

Además se utiliza la ecuación de la continuidad para conocer la velocidad que pasa en un tramo determinado.

$$Q = A \times v$$

Donde:

Q = caudal de diseño

A = área transversal de la tubería

v = velocidad

A continuación se presenta la forma cómo se determinaron los parámetros hidráulicos utilizando las fórmulas anteriores.

- Datos

Tramo E-2 a E-27

Longitud de tramo = 1 296 metros

Cota en E-2 = 1 003,23 metros

Cota en E-27 = 971,74 metros

Q = 1,95 l/s

C = 150 para PVC

$$\emptyset = \left[\frac{1\,743,81 \times L \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times hf} \right]^{\frac{1}{4,87}}$$

$$\emptyset = \left[\frac{1\,743,81 \times 1\,296 \times 1,95^{1,85}}{150^{1,85} \times (1\,003,23 - 971,74)} \right]^{\frac{1}{4,87}} = 1,91 \text{ pulgadas}$$

De lo anterior, se concluye que para las condiciones del tramo en estudio se requiere del uso de una tubería PVC de 2 pulgadas de diámetro.

Con el fin de garantizar el buen funcionamiento del sistema, se procederá a chequear que el tramo diseñado cumpla con los requisitos mínimos y máximos de la normativa utilizada, siendo esta la del INFOM.

Una vez establecido el diámetro a utilizar, se calcula la pérdida de energía que este genera, utilizando el diámetro interno de la tubería.

$$H_f = \frac{1\,743,81 \times 1\,296 \times 1,95^{1,85}}{150^{1,85} \times 2,095^{4,87}} = 19,99 \text{ m}$$

En consideración a la altura menor de las edificaciones en medios rurales, las presiones tendrán los siguientes valores:

- Presión dinámica (de servicio) mínima 10 metros
- Presión dinámica (de servicio) máxima 40 metros
- Presión hidrostática máxima de 90 metros

Utilizando el dato de pérdida de energía se calcula la energía piezométrica en el tramo, de lo cual tenemos los siguientes datos.

- Piezométrica inicial = piezométrica anterior
- Piezométrica inicial = 1 003,23 m
- Piezométrica final = piezométrica inicial – pérdida de carga
- Piezométrica final = 1 003,23 – 19,99 = 983,24 m
- Presión dinámica = piezométrica final – cota final
- Presión dinámica = 983,24 – 971,74 = 11,5 m
- Presión estática = piezométrica inicial – cota final
- Presión estática = 1 003,23 – 971,74 = 31.49 m

Se debe de chequear la velocidad en el tramo, cuyo valor deberá estar comprendido dentro de los límites antes mencionados: 0,40 m/s y 3,00 m/s.

Para la siguiente ecuación se deberá usar el diámetro interno real de la tubería a utilizar, la constante 1,974 servirá para poder hacer la conversión de unidades, de modo que el caudal esté dado en litros / segundo, y el diámetro en pulgadas, dando como resultado el valor de la velocidad en metros / segundo.

$$v = \frac{1,974 \times Q}{\phi^2}$$

$$v = \frac{1,974 \times 1,95}{2,095^2} = 0,88 \text{ m/s}$$

$$0,40 \text{ m/s} < 0,88 \text{ m/s} < 3,00 \text{ m/s}$$

Con los datos anteriores, se establece que los parámetros se encuentran en el rango aceptable para el buen funcionamiento, por lo que se concluye que el diseño es factible.

2.4.3. Tanque de almacenamiento

Los tanques de distribución juegan un papel importante en el diseño de un sistema de agua potable ya que compensarán la deficiencia del recurso y servirán como una reserva en caso de emergencias.

2.4.3.1. Volumen de almacenamiento

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

Es importante mencionar que cuando un tanque sea de concreto ciclópeo deberá cubrirse con losa de concreto reforzado.

Volumen de tanque = Q*Factor

$$\text{Volumen de tanque} = \frac{1,95 \text{ l/s} \times 86\,400 \text{ s} \times 0,30}{1000} = 50 \text{ m}^3$$

2.4.3.2. Diseño estructural

Para el diseño estructural de la cubierta se deberá usar una losa de concreto reforzado con las dimensiones de 5 x 5 metros la cual será construida a base de concreto con una resistencia.

Tanto los muros como la losa inferior del tanque, serán de mampostería formada por piedra de canto rodado compuesta de 67 % piedra y 33 % sabieta la cual será constituida con una proporción 1:2.

Haciendo uso del método 3 del Código ACI (American Concrete Institute), se calcula el coeficiente de momentos a usar, con relación de lado menor entre lado mayor.

$$m = \frac{5}{5} = 1$$

Como el valor de la relación m es mayor a 0,50 la losa trabaja en ambos sentidos.

- Cálculo del espesor de la losa

$$t = \frac{2 \times (5 + 5)}{180} = 0,12 \text{ m}$$

- Cálculos de cargas

Se considerarán dos tipos de cargas siendo estas:

- Carga muerta

Peso de losa = $2400 \text{ kg/m}^3 \times 0,12 \text{ m} \times 1 \text{ m} = 288 \text{ kg/m}$

Sobrecarga = 60 kg/m

Carga muerta (CM) = $288 + 60 = 348 \text{ kg/m}$

- Carga viva

La carga viva la constituye todas las fuerzas externas que actúan en la estructura.

Carga viva (CV) = 100 kg/m

Carga última (CU) = $1,4 \times 348 + 1,7 \times 100 = 660 \text{ kg/m}$

- Cálculo de momentos

$$M(+)_a = 5^2 \times (0,036 \times 1,4 \times 348 + 0,036 \times 1,7 \times 100) = 592 \text{ kg} - \text{m}$$

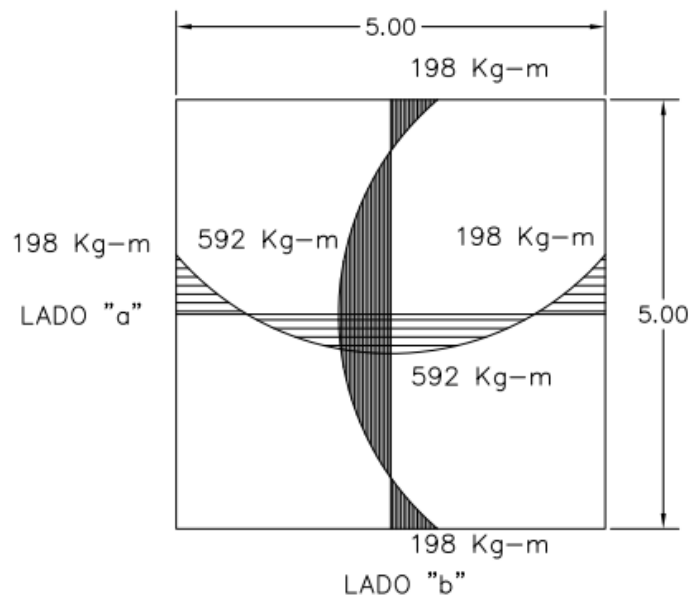
$$M(+)_b = 5^2 \times (0,036 \times 1,4 \times 348 + 0,036 \times 1,7 \times 100) = 592 \text{ kg} - \text{m}$$

No es de sorprenderse sobre el resultado, ya que el tanque posee una geometría simétrica, lo cual se refleja en que el valor de los momentos es idéntico.

Los momentos negativos teóricamente no existen por no haber continuidad en la losa, sin embargo se puede asumir un valor igual a la tercera parte del momento positivo, con el fin de prever una posible inversión de momentos.

$$M(-)_{a,b} = \frac{592}{3} = 198 \text{ kg} - \text{m}$$

Figura 1. **Diagrama de momentos en losa**



Fuente: elaboración propia, con programa de dibujo computarizado AutoCad.

- Cálculo de área de acero mínimo

$$As(\text{min}) = \frac{14 * 500 * 10}{2 * 810} = 24,91 \text{ cm}^2$$

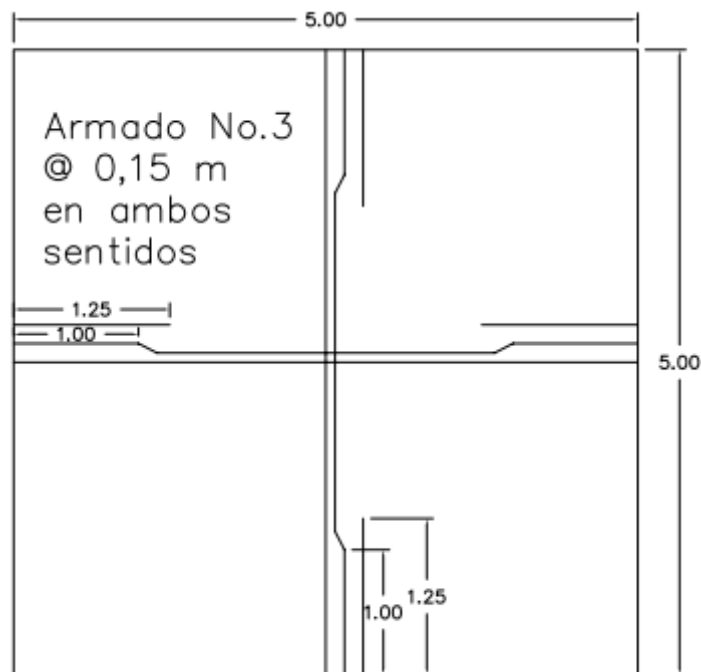
- Cálculo de momento resistente con acero mínimo

$$M_u = \frac{0,85 * 0,90 * 500 * 10 * 210 * 10 \left(1 - \left(1 - \frac{24,91 * 2.810}{0,85 * 210 * 500 * 10}\right)^2\right)}{2} = 6.052,7 \text{ kg} - \text{m}$$

De lo anterior se concluye que el acero mínimo es capaz de resistir el momento, por lo que se utilizará el refuerzo mínimo.

El armado consistiría en varilla No. 3 @ 0,15 m.

Figura 2. Armado de losa



Fuente: elaboración propia, con programa de dibujo computarizado AutoCad.

Para el cálculo de la viga perimetral se utilizarán los siguientes datos:

Base propuesta: 0,15 m

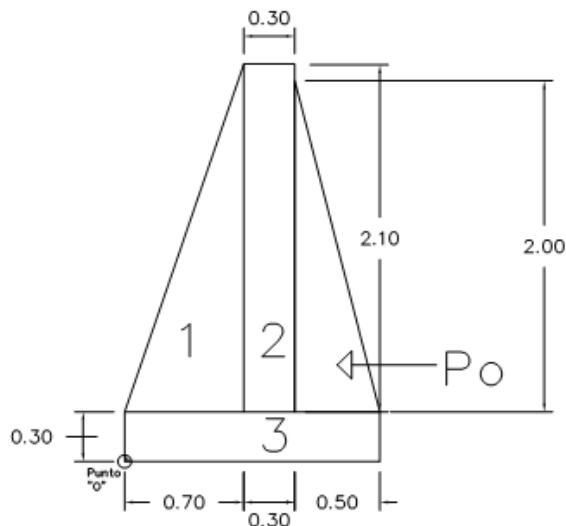
Altura propuesta: 0,20 m

El armado propuesto será de 4 varillas No. 3 + estribo cerrado No. 2 espaciados 0,30 m.

Tanto las dimensiones como el armado son propuestas que toman en cuenta que la viga únicamente cumple la función de unir la losa con el muro.

Para el diseño estructural del muro se utilizarán los siguientes datos para el tanque. El peso del concreto ciclópeo (W_{cc}) es $2,700 \text{ kg/m}^3$, el peso del concreto armado (W_c) es $2,400 \text{ kg/m}^3$, el peso del suelo (W_s) es $1,700 \text{ kg/m}^3$, el ángulo de fricción interna es 28° y la capacidad de soporte del suelo (V_s) es $20,000 \text{ kg/m}^2$.

Figura 3. **Geometría de muro de contención**



Fuente: elaboración propia, con programa de dibujo computarizado AutoCad.

Tabla II. **Momento estabilizante de muro**

Figura	Área (m ²)	Peso Vol. (Kg/m ³)	Peso WR (Kg)	Brazo respecto "O"	Momento MR (Kg-m)
1	0,74	2 700,00	1 998,00	0,47	939,00
2	0,63	2 700,00	1 701,00	0,85	1 446,00
3	0,45	2 700,00	1 215,00	0,75	1 312,00
			4 914,00		3 697,00

Fuente: elaboración propia.

- Carga de losa y viga hacia el muro

$$W(L + V) = 2\,400 * 0,12m * 5m + 2\,400 * 0,20m * 0,15m = 1\,512 \text{ Kg/m}$$

Asumiendo un ancho unitario se tiene

$$W(L + V) = 1\,512 \text{ Kg/m} * 1m = 1\,512 \text{ kg}$$

- Cálculo de momento ejercido por losa y viga

$$M_c = 1\,512 * \left(0,70 + \frac{0,30}{2}\right) = 1\,286 \text{ kg} - m$$

- Fuerza activa Fa (ejercida por el agua)

$$F_a = 1\,000 * \frac{2^2}{2} = 2\,000 \text{ kg}$$

- Momento de volteo respecto O por fuerza activa

$$Mv = 2\,000 * \frac{2}{3} = 1\,335 \text{ kg} - \text{m}$$

- Verificación de la estabilidad contra volteo (F_{sv})>1,5

$$F_{sv} = \frac{3\,697 + 1\,286}{1\,335} = 3,73$$

- Verificación de la estabilidad contra deslizamiento (F_{sd})>1,5

Fuerza de deslizamiento = WT*coeficiente de fricción

$$WT = 4\,914 + 1\,512 = 6\,426 \text{ kg}$$

$$F_d = 6\,426 * 0,9 * Tg(28^\circ) = 3\,075 \text{ kg}$$

$$F_{sd} = \frac{F_d}{F_a} = \frac{3\,075}{2\,000} = 1,54$$

- Verificación de la presión máxima bajo la base del muro, $P_{max} < V_s$ y $P_{min} > 0$

$$a = \frac{MR + Mc + Mv}{WT} = \frac{3\,697 + 1\,286 - 1\,335}{6\,426} = 0,56$$

$$ex = \frac{\text{base}}{2} - a = \frac{1,5}{2} - 0,56 = 0,19$$

- Cálculo de módulo de sección

$$S_x = \frac{\text{base}^2 * \text{long}}{6} = \frac{1,5^2 * 1}{6} = 0,38 \text{ m}^3$$

$$P(\text{max}) = \frac{WT}{A} + \frac{WT * ex}{S_x} = \frac{6\,426}{1,5 * 1} + \frac{6\,426 * 0,19}{0,38} = 7\,497 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} < 20\,000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$P(\text{min}) = \frac{WT}{A} - \frac{WT * ex}{S_x} = \frac{6\,426}{1,5 * 1} - \frac{6\,426 * 0,19}{0,38} = 1\,071 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} > 0$$

Para el diseño de la losa inferior que constituirá el piso del muro, se propone utilizar una losa simple de mampostería del mismo material y proporción que el utilizado en la construcción del muro, con un espesor de 0,30 metros, esto debido a que el mismo no poseerá refuerzo de acero y deberá soportar la carga de toda la reserva de agua del tanque.

2.4.4. Línea de distribución

La línea de distribución es un sistema de tuberías unidas entre sí, que conduce el agua desde el tanque de distribución hasta el consumidor y la función es brindar un servicio en forma continua, en cantidad suficiente y con calidad aceptable; por lo que se debe tratar el agua antes de entrar a la misma.

Para el diseño de la línea, será necesario considerar los siguientes criterios:

- El buen funcionamiento del acueducto se debe garantizar para el período de diseño, de acuerdo con el máximo consumo horario.

- La línea de distribución se debe dotar de accesorios y de obras de arte necesarias para garantizar el correcto funcionamiento del sistema de acuerdo con las normas establecidas.

La línea de distribución para el presente proyecto comprende desde la salida del tanque de almacenamiento en la estación E-27 a la estación E-44 donde se divide el ramal para abastecer los diferentes sectores de la aldea.

Para el cálculo de la línea de distribución se utilizó el mismo criterio que para la línea de conducción, haciendo uso de las mismas ecuaciones y corroborando que los valores de velocidad y presiones se encuentren dentro de los parámetros válidos, los cuales serán los mismos que para la línea de conducción con la variación que para dicha línea el caudal a utilizar corresponderá al máximo horario y no el máximo diario el cual fue utilizado para la conducción.

2.4.5. Red de distribución

El tipo de red utilizada en este proyecto es de forma abierta, esta es la más adecuada para acueductos en áreas rurales. Se dice que una red de distribución es abierta cuando existen ramales abiertos que parten de la tubería o línea central de distribución y que terminen en conexiones prediales, intradomiciliares, servicios públicos (llenacántaros), etc. el diseño de la red deberá contemplar el posible desarrollo futuro de la comunidad con el fin de proveer facilidad de ampliaciones.

Para el diseño de la red de distribución por ramales abiertos, se realizará una comparación de los parámetros siguientes

- Caudal de uso simultaneo

$$Q_s = k * \sqrt{n - 1}$$

Q_s= caudal de diseño de uso simultaneo el cual no debe tener un valor menor a 0,20 l/s.

K= coeficiente que varía en función del tipo de conexión a utilizar, siendo 0,15 para conexiones prediales (sistema utilizado para el presente proyecto).

n= número de conexiones prediales del ramal o tramo.

- Caudal unitario

$$Q_u = \frac{\text{consumo máximo horario}}{\text{número total de conexiones}}$$

$$Q_u = \frac{3,9 \text{ l/s}}{158 \text{ conexiones}} = 0,01791 \frac{\text{litros}}{\text{segundo} * \text{conexión}}$$

- Caudal de diseño del tramo

$$Q_{dis} = Q_u * n$$

Q_{dis}= caudal de diseño del tramo

Q_u=caudal unitario

n= número de conexiones del tramo a diseñar.

Para un ramal o cualquier otro tramo de diseño en la red de distribución, se realizan los dos cálculos anteriores, tomando el mayor de ambos y con ese valor seleccionado va a ser el caudal de diseño para ese ramal o tramo.

2.4.6. Sistema de desinfección

Para garantizar la calidad del agua, esta debe someterse a un tratamiento de desinfección, preferiblemente a base de cloro o compuestos clorados.

Para este proyecto se propone utilizar un hipoclorador. Se usará uno solo, que dosifique una solución de hipoclorito de calcio al 65 % diluido en agua en pequeñas dosis, directamente al caudal de entrada en el tanque de distribución.

La dosis de cloro necesario para aplicar la solución a la entrada del tanque, es decir, el flujo de cloro (F_c) en gramos/hora se calcula de la siguiente manera:

$$F_c = Q_e * D_c * 0,06 = 140,4 * 2 * 0,06 = 16,8 \text{ gr/h}$$

Donde:

F_c = flujo de cloro

Q_e = caudal de agua en la entrada del tanque en litros/minuto

D_c = demanda de cloro en mg/litro (se estima una demanda de cloro de 2 mg/litro)

El resultado anterior indica la cantidad de tiempo necesario en que deberá llenarse completamente un recipiente de un litro. El flujo de cloro del hipoclorito es de 16,8 gr/h, entonces la cantidad de tabletas (C_t) que consumirá en un mes será de:

$$C_t = 16,8 \frac{\text{gm}}{\text{hr}} * 24 \frac{\text{hr}}{1 \text{ día}} * 30 \frac{\text{días}}{\text{mes}} * 1 \frac{\text{tableta}}{300 \text{ gm}} = 40 \frac{\text{tabletas}}{\text{mes}}$$

2.4.7. Obras de arte

También son llamadas obras hidráulicas, se utilizan en el recorrido de la tubería, según la necesidad que se presente en cualquier punto que pueda afectar el sistema hidráulico y con ello mejorar el funcionamiento para brindar el mejor servicio posible.

- Caja rompe presión

Deberán de colocarse a presiones estáticas de 40 a 60 metros columna de agua (m.c.a), dependiendo de las válvulas de flotador con que cuenten estas, cuando estas son de 1/2" se recomienda no dejar presiones mayores de 40 m.c.a. Las dimensiones mínimas serán las que permitan la maniobra del flotador y demás accesorios y en ningún caso estas deberán ser menores de 0,65 metros x 0,50 metros x 0,80 metros todas las medidas libres y estarán provistas de válvulas de compuerta en la entrada.

2.4.8. Válvulas

Antes de seleccionar las válvulas se deben considerar los siguientes factores: tipo de válvula, materiales de construcción, capacidad de presión y temperatura, así como el costo y disponibilidad.

- Válvula de limpieza

En un sistema de conducción de agua, siempre se considerarán dispositivos que permitan la descarga de sedimentos acumulados, estas se deben colocar en los puntos más bajos del terreno que atraviese el sistema. Debe ser protegida mediante una caja de mampostería y tapadera de concreto reforzado.

- Válvula de aire

El objetivo es extraer el aire que se va acumulando dentro de la tubería; debe colocarse en la línea de conducción, después de una depresión y en la parte más alta donde el diseño hidráulico lo indique. La válvula será de bronce y adaptada para tubería y accesorios de PVC, protegida con una caja de mampostería y tapadera de concreto reforzado.

2.4.9. Conexiones domiciliarias

Se entiende por conexión domiciliar predial a cada servicio que se presta a una comunidad, por medio de grifos instalados fuera de las viviendas, pero dentro del predio o lote que ocupa. Es el tipo de servicio más recomendable desde el punto de vista de higiene y salud para el área rural, tomando en cuenta a la vez, razones económicas. La instalación predial se recomienda para comunidades rurales concentradas y dispersas con nivel socioeconómico regular.

Los detalles de estas pueden ser consultados en el plano correspondiente adjuntado en el apéndice del presente trabajo.

2.4.10. Programa de operación y mantenimiento

Todo sistema de abastecimiento de agua potable, para incrementar la eficiencia y funcionamiento necesita un programa o planificación de operación y mantenimiento.

Las actividades de operación y mantenimiento son realizadas por un operador, en este caso el fontanero, quien será el responsable del buen funcionamiento del servicio, con la colaboración de la comunidad. Para lo cual se propone lo siguiente:

De operación y mantenimiento

Se dan a conocer aspectos que se deben tomar en cuenta para una buena operación de los componentes del sistema de abastecimiento de agua.

- La cantidad y la calidad del agua

Cuidar las fuentes de agentes contaminantes y mejorar la calidad del agua en las presas, es el primer factor para el buen funcionamiento del sistema.

- Mantener el tanque de distribución lleno

Se hace necesaria la inspección del tanque, para garantizar que toda vivienda contemplada está dotada del servicio.

- Conservar la presión del agua

Esto se logra con el manejo de las válvulas. El abrir o cerrar válvulas permiten que se acumulen presiones suficientes en la tubería para que el agua llegue a todas las conexiones del sistema.

Programa de mantenimiento

Además de un programa operativo, se hace necesario el mantenimiento del sistema, para prevenir daños que se den en el transcurso del tiempo de la vida útil del proyecto.

Mantenimiento preventivo

Este comprende todas acciones y actividades que planifiquen y realicen para que no aparezcan daños en el equipo e instalaciones del sistema de agua; se realizará con el propósito de disminuir la gravedad de las fallas que puedan presentarse.

Mantenimiento correctivo

Tiene en cuenta las acciones de reparación de daños en el equipo e instalaciones causados por deterioro normal del uso del sistema de abastecimiento de agua o por acciones extrañas o imprevistas.

Recomendaciones necesarias para dar mantenimiento a las diferentes partes del sistema de abastecimiento de agua en el área rural u otros sistemas que se adapten al mismo:

- En la obra de captación

En época de invierno es recomendable visitar la fuente de agua por lo menos una vez al mes o cuando se crea necesario debido a la cantidad de precipitación que se ha dado. Esto se hará para detectar desperfectos, el estado de la misma y para corregir algún problema encontrado.

Se limpiará la fuente de maleza y vegetación, escombros cualquier otro material que dé lugar a obstrucción o presente un peligro de contaminación.

- Revisión de la línea de conducción

Observar si hay deslaves o hundimientos de tierra, además se debe verificar si existen áreas húmedas anormales sobre la línea; si es así, explorar la línea enterrada para controlar posibles fugas de agua.

- Inspección de válvulas

Se debe revisar el buen funcionamiento de las válvulas, abrir y cerrar las mismas lentamente, para evitar el daño a la tubería debido a las altas presiones, también se deberá observar que no haya fugas o rupturas; si existieran, deben repararse o cambiarse. Esta actividad puede realizarse cada cuatro meses o cuando sea necesario.

- Verificar el tanque de distribución

Realizar limpieza e inspecciones constantes al tanque de distribución, por lo menos una vez al mes, observando que el mismo no tenga grietas o filtraciones; se debe verificar si la escalera que conduce a la parte superior y que la tapa de vista estén en buenas condiciones, además vigilar que las válvulas de limpieza, tubos de salida y distribución, así como el sistema de desinfección se encuentren en buen estado.

- Revisión de la red de distribución

La red de distribución es la que constituye todo el sistema de tubería desde el tanque de distribución, hasta aquellas líneas de las cuales parten tomas o cualquier tipo de conexiones; las mismas se deberán inspeccionar, recorriendo las vías por las que se encuentra enterrada la tubería de la red, con el fin de detectar y controlar fugas u otras anomalías. Esta actividad se recomienda realizarla cada cuatro meses.

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

No	Actividad	Frecuencia	Responsable
1	Inspección del sistema de desinfección	Cada mes	Fontanero
2	Limpieza e inspección de captación	Cada mes	Fontanero
3	Limpieza e inspección del tanque de distribución	Cada mes	Fontanero
4	Inspección del área adyacente a la fuente, para determinar agentes de contaminación	Cada 3 meses	Fontanero
5	Limpieza, chapeo e inspección de la línea de conducción y red de distribución	Cada 4 meses	Fontanero y comunitarios
6	Inspección de cajas de válvulas	Cada 4 meses	Fontanero
7	Chapeo y limpieza de áreas adyacentes a la captación	Cada 6 meses	Fontanero y comunitarios
8	Reforestar el área de captación	Cada año	Comunitarios
9	Realizar aforo de la fuente utilizada	Cada año	Fontanero
10	Tomar muestra para análisis de laboratorio	Cada año	Técnico de salud rural

Fuente: elaboración propia.

2.4.11. Propuesta de tarifa

Para que un sistema de agua potable cumpla con la función y sea sostenible durante el período de diseño, se requiere de un fondo para operar dicho sistema y darle el respectivo mantenimiento. Para esto se debe determinar una tarifa que debe aportar cada una de las viviendas beneficiadas con el proyecto, la cual están en función de la operación, mantenimiento, tratamiento, administración y reserva del mismo.

Costo de operación (O)

Es el costo que representa el pago mensual al fontanero por la inspección y el buen funcionamiento de todo el sistema. Este se calcula tomando en cuenta el pago por jornal y las prestaciones de ley.

Pago por jornal Q.35,00

Prestaciones 66 % (vacaciones, indemnización, aguinaldo, bono 14 e IGGS)

$$O = \frac{Q. 35,00}{\text{día}} * \frac{30 \text{ días}}{\text{mes}} * 1,66 = Q. 1 750,0$$

Donde

O= costo de operación

El salario del fontanero es de Q. 1 750,00 al mes.

Costo de mantenimiento (M)

Este costo servirá para la compra de materiales para el sistema, en caso que sea necesario cambiarlos por deterioro de los mismos, estimando el 4 por millar del costo total del proyecto.

$$M = \frac{(R) * \text{costo total del proyecto}}{\text{período de diseño del proyecto}} = \frac{(0,004 * 508\,216,60)}{23} = Q. 96,83 \text{ mensual}$$

Donde

R=porcentaje de 4 por millar del costo total del proyecto

M= costo de mantenimiento

Costo de tratamiento

Es el costo que se requiere para la compra de tabletas de cloro, método que se utilizará para la desinfección del agua, el cual se hará mensualmente.

$$T = (\text{costo de 39 tabletas de cloro}) * (\text{No. de tabletas por mes})$$

$$T = (Q. 1,25) * \left(40 \frac{\text{tabletas}}{\text{mes}}\right) = \frac{Q. 50,00}{\text{mes}}$$

Costo de administración

El costo de administración es el valor que servirá para gastos de papelería, sellos, viáticos, etc. el cual debe corresponder al 15 por ciento de la suma de los costos anteriormente calculados.

$$A = 0,15 * (O + M + T) = 0,15 * (1\ 750,00 + 96,83 + 50,00 = \frac{Q. 285,00}{\text{mes}})$$

Costo de reserva (R)

Este costo servirá como reserva para cubrir cualquier imprevisto que afecte el proyecto, el mismo debe corresponder al 10 % del suma de los costos de operación, mantenimiento y tratamiento.

$$R = 0,10 * (M + O + T) = 0,10 * (1\ 750 + 96,86 + 50,00) = \frac{Q. 190,00}{\text{mes}}$$

Tarifa

La tarifa es la suma de los costos anteriores, dividido entre el número de viviendas a beneficiar.

$$T = \frac{O + M + T + A + R}{\text{No. de viviendas}}$$

$$T = \frac{1\ 750 + 96,86 + 50,00 + 285,00 + 190,00}{158 \text{ viviendas}} = \frac{Q. 16,00}{\text{mes}}$$

De acuerdo con el cálculo de la tarifa mensual, se determinó una cuota de Q. 16,00 al mes por cada vivienda que sea conectada al sistema, la cual cubrirá los gastos del fontanero incluyendo las prestaciones, los costos del mantenimiento del sistema, el costo de desinfección del agua, así como otros gastos que puedan surgir para el buen funcionamiento del mismo.

2.4.12. Elaboración de planos

Se elaboraron los planos de planta de conjunto, planta y perfil tanto de la línea de conducción como de la red de distribución, detalles del tanque y obras de arte.

2.4.13. Elaboración de presupuesto

Es un plan de acción dirigido a cumplir una meta prevista, expresada en valores y términos financieros que debe cumplirse en determinado tiempo y bajo ciertas condiciones previstas.

Se integró mediante la aplicación del criterio de precios unitarios, tomando como base el precio de materiales, mano de obra calificada y mano de obra no calificada de la región.

Tabla IV. **Presupuesto de sistema de agua potable**

No	Renglón	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	SUBTOTAL
1	Tanque de captación	2,00	U	Q9 891,75	Q19 783,50
2	Tubería de conducción	1 374,00	ML	Q47,05	Q64 648,10
3	Tanque almacenamiento	1,00	U	Q32 330,10	Q32 330,10
4	Tubería de distribución	7 848,00	ML	Q29,44	Q231 030,80
5	Caja rompe presión	5,00	U	Q3 233,56	Q16 167,80
6	Válvula de limpieza	3,00	U	Q2 282,50	Q6 847,50
7	Válvula de aire	3,00	U	Q2 458,50	Q7 375,50
8	Conexión predial	158,00	U	Q822,99	Q130 033,20
Costo total de la planificación					Q508 216,50
Costo unitario de planificación q/ml					Q55,11

Fuente: elaboración propia.

De lo anterior cabe destacar que el costo por metro lineal de tubería se encuentra dentro del rango fijado en el ejercicio fiscal 2013 del departamento de Chimaltenango, el cual establece que dicha unidad deberá quedar dentro de los límites Q.50,15 y Q59,60 por metro lineal de tubería.

2.4.14. Evaluación socioeconómico

El análisis financiero de un proyecto es diferente al análisis económico, aunque ambos conceptos están íntimamente relacionados. El análisis financiero de un proyecto determina la utilidad o beneficio monetario que percibe la institución que opera el mismo; por el contrario el análisis económico mide el efecto que ejerce el proyecto en la sociedad.

Análisis económico

Los proyectos de abastecimiento de agua potable deben de ser sometidos a un análisis económico para determinar la conveniencia de ejecutarlos y para este efecto se debe identificar, cuantificar y valorar los costos y beneficios.

Análisis costo/beneficio

Este análisis se aplica en aquellos casos en que tanto los costos como los beneficios pueden expresarse en términos monetarios. Los indicadores más comunes asociados a este tipo de análisis son: el Valor Presente Neto (VPN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR).

2.4.15. Valor Presente Neto

Se utilizará para comparar alternativas de inversión. Consiste en transformar todos los movimientos monetarios de un proyecto a través del tiempo, a valores actuales, para determinar la rentabilidad al término del período de funcionamiento; la tasa de interés, corresponde a la tasa de rendimiento mínima atractiva que en el mercado actual es del 11 por ciento.

Debido a la característica del proyecto de ser para beneficio público, la inversión no es recuperable y deberá ser financiada por alguna institución. Para el análisis del VPN este rubro no se considerará debido a que lo que se pretende es establecer si el proyecto es autosostenible o no.

Cálculo de costo de operación y mantenimiento anual (CA) y valor presente (VP).

CA = costo de operación y mantenimiento

$$CA = (O+M+T+A+R)*12$$

$$CA=(Q 2 371,96)*12=Q 28 463,52$$

Donde

O = costo de operaciones

M = costo de mantenimiento

T = costo de tratamiento

A = costo de administración

R = costo de reserva

VP_{CA}= valor presente de operación y mantenimiento anual

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

$$VP_{ca} = Q 28 463,52 * \left[\frac{(1+0,11)^{23} - 1}{0,11 * (1+0,11)^{23}} \right] = Q 235 291,74$$

Cálculo de tarifa poblacional anual (TPA) y valor presente (VP)

TPA = tarifa poblacional anual

$$TPA = Q 16*158*12= Q 30 336,00$$

VP_{TPA}= valor presente de la tarifa poblacional anual

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

$$VP_{tpa} = Q 30 336,00 * \left[\frac{(1 + 0,11)^{23} - 1}{0,11 * (1 + 0,11)^{23}} \right] = Q 250 770,47$$

El Valor Presente Neto estará dado por la diferencia de ingresos menos los egresos que se realizaron durante el período de funcionamiento del sistema.

VPN = Valor Presente Neto

$$VPN = \text{ingresos} - \text{egresos} = Q 250 770,15 - Q 235 291,74 = Q 15 478,41$$

Con la tarifa propuesta, el proyecto podrá cubrir todos los costos de operación y mantenimiento que se necesitaran durante el período de funcionamiento.

2.4.16. Tasa Interna de Retorno

Es utilizada para evaluar el rendimiento de una inversión. Debido a que el presente proyecto es de carácter social, no es posible obtener una Tasa Interna de Retorno atractiva, por lo que el análisis socio económico que se realiza a nivel municipal para este tipo de inversión es el de costo/beneficio, el cual se determina de la siguiente manera

$$\text{Costo} = \text{inversión inicial} - \text{VPN} = Q508 216,50 - Q15 478,41 = Q 492 738,09$$

$$\text{Beneficio} = \text{No. de habitantes a futuro} = 1 878 \text{ habitantes}$$

$$\frac{\text{Costo}}{\text{beneficio}} = \frac{\text{Q } 492\,738,09}{1\,878 \text{ hab}} = \frac{\text{Q}262,37}{\text{habitante}}$$

Las instituciones de inversión social, toman la decisión de invertir de acuerdo con el valor de costo/beneficio y de las disposiciones económicas que posean.

2.5. Cronograma de ejecución

Tiene como fin mostrar el flujo de dinero durante el período previsto que tomara ejecutar el proyecto. Para el presente caso, se estima que la ejecución del mismo comprenderá un período de cuatro meses.

2.6. Estudio de Impacto Ambiental

Los proyectos de infraestructura para el sector de agua potable no representan impactos ambientales adversos de gran magnitud, que pudieran poner en riesgo la salud de las personas o el medio ambiente, sino por el contrario, se espera satisfacer una demanda de primera necesidad.

Durante la etapa de construcción de un sistema de agua potable, es necesario preparar los terrenos donde se instalarán los diferentes componentes del sistema, desde la fuente de agua hasta el tanque de distribución y de este a las conexiones domiciliarias. Si no son bien estudiados los métodos de construcción de las diferentes partes del sistema, se pueden generar impactos ambientales adversos de mayor magnitud; sin embargo, buenas medidas constructivas y de mitigación hacen poco probable la generación de impactos.

Plan de manejo ambiental

Para la ejecución del proyecto se deberá incorporar un plan de manejo ambiental, que consistirá en la elaboración sistemática y estructurada de una serie de medidas destinada a mitigar, restaurar y/o compensar los impactos ambientales negativos producidos en el entorno debido a la implementación de un proyecto, también deberá contemplar la elaboración de una estrategia ambiental que incluya medidas de prevención de riesgos ambientales y de control de accidentes.

Medidas de mitigación

Las medidas de mitigación tienen por finalidad evitar o disminuir los efectos adversos del proyecto en el entorno en cualquiera de las fases de ejecución. Estas medidas se determinan en función del análisis de cada una de las componentes ambientales afectadas por la ejecución del proyecto den cada una de las etapas de este, pudiendo ser de tres categorías diferentes:

- Medidas que impidan o eviten completamente un efecto adverso significativo, mediante la no ejecución de una obra o acción.
- Medidas que minimicen o disminuyan el efecto adverso o significativo, mediante una adecuada limitación o reducción de la magnitud o duración de la obra o acción, o de alguna de las partes.
- Medidas que reduzcan o eliminen el efecto adverso significativo mediante la implementación de acciones específicas.

Medidas de reparación y/o restauración

Estas medidas tienen por finalidad reponer uno o más de los componentes o elementos del medio ambiente a una calidad similar a la que tenía con anterioridad al daño causado o en caso de no ser posible restablecer las propiedades básicas.

Medidas de compensación

Estas medidas tienen por finalidad producir o generar un efecto positivo alternativo y equivalente a un efecto adverso identificado.

El ejecutor debe describir de forma sencilla el componente afectado y los potenciales impactos ambientales que se pueden ocasionar como producto de la ejecución y operación del proyecto, con la respectiva medida de mitigación, reparación y/o restauración y compensación, con la finalidad de que este diseñe un plan de mitigación apropiado para el proyecto.

Tabla V. **Evaluación de Impacto Ambiental**

Componente	Impacto	Medida de mitigación
Emisiones a la atmósfera	Emisión de material particulado y polvo	<ul style="list-style-type: none"> • Humedecer periódicamente las vías de acceso a la obra. • Transportar el material de excavación cubierto y por las rutas establecidas con anticipación.
Efluentes de líquidos	Generación de aguas residuales	<ul style="list-style-type: none"> • Reutilizar el afluente producido por la prueba del tanque de distribución y la tubería. • Disponer de baños químicos para el personal en la obra.
Residuos sólidos	Generación de residuos sólidos (domésticos e industriales)	<ul style="list-style-type: none"> • Mantener contenedores de residuos domiciliarios para un adecuado almacenamiento temporal. • Recuperar y reutilizar la mayor cantidad de residuos de excavaciones. • Retirar, transportar y disponer los residuos en lugares autorizados.
Ruidos y/o vibraciones	Incremento en los niveles de ruido	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar trabajos de excavación e instalación de tuberías en horarios diurnos. • Mantener los vehículos en las mejores condiciones mecánicas.
Paisajes	Impacto visual	<ul style="list-style-type: none"> • Recuperar y restaurar el espacio público afectado una vez finalizada la obra, retirando todos los materiales y residuos provenientes de las actividades constructivas.

Continuación de la tabla VI.

<p>Recursos hídricos</p>	<p>Alteración y utilización de agua superficial o subterránea. Contaminación de cursos de agua o causas por sedimentos y residuos sólidos y líquidos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Que las obras no perjudiquen o entorpezcan el aprovechamiento del agua para otros fines. • Dejar un caudal mínimo de agua, principalmente para la época de estiaje. • No afectar los derechos constituidos de terceros. • No almacenar temporalmente material de excavación de cauces o lechos de río o sectores que desemboquen en ellos. • No disponer efluentes en cauces o cursos de agua que sirven para abastecimiento. • Remover inmediatamente los derrames accidentales de combustible con materiales adecuados.
<p>Suelo</p>	<p>Cambios en la estructura del suelo (propiedades físico químicas)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • No realizar directamente en el suelo las mezclas para las obras de concreto. • Realizar los trabajos de mantenimiento de equipo y maquinaria, si se requiere, sobre un polietileno que cubra el área de trabajo. • Remover inmediatamente el suelo, en caso de derrames accidentales de combustible y restaurar el área afectada con materiales y procedimientos sencillos.
<p>Vegetación y fauna</p>	<p>Remoción y afectación de la cobertura vegetal.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Separar la capa de material orgánico del material inerte. Disponer adecuadamente el material orgánico para su posible reutilización. • Evitar el paso de maquinaria sobre suelo con cobertura vegetal fuera del área de la obra. • Restaurar las zonas afectadas con especies establecidas en el lugar.
<p>Patrimonio cultural</p>	<p>Daño al patrimonio cultural</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Suspender la obra, delimitar el área e informar a quien corresponda para una correcta evaluación, en la eventualidad de encontrar hallazgos arqueológicos. Una vez realizadas estas actividades, se puede continuar con el trabajo.

Continuación de la tabla VI.

Población	Alteración de las costumbres y cultura de las comunidades cercanas	<ul style="list-style-type: none"> • Evitar la interferencia entre el tráfico peatonal y/o vehicular y los frentes de trabajo. • Mantener una adecuada señalización en el área de la obra en etapa de ejecución y operación. • Disponer de rutas alternativas en fechas de importancia para la población.
	Incremento en los niveles de accidentabilidad	<ul style="list-style-type: none"> • Transportar el material de excavación sin superar la capacidad del vehículo de carga. • Mantener una adecuada señalización en el área de la obra en etapa de ejecución y operación • Instalar cercos perimetrales en los frentes de trabajo. • Controlar la velocidad de los vehículos y que estos cuenten con la alarma de reversa.

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. La realización del Ejercicio Profesional Supervisado como apoyo a la Municipalidad de Tecpán, Chimaltenango, permitió comprobar, conocer y plantear una posible solución a una de las necesidades que existen en el municipio.
2. La implementación del proyecto para el nuevo sistema de agua potable será de gran beneficio para toda la población de la aldea Xepac, del municipio de Tecpán, dando como resultado el futuro abastecimiento de agua potable a un total de 158 viviendas actuales; contribuyendo con ello al desarrollo integral de la comunidad.
3. De acuerdo con el cálculo de la tarifa mensual, se determinó una cuota máxima de Q 16,00 mensuales, la cual cubrirá los gastos del fontanero incluyendo las prestaciones, los costos del mantenimiento del sistema, el costo de desinfección del agua, así como otros gastos que puedan surgir para el buen funcionamiento del mismo.
4. El sistema de agua potable para la aldea Xepac beneficiará directamente a 948 habitantes en la actualidad, con un costo de Q 508 216,50, por lo que el costo unitario por habitante es de Q 53,61, el cual resulta favorable respecto a la zona de construcción y al número de beneficiarios.

5. Acorde a los Estudios de Impacto Ambiental efectuados, los daños al medio ambiente por la construcción del proyecto serán mínimos, ocasionando únicamente polvo, ruidos y vibraciones debido a la maquinaria que se encuentra cerca del área de construcción y al transporte de los materiales.

RECOMENDACIONES

Las siguientes recomendaciones van dirigidas al personal técnico, ejecutor y supervisor del proyecto desarrollado en el presente trabajo, así como a los miembros del COCODE, con el fin de implementar medidas que permitan la optimización del recurso así como la buena conservación de la infraestructura.

1. La construcción del proyecto deberá ser ejecutada y supervisada por personal calificado con el fin de cumplir con las especificaciones que el proyecto demanda, ya que de ese modo se garantiza la funcionalidad y durabilidad de los mismos.
2. Para la conservación de las fuentes es necesario que la comunidad dé una mejor protección a la misma, contra el ingreso de personas y animales; prohibiendo la agricultura y el pastizaje en la cercanía, y evitando la construcción de fosas sépticas o similares a distancias cercanas.
3. El comité de agua debe de informar a todos los usuarios que el uso del agua es exclusivamente domiciliar y que no se permite el uso de la misma para fines agrícolas.
4. Se recomienda tener en cuenta que el presupuesto fue realizado con los precios manejados en la región y que los mismos podrían sufrir tanto incrementos o decrementos en función de la situación económica del país y del tiempo que transcurra entre la elaboración del mismo y la ejecución del proyecto.

5. Dado que no es solo importante el incremento en cobertura sino la concientización del uso adecuado del recurso del agua, es necesario implementar campañas de educación sanitaria referentes al uso racional del agua y protección del medio ambiente.

6. Al iniciar la construcción del proyecto se deben establecer medidas de mitigación, para reducir los posibles daños al medio ambiente y a la población cercana al área de construcción.

BIBLIOGRAFÍA

1. FUENTES OROZCO, Bernardo. *Normas generales para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable*. Guatemala: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 1959. 100 p.
2. Instituto de Fomento Municipal, Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales. *Guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales*. Guatemala: INFOM, UNEPAR, 1997. 100 p.
3. NILSON, Arthur H. *Diseño de estructuras de concreto*. 13a ed. Colombia: McGraw-Hill, 2001. 772 p.
4. TAYLOR, George A. *Ingeniería económica*. 5a ed. México: Limusa, 1998. 640 p.

APÉNDICES

APENDICE 1

RAMAL	Q (m3/s)	C (m)	C F(m)	H(m)	C	Long(m)	Diam(°)	D Dist(°)	D Int(°)	Hf(m)	Vel(m/s)	Piezo (m)	Piezo F(m)	P Din(m)	P Est(m)
CONDUCCION	1.95	1003.23	971.74	31.49	150	1288.85	1.91	2.00	2.10	19.88	0.88	1002.23	982.35	10.61	30.49
RP1	2.83	967.18	936.32	30.86	150	500.89	1.82	2.00	2.095	15.38	1.27	966.18	950.80	14.48	29.86
RP2	0.95	936.32	860.31	56.01	150	432.95	1.03	1.00	1.161	31.20	1.39	950.80	919.60	39.29	70.49
RP3	0.81	880.31	878.53	1.78	150	41.77	1.22	1.25	1.464	0.72	0.74	919.60	918.88	40.35	41.07
RP4	0.47	878.53	885.97	-7.44	150	279.69	1.09	1.00	1.161	5.59	0.69	918.88	913.29	27.32	32.91
RP5	1.97	936.32	886.46	49.86	150	128.06	1.08	1.00	1.161	35.66	2.88	950.80	915.13	28.67	64.34
RP7	1.86	886.46	866.75	19.71	150	69.36	1.13	1.00	1.161	17.41	2.73	915.13	897.72	30.97	48.38
RP8	1.58	866.75	841.2	25.55	150	776.58	1.65	1.50	1.676	23.95	1.11	897.72	873.78	32.58	56.52
RP9	1.04	841.2	823.45	17.75	150	302.11	1.25	1.00	1.161	25.77	1.52	873.78	848.01	24.56	50.33
RP10	0.67	823.45	781.93	41.52	150	449.71	0.97	0.75	0.926	51.34	1.54	848.01	796.66	14.73	66.08
RP11	0.58	866.75	863.46	3.29	150	39.80	0.94	0.75	0.926	3.48	1.34	897.72	894.24	30.78	34.26
RP12	0.50	863.46	849	14.46	150	134.05	0.84	0.75	0.926	8.80	1.14	894.24	885.44	36.44	45.24
R1	0.37	967.18	956.66	10.52	150	417.52	1.00	1.00	1.161	5.20	0.54	966.18	960.98	4.32	9.52
R2	0.37	849	836.77	12.23	150	292.56	0.91	0.75	0.93	10.74	0.84	885.44	874.70	37.93	48.67
R3	0.37	885.97	779.65	106.32	150	917.54	0.73	0.75	0.93	33.68	0.84	913.29	879.60	99.95	133.64
R4	0.26	885.97	825.67	60.3	150	252.86	0.56	0.75	0.93	4.89	0.59	885.97	881.08	55.41	60.30
R5	0.47	880.31	853.6	26.71	150	321.14	0.87	0.75	0.93	18.91	1.08	919.60	900.69	47.09	66.00
R6	0.64	878.53	843.75	34.78	150	342.61	0.93	0.75	0.93	34.75	1.45	918.88	884.13	40.38	75.13
R7	0.34	886.46	776.61	109.85	150	742.47	0.67	0.75	0.926	23.51	0.77	915.13	891.62	115.01	138.52
R10	0.26	863.46	855.14	8.32	150	43.25	0.58	0.75	0.926	0.85	0.60	894.24	893.39	38.25	39.10
R11	0.54	823.45	783.36	40.09	150	386.29	0.87	0.75	0.926	29.61	1.24	848.01	818.40	35.04	64.65
R12	0.26	781.93	781.83	0.1	150	145.30	1.84	1.50	1.676	0.16	0.18	796.66	796.51	14.68	14.83
R13	0.34	781.93	752.65	29.28	150	332.53	0.75	0.75	0.926	10.53	0.77	796.66	786.13	33.48	44.01
R14	0.30	849	847.91	1.09	150	131.62	1.17	1.25	1.464	0.36	0.28	885.44	885.07	37.16	37.53
R15	0.42	841.2	783.23	57.97	150	299.26	0.70	0.75	0.93	14.33	0.97	873.78	859.44	76.21	90.55
RAMAL 3															
E	50 A	E		53	CRP										
E	0.37	885.97	847.36	38.61	150	258.59	0.70	0.50	0.93	9.62	0.84	885.97	876.35	28.99	38.61
E	53 A	RAD		66.5											
	0.37	847.36	779.65	67.71	150	658.95	0.75	0.5	0.93	24.50	0.84	847.36	822.86	43.21	67.71

Fuente: Elaboracion propia.

APENDICE 2

RAMAL 7															
E	68 A		RAD	69.3											
	0.34	886.46	866.80	19.66	150	44.16	0.54	0.50	0.93	1.40	0.78	915.13	913.73	46.93	48.33
RAD	69.3 A		RAD	76.2		CRP									
	0.34	866.80	812.76	54.04	150	260.11	0.63	0.50	0.93	8.27	0.78	866.80	858.53	45.77	54.04
RAD	76.2 A		RAD	80.6											
	0.34	812.76	776.61	36.15	150	438.21	0.76	0.50	0.93	13.94	0.78	812.76	798.82	22.21	36.15
RAMAL 15															
E	99 A		E	129		CRP									
	0.42	841.20	833.97	7.23	150	112.96	0.87	0.75	0.93	5.31	0.96	873.78	868.47	34.50	39.81
E	129 A		RAD	130.3											
	0.42	833.97	783.23	50.74	150	186.30	0.65	0.75	0.93	8.76	0.96	833.97	825.21	41.98	50.74

Fuente: Elaboracion propia.

APENDICE 3

No.	Concepto	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4					
		S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4		
1	Tanque de explotación	Q9.891,75	Q9.891,75															Q19.783,50	
2	Tubería de conducción		Q16.162,03	Q16.162,03	Q16.162,03													Q64.648,10	
3	Tanque de almacenamiento					Q16.165,05	Q16.165,05											Q32.330,10	
4	Tubería de distribución					Q28.878,85	Q28.878,85	Q28.878,85	Q28.878,85	Q28.878,85	Q28.878,85	Q28.878,85	Q28.878,85	Q28.878,85	Q28.878,85	Q28.878,85	Q28.878,85	Q28.878,85	Q281.030,80
5	Caja rompe presión					Q5.389,27	Q5.389,27							Q5.389,27				Q16.167,80	
6	Válvula de limpieza								Q2.262,50		Q2.262,50				Q2.262,50			Q6.847,50	
7	Válvula de aire								Q2.458,50					Q2.458,50		Q2.458,50		Q7.375,50	
8	Conexión pieidal													Q32.508,30	Q32.508,30	Q32.508,30	Q32.508,30	Q130.033,20	
Inversión mensual		Q68.289,58				Q113.921,59				Q128.104,17				Q197.921,17				Q569.216,50	
Porcentaje de inversión		13%				22%				25%				39%				100%	

Fuente: Elaboracion propia.

ANEXOS

ANEXO 1



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



EXAMEN BACTERIOLOGICO		INF. No. A - 357513
O.T. No. 32 616		
INTERESADO	<u>MARIO MELGAR QUIROA</u> CARNÉ No. 200819097	PROYECTO: <u>DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA XEPAC, TECPÁN, CHIMALTENANGO</u>
MUESTRA RECOLECTADA POR	<u>Interesado</u>	DEPENDENCIA: <u>FACULTAD DE INGENIERIA /USAC</u>
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:	<u>Aldea Xepac, Tecpán</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2014-03-10: 07 h00 min.</u>
FUENTE:	<u>Nacimiento</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: <u>2014-03-10: 09 h45 min.</u>
MUNICIPIO:	<u>Tecpán</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>Con refrigeracion</u>
DEPARTAMENTO:	<u>Chimaltenango</u>	
SABOR:	<u>----</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN <u>Lig. cantidad</u>
ASPECTO:	<u>Ligeramente turbia</u>	CLORO RESIDUAL <u>-----</u>
OLOR:	<u>Inodora</u>	

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	+++++	+++++	++++-
01,00 cm ³	+++--	+++--	+++--
00,10 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm ³		80	27

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21TH NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua se enmarca en la CLASIFICACIÓN I. Calidad bacteriológica que no exige más que un simple tratamiento de desinfección. Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para Fuentes de Agua.
NOTA: Ver informe análisis fisico químico Sanitario (Informe No. 25556).


Guatemala, 2014-03-19

Vo.Bo. **Inga. Telma Maricela Cano Morales**
DIRECTORA CII/USAC DIRECCION


Zorobabel Muñoz Ramos
Ing. Clínico Col. No. 1420
Escuela de Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

ANEXO 2



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



ANALISIS FISICO QUIMICO SANITARIO INF. No. 25-556

O.T. No. 32-616

<p>INTERESADO: <u>MARIO MELGAR QUIROA, CARNÉ No. 200819097</u></p> <p>RECOLECTADA POR: <u>Interesado</u></p> <p>LUGAR DE RECOLECCIÓN: <u>Aldea Xepac, Tecpán</u></p> <p>FUENTE: <u>Nacimiento</u></p> <p>MUNICIPIO: <u>Tecpán</u></p> <p>DEPARTAMENTO: <u>Chimaltenango</u></p>	<p>PROYECTO: <u>DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEZ XEPAC, TEPÁN CHIMALTENANGO*</u></p> <p>DEPENDENCIA: <u>FACULTAD DE INGENIERIA/USAC</u></p> <p>FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2014-03-10; 07 h 00 min.</u></p> <p>FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.: <u>2014-03-10; 09 h 45 min.</u></p> <p>CONDICIÓN DEL TRANSPORTE: <u>Con refrigeración</u></p>
---	---

RESULTADOS					
1. ASPECTO:	<u>Ligeramente turbia</u>	4. OLOR:	<u>Inodora</u>	7. TEMPERATURA:	<u>- ° C</u>
2. COLOR:	<u>24,00 Unidades</u>	5. SABOR:	<u>-----</u>	8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	<u>91,90 µmhos/cm</u>
3. TURBIEDAD:	<u>03,39 UNT</u>	6.potencial de Hidrógeno (pH):	<u>06,92 unidades</u>		
SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONIACO (NH ₃)	00,84	6. CLORUROS (Cl)	12,50	11. SOLIDOS TOTALES	75,00
2. NITRITOS (NO ₂ ⁻)	00,566	7. FLUORUROS (F)	00,12	12. SOLIDOS VOLÁTILES	14,00
3. NITRATOS (NO ₃ ⁻)	17,60	8. SULFATOS (SO ₄ ²⁻)	11,00	13. SOLIDOS FIJOS	61,00
4. CLORO RESIDUAL	--	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,05	14. SOLIDOS EN SUSPENSIÓN	06,00
5. MANGANESO (Mn)	00,009	10. DUREZA TOTAL	62,00	15. SOLIDOS DISUELTOS	49,00
ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)					
HIDROXIDOS mg/L	CARBONATOS mg/L	BICARBONATOS mg/L	ALCALINIDAD TOTAL mg/L		
00,00	00,00	34,00	34,00		


OTRAS DETERMINACIONES _____

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista de la calidad química ASPECTO ligeramente turbia (rechazable). Desde el punto de vista de la calidad química Indicadores Químicos de Contaminación AMONIACO sobrepasan el límite mínimo de contaminación. Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para Fuentes de Agua.

NOTA: De acuerdo a los parámetros físico químicos si el agua va a ser utilizada para consumo humano, necesita un proceso de potabilización.

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.E.F. 21ST EDITION 2 005. NORMAS COGUANO 008-016-018-019-020-021-022-023-024-025-026-027-028-029-030-031-032-033-034-035-036-037-038-039-040-041-042-043-044-045-046-047-048-049-050-051-052-053-054-055-056-057-058-059-060-061-062-063-064-065-066-067-068-069-070-071-072-073-074-075-076-077-078-079-080-081-082-083-084-085-086-087-088-089-090-091-092-093-094-095-096-097-098-099-100-101-102-103-104-105-106-107-108-109-110-111-112-113-114-115-116-117-118-119-120-121-122-123-124-125-126-127-128-129-130-131-132-133-134-135-136-137-138-139-140-141-142-143-144-145-146-147-148-149-150-151-152-153-154-155-156-157-158-159-160-161-162-163-164-165-166-167-168-169-170-171-172-173-174-175-176-177-178-179-180-181-182-183-184-185-186-187-188-189-190-191-192-193-194-195-196-197-198-199-200-201-202-203-204-205-206-207-208-209-210-211-212-213-214-215-216-217-218-219-220-221-222-223-224-225-226-227-228-229-230-231-232-233-234-235-236-237-238-239-240-241-242-243-244-245-246-247-248-249-250-251-252-253-254-255-256-257-258-259-260-261-262-263-264-265-266-267-268-269-270-271-272-273-274-275-276-277-278-279-280-281-282-283-284-285-286-287-288-289-290-291-292-293-294-295-296-297-298-299-300-301-302-303-304-305-306-307-308-309-310-311-312-313-314-315-316-317-318-319-320-321-322-323-324-325-326-327-328-329-330-331-332-333-334-335-336-337-338-339-340-341-342-343-344-345-346-347-348-349-350-351-352-353-354-355-356-357-358-359-360-361-362-363-364-365-366-367-368-369-370-371-372-373-374-375-376-377-378-379-380-381-382-383-384-385-386-387-388-389-390-391-392-393-394-395-396-397-398-399-400-401-402-403-404-405-406-407-408-409-410-411-412-413-414-415-416-417-418-419-420-421-422-423-424-425-426-427-428-429-430-431-432-433-434-435-436-437-438-439-440-441-442-443-444-445-446-447-448-449-450-451-452-453-454-455-456-457-458-459-460-461-462-463-464-465-466-467-468-469-470-471-472-473-474-475-476-477-478-479-480-481-482-483-484-485-486-487-488-489-490-491-492-493-494-495-496-497-498-499-500-501-502-503-504-505-506-507-508-509-510-511-512-513-514-515-516-517-518-519-520-521-522-523-524-525-526-527-528-529-530-531-532-533-534-535-536-537-538-539-540-541-542-543-544-545-546-547-548-549-550-551-552-553-554-555-556-557-558-559-560-561-562-563-564-565-566-567-568-569-570-571-572-573-574-575-576-577-578-579-580-581-582-583-584-585-586-587-588-589-590-591-592-593-594-595-596-597-598-599-600-601-602-603-604-605-606-607-608-609-610-611-612-613-614-615-616-617-618-619-620-621-622-623-624-625-626-627-628-629-630-631-632-633-634-635-636-637-638-639-640-641-642-643-644-645-646-647-648-649-650-651-652-653-654-655-656-657-658-659-660-661-662-663-664-665-666-667-668-669-670-671-672-673-674-675-676-677-678-679-680-681-682-683-684-685-686-687-688-689-690-691-692-693-694-695-696-697-698-699-700-701-702-703-704-705-706-707-708-709-710-711-712-713-714-715-716-717-718-719-720-721-722-723-724-725-726-727-728-729-730-731-732-733-734-735-736-737-738-739-740-741-742-743-744-745-746-747-748-749-750-751-752-753-754-755-756-757-758-759-760-761-762-763-764-765-766-767-768-769-770-771-772-773-774-775-776-777-778-779-780-781-782-783-784-785-786-787-788-789-790-791-792-793-794-795-796-797-798-799-800-801-802-803-804-805-806-807-808-809-810-811-812-813-814-815-816-817-818-819-820-821-822-823-824-825-826-827-828-829-830-831-832-833-834-835-836-837-838-839-840-841-842-843-844-845-846-847-848-849-850-851-852-853-854-855-856-857-858-859-860-861-862-863-864-865-866-867-868-869-870-871-872-873-874-875-876-877-878-879-880-881-882-883-884-885-886-887-888-889-890-891-892-893-894-895-896-897-898-899-900-901-902-903-904-905-906-907-908-909-910-911-912-913-914-915-916-917-918-919-920-921-922-923-924-925-926-927-928-929-930-931-932-933-934-935-936-937-938-939-940-941-942-943-944-945-946-947-948-949-950-951-952-953-954-955-956-957-958-959-960-961-962-963-964-965-966-967-968-969-970-971-972-973-974-975-976-977-978-979-980-981-982-983-984-985-986-987-988-989-990-991-992-993-994-995-996-997-998-999-1000

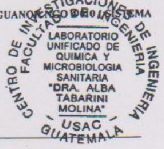
Guatemala, 2014-03-19



DIRECCION

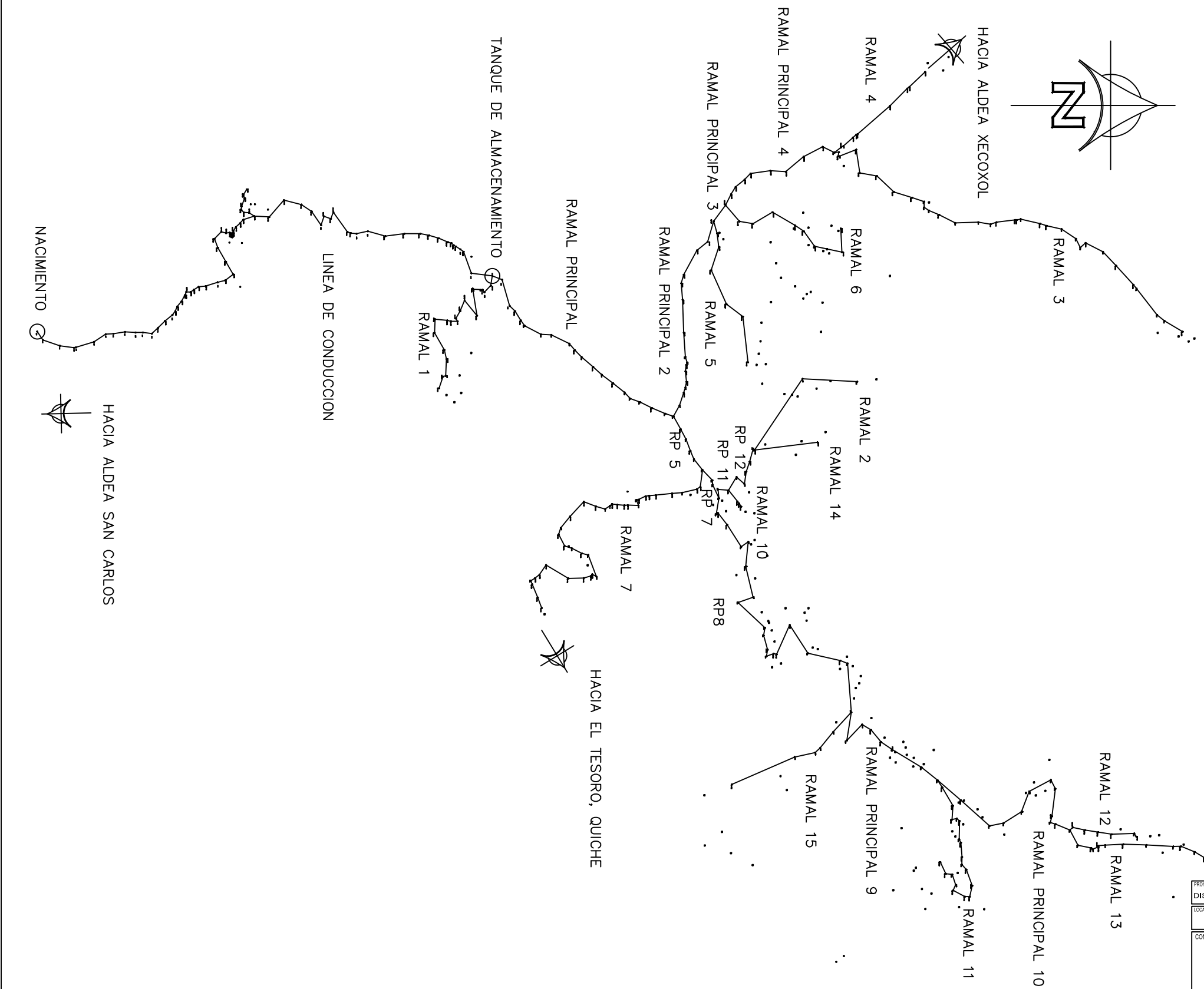
Vo.Bo. Inga. Telma Mariela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC

FACULTAD DE INGENIERIA —USAC—
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115. Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>



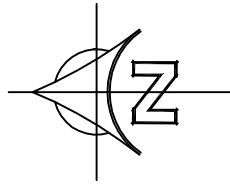
LABORATORIO UNIFICADO DE QUIMICA Y MICROBIOLOGIA SANITARIA
DRA. ALBA TABARINI MOLINA
USAC GUATEMALA

Zenon Juan Santos
Ing. Químico/Col. No. 470
Sc. de Ingeniería Sanitaria
Laboratorio



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

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA XEPAC, TECPÁN, CHIMALTENANGO	
LOCALIZACION: ALDEA XEPAC TECPÁN, CHIMALTENANGO	DISEÑO: MARIO MELGAR QUIROA
CONTENIDO: PLANTA DE CONJUNTO ALDEA XEPAC	CÁLCULO: MARIO MELGAR QUIROA LEVANTAMIENTO: MARIO MELGAR QUIROA
ESCALA: 1 / 10 000	DIBUJO: MARIO MELGAR QUIROA
P. _____ MARIO MELGAR QUIROA	FECHA: MARZO 2014 VERA: _____ INDA, MYRA REBECA GARCIA SORJA DE SIERRA



SIMBOLOGIA	
	MARCADOR DE PUNTO TOPOGRAFICO
E-xxx	ESTACION TOPOGRAFICA
RAD-xxx	RADIACION TOPOGRAFICA
	TANQUE DE CAPTACION
	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
CRP	CAJA ROMPE PRESION
V.A	VALVULA DE AIRE
C.P. xxx	COTA PIEZOMETRICA
* V.L	VALVULA DE LIMPIEZA
	TAPON HEMBRA

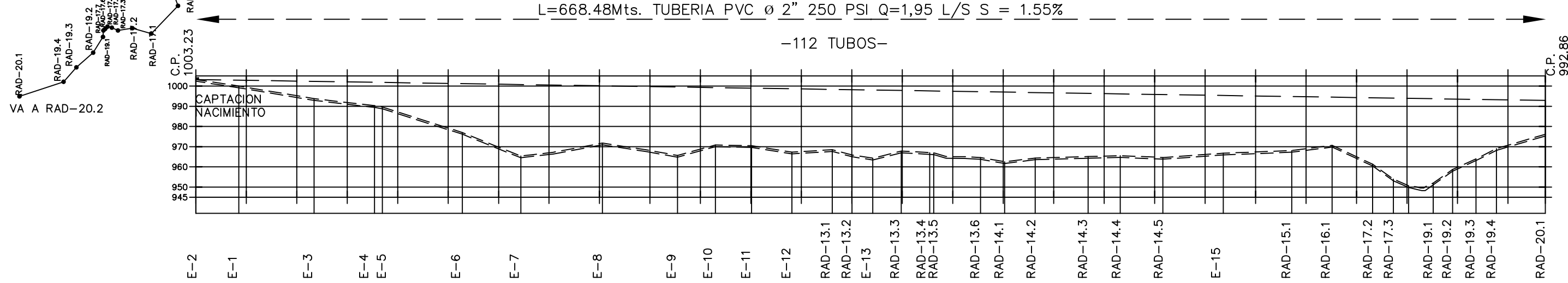
CAPTACION

SENTIDO DEL FLUJO

LINEA DE CONDUCCION E-2 A RAD-20.1

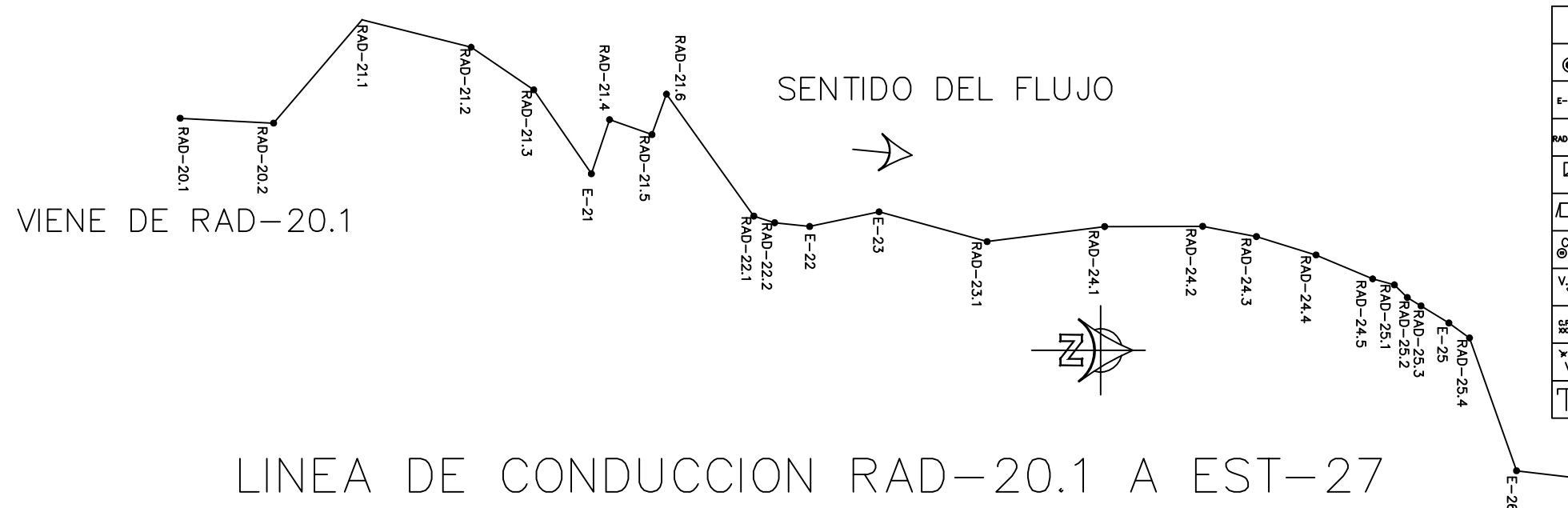
L=668.48Mts. TUBERIA PVC ϕ 2" 250 PSI Q=1,95 L/S S = 1.55%

-112 TUBOS-



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

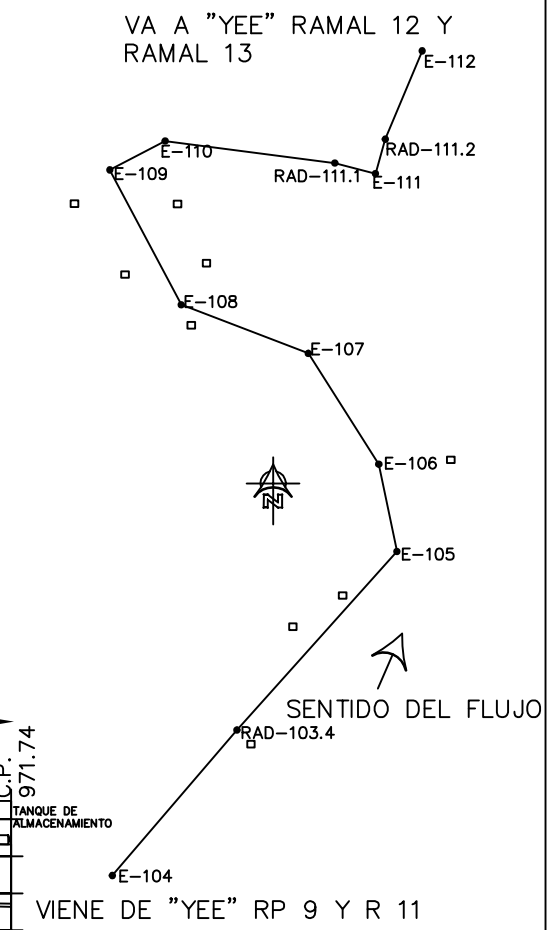
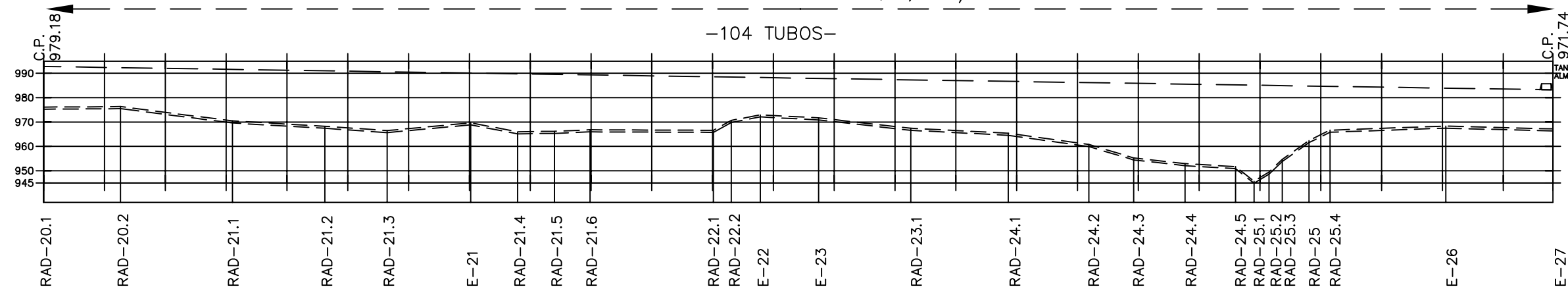
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA XEPAC, TECPÁN, CHIMALTENANGO	
LOCALIZACION: ALDEA XEPAC TECPÁN, CHIMALTENANGO	DISEÑO: MARIO MELGAR QUIROA
CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL ACUEDUCTO	CÁLCULO: MARIO MELGAR QUIROA
	LEVANTAMIENTO: MARIO MELGAR QUIROA
ESCALA: 1 / 2 000	DIBUJO: MARIO MELGAR QUIROA
F. MARIO MELGAR QUIROA	F. INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORVA DE SIERRA
FECHA: MARZO 2014	PÁGINA: 2 / 18



SIMBOLOGIA	
	MARCADOR DE PUNTO TOPOGRAFICO
	ESTACION TOPOGRAFICA
	RADIACION TOPOGRAFICA
	TANQUE DE CAPTACION
	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
	CAJA ROMPE PRESION
	VALVULA DE AIRE
	COTA PIEZOMETRICA
	VALVULA DE LIMPIEZA
	TAPON HEMBRA

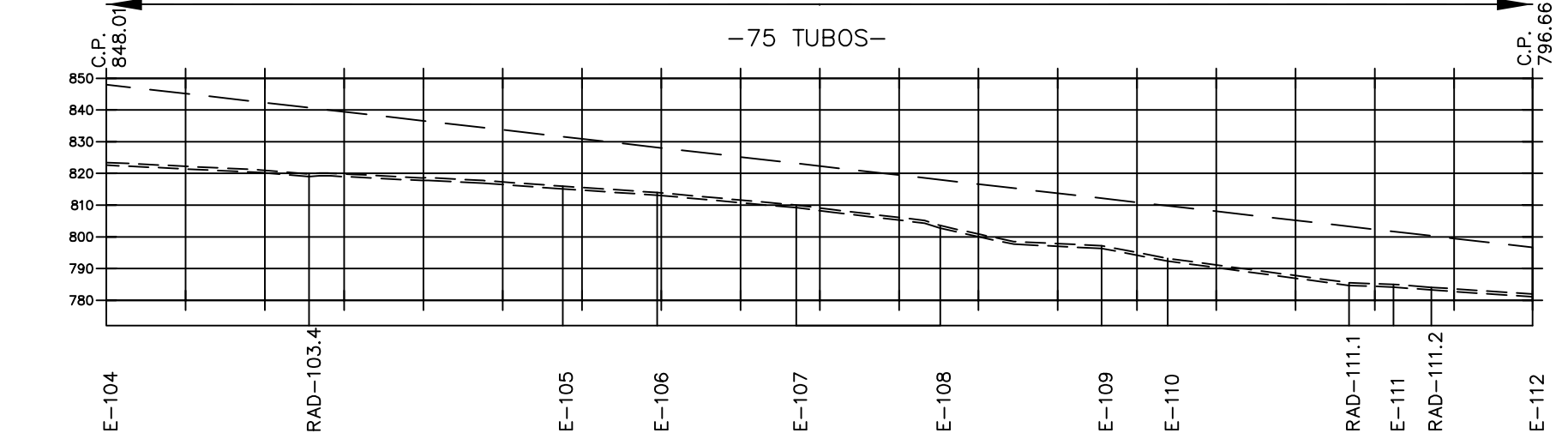
LINEA DE CONDUCCION RAD-20.1 A EST-27

L=620.37Mts. TUBERIA PVC ø 2" 250 PSI Q=1,95 L/S S0=1.19%



RAMAL PRINCIPAL 10 E-104 A E-112

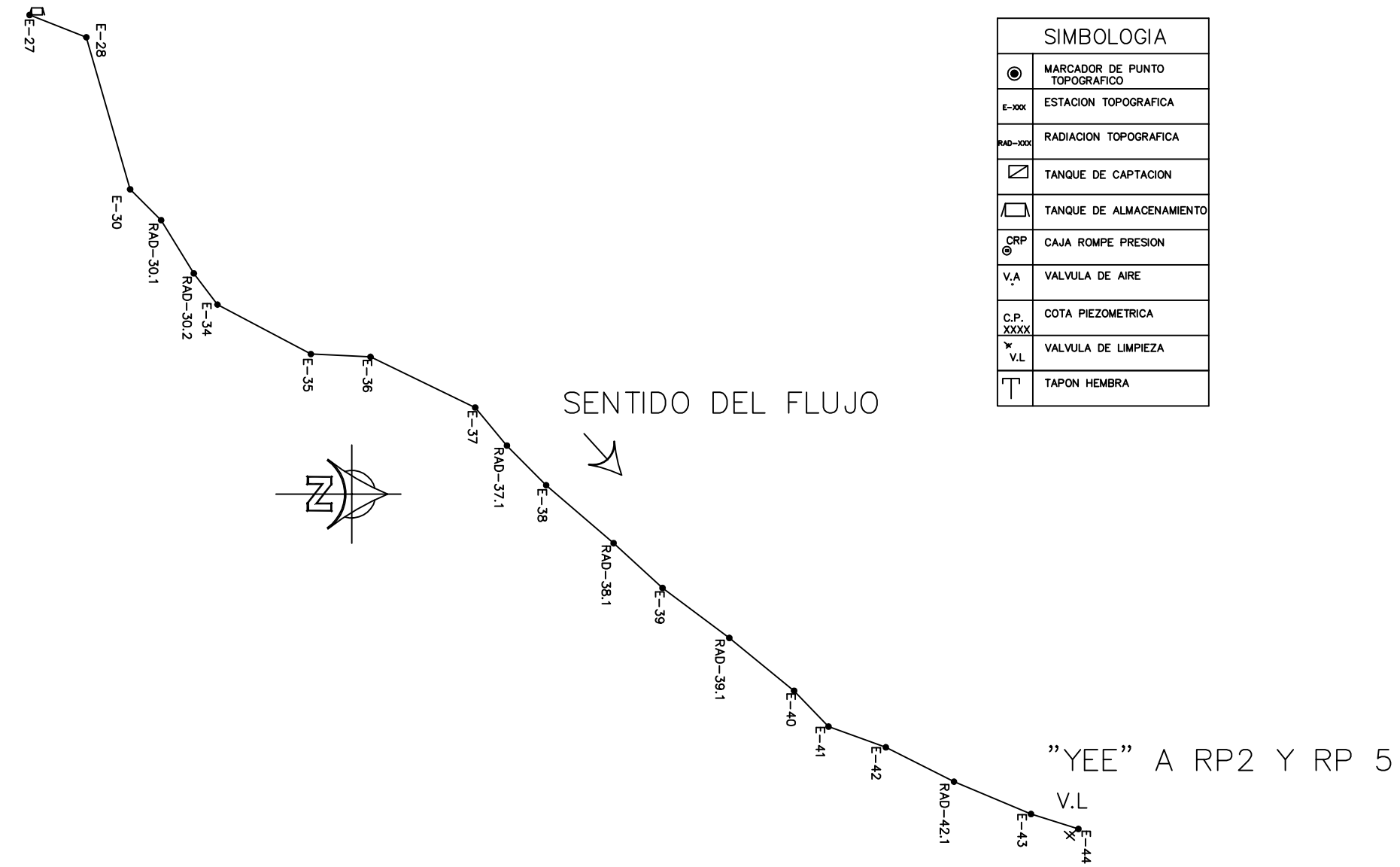
L=449.76Mts. TUBERIA PVC ø 3/4" 250 PSI Q=0.67 L/S S=11.4%



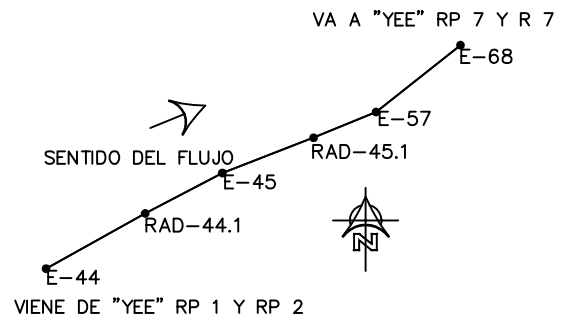
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA XEPAC, TECPÁN, CHIMALTENANGO	
LOCALIZACION: ALDEA XEPAC TECPÁN, CHIMALTENANGO	DISEÑO: MARIO MELGAR QUIROA
CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL ACUEDUCTO	CÁLCULO: MARIO MELGAR QUIROA
	LEVANTAMIENTO: MARIO MELGAR QUIROA
	DIBUJO: MARIO MELGAR QUIROA
ESCALA: 1 / 2 000	FECHA: MARZO 2014
F. MARIO MELGAR QUIROA	F. INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORRIA DE SIERRA

TANQUE DE ALMACENAMIENTO

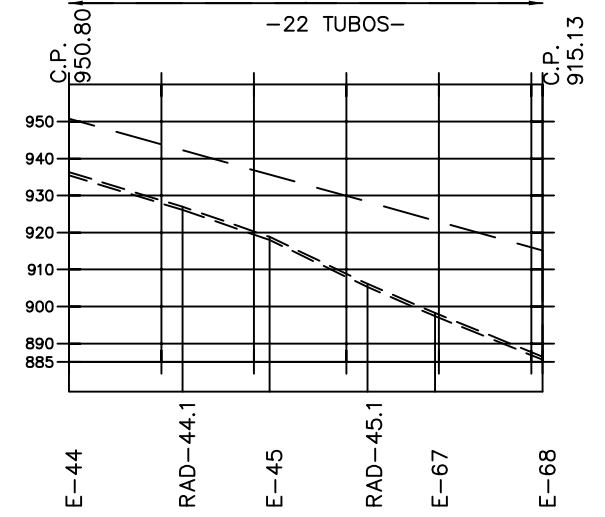


SIMBOLOGIA	
	MARCADOR DE PUNTO TOPOGRAFICO
	ESTACION TOPOGRAFICA
	RADIACION TOPOGRAFICA
	TANQUE DE CAPTACION
	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
	CAJA ROMPE PRESION
	VALVULA DE AIRE
	COTA PIEZOMETRICA
	VALVULA DE LIMPIEZA
	TAPON HEMBRA



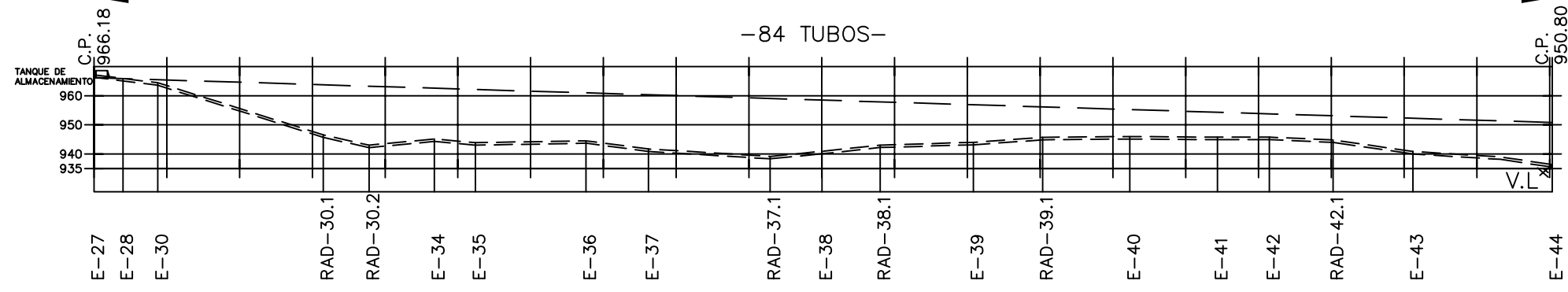
RAMAL PRINCIPAL 5 E-44 A E-68

L=128.01mts. TUBERIA PVC ø 1" 250 PSI Q=1.97 L/S S=27.8%



RAMAL PRINCIPAL 1 E-27 A E-44

L=500.89mts. TUBERIA PVC ø 2" 250 PSI Q=2.83 L/S S=3.07%

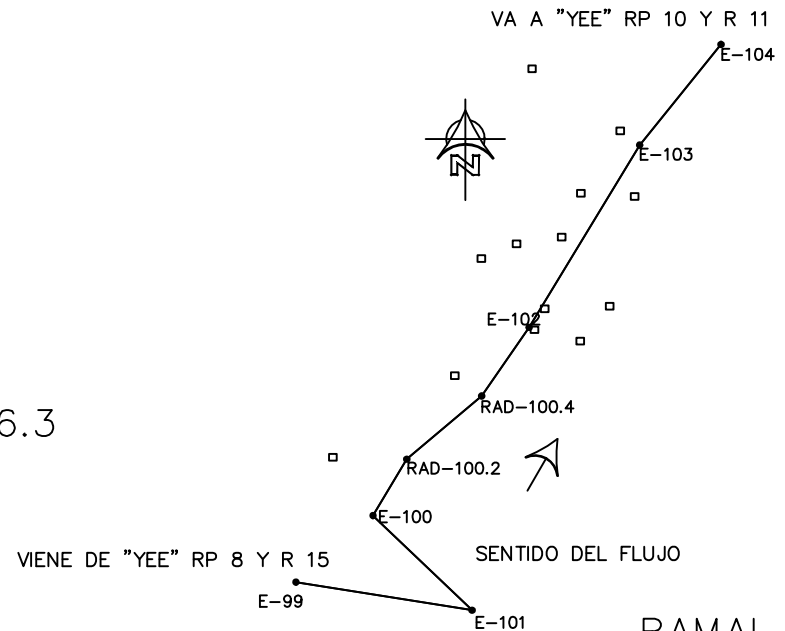
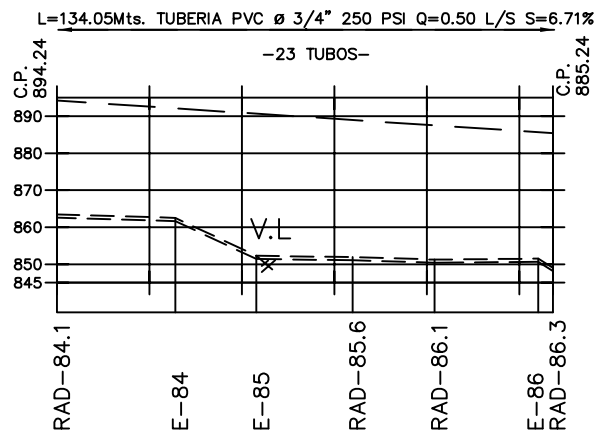


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

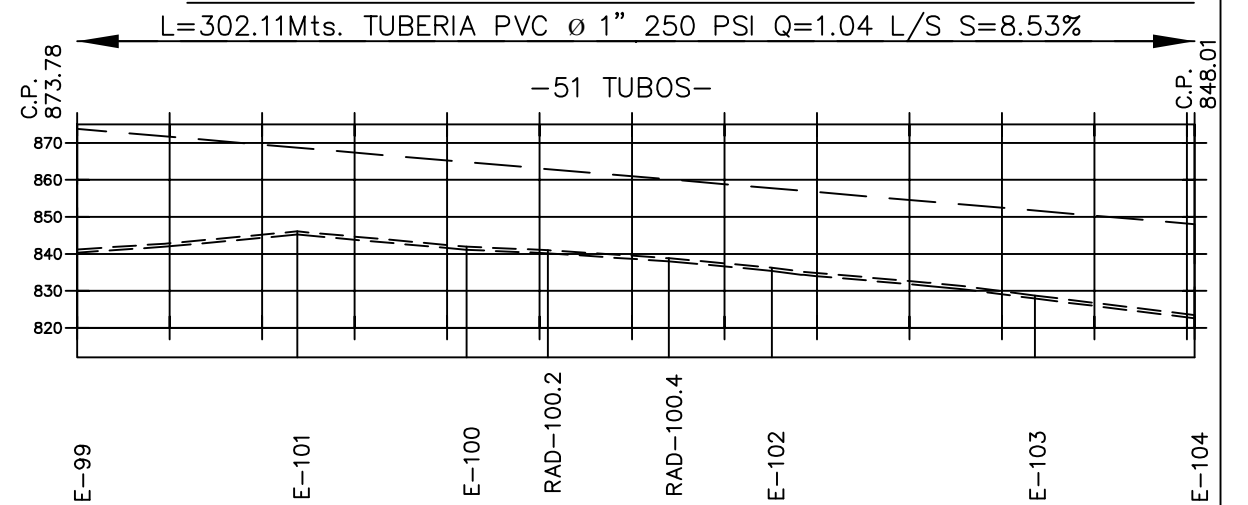
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA XEPAC, TECPÁN, CHIMALTENANGO	
LOCALIZACION: ALDEA XEPAC TECPÁN, CHIMALTENANGO	DISEÑO: MARIO MELGAR QUIROA
CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL ACUEDUCTO	CÁLCULO: MARIO MELGAR QUIROA
	LEVANTAMIENTO: MARIO MELGAR QUIROA
	DIBUJO: MARIO MELGAR QUIROA
	FECHA: MARZO 2014
F. MARIO MELGAR QUIROA	F. INGA MAYRA REBECA GARCÍA BORJA DE SIERRA

SIMBOLOGIA	
	MARCADOR DE PUNTO TOPOGRAFICO
	ESTACION TOPOGRAFICA
	RADIACION TOPOGRAFICA
	TANQUE DE CAPTACION
	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
	CAJA ROMPE PRESION
	VALVULA DE AIRE
	COTA PIEZOMETRICA
	VALVULA DE LIMPIEZA
	TAPON HEMBRA

RAMAL PRINCIPAL 12 RAD-84.1 A RAD-86.3



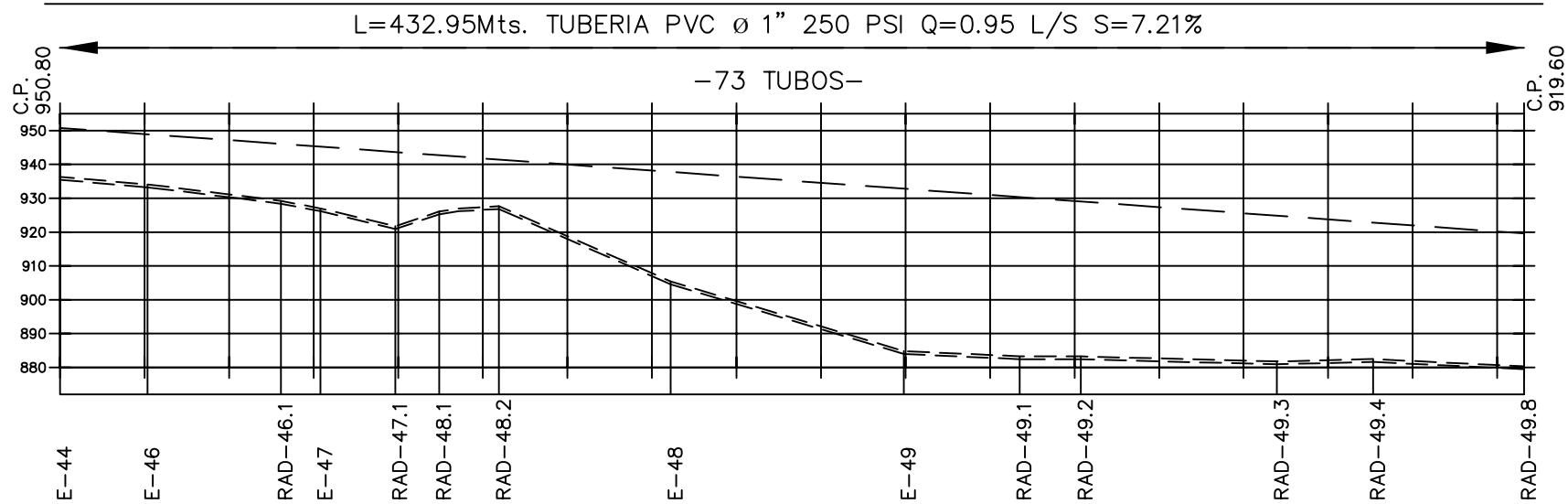
RAMAL PRINCIPAL 9 E-99 A E-104



VA A "YEE" RP 3 Y R 5



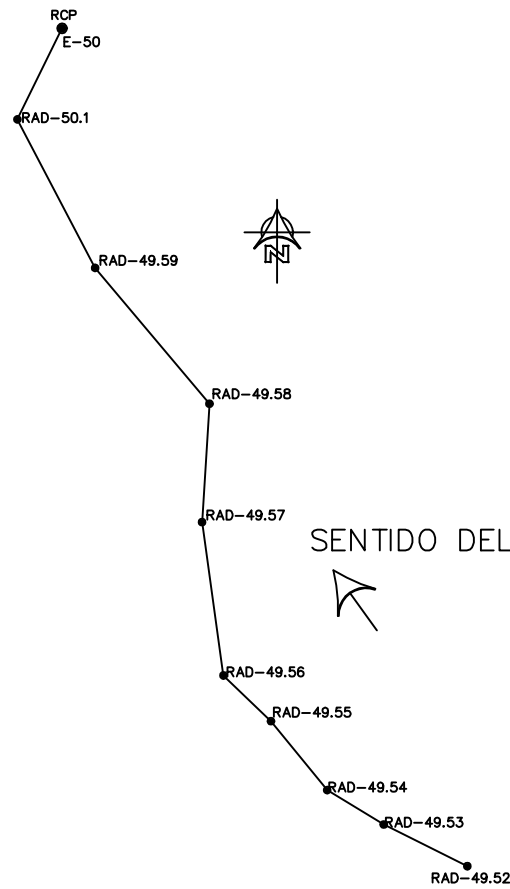
RAMAL PRINCIPAL 2 E-44 A RAD-49.8



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

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA XEPAC, TECPÁN, CHIMALTENANGO	
LOCALIZACION: ALDEA XEPAC TECPÁN, CHIMALTENANGO	DISEÑO: MARIO MELGAR QUIROA
CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL ACUEDUCTO	CÁLCULO: MARIO MELGAR QUIROA
	LEVANTAMIENTO: MARIO MELGAR QUIROA
ESCALA: 1 / 2 000	DIBUJO: MARIO MELGAR QUIROA
	FECHA: MARZO 2014
F. MARIO MELGAR QUIROA	F. INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORIA DE SIERRA

VA A "YEE" R 3 Y R 4



SENTIDO DEL FLUJO

VIENE DE "YEE" RP 3

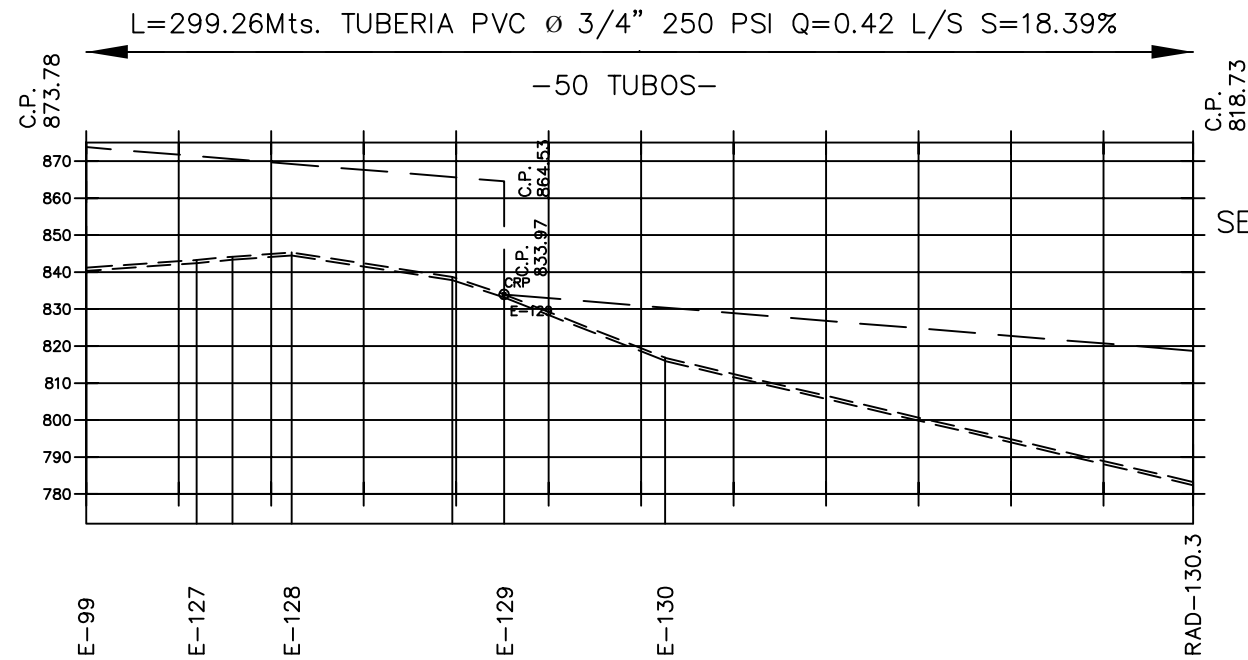
VIENE DE "YEE" RP 8



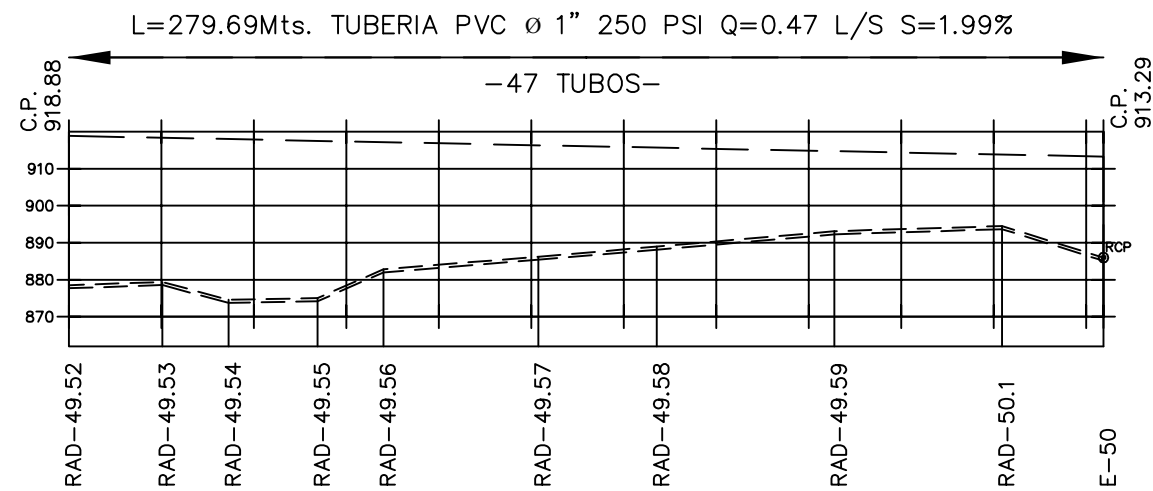
SENTIDO DEL FLUJO

FIN DE RAMAL

RAMAL 15 E-99 A RAD-130.3



RAMAL PRINCIPAL 4 RAD-49.52 A E-50

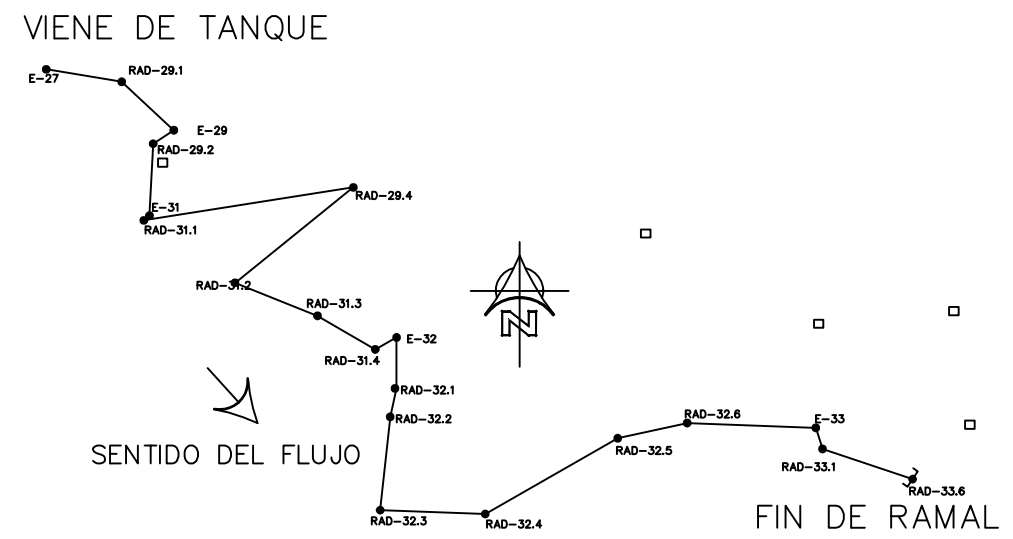
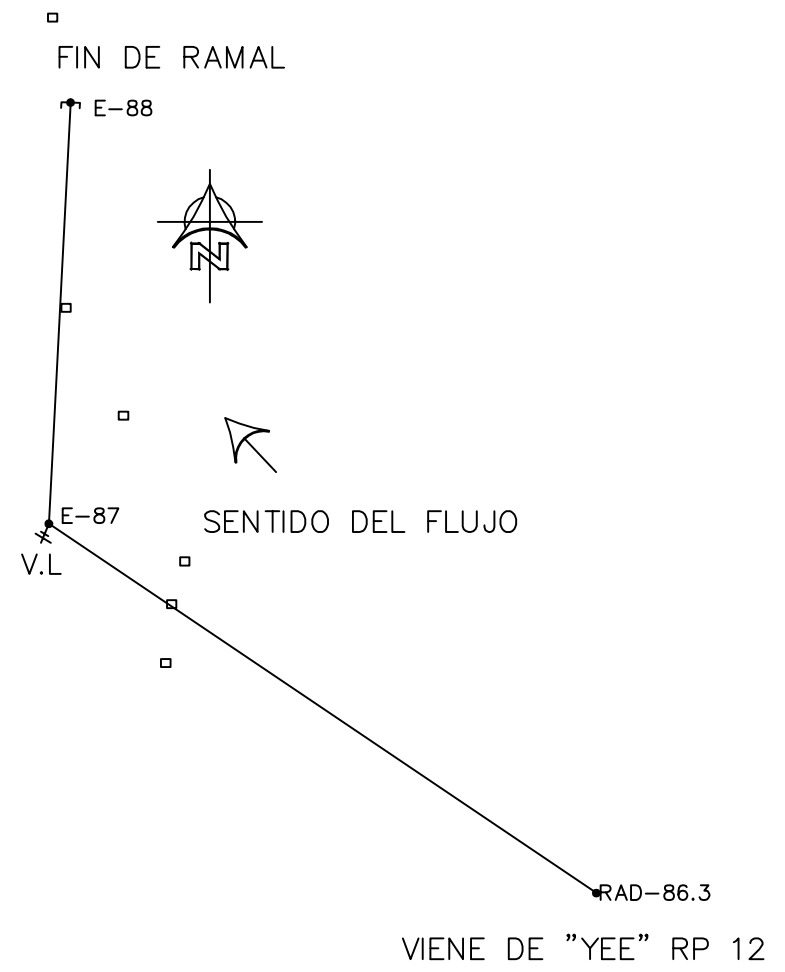


SIMBOLOGIA	
	MARCADOR DE PUNTO TOPOGRAFICO
	ESTACION TOPOGRAFICA
	RADIACION TOPOGRAFICA
	TANQUE DE CAPTACION
	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
	CAJA ROMPE PRESION
	VALVULA DE AIRE
	COTA PIEZOMETRICA
	VALVULA DE LIMPIEZA
	TAPON HEMBRA

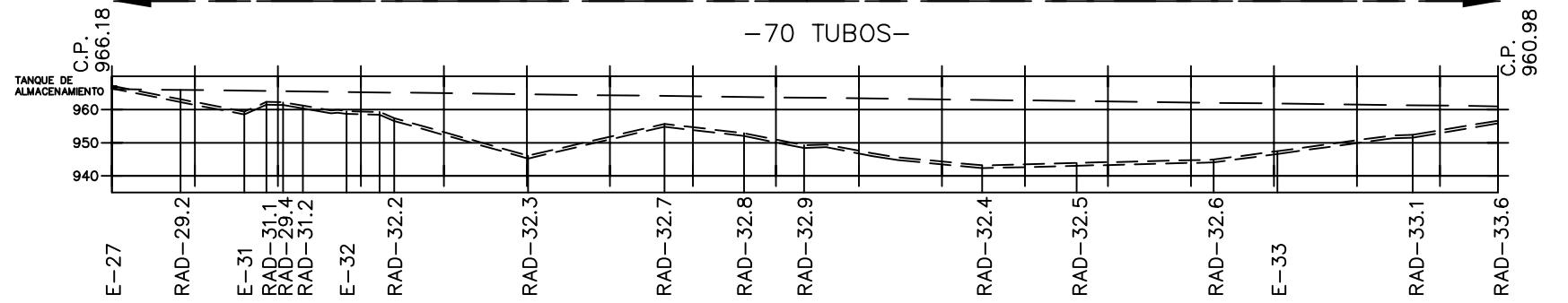


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

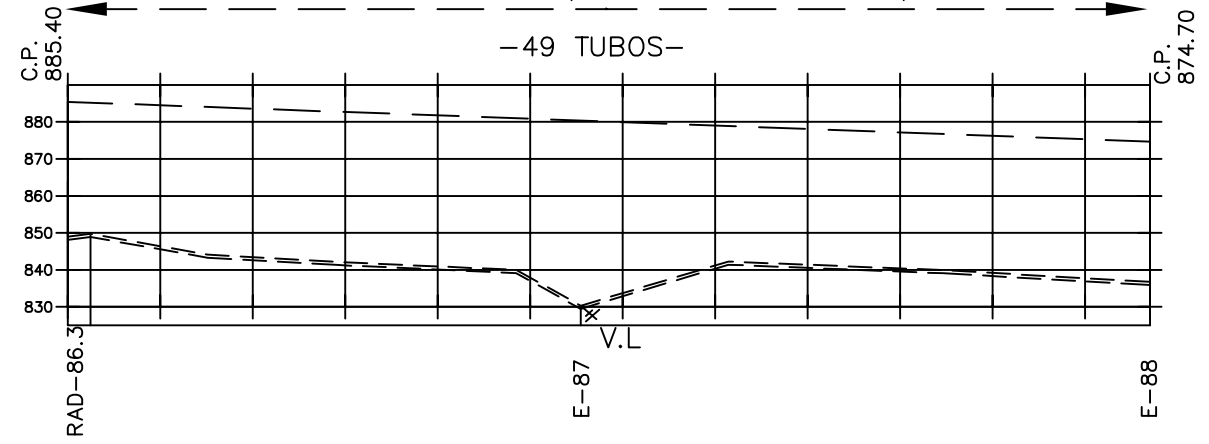
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA XEPAC, TECPÁN, CHIMALTENANGO	
LOCALIZACION: ALDEA XEPAC TECPÁN, CHIMALTENANGO	DISEÑO: MARIO MELGAR QUIROA
CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL ACUEDUCTO	CÁLCULO: MARIO MELGAR QUIROA
	LEVANTAMIENTO: MARIO MELGAR QUIROA
	DIBUJO: MARIO MELGAR QUIROA
FECHA: MARZO 2014	PÁGINA: 6 / 18
F. MARIO MELGAR QUIROA	F. INGA MAYRA REBECA GARCÍA SORRIA DE SIERRA



RAMAL 1 E-27 A RAD-33.6
 L=417.52Mts. TUBERIA PVC ø 1" 250 PSI Q=0.37 L/S S=1.24%



RAMAL 2 RAD-86.3 A E-88
 L=292.56Mts. TUBERIA PVC ø 3/4" 250 PSI Q=0.37 L/S S=3.67%

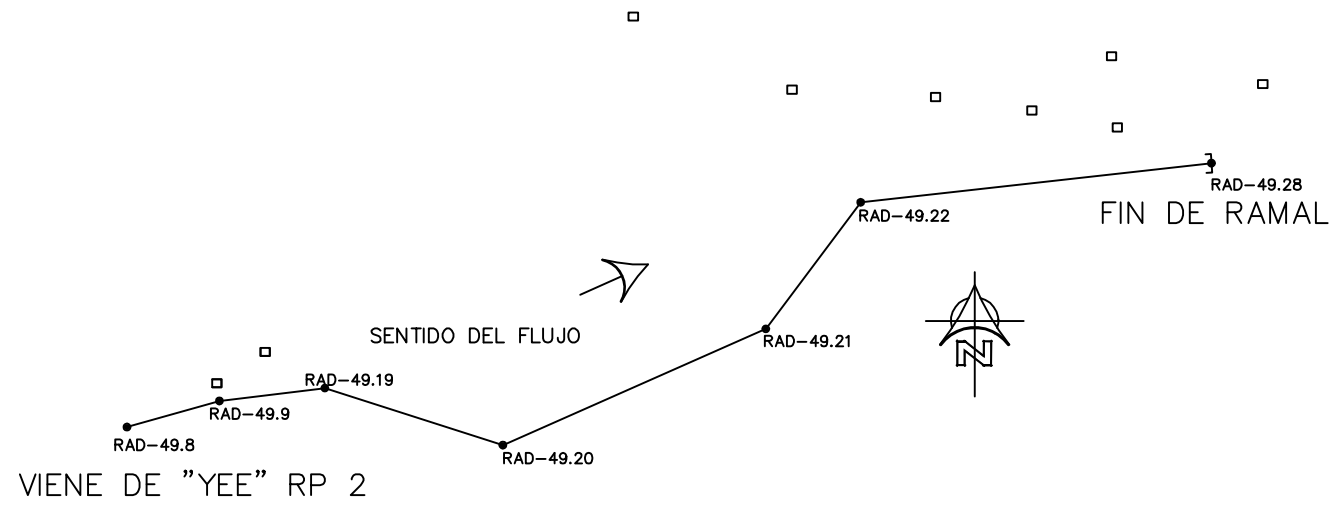


SIMBOLOGIA	
	MARCADOR DE PUNTO TOPOGRAFICO
	ESTACION TOPOGRAFICA
	RADIACION TOPOGRAFICA
	TANQUE DE CAPTACION
	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
	CAJA ROMPE PRESION
	VALVULA DE AIRE
	COTA PIEZOMETRICA
	VALVULA DE LIMPIEZA
	TAPON HEMBRA



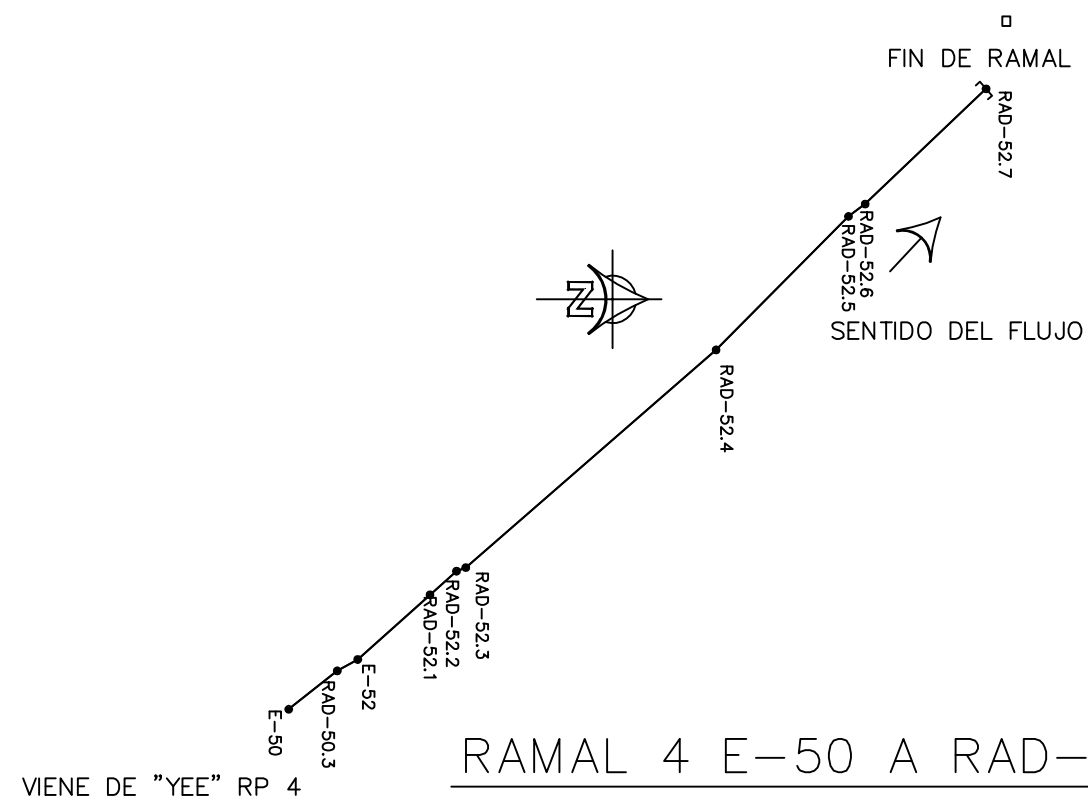
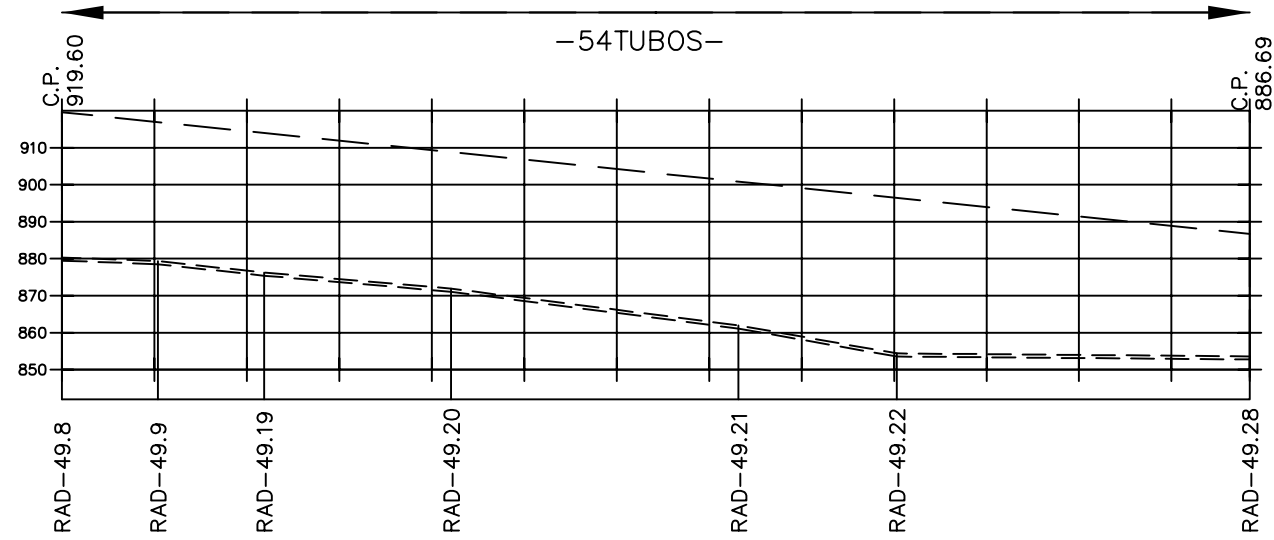
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA XEPAC, TECPÁN, CHIMALTENANGO	
LOCALIZACION: ALDEA XEPAC, TECPÁN, CHIMALTENANGO	DISEÑO: MARIO MELGAR QUIROA
CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL ACUEDUCTO	CÁLCULO: MARIO MELGAR QUIROA
	LEVANTAMIENTO: MARIO MELGAR QUIROA
ESCALA: 1 / 2 000	DIBUJO: MARIO MELGAR QUIROA
	FECHA: MARZO 2014
F. MARIO MELGAR QUIROA	F. INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORJA DE SIERRA



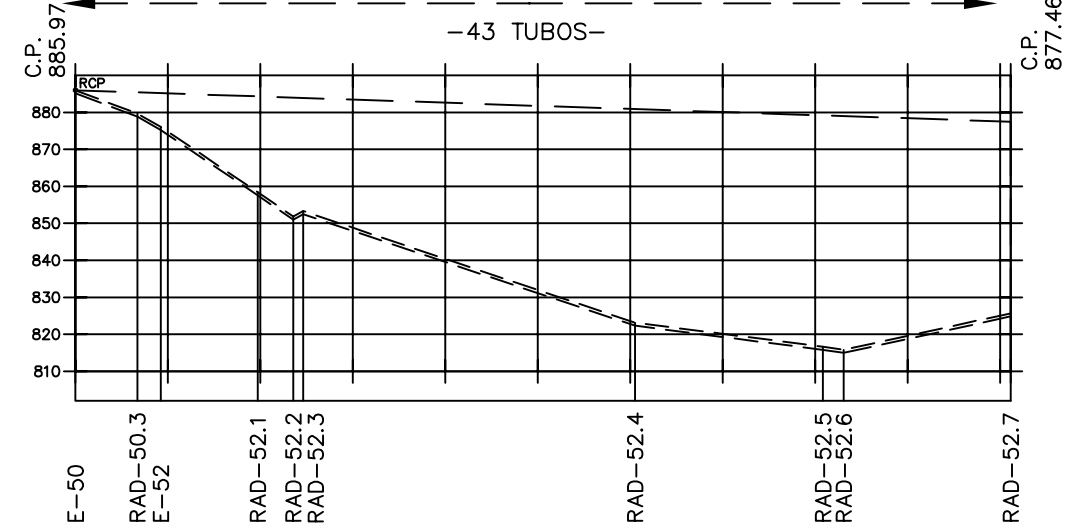
RAMAL 5 RAD-49.8 A RAD-49.28

L=321.14Mts. TUBERIA PVC ϕ 3/4" 250 PSI Q=0.47 L/S S=10.24%



RAMAL 4 E-50 A RAD-52.7

L=252.86Mts. TUBERIA PVC ϕ 3/4" 250 PSI Q=0.26 L/S S=3.36%



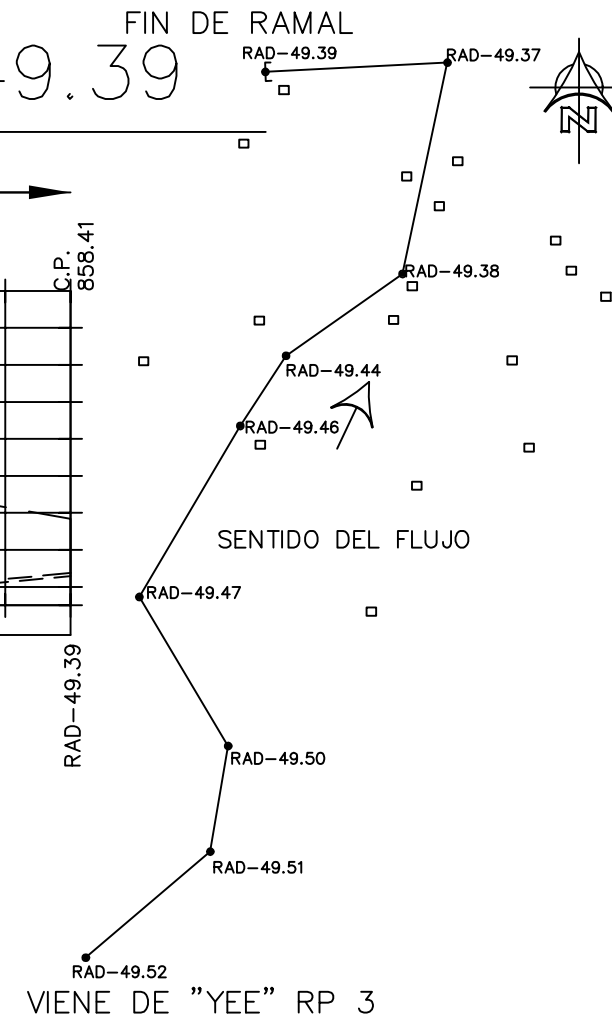
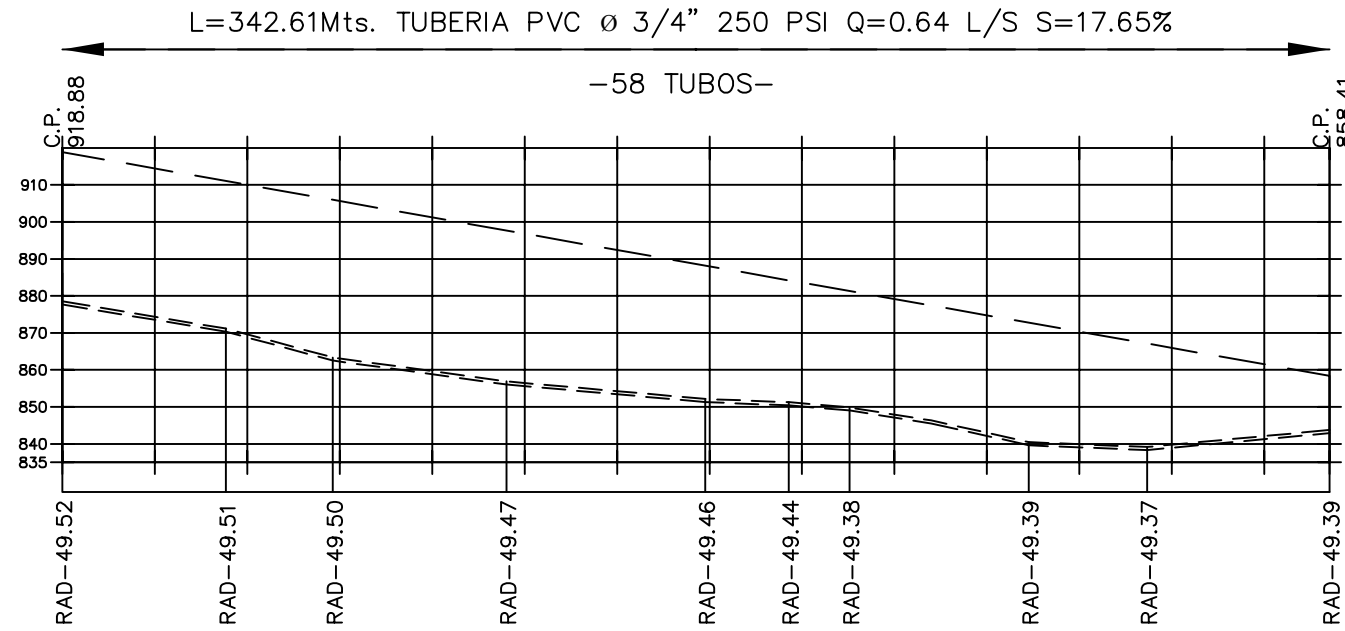
SIMBOLOGIA	
	MARCADOR DE PUNTO TOPOGRAFICO
	ESTACION TOPOGRAFICA
	RADIACION TOPOGRAFICA
	TANQUE DE CAPTACION
	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
	CAJA ROMPE PRESION
	VALVULA DE AIRE
	COTA PIEZOMETRICA
	VALVULA DE LIMPIEZA
	TAPON HEMBRA



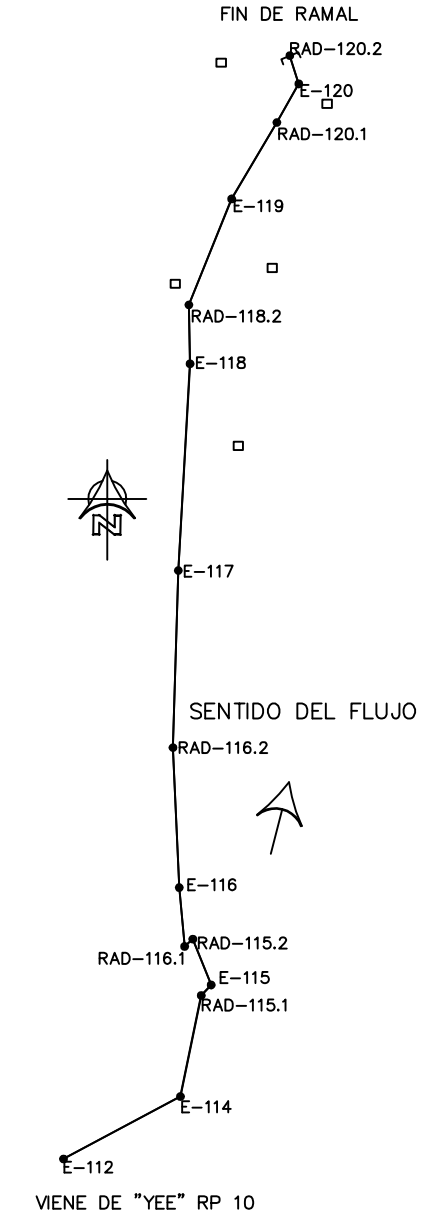
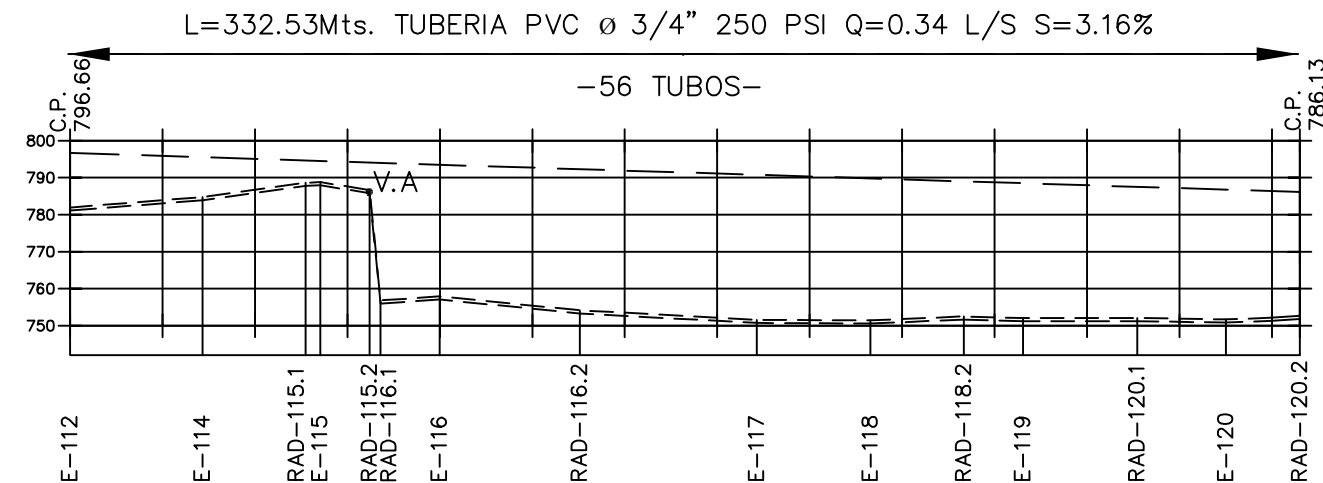
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA XEPAC, TECPÁN, CHIMALTENANGO		
LOCALIZACION: ALDEA XEPAC, TECPÁN, CHIMALTENANGO	DISEÑO: MARIO MELGAR QUIROA	
CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL ACUEDUCTO	CÁLCULO: MARIO MELGAR QUIROA	
	LEVANTAMIENTO: MARIO MELGAR QUIROA	
ESCALA: 1 / 2 000	DIBUJO: MARIO MELGAR QUIROA	
	FECHA: MARZO 2014	8 / 18
F. MARIO MELGAR QUIROA	F. INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORJA DE SIERRA	

RAMAL 6 RAD-49.52 A RAD-49.39



RAMAL 13 E-112 A RAD-120.2

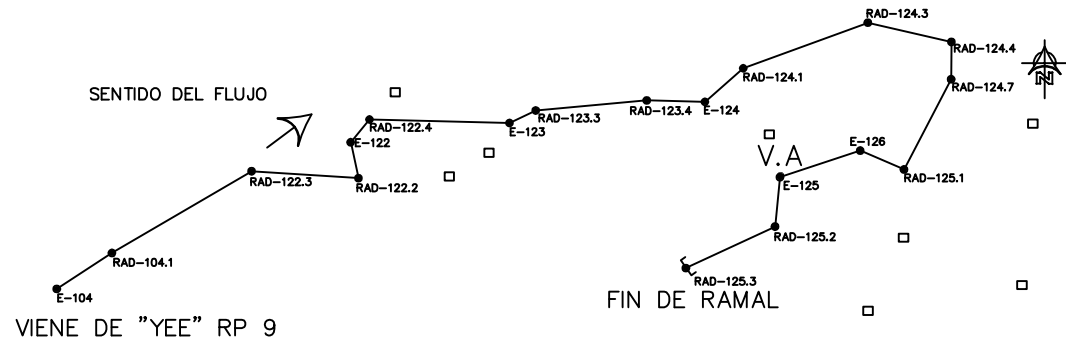


SIMBOLOGIA	
	MARCADOR DE PUNTO TOPOGRAFICO
	ESTACION TOPOGRAFICA
	RADIACION TOPOGRAFICA
	TANQUE DE CAPTACION
	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
	CAJA ROMPE PRESION
	VALVULA DE AIRE
	COTA PIEZOMETRICA
	VALVULA DE LIMPIEZA
	TAPON HEMBRA



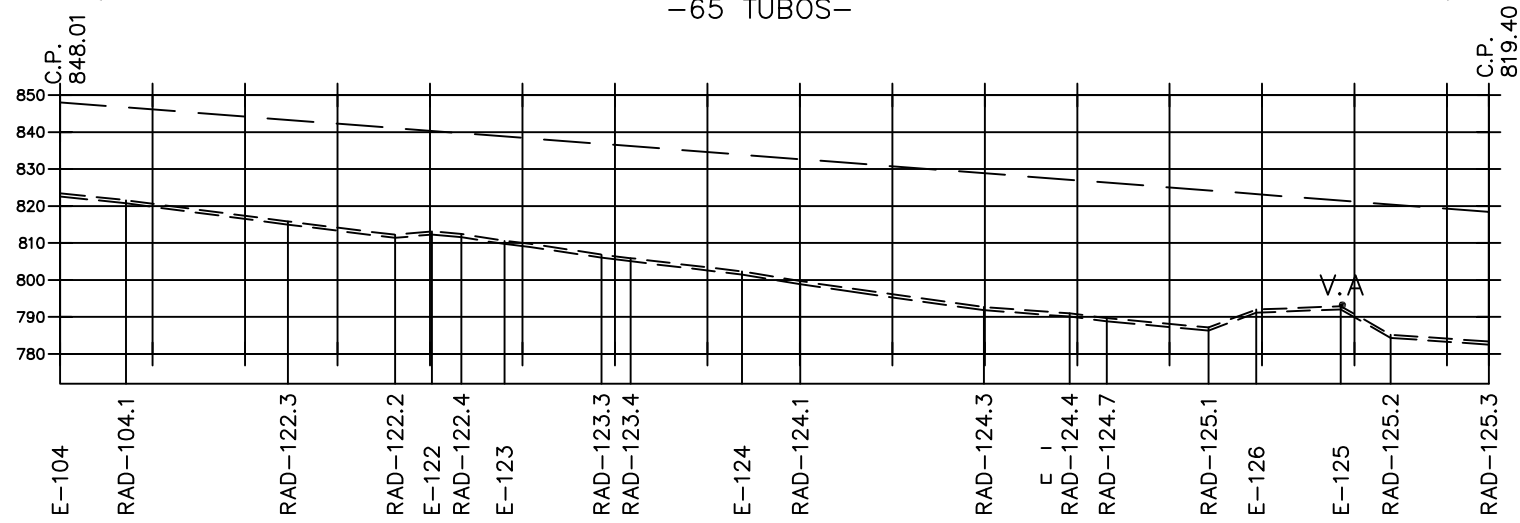
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA XEPAC, TECPÁN, CHIMALTENANGO	
LOCALIZACION: ALDEA XEPAC, TECPÁN, CHIMALTENANGO	DISEÑO: MARIO MELGAR QUIROA
CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL ACUEDUCTO	CÁLCULO: MARIO MELGAR QUIROA
	LEVANTAMIENTO: MARIO MELGAR QUIROA
	DIBUJO: MARIO MELGAR QUIROA
	FECHA: MARZO 2014
F. MARIO MELGAR QUIROA	F. INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORJA DE SIERRA

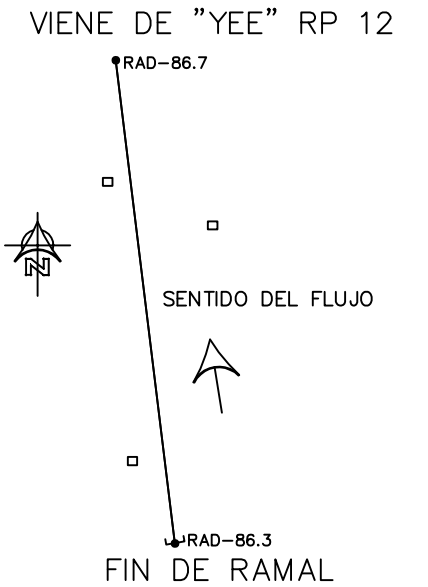


RAMAL 11 E-104 A RAD-125.3

L=386.56Mts. TUBERIA PVC ϕ 3/4" 250 PSI Q=0.54 L/S S=7.40%
-65 TUBOS-

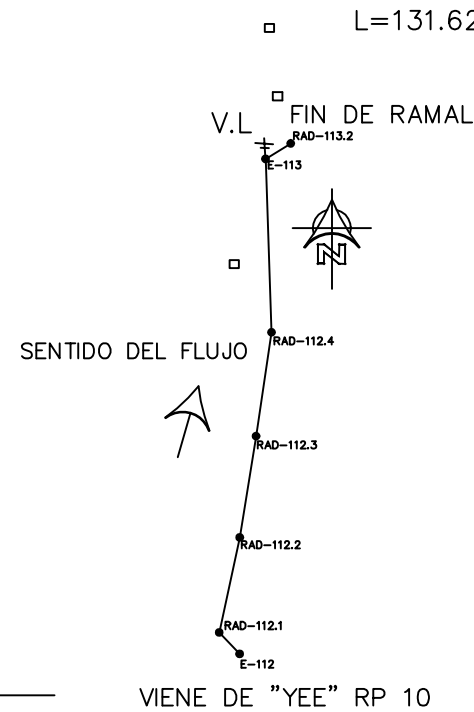
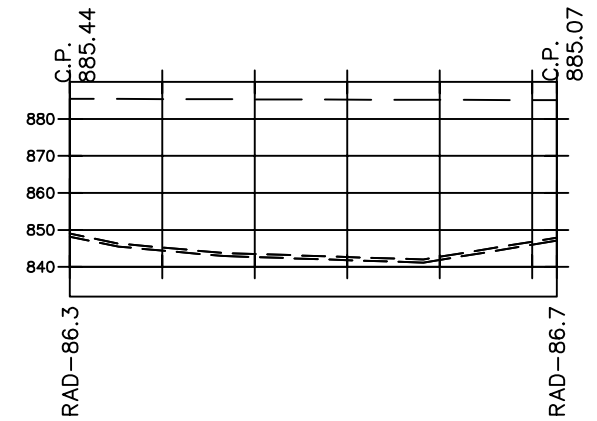


SIMBOLOGIA	
	MARCADOR DE PUNTO TOPOGRAFICO
	ESTACION TOPOGRAFICA
	RADIACION TOPOGRAFICA
	TANQUE DE CAPTACION
	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
	CAJA ROMPE PRESION
	VALVULA DE AIRE
	COTA PIEZOMETRICA
	VALVULA DE LIMPIEZA
	TAPON HEMBRA



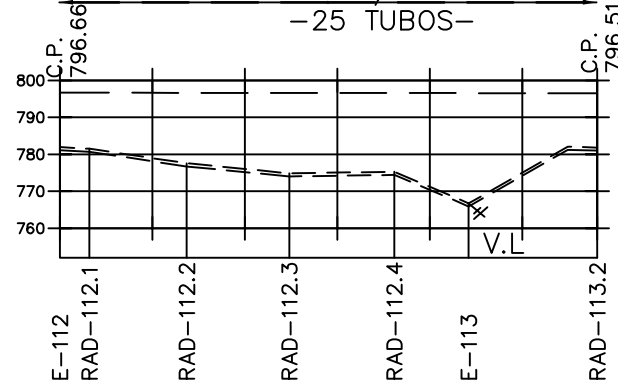
RAMAL 14 RAD-86.3 A RAD-86.7

L=131.62Mts. TUBERIA PVC ϕ 1 1/4" 250 PSI Q=0.30 L/S S=0.28%
-22 TUBOS-



RAMAL 12 E-112 A RAD-113.2

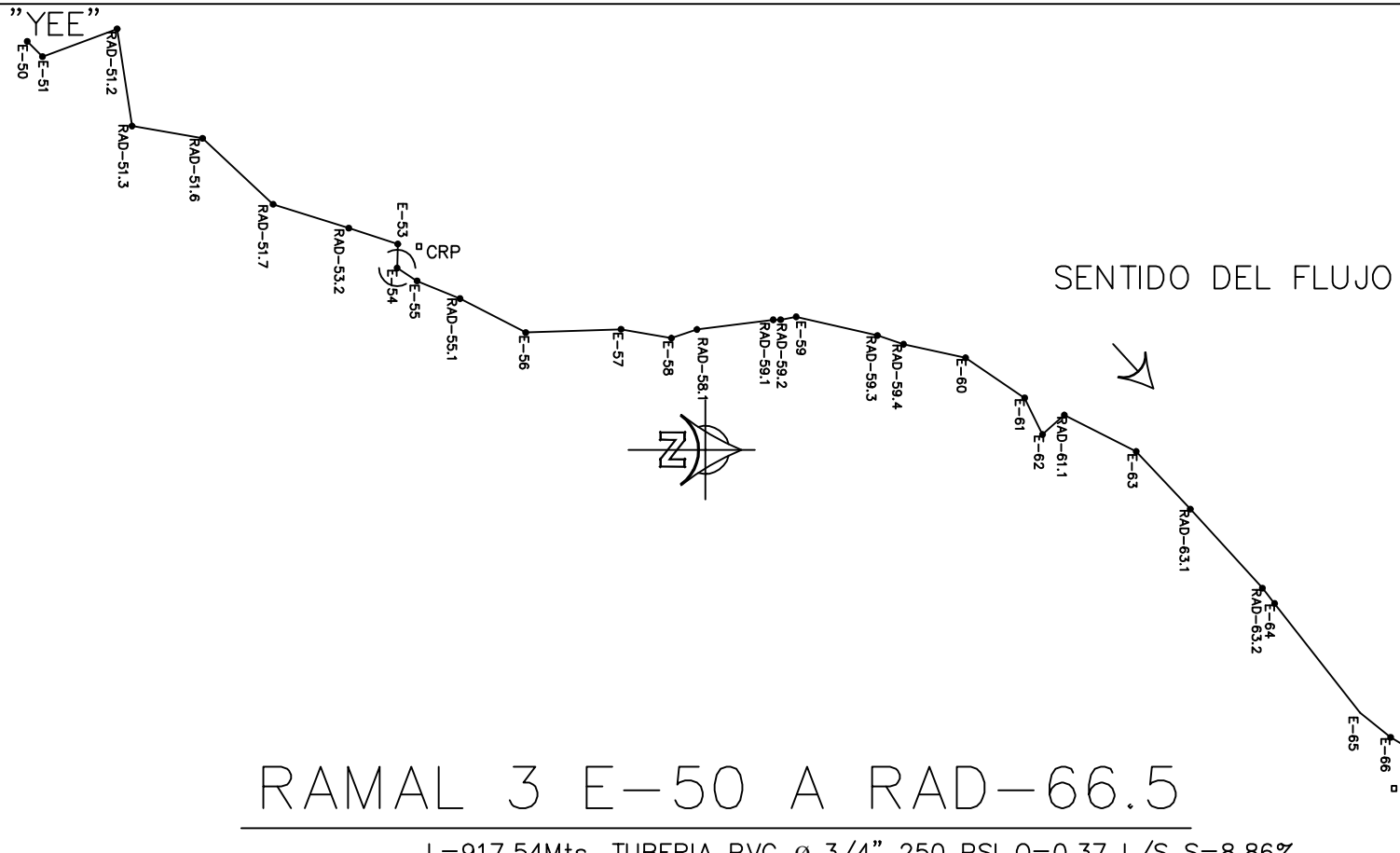
L=145.30Mts. TUBERIA PVC ϕ 1 1/2" 250 PSI Q=0.26 L/S S=0.10%
-25 TUBOS-



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

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA XEPAC, TECPÁN, CHIMALTENANGO	
LOCALIZACION: ALDEA XEPAC TECPÁN, CHIMALTENANGO	DISEÑO: MARIO MELGAR QUIROA
CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL ACUEDUCTO	CÁLCULO: MARIO MELGAR QUIROA
	LEVANTAMIENTO: MARIO MELGAR QUIROA
	DIBUJO: MARIO MELGAR QUIROA
	FECHA: MARZO 2014
F. MARIO MELGAR QUIROA	F. INGA MAYRA REBECA GARCÍA SORIA DE SIERRA
	10/18

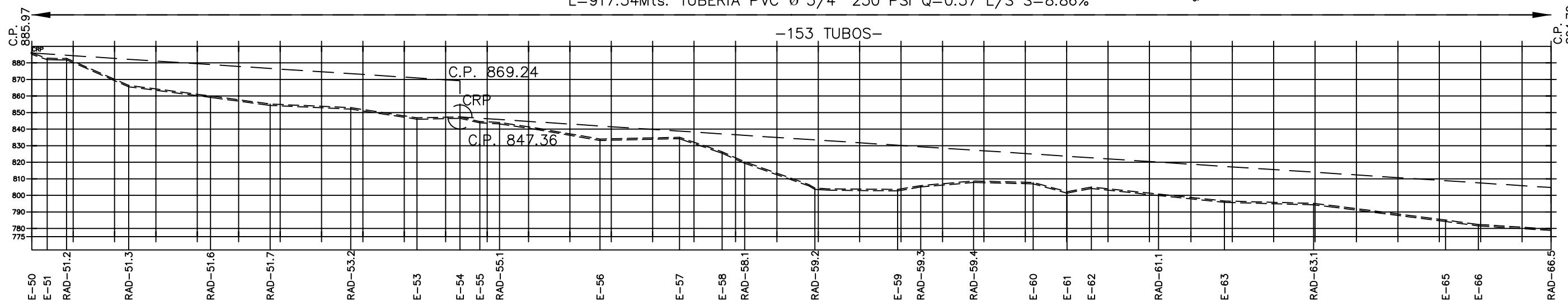
VIENE DE "YEE"
RP 4



SIMBOLOGIA	
	MARCADOR DE PUNTO TOPOGRAFICO
E-xxx	ESTACION TOPOGRAFICA
RAD-xxx	RADIACION TOPOGRAFICA
	TANQUE DE CAPTACION
	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
CRP	CAJA ROMPE PRESION
V.A	VALVULA DE AIRE
C.P. xxx	COTA PIEZOMETRICA
V.L	VALVULA DE LIMPIEZA
	TAPON HEMBRA

RAMAL 3 E-50 A RAD-66.5

L=917.54Mts. TUBERIA PVC ϕ 3/4" 250 PSI Q=0.37 L/S S=8.86%

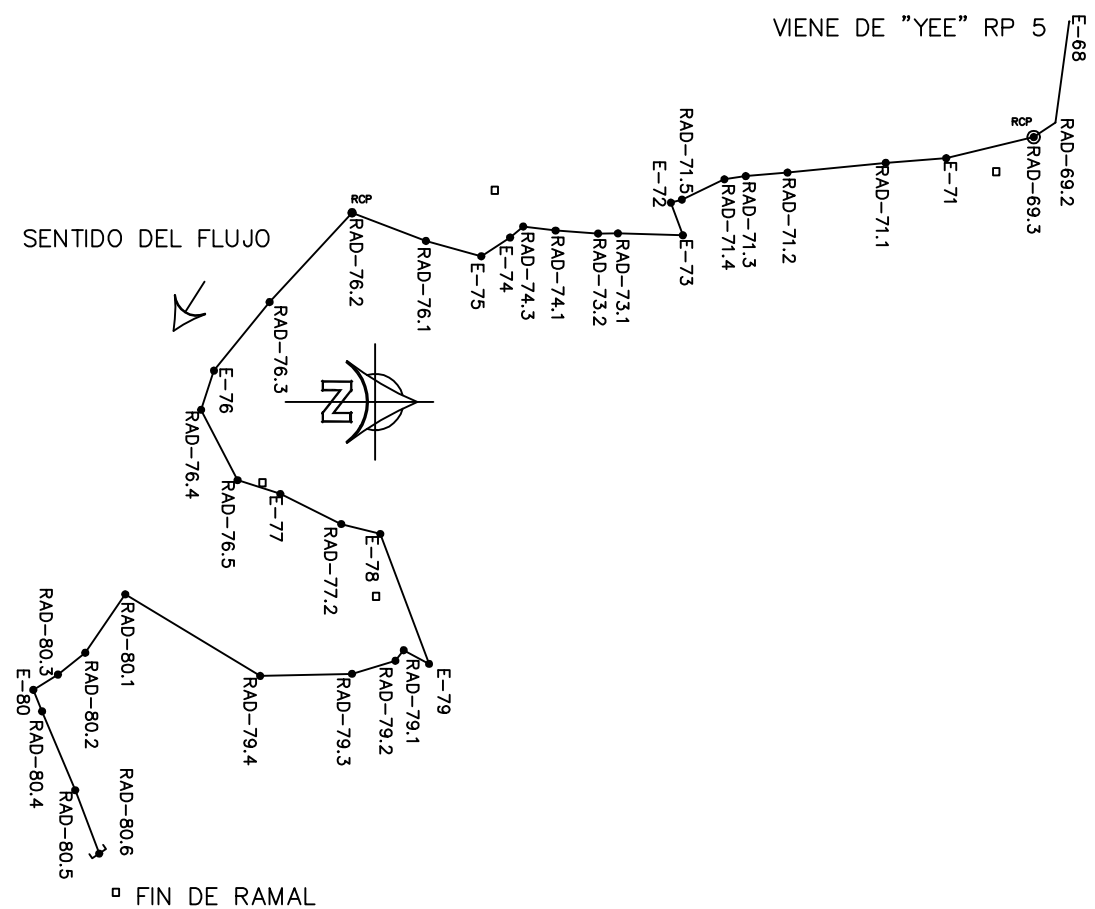
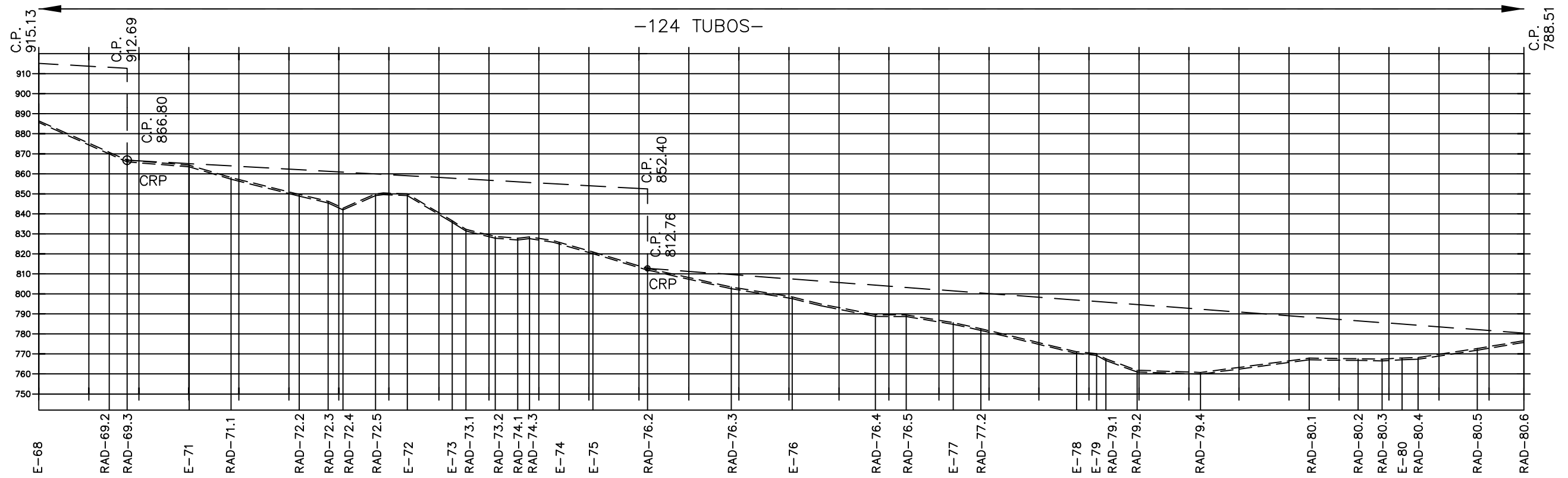


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA XEPAC, TECPÁN, CHIMALTENANGO	
LOCALIZACION: ALDEA XEPAC TECPÁN, CHIMALTENANGO	DISEÑO: MARIO MELGAR QUIROA
CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL ACUEDUCTO	CÁLCULO: MARIO MELGAR QUIROA
	LEVANTAMIENTO: MARIO MELGAR QUIROA
ESCALA: 1 / 2 500	DIBUJO: MARIO MELGAR QUIROA
P: MARIO MELGAR QUIROA	FECHA: MARZO 2014
E: ING. MAYRA REBECA GARCÍA BORJA DE BIERRA	11/18

RAMAL 7 E-68 A RAD-80.6

L=742.47Mts. TUBERIA PVC \varnothing 3/4" 250 PSI Q=0.34 L/S S=17.05%



SIMBOLOGIA	
	MARCADOR DE PUNTO TOPOGRAFICO
	ESTACION TOPOGRAFICA
	RADIACION TOPOGRAFICA
	TANQUE DE CAPTACION
	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
	CAJA ROMPE PRESION
	VALVULA DE AIRE
	COTA PIEZOMETRICA
	VALVULA DE LIMPIEZA
	TAPON HEMBRA

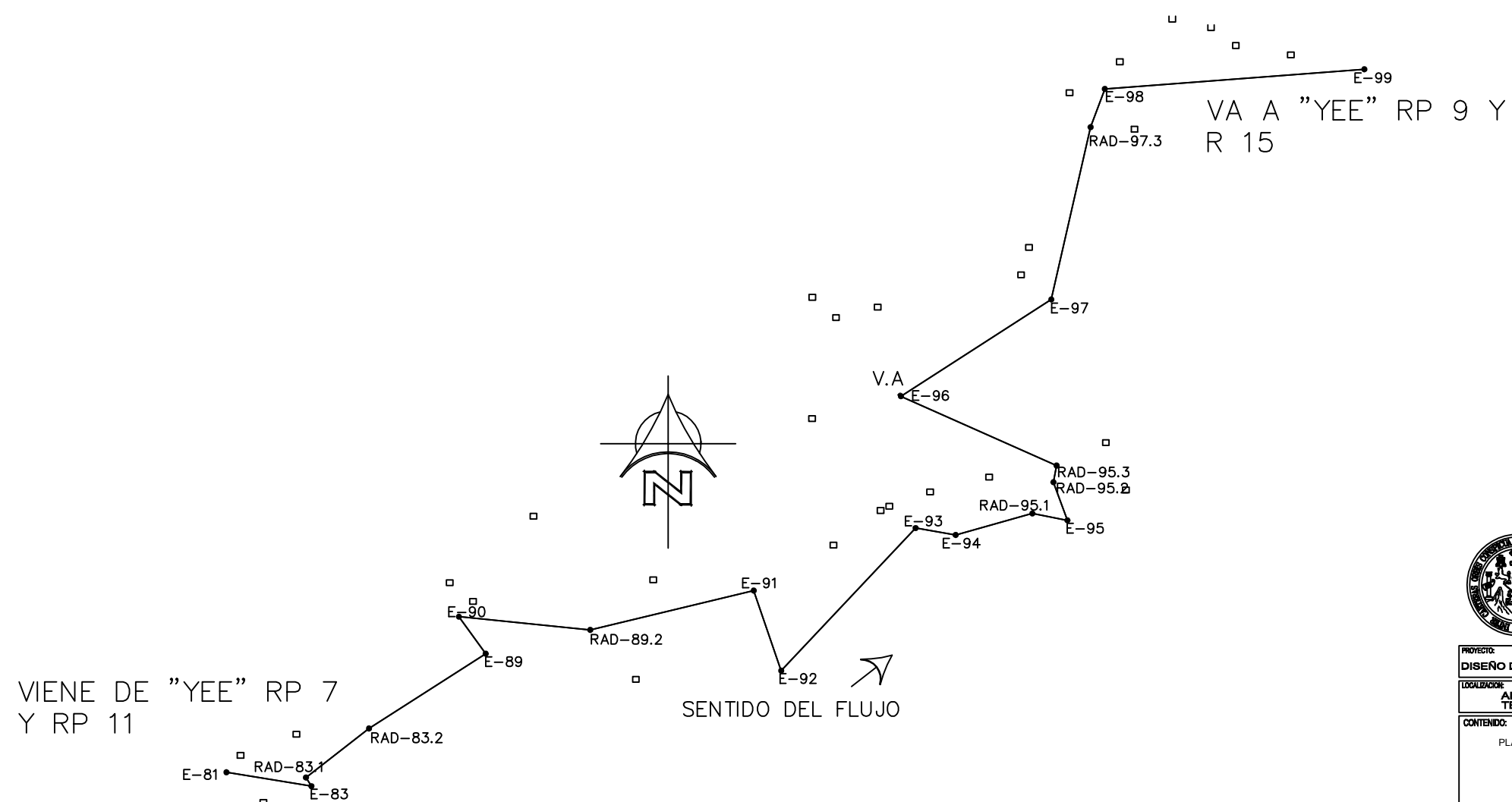
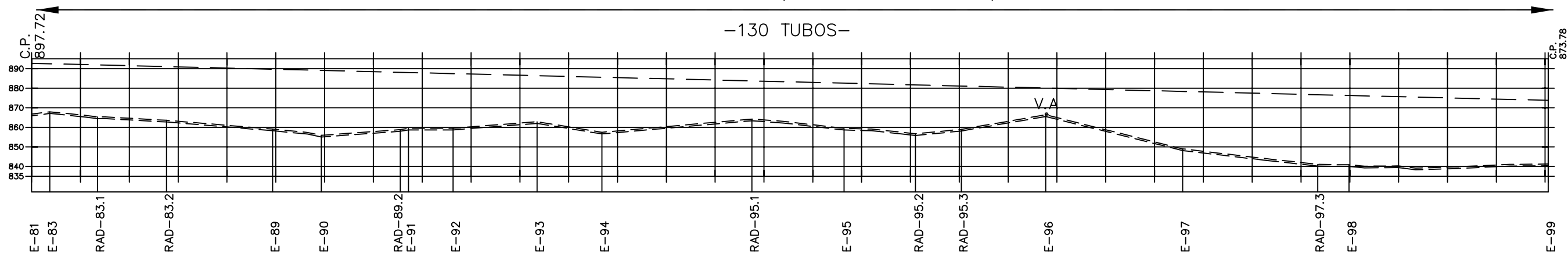


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA XEPAC, TECPÁN, CHIMALTENANGO	
LOCALIZACION: ALDEA XEPAC TECPÁN, CHIMALTENANGO	DISEÑO: MARIO MELGAR QUIROA
CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL ACUEDUCTO	CÁLCULO: MARIO MELGAR QUIROA
	LEVANTAMIENTO: MARIO MELGAR QUIROA
ESCALA: 1 / 2 200	
FECHA: MARZO 2014	DIBUJO: MARIO MELGAR QUIROA
P: MARIO MELGAR QUIROA	P: INGA MAYRA REBECA GARCÍA BORJA DE SIERRA

RAMAL PRINCIPAL 8 E-81 A E-99

L=776.58Mts. TUBERIA PVC ϕ 1 1/2" 250 PSI Q=1.58 L/S S=3.08%

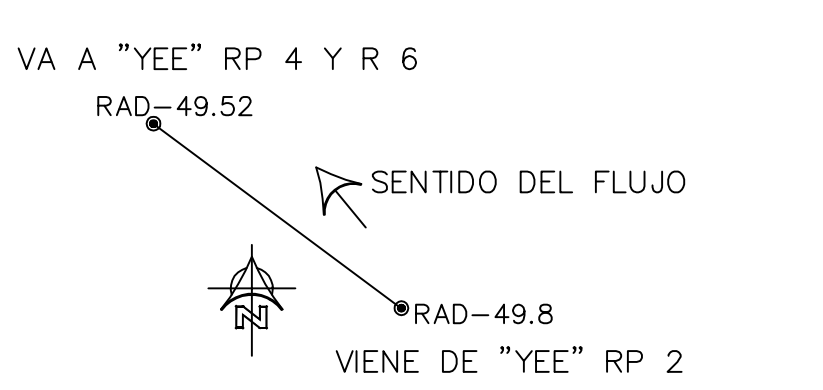


SIMBOLOGIA	
	MARCADOR DE PUNTO TOPOGRAFICO
	E-xxx ESTACION TOPOGRAFICA
	RAD-xxx RADIACION TOPOGRAFICA
	TANQUE DE CAPTACION
	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
	CRP CAJA ROMPE PRESION
	V.A VALVULA DE AIRE
	C.P. xxx COTA PIEZOMETRICA
	V.L VALVULA DE LIMPIEZA
	TAPON HEMBRA



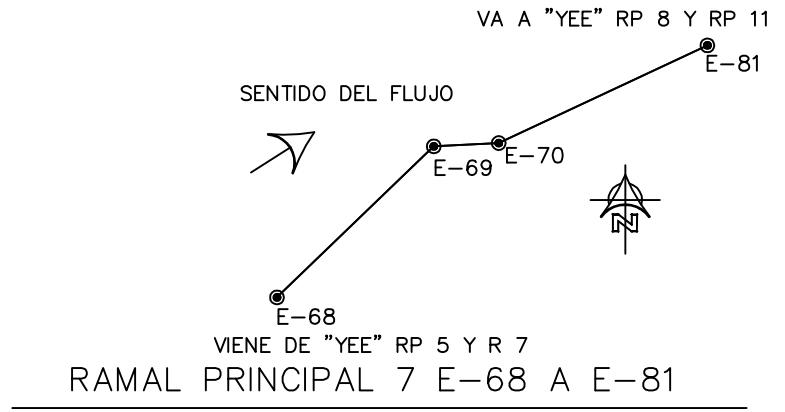
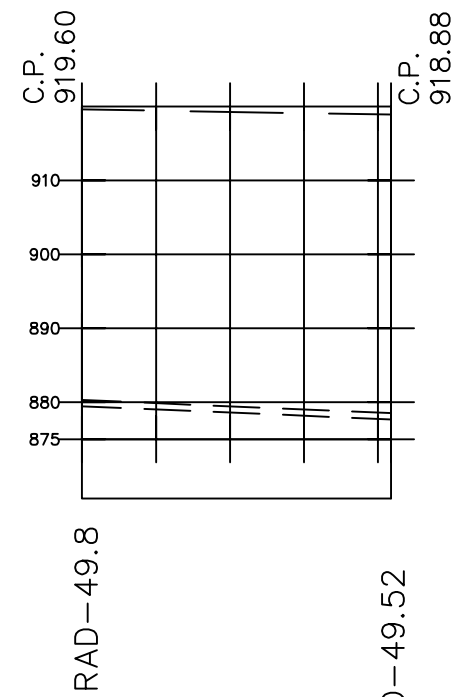
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA XEPAC, TECPÁN, CHIMALTENANGO	
LOCALIZACION: ALDEA XEPAC, TECPÁN, CHIMALTENANGO	DISEÑO: MARIO MELGAR QUIROA
CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL ACUEDUCTO	CÁLCULO: MARIO MELGAR QUIROA
	LEVANTAMIENTO: MARIO MELGAR QUIROA
	DIBUJO: MARIO MELGAR QUIROA
	FECHA: MARZO 2014
P: MARIO MELGAR QUIROA	P: INGA. MAYRA REBECA GARCÍA BORJA DE SIERRA



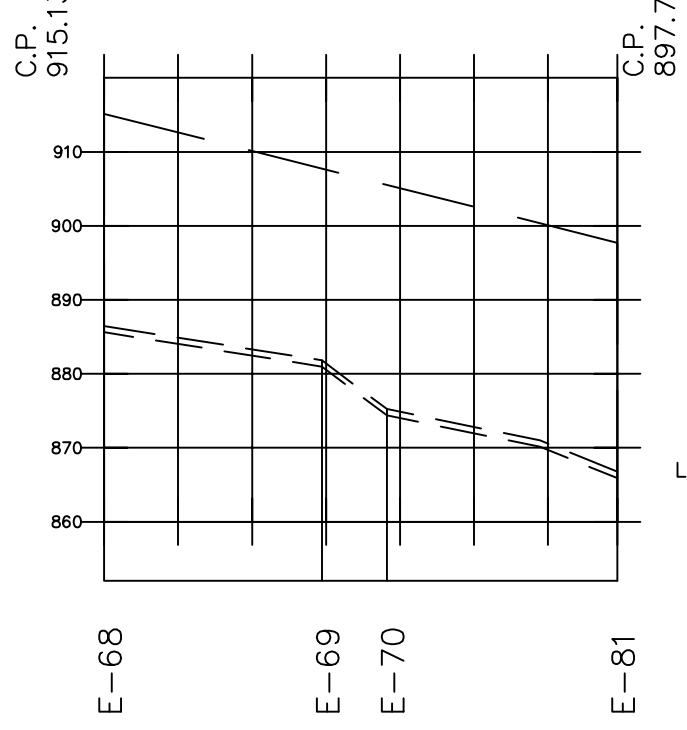
RAMAL PRINCIPAL 3 RAD-49.8 A RAD-49.52
L=41.77Mts. TUBERIA PVC ϕ 1 1/4" 250 PSI Q=0.81 L/S S=1.73%

-7 TUBOS-



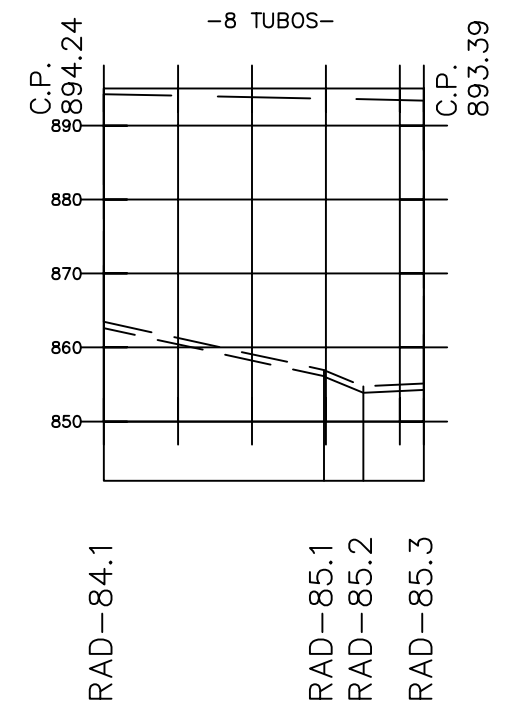
L=69.36Mts. TUBERIA PVC ϕ 1" 250 PSI Q=1.86 L/S S=25.1%

-12 TUBOS-



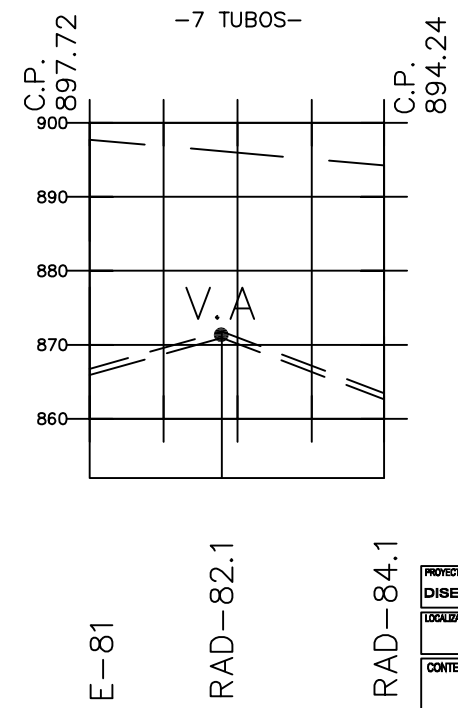
RAMAL 10 RAD-84.1 A RAD-85.3
L=43.25Mts. TUBERIA PVC ϕ 3/4" 250 PSI Q=0.26 L/S S=1.96%

-8 TUBOS-

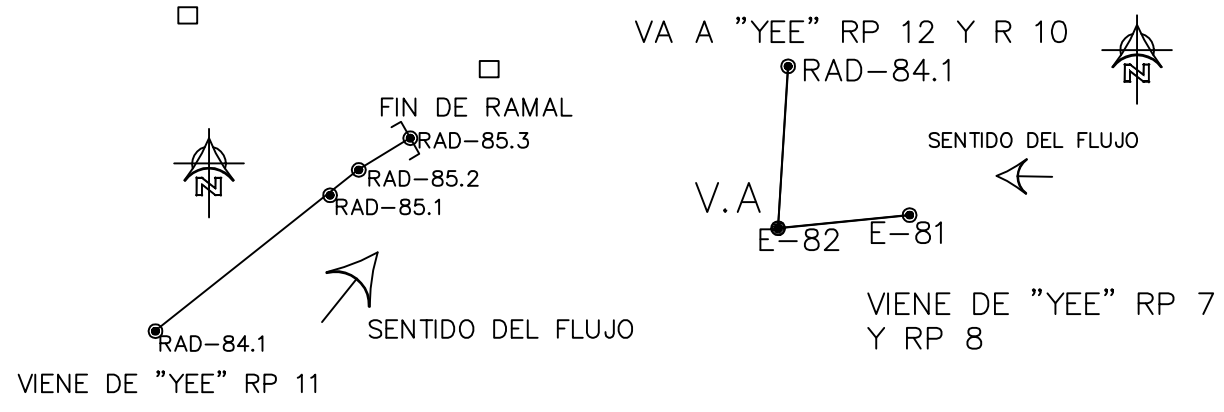


RAMAL PRINCIPAL 11 E-81 A RAD-84.1
L=39.80Mts. TUBERIA PVC ϕ 3/4" 250 PSI Q=0.58 L/S S=8.74%

-7 TUBOS-

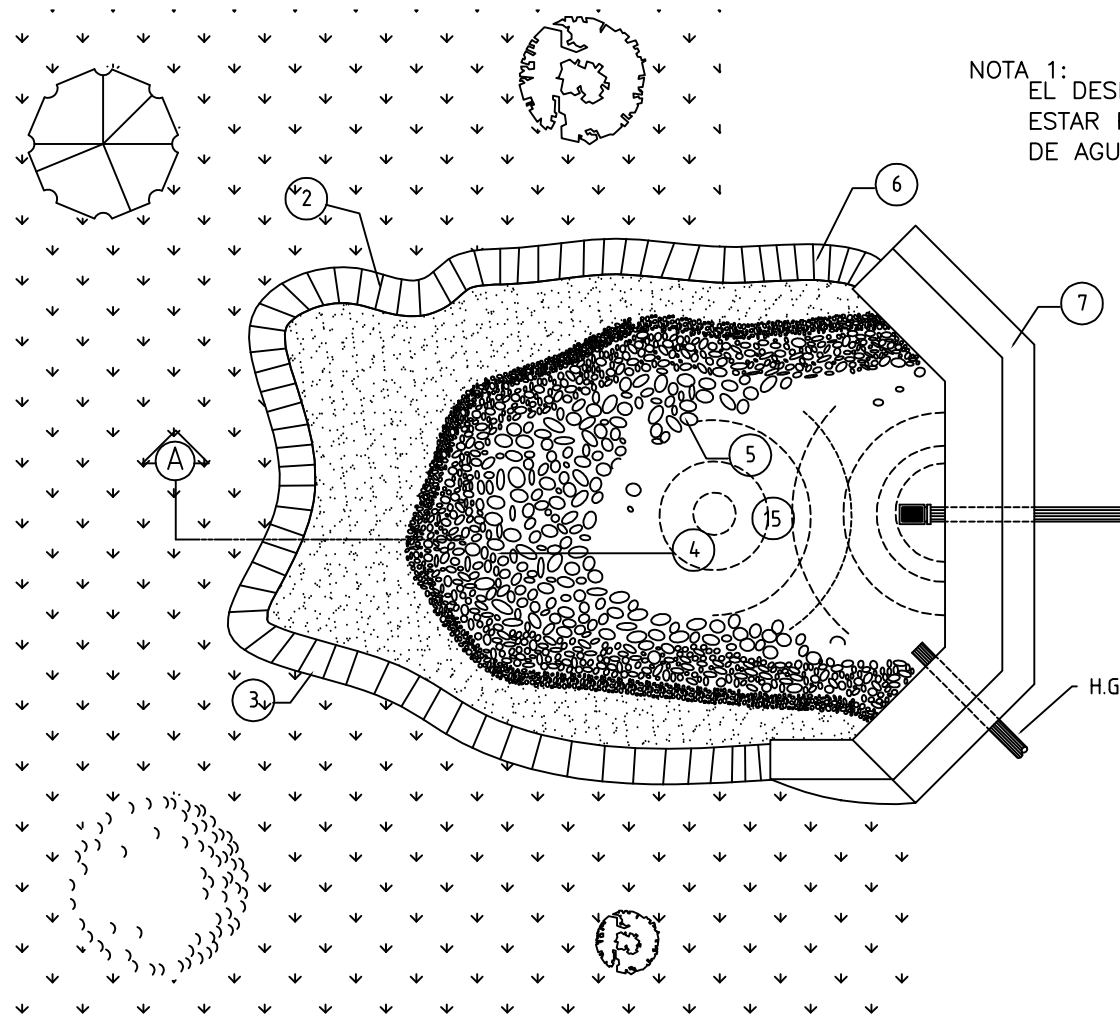
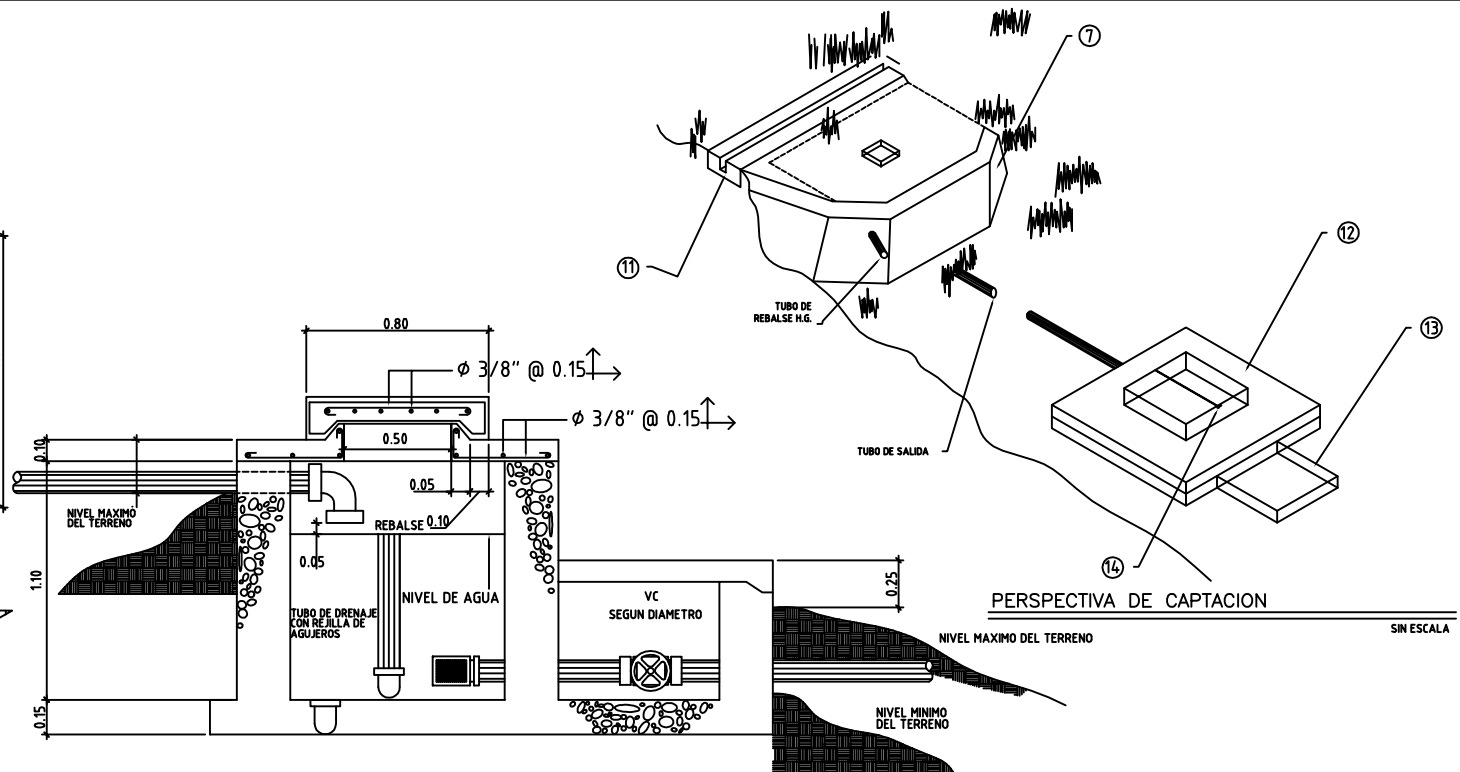
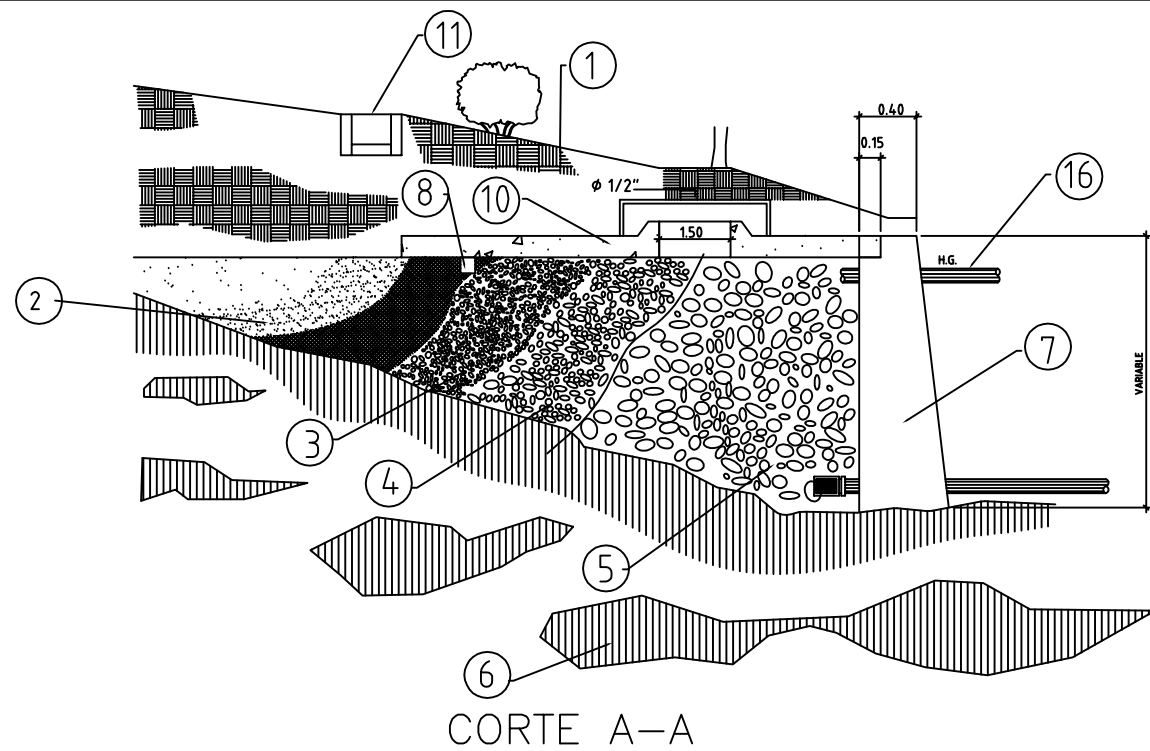


SIMBOLOGIA	
	MARCADOR DE PUNTO TOPOGRAFICO
	E-XXX
	RAD-XXX
	TANQUE DE CAPTACION
	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
	CRP
	V.A
	C.P. XXX
	V.L
	TAPON HEMBRA

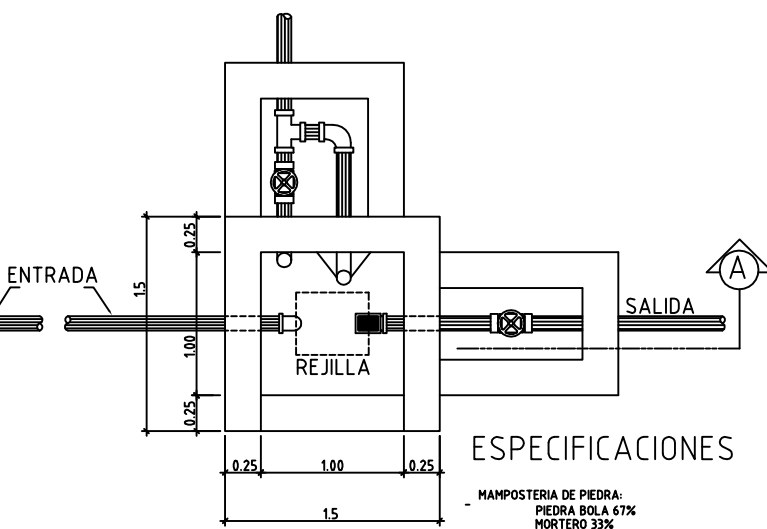


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA XEPAC, TECPÁN, CHIMALTENANGO	
LOCALIZACION: ALDEA XEPAC, TECPÁN, CHIMALTENANGO	DISEÑO: MARIO MELGAR QUIROA
CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL ACUEDUCTO	CÁLCULO: MARIO MELGAR QUIROA
	LEVANTAMIENTO: MARIO MELGAR QUIROA
	DIBUJO: MARIO MELGAR QUIROA
FECHA: MARZO 2014	ESCALA: 1 / 1 000
F. MARIO MELGAR QUIROA	F. INGA MAYRA REBECA GARCÍA BORJA DE BERRA



NOTA 1:
EL DESFOQUE DEL REBALSE DEBE ESTAR PROTEGIDO CON REJILLA DE AGUJEROS $\phi = 1/4"$



- ① TERRENO NATURAL
- ② ACUIFERO
- ③ GRAVA 1/2"
- ④ GRAVA 3"
- ⑤ PIEDRA BOLA DE 6"-10"
- ⑥ MANTO DE ROCA
- ⑦ MURO DE CONTENCIÓN DE MAMPOSTERIA
- ⑧ VIGA 0.20 X 0.20 4 ϕ 3/8" + EST. ϕ 1/4" @ 0.20
- ⑨ TAPADERA PARA INSPECCION
- ⑩ SELLO SANITARIO DE CONCRETO ESPESOR 8 cms.
- ⑪ CONTRACUNETA REVESTIDA
- ⑫ CAJA REUNIDORA
- ⑬ CAJA DE VALVULA DE COMPUERTA
- ⑭ CANDADO PARA INTERPERIE
- ⑮ DEPOSITO DE AGUA
- ⑯ REBALSE ϕ 4" MIN.

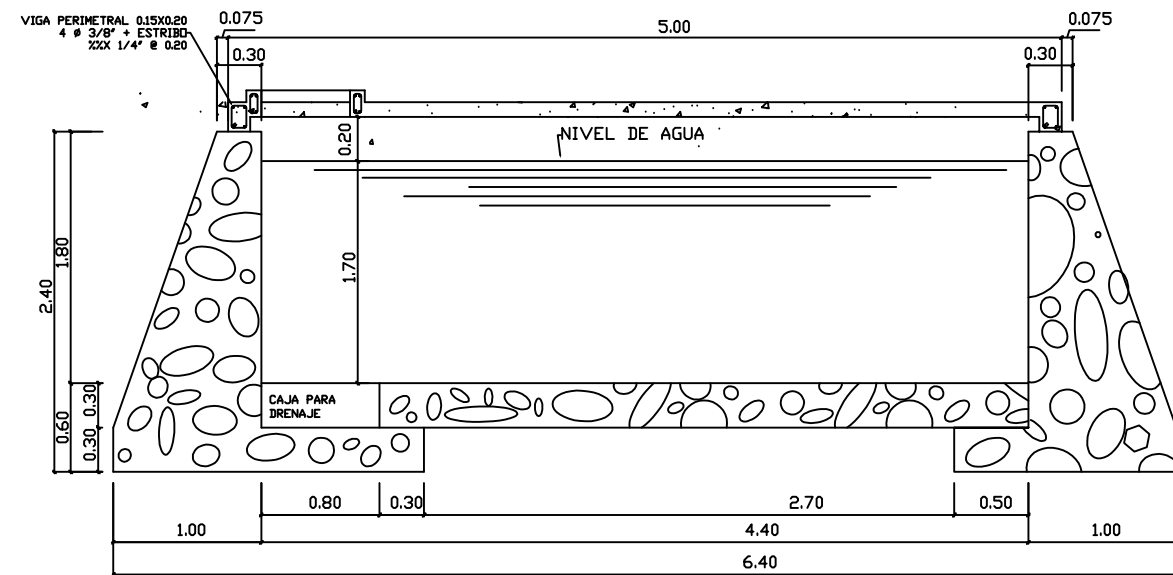
ESPECIFICACIONES

- MAMPOSTERIA DE PIEDRA:
PIEDRA BOLA 67%
MORTERO 33%
EL MORTERO A UTILIZAR SABIETA
PROPORCIÓN DE MEZCLA-CEMENTO-ARENA(1:2)
- CONCRETO:
 $F'c=210$ Kg./cm² 3000 Lbs./plg"
PROPORCIÓN DE MEZCLA-CEMENTO-ARENA-PIEDRIN (1:2:3)
- MUROS:
LOS MUROS DE MAMPOSTERIA DE PIEDRA DEBEN IMPERMEABILIZARSE POR MEDIO DE UNA CAPA DE SABIETA DE PROPORCIÓN CEMENTO-ARENA (1:2) DEBIDAMENTE ALISADA
- LOSAS:
LA LOSA DE CONCRETO DEBE DARSELE UN DESNIVEL DE 1% HACIA LOS LADOS Y LA SUPERFICIE DEBE QUEDAR CERNIDA CON CEMENTO-ARENA EN PROPORCIÓN (1:2)
- REFUERZO:
 $f_y = 2810$ Kg./cm²



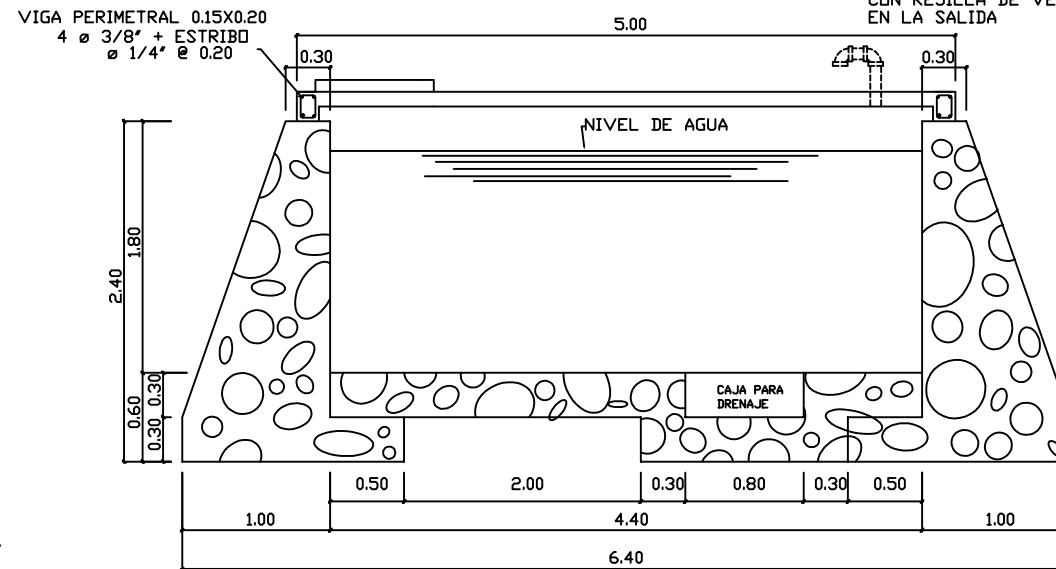
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA XEPAC, TECPÁN, CHIMALTENANGO		DISEÑO: MARIO MELGAR QUIROA	
LOCALIZACIÓN: ALDEA XEPAC TECPÁN, CHIMALTENANGO		CÁLCULO: MARIO MELGAR QUIROA	
CONTENIDO: DETALLE DE CAPTACION		LEVANTAMIENTO: MARIO MELGAR QUIROA	
ESCALA: SIN ESCALA		DIBUJO: MARIO MELGAR QUIROA	
FECHA: MARZO 2014		FECHA: MARZO 2014	
P: MARIO MELGAR QUIROA		P: ING. MYRA REBECA GARCÍA BORJA DE SIERRA	



SECCION A-A

ESCALA 1:25

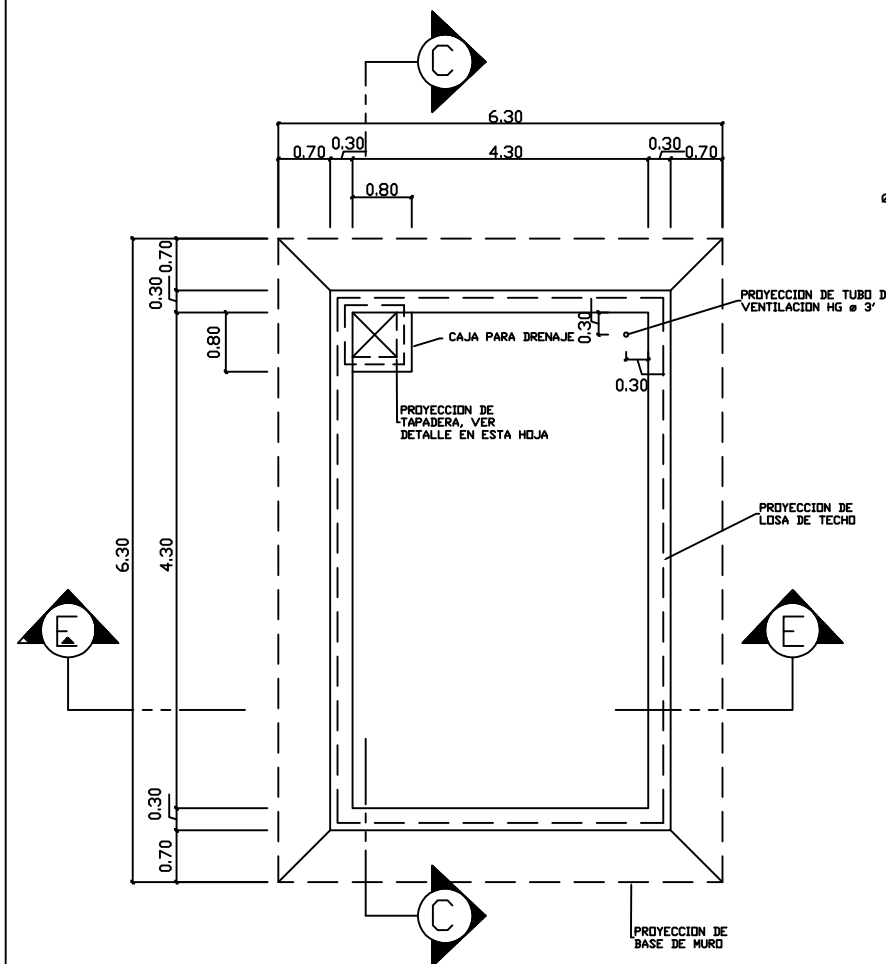


SECCION B-B

ESCALA 1:25

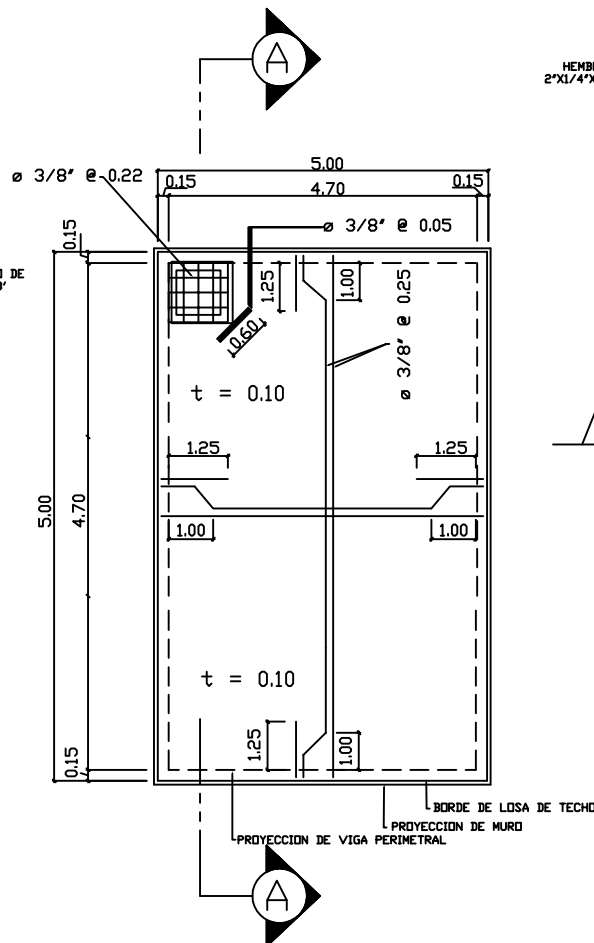
DETALLE DE TAPADERA

ESCALA 1:10



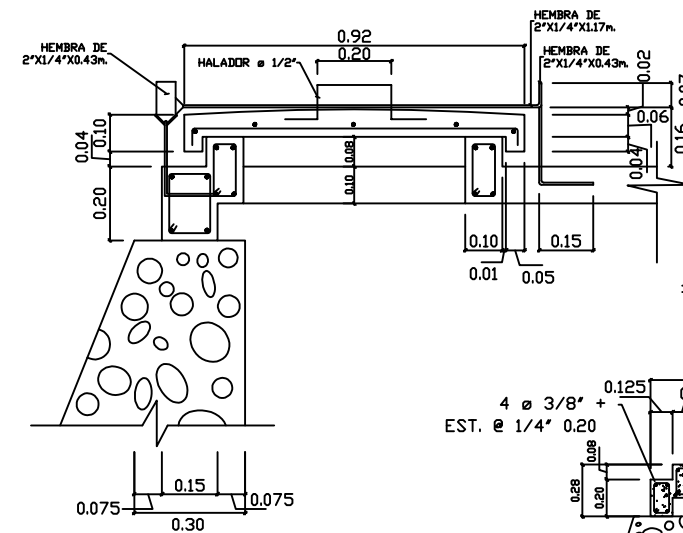
PLANTA DE TANQUE

ESCALA 1:50



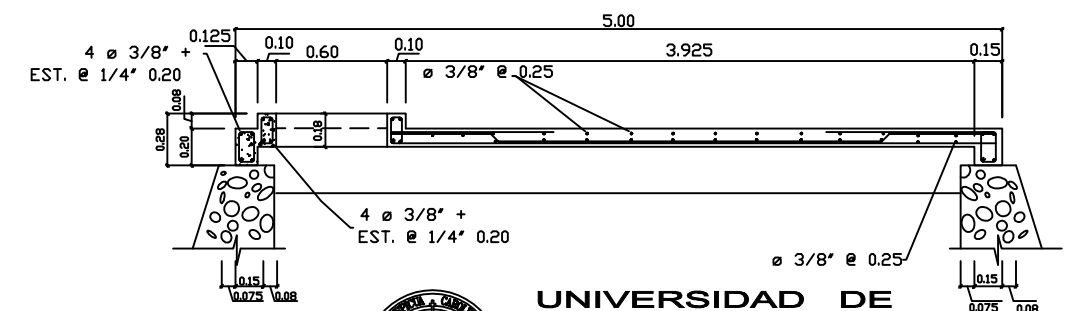
PLANTA DE LOSA DE TECHO

ESCALA 1:50



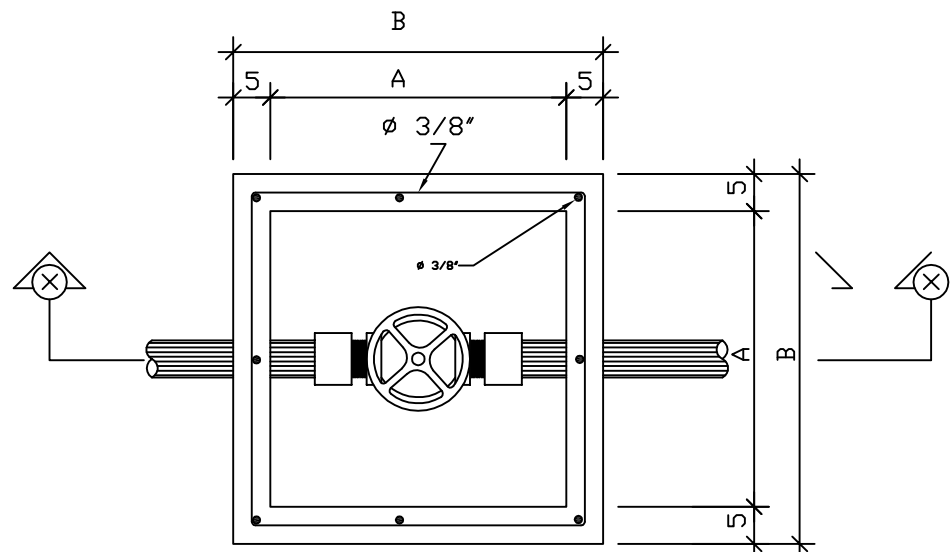
SECCION A-A

ESCALA 1:20

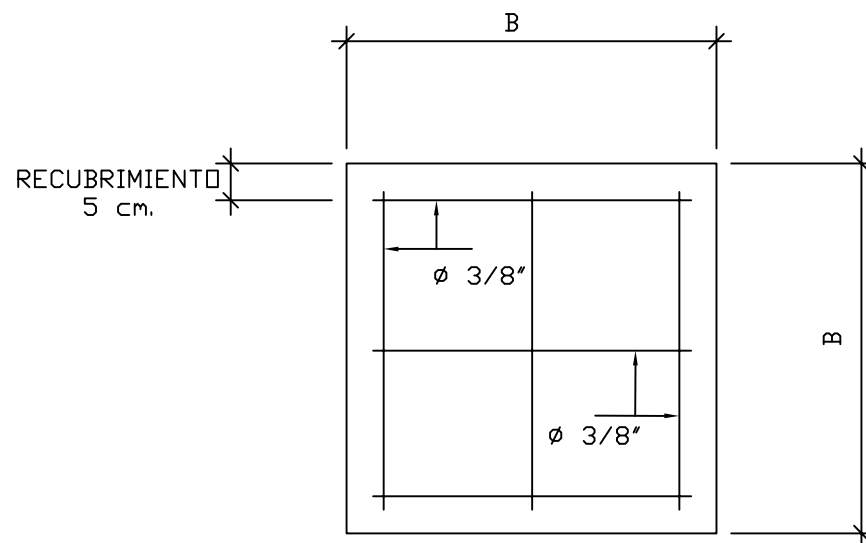


UNIVERSIDAD DE
SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA XEPAC, TECPÁN, CHIMALTENANGO	
LOCALIZACION: ALDEA XEPAC TECPÁN, CHIMALTENANGO	DISEÑO: MARIO MELGAR QUIROA
CONTENIDO: DETALLE DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO	CÁLCULO: MARIO MELGAR QUIROA
	LEVANTAMIENTO: MARIO MELGAR QUIROA
	DIBUJO: MARIO MELGAR QUIROA
	FECHA: FEBRERO DE 2014
F. MARIO MELGAR QUIROA	F. INGA MYRA REBECA GARCÍA SORIA DE SIERRA

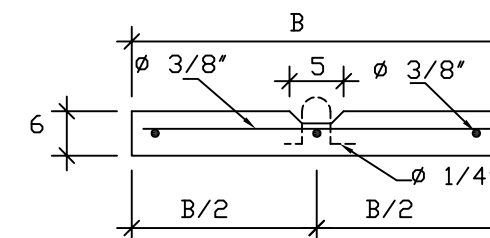


PLANTA
CAJA PARA VALVULAS ESCALA 1:5

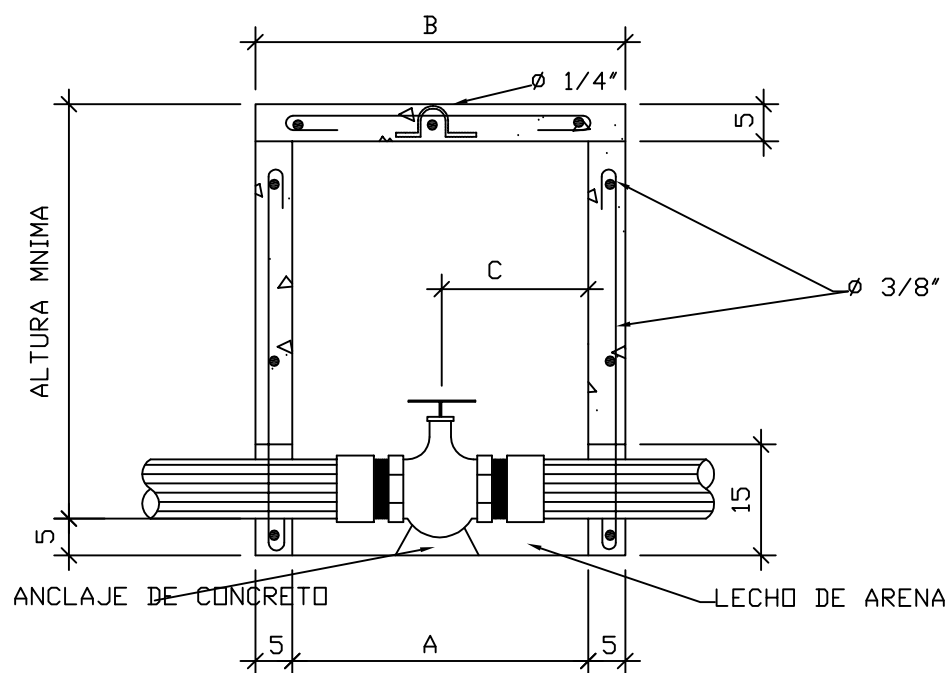


PLANTA
CAJA PARA VALVULAS ESCALA 1:5

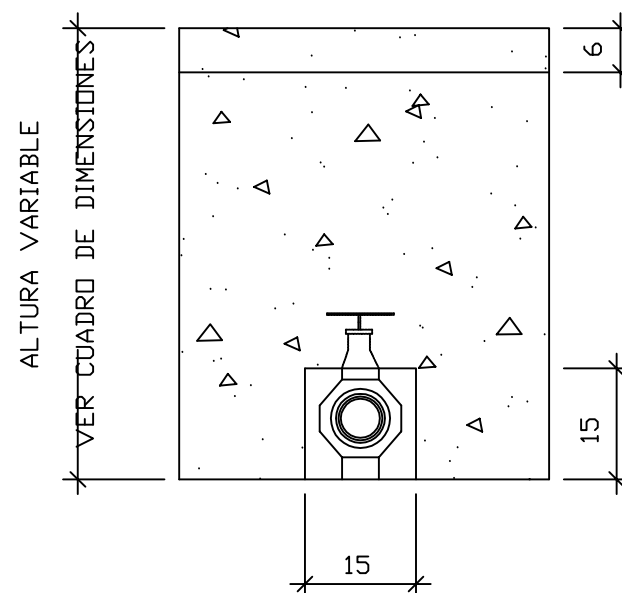
DIMENSIONES EN cms.				
Ø	A	B	C	ALTURA MINIMA
1/2"	30	40	15	30
3/4"	30	40	15	30
1"	35	45	17.5	45
1.1/4"	35	45	17.5	45
1.1/2"	40	50	20	50



DETALLE
TAPADERA DE CAJA PARA VALVULAS ESCALA 1:5



CORTE X-X
CAJA PARA VALVULAS ESCALA 1:5



ELEVACION
CAJA PARA VALVULAS ESCALA 1:5

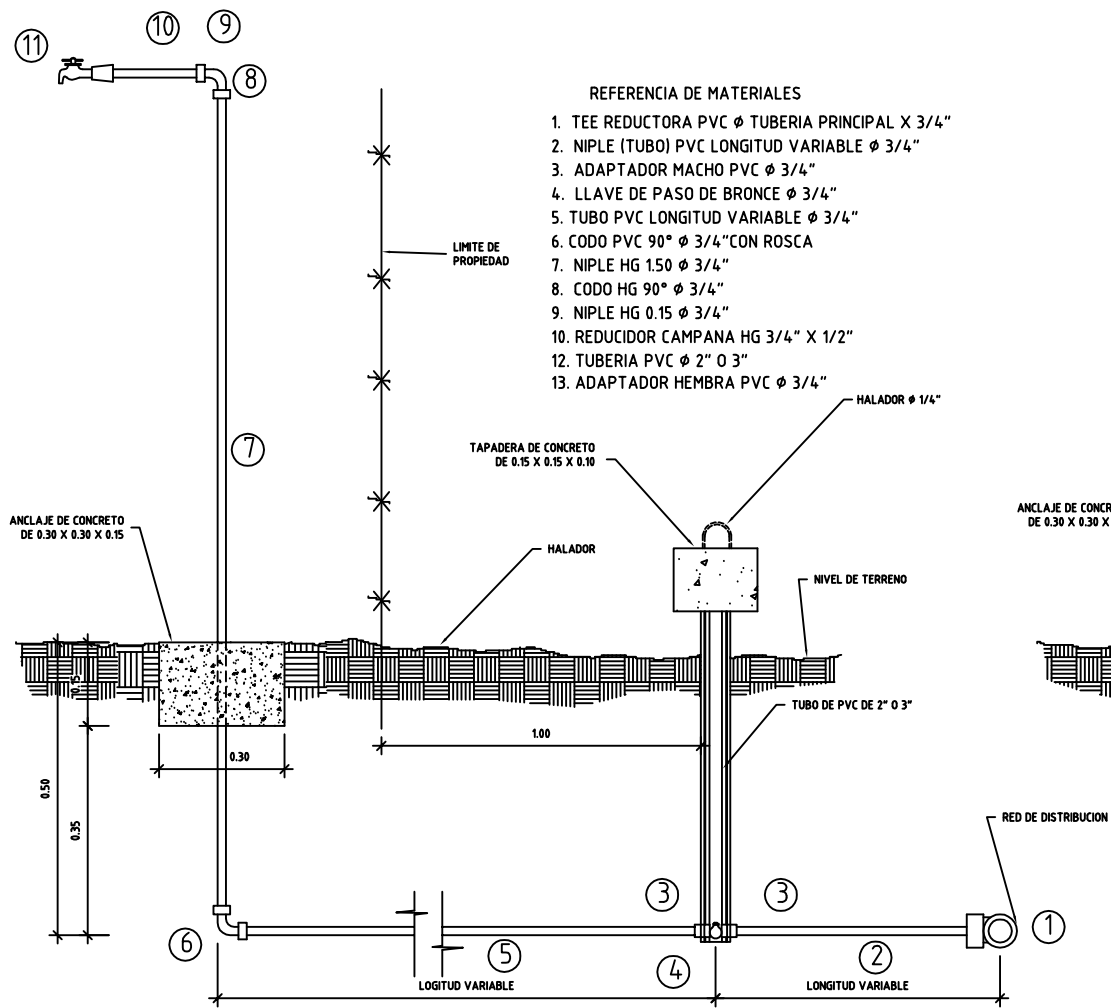
NOTAS:

- 1- LAS VALVULAS SE ASENTARAN SOBRE UN LECHO DE ARENA PARA FACILITAR EL DRENAJE
- 2- LAS CAJAS Y TAPADERAS SE CONSTRUIRAN DE CONCRETO F'c = 210 kg/cm²
- 3- TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN CENTIMETROS
- 4- EL HIERRO DE REFUERZO SERA DE Ø 3/8"
- 5- TODAS LAS PAREDES IRAN ALIZADAS CON SABIETAS PROPORCION 1 CEMENTO, 2 ARENA DE RIO

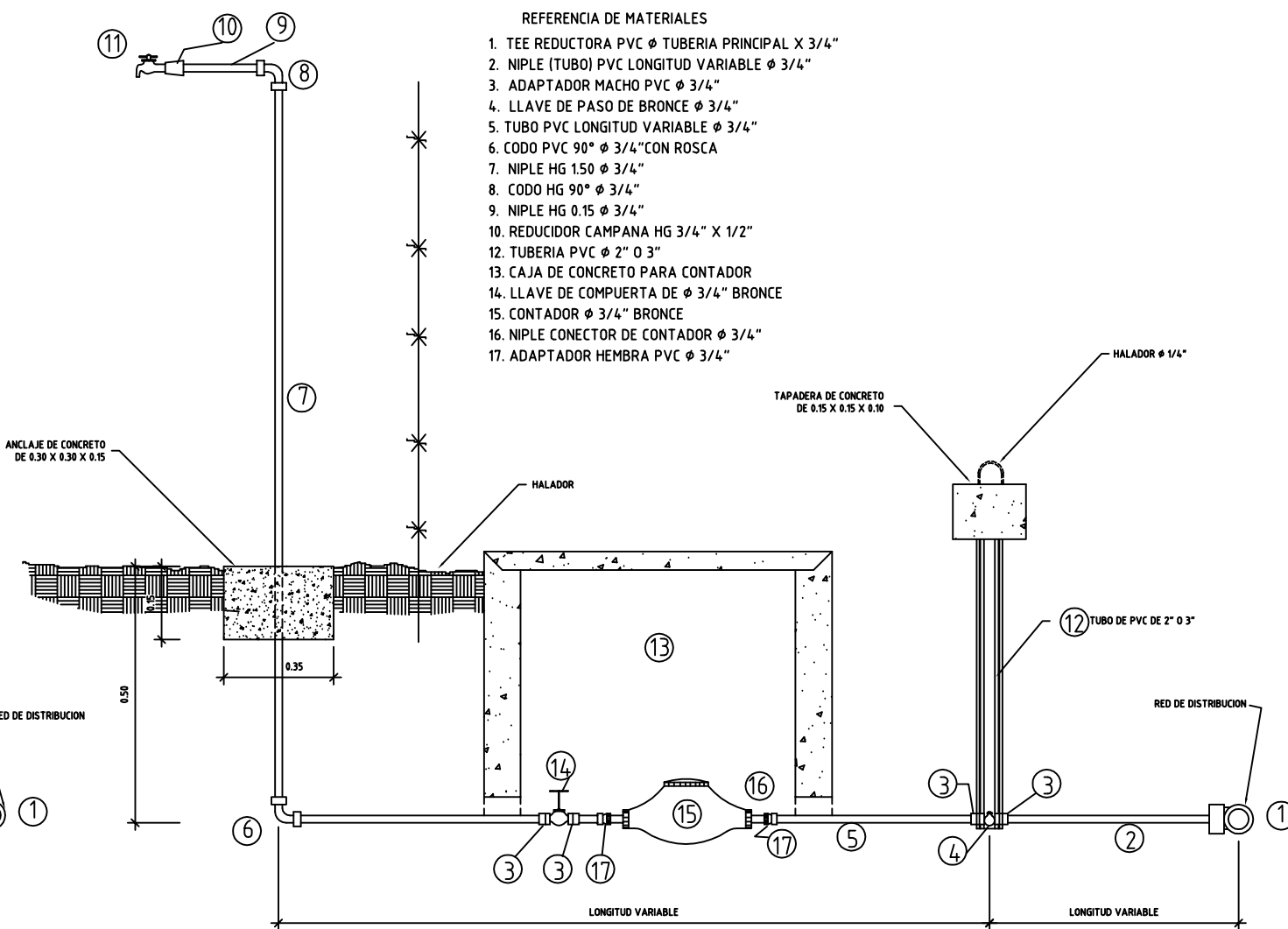


UNIVERSIDAD DE
SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA XEPAC, TECPÁN, CHIMALTENANGO	
LOCALIZACION: ALDEA XEPAC TECPÁN, CHIMALTENANGO	DISEÑO: MARIO MELGAR QUIROA
CONTENIDO: DETALLE DE VALVULAS	CÁLCULO: MARIO MELGAR QUIROA
	LEVANTAMIENTO: MARIO MELGAR QUIROA
	DIBUJO: MARIO MELGAR QUIROA
	FECHA: FEBRERO DE 2014
F. MARIO MELGAR QUIROA	F. INGA MYRA REBECA GARCÍA SORIA DE SIERRA



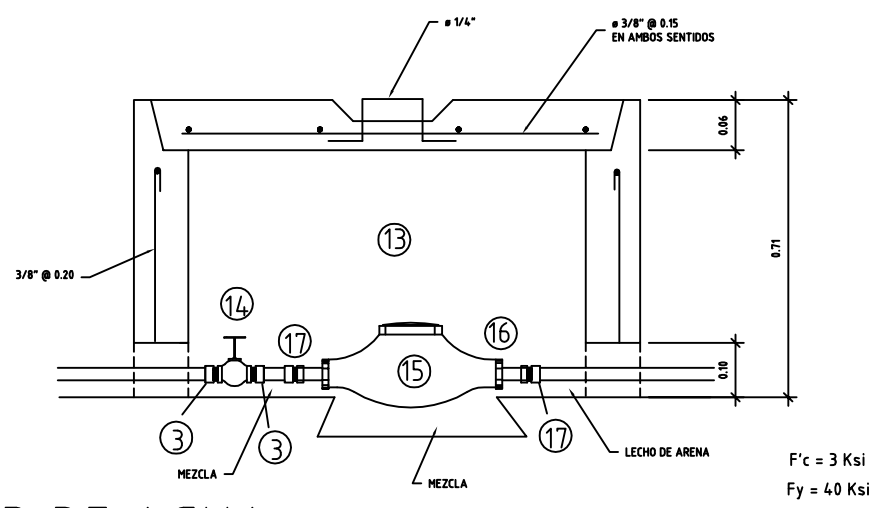
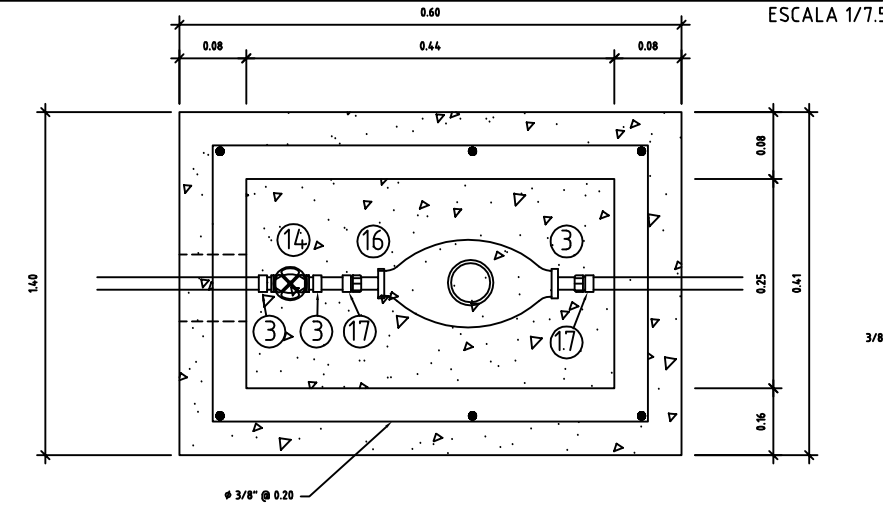
- REFERENCIA DE MATERIALES
1. TEE REDUCTORA PVC ϕ TUBERIA PRINCIPAL X 3/4"
 2. NIPL (TUBO) PVC LONGITUD VARIABLE ϕ 3/4"
 3. ADAPTADOR MACHO PVC ϕ 3/4"
 4. LLAVE DE PASO DE BRONCE ϕ 3/4"
 5. TUBO PVC LONGITUD VARIABLE ϕ 3/4"
 6. CODO PVC 90° ϕ 3/4" CON ROSCA
 7. NIPL HG 1.50 ϕ 3/4"
 8. CODO HG 90° ϕ 3/4"
 9. NIPL HG 0.15 ϕ 3/4"
 10. REDUCIDOR CAMPANA HG 3/4" X 1/2"
 12. TUBERIA PVC ϕ 2" O 3"
 13. ADAPTADOR HEMBRA PVC ϕ 3/4"



- REFERENCIA DE MATERIALES
1. TEE REDUCTORA PVC ϕ TUBERIA PRINCIPAL X 3/4"
 2. NIPL (TUBO) PVC LONGITUD VARIABLE ϕ 3/4"
 3. ADAPTADOR MACHO PVC ϕ 3/4"
 4. LLAVE DE PASO DE BRONCE ϕ 3/4"
 5. TUBO PVC LONGITUD VARIABLE ϕ 3/4"
 6. CODO PVC 90° ϕ 3/4" CON ROSCA
 7. NIPL HG 1.50 ϕ 3/4"
 8. CODO HG 90° ϕ 3/4"
 9. NIPL HG 0.15 ϕ 3/4"
 10. REDUCIDOR CAMPANA HG 3/4" X 1/2"
 12. TUBERIA PVC ϕ 2" O 3"
 13. CAJA DE CONCRETO PARA CONTADOR
 14. LLAVE DE COMPUERTA DE ϕ 3/4" BRONCE
 15. CONTADOR ϕ 3/4" BRONCE
 16. NIPL CONECTOR DE CONTADOR ϕ 3/4"
 17. ADAPTADOR HEMBRA PVC ϕ 3/4"

CONEXION DOMICILIAR TIPICA TIPO 1

CONEXION DOMICILIAR TIPICA TIPO 2



DETALLE DE CAJA PARA CONTADOR DE AGUA

F'c = 3 Ksi
Fy = 40 Ksi



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

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA XEPAC, TEPÁN, CHIMALTENANGO		DISEÑO: MARIO MELGAR QUIROA
LOCALIZACION: ALDEA XEPAC TEPÁN, CHIMALTENANGO		CÁLCULO: MARIO MELGAR QUIROA
CONTENIDO: DETALLE DE CONECCION DOMICILIAR		LEVANTAMIENTO: MARIO MELGAR QUIROA
ESCALA: SIN ESCALA		DIBUJO: MARIO MELGAR QUIROA
FECHA: INDICAR ESCALA		INDICAR ESCALA
P. MARIO MELGAR QUIROA	P. INGA. MYRA REBECA GARCÍA SORIA DE SIERRA	18/18