



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA  
POTABLE PARA LA COMUNIDAD SECTOR SAN FELIPE, SAN  
JOSÉ CHACAYÁ, SOLOLÁ**

**Manuel Eduardo López García**

Asesorado por la Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto

Guatemala, octubre de 2010



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA  
POTABLE PARA LA COMUNIDAD SECTOR SAN FELIPE, SAN  
JOSÉ CHACAYÁ, SOLOLÁ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**MANUEL EDUARDO LÓPEZ GARCÍA**

ASESORADO POR LA INGA. CHRISTA DEL ROSARIO CLASSON DE PINTO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2010



# UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



## FACULTAD DE INGENIERÍA

### NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

<b>DECANO</b>	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
<b>VOCAL I</b>	Ing. Glenda Patricia García Soria
<b>VOCAL II</b>	Inga. Alba Maritza Guerrero Spínola de López
<b>VOCAL III</b>	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
<b>VOCAL IV</b>	Br. Luis Pedro Ortíz de León
<b>VOCAL V</b>	Agr. José Alfredo Ortíz Herincx
<b>SECRETARIO</b>	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

### TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

<b>DECANO</b>	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
<b>EXAMINADOR</b>	Ing. Claudio César Castañón Contreras
<b>EXAMINADOR</b>	Ing. Julio Benjamín Corado Franco
<b>EXAMINADOR</b>	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
<b>SECRETARIA</b>	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas



## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

### **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD SECTOR SAN FELIPE, SAN JOSÉ CHACAYÁ, SOLOLÁ,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, el 12 de agosto de 2009.

**MANUEL EDUARDO LÓPEZ GARCÍA.**







Guatemala 09 de julio de 2010.  
Ref.EPS.DOC.717.07.10.

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

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

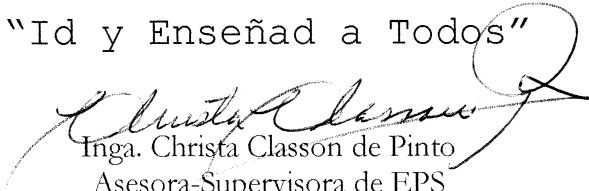
Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Manuel Eduardo López García** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **200113287**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD SECTOR SAN FELIPE, SAN JOSÉ CHACAYÁ, SOLOLÁ”**.

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

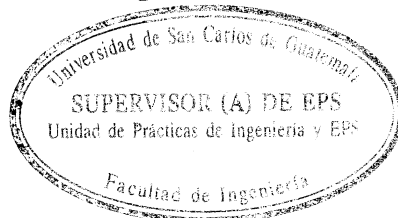
Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

  
Inga. Christa Classón de Pinto  
Asesora-Supervisora de EPS  
Área de Ingeniería Civil

c.c. Archivo  
CCdP/ra







Guatemala, 09 de julio de 2010.

Ref.EPS.D.487.07.10

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

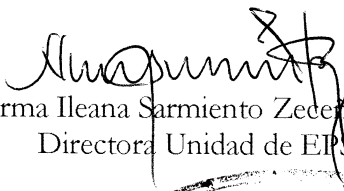
Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

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 COMUNIDAD SECTOR SAN FELIPE, SAN JOSÉ CHACAYÁ, SOLOLÁ"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Manuel Eduardo López García**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Christa Classon de Pinto.

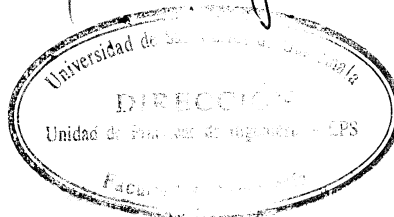
Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte de la Asesora -Supervisora de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,  
"Id y Enseñad a Todos"

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

NISZ/ra







Guatemala,  
22 de julio de 2010

Ingeniero  
Hugo Leonel Montenegro Franco  
Director de la Escuela de Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ing. Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD SECTOR SAN FELIPE, SAN JOSÉ CHACAYÁ, SOLOLÁ**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Manuel Eduardo López García, quien contó con la asesoría de la Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto.

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

Atentamente,

¡DID Y ENSEÑAD A TODOS

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



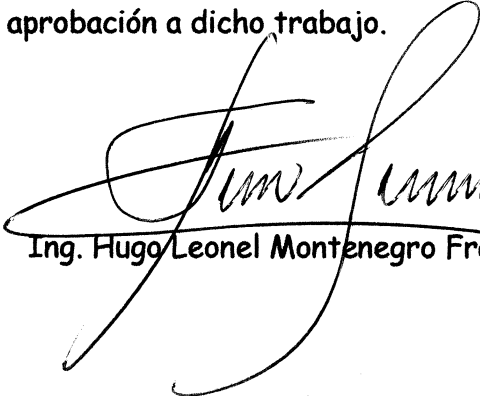
FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
HIDRAULICA  
USAC


/bbdeb.





El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen de la Asesora Inga. Christa Classon de Pinto y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Manuel Eduardo López García, titulado DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD SECTOR SAN FELIPE, SAN JOSÉ CHACAYÁ, SOLOLÁ, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

  
Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, octubre de 2010

/bbdeb.



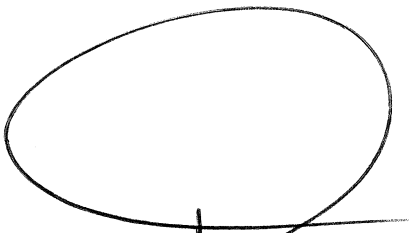




DTG. 321.2010

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD SECTOR SAN FELIPE, SAN JOSÉ CHACAYÁ, SOLOLÁ**, presentado por el estudiante universitario **Manuel Eduardo López García**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Decano

Guatemala, 14 de octubre de 2010

/gdech





## **AGRADECIMIENTOS**

### **A DIOS**

Como fuente de sabiduría y conocimiento para alcanzar esta grandiosa meta.

### **A MIS PADRES**

Por su paciencia, ayuda incondicional, sabios consejos, por brindarme el amor y esperanza para alcanzar mis sueños e ideales.

### **A MI ESPOSA**

Por ser mi apoyo y ayuda idónea, gracias a ella, su amor y paciencia. Todo lo logrado hasta este momento no podría haberse realizado y en especial, el presente trabajo representa el esfuerzo que a través de sus consejos, dirección y esfuerzo compartido se ven plasmados en el presente documento.

### **A MI HIJO**

El regalo más grande que Dios me ha dado, que llena mi vida de alegría cada día y ha sido la motivación que me impulsa a ser mejor.

### **A MI HERMANA**

Deseándole que mi logro sirva de inspiración para alcanzar sus metas.



**A MIS FAMILIARES**

Con los que comparto este triunfo y orgullo.

**A TODOS LOS CATEDRATICOS**

Que hicieron posible mi formación en esta Facultad.

**A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS**

Por su entrañable amistad y momentos compartidos.

**A INGA CHRISTA CLASSON**

Por su asesoría y apoyo brindado para la realización de este trabajo de graduación, sin el cual jamás hubiera sido posible.

**AL PROGRAMA  
FONAPAZ-PROCHISOTOTO-BCIE**

Por haberme dado la oportunidad de iniciar mi vida profesional y la confianza de realizar mi Ejercicio Profesional Supervisado.

**A LA FACULTAD DE INGENIERÍA**

Por ser la facilitadora de la adquisición del conocimiento técnico y científico que me permitió obtener el título de Ingeniero Civil.

**A LA UNIVERSIDAD DE  
SAN CARLOS DE GUATEMALA**

Mi alma mater y segunda casa que me inspiró para seguir esta carrera.



## **ACTO QUE DEDICO**

<b>A DIOS</b>	Por toda la sabiduría
<b>A MIS PADRES</b>	Manuel Eduardo Blanca Eluvia
<b>A MI ESPOSA</b>	Cristina Alejandra
<b>A MI HIJO</b>	Eduardo Sebastián
<b>A MI HERMANA</b>	Blanca Judith
<b>A MI ASESORA</b>	Inga. Christa Classon
<b>A MIS FAMILIARES</b>	Abuelitos, tíos, tías, primos y primas

A todas las personas que de alguna manera colaboraron en mi formación profesional.





## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES _____	V
LISTA DE SÍMBOLOS _____	VII
GLOSARIO _____	IX
RESUMEN _____	XIII
OBJETIVOS _____	XV
INTRODUCCIÓN _____	XVII

### 1. Aspectos generales

1.1. Monografía _____	1
1.1.1. Ubicación _____	1
1.1.2. Límites y colindancias _____	1
1.1.3. Clima _____	2
1.1.4. Topografía _____	2
1.1.5. Vías de acceso _____	3
1.1.6. Aspectos de salud _____	4
1.2. Características sociales _____	4
1.2.1. Aspectos generales _____	4
1.2.2. Datos de la población _____	5
1.2.3. Educación _____	6
1.2.4. Energía eléctrica _____	7
1.2.5. Agua potable _____	7
1.2.6. Drenajes _____	8
1.2.7. Investigación sobre las necesidades prioritarias de la comunidad _____	8

## **2. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad Sector San Felipe**

2.1	Fuente de abastecimiento _____	9
2.2	Aforos _____	10
2.3	Estudio de la calidad del agua y sus normas _____	10
2.3.1	Examen bacteriológico _____	10
2.3.2	Análisis físico-químico _____	11
2.4	Consideraciones para el diseño _____	11
2.4.1	Estudio topográfico _____	11
2.4.1.1	Altimetría _____	11
2.4.1.2	Planimetría _____	12
2.4.2	Periodo de diseño _____	12
2.4.3	Crecimiento de la población _____	13
2.4.3.1	Tasa de crecimiento _____	13
2.4.3.2	Método de incremento geométrico _____	13
2.4.4	Caudal de aforo _____	14
2.4.5	Dotación _____	14
2.4.6	Factores de consumo _____	15
2.4.6.1	Factor de día máximo (F.D.M) _____	15
2.4.6.2	Factor de hora máximo (F.H.M.) _____	16
2.4.7	Caudales de diseño _____	16
2.4.7.1	Caudal medio diario _____	16
2.4.7.2	Caudal máximo diario _____	17
2.4.7.3	Caudal máximo horario _____	17
2.4.8	Cálculo hidráulico _____	18
2.4.8.1	Diseño de la línea de conducción _____	18
2.4.8.2	Diseño del tanque de distribución _____	21
2.4.8.3	Diseño de la red de distribución _____	33
2.4.9	Obras de arte _____	36

2.4.9.1	Caja de captación _____	36
2.4.9.2	Caja de válvulas _____	37
2.4.9.3	Pasos de zanjón _____	38
2.4.9.4	Conexión predial _____	39
2.4.9.5	Desinfección _____	39
2.4.10	Tipos de tubería _____	40
2.4.11	Tipos de accesorios _____	41
2.5	Programa de operación y mantenimiento _____	42
2.6	Propuesta de tarifa _____	43
2.7	Planos _____	46
2.8	Presupuesto _____	46
2.9	Cronogramas _____	59
2.9.1	Cronograma de inversión _____	59
2.9.2	Cronograma de ejecución _____	60
2.10	Evaluación de impacto ambiental _____	61
2.11	Evaluación socio-económica _____	63
2.11.1	Valor presente neto _____	63
2.11.2	Tasa interna de retorno _____	65
<b>CONCLUSIONES</b> _____		67
<b>RECOMENDACIONES</b> _____		69
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> _____		71
<b>APÉNDICES</b> _____		73
<b>ANEXOS</b> _____		79



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1. Mapa de localización del municipio de San José Chacayá _____	1
2. Dimensiones de losa _____	22
3. Diagrama de momentos _____	26
4. Diagrama de fuerzas y dimensiones del muro _____	29

### TABLAS

I. Caudal promedio de aforo manantial Sector San Felipe _____	10
II. Aforo manantial Sector San Felipe _____	14
III. Dotación mínima de agua potable, según UNEPAR _____	15
IV. Área de acero y espaciamiento _____	27
V. Cálculo de momentos que soportan los muros _____	30
VI. Cuantificación de materiales y mano de obra _____	46
VII. Resumen del presupuesto de agua potable _____	58
VIII. Evaluación de impacto ambiental de agua potable _____	62
IX. Costos de la red de distribución de agua potable _____	63



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>A</b>	Área.
<b>H</b>	Altura.
<b>AMT</b>	Altura mínima por tráfico.
<b>C</b>	Coeficiente de fricción, coeficiente de la capacidad hidráulica de tubería (adimensional).
<b>Cm</b>	Centímetro.
<b>CPz</b>	Cota piezométrica.
<b>CT</b>	Cota de terreno.
<b>n</b>	Coeficiente de rugosidad.
<b>PVC</b>	Cloruro de polivinilo (material del tubo plástico).
<b>QDM</b>	Caudal de día máximo.
<b>QMD</b>	Caudal medio diario.
<b>D</b>	Diámetro.
<b>Dot</b>	Dotación.
<b>E</b>	Estación.
<b>EPS</b>	Ejercicio Profesional Supervisado.
<b>fy</b>	Esfuerzo de fluencia del acero.
<b>FHM</b>	Factor de hora máximo.
<b>FQM</b>	Factor de caudal medio.
<b>gpm</b>	Galones por minuto.
<b>Ha</b>	Hectárea.
<b>Hab</b>	Habitante.
<b>Hg</b>	Hierro galvanizado.
<b>INFOM</b>	Instituto Nacional de Fomento Municipal.
<b>Km</b>	Kilómetro.
<b>L</b>	Longitud.
<b>l/s</b>	Litro por segundo.

<b>Lts/hab/día</b>	Litro por habitante por día (dotación).
<b>P.S.I.</b>	Libras por pulgada cuadrada (lb/pul <sup>2</sup> ).
<b>m</b>	Metro.
<b>m/s</b>	Metro por segundo.
<b>mca</b>	Metros columna de agua.
<b>β</b>	Peso específico del agua expresado en lb./pie <sup>3</sup> .
<b>P</b>	Presión.
<b>P.U.</b>	Precio unitario en quetzales.
<b>P.D.</b>	Período de diseño.
<b>S</b>	Pendiente del terreno.
<b>H<sub>f</sub></b>	Pérdida de carga.
<b>f'<sub>c</sub></b>	Resistencia a la compresión del concreto
<b>Seg</b>	Segundos.
<b>TIR</b>	Tasa interna de retorno.
<b>VPN</b>	Valor presente neto.



## GLOSARIO

<b>Accesorios</b>	Elementos secundarios en los ramales de tuberías, tales como codos, nipples, tees, coplas, etc.
<b>Aforo</b>	Operación que consiste en medir un caudal de agua. Es la producción de una fuente expresada en litros por segundo, galones por minuto.
<b>Agua potable</b>	Es el agua apta para consumo humano, sanitariamente segura, además de ser inodora, incolora, insípida y agradable a los sentidos.
<b>Altimetría</b>	Parte de la topografía que enseña a medir alturas.
<b>Azimut</b>	Es el ángulo formado por la dirección horizontal y la del norte verdadero, determinado astronómicamente. El azimut se mide sobre el plano horizontal en el sentido de las agujas del reloj.
<b>Bacterias</b>	Organismos unicelulares microscópicos. No necesitan de la luz para su proceso de vida.
<b>Carga estática</b>	También llamada presión estática. Es la distancia vertical que existe entre la superficie libre de la fuente de abastecimiento a la caja rompe presión o tanque de distribución; el punto de descarga libre se mide en metros columna de agua (m.c.a.)

<b>Carga dinámica</b>	También llamada carga hidráulica o presión dinámica. Es la altura que alcanzaría en agua un tubo piezométrico, a partir del eje central a lo largo de una tubería con agua a presión.
<b>Caudal</b>	Volumen de agua que pasa por unidad de tiempo, su simbología es litro por segundo, metros cúbicos por segundo, galones por minuto.
<b>Consumo</b>	Volumen de agua que es utilizado. Está en función de una serie de factores inherentes a la propia localidad que se abastece, por lo que varía de una población a otra.
<b>Cota de terreno</b>	Altura de un punto de terreno, referido a un nivel determinado.
<b>Cota piezométrica</b>	Máxima presión dinámica en cualquier punto de la línea de conducción o distribución, es decir, la altura que alcanzaría una columna de agua si en dicho punto se colocara un manómetro.
<b>Demanda</b>	Es la cantidad de agua que una población requiere para satisfacer sus necesidades.
<b>Dotación</b>	Cantidad de agua necesaria en la población para su supervivencia en un día. Se expresa en litros/habitante/día.
<b>Pérdida de carga</b>	Es la energía por masa unitaria de agua que causa la resistencia superficial dentro del conducto, se convierte de energía mecánica a energía térmica. El agua pierde energía

por frotamiento con las paredes de la tubería, las asperezas, la rugosidad, los cambios de diámetros y los cambios de dirección.

<b>Planimetría</b>	Parte de la topografía que enseña a representar en una superficie plana, una porción de la superficie terrestre. Conjunto de las operaciones necesarias para obtener esta proyección horizontal.
<b>Presión</b>	Carga o fuerza total que actúa sobre una superficie. En hidráulica expresa la intensidad de fuerza por unidad de superficie.
<b>Sedimento</b>	Materia que, habiendo estado suspensa en un líquido, se posa en el fondo por la acción de la gravedad.
<b>Tanque</b>	Es un recipiente de gran tamaño, normalmente cerrado, para contener líquidos o gases.
<b>Topografía</b>	Parte de la geodesia que tiene por objeto representar el terreno sobre papel, de la manera más exacta posible. Los dibujos que representan un terreno se llaman planos topográficos, y el conjunto de operaciones que hay que realizar para ejecutarlos, levantamientos topográficos o de planos.



## RESUMEN

Este trabajo de graduación describe el proceso para diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable que se tiene contemplado para la comunidad Sector San Felipe, Municipio de San José Chacayá, departamento de Sololá. El sistema está integrado por una captación de brote definido, que proviene de la parte alta de la comunidad. A dicho brote al cual fue necesario realizarle el análisis físico-químico y examen bacteriológico, para su posterior desinfección. Se tiene una línea de conducción por gravedad con una presión estática de 45.38 mca, la longitud de la línea de conducción es de 793.63 m y un paso de zanjón de 6.00 m.

También se diseñó el tanque de distribución, el cual será semienterrado y tendrá una capacidad de 40 m<sup>3</sup>; para el almacenamiento de agua potable, sus muros serán de concreto ciclópeo con una losa de 10 cm de espesor.

La red de distribución se diseñó como ramales abiertos, por la topografía del terreno, teniendo 3,233.67 m. de longitud y las casas tendrán una conexión predial para poder abastecer la necesidad del vital líquido. Con este proyecto, se beneficiará a las 55 casas de la comunidad ya que aun no cuentan con agua potable.



## **OBJETIVOS**

### **General**

- Contribuir al desarrollo del Sector San Felipe, del Municipio de San José Chacayá, con la implementación de un sistema de abastecimiento de agua potable adecuado a las necesidades de crecimiento y salubridad de los habitantes, de manera que garantice tanto cantidad y calidad, como continuidad, para mejorar su calidad de vida.

### **Específicos**

1. Distribuir agua potable a los puntos más necesitados del Sector San Felipe, necesaria para los servicios básicos.
2. Evitar el brote y proliferación de enfermedades, a través de la distribución de agua potable.
3. Proponer a la comunidad Sector San Felipe y la municipalidad de San José Chacayá un sistema de abastecimiento de agua, con conexiones prediales que no sean dañinas a la salud para que pueda abastecer a toda la población del vital líquido.





## INTRODUCCIÓN

El Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) ofrece la oportunidad de aplicar los conocimientos adquiridos durante la formación académica, con el planteamiento de soluciones a problemas reales, que contribuyen a resolver algunas de las necesidades de las comunidades.

En coordinación con las autoridades municipales y departamento del Ejercicio Profesional Supervisado, se determinó que es necesario contar con la planificación y diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad Sector San Felipe, municipio de San José Chacayá, Sololá.

En el presente trabajo de graduación se da una explicación del diseño de la línea de conducción, del tanque de distribución y de la red de distribución, así mismo se proporcionan aspectos generales de cada parte que conforma el sistema de abastecimiento de agua potable, con el fin de establecer parámetros que determine el perfecto funcionamiento del sistema, para proporcionar un servicio continuo. Una vez determinado el diseño se especifican los lineamientos obtenidos y se plasman en los planos.

Además, uno de los propósitos de este documento es servir de apoyo y consulta al profesional que ejecute el proyecto, para su correcta ejecución.



# 1. ASPECTOS GENERALES

## 1.1. Monografía

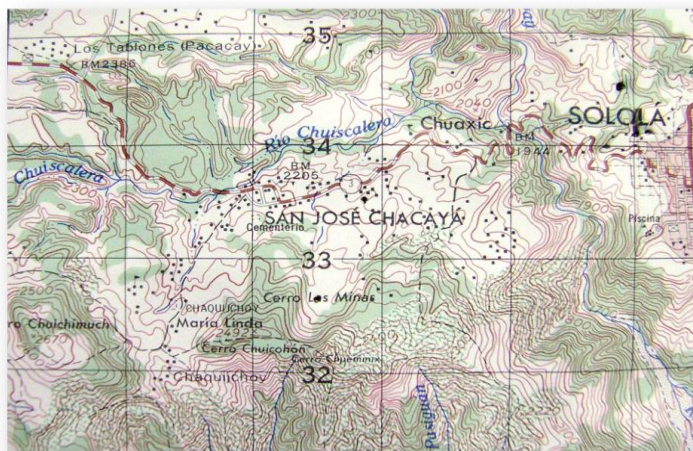
### 1.1.1. Ubicación

El municipio de San José Chacayá está situado en el occidente de la República, en el departamento de Sololá, a una distancia de la Ciudad Capital de 146 kilómetros. Tiene una extensión territorial de 44 kilómetros cuadrados, equivalente al 4.15% del total del área del municipio.

### 1.1.2. Límites y colindancias

El municipio de San José Chacayá colinda con tres municipios del mismo departamento: al norte con Nahualá, al este con Sololá, al sur con Santa Cruz La Laguna y al oeste con Santa Lucía Utatlán.

**Figura 1. Mapa de localización del municipio de San José Chacayá**



### **1.1.3. Clima**

El tipo de clima que prevalece en el municipio se ubica en la categoría BB'3 que se caracteriza por ser semi frío y húmedo, según la estación meteorológica INSIVUMEH más cercana denominada Santa María El Tablón, ubicada en las coordenadas 14°38'5" de latitud norte, 91°8'26" de longitud oeste y con una elevación de 1562.

La temperatura promedio oscila entre 9.1 y 19.7 °C; la media es de 14.8 °C, la temperatura absoluta fluctúa entre 0.5 y 23.9 °C. La temporada de lluvias se da entre los meses de mayo a octubre, con período de canícula en el mes de julio.

El verano es caluroso, pero la temperatura tiende a descender en horas de la tarde, se concentran bloques de nubosidad cuyas dimensiones ascienden a 5 octas, principalmente en los meses de diciembre, enero y febrero.

En el municipio existe la unidad bioclimática bosque muy húmedo montano bajo subtropical (BMHMBS), que corresponde a un clima frío, ya que por lo general afecta a alturas que van desde los 1,800 a 3,000 metros sobre el nivel del mar. Las temperaturas oscilan entre los 12 a 18 grados centígrados y la precipitación pluvial varía entre los 1,000 a 2,000 milímetros al año. Los suelos son profundos, de textura liviana, moderadamente bien drenados, de color pardo o café. La pendiente se localiza en su mayoría en los rangos de 0% a 5% y 5% a 12%, pero también existen áreas comprendidas entre 12% a 32%.

#### **1.1.4. Topografía**

El municipio tiene una altitud que oscila entre los mil ochocientos y los tres mil metros sobre el nivel del mar, las partes más altas se encuentran ubicadas al suroeste del municipio, correspondientes al cantón Los Tablones, siendo los puntos más altos: el cerro Las Minas (3,000 m) y en el cerro Chichimuch (2,800 m), y las partes más bajas corresponden al caserío Chuacruz, al este del municipio. La altitud de la cabecera municipal es de 2,210 m. y sus coordenadas son: latitud 14° 46' 15" y longitud: 91° 12' 55". De esta cuenta, el municipio pertenece a las tierras altas cristalinas del altiplano central, con montañas bajas y colinas moderadas. Su geografía es quebrada en un 30% del territorio, especialmente en las partes montañosas.

#### **1.1.5. Vías de acceso**

Al municipio de San José Chacayá se puede acceder desde la ciudad capital por tres vías diferentes: la más utilizada (146 km), es la carretera Interamericana que pasa por la cabecera departamental y luego al municipio de San José Chacayá.

Otro acceso desde la ciudad capital se hace a través del municipio de Santa Lucía Utatlán, vía la Interamericana hasta el cruce del kilómetro 146, con una longitud de 157.50 kilómetros, el cual se considera el más largo.

Finalmente, se puede llegar al municipio de San José Chacayá, vía la Interamericana hasta el cruce del kilómetro 139, con una longitud de 144 kilómetros, este recorrido es utilizado principalmente por los vecinos del cantón los Tablones.

El acceso de la cabecera municipal de San José Chacayá hacia la cabecera departamental de Sololá y a la cabecera municipal de Santa Lucía Utatlán es únicamente de terracería y cuenta con una longitud de 13 kilómetros.

En total, el municipio cuenta con una red vial de aproximadamente 19.50 kilómetros, de los cuales 2.20 kilómetros (11.28%) corresponden a calles adoquinadas y 17.30 kilómetros (88.72%) a caminos de terracería.

#### **1.1.6. Aspectos de salud**

Se cuenta con un puesto de salud, en el parque central del municipio, el cual posee los medicamentos de atención básica. En cuanto a personal médico, hay un médico y una enfermera auxiliar por cada 3574 habitantes.

### **1.2. Características sociales**

#### **1.2.1. Aspectos generales**

San José Chacayá cuenta con un cementerio público, ubicado en la cabecera y utilizado por todas las comunidades del Municipio. En cuanto a los salones comunales, que si bien están en condiciones regulares, existen únicamente en dos centros poblados (22% del total): Cabecera Municipal y cantón los Tablones. No se cuenta, en el municipio, con instalación para destace de ganado (rastros), ni para la actividad comercial (mercado).

En cambio, el municipio cuenta con un número importante de edificios religiosos. La religión católica cuenta con una iglesia en el cantón Los Tablones y otra en la cabecera municipal, donde también tiene un oratorio. En cuanto a

la religión evangélica, cuenta con un total de 14 templos, tres en la cabecera municipal y 11 repartidos entre siete comunidades del área rural, únicamente la colonia Romec no cuenta con edificio religioso.

El municipio de San José Chacayá cuenta con nueve centros poblados, siendo estos un pueblo que es la cabecera y ocho comunidades rurales. Los ocho centros poblados del área rural son: dos cantones, siete caseríos y una colonia: 1) caserío Los Planes, 2) caserío Los Chávez y 3) caserío Villa Linda que forman parte del cantón Los Tablones; 4) caserío Parromero y 5) caserío Chuimanzana que forman parte del cantón Chichimuch; 6) caserío Las Minas, 7) caserío Chuacruz y 8) colonia Romec.

Comparado con la mayoría de municipios del departamento y del país, San José Chacayá es uno de los más pequeños. Por lo tanto, no existe dependencia entre sus centros poblados, sino que todos mantienen una relación directa con la municipalidad para tratar los asuntos de interés.

### **1.2.2. Datos de la población**

Según el censo realizado por el Instituto Nacional de Estadística, el municipio de San José Chacayá, en el año 2002 tenía 2,445 habitantes. La densidad de población era entonces de 56 habitantes por kilómetro cuadrado, o sea una densidad muy por debajo del promedio departamental (290 hab/Km<sup>2</sup>) e incluso inferior a la media nacional (103 hab/Km<sup>2</sup>).

El 50.47% de la población está constituida por mujeres y el 49.53% por hombres. En cuanto a edad, la población de San José Chacayá es muy joven, ya que el 51.12% del total (1,250 personas) tiene menos de 20 años. En

cambio, las personas mayores son muy pocas, pues sólo el 6.09% de la población pasa de 60 años.

La población está dividida de la manera siguiente: el 72.92% de los chacayenses vive en el área rural, mientras que un 27.08% habita en la Cabecera Municipal (casco urbano). Según declaraciones de los vecinos, hechas durante la realización de los Diagnósticos Participativos Comunitarios del 2004, el total de familias de estas comunidades rurales y urbanas es de 516, que habitan en 507 viviendas.

En relación con lo étnico, la inmensa mayoría de pobladores es indígena, pertenecientes a las étnias Kaqchiquel (66%) y K'iche (27%). Constituyen el 93% de la población total de San José Chacayá (ligeramente por debajo del promedio departamental de población indígena, que es de 96.44%), y viven tanto en el área urbana como en las comunidades rurales. El 7% restante es población ladina o mestiza que radica principalmente en el casco urbano.

### **1.2.3. Educación**

El municipio de San José Chacayá cuenta con ciertos avances en el campo educativo. La cobertura en cuanto a nivel primaria es bastante elevada, pues si bien tres comunidades del municipio (Chuacruz, Los Chávez y Romec) no cuentan con establecimiento propio, se trata de las menos pobladas y su población infantil puede acudir a centros de comunidades cercanas. Además, existe la posibilidad de estudiar el nivel básico en la Cabecera del Municipio. En cuanto a carreras diversificadas, existe la opción de estudiar magisterio, perito contador, perito en administración pública, secretariado bilingüe, y bachillerato en computación y en dibujo técnico, en la Cabecera Departamental. También en Sololá Cabecera, se pueden estudiar algunas carreras universitarias como



administración de empresas, derecho, profesorado de enseñanza media, y licenciatura en pedagogía y en economía. Asimismo, existe una buena organización de la población en materia educativa, ya que todos los centros poblados con escuela, cuentan con comité de padres o junta escolar, que colabora activamente en el funcionamiento de los centros educativos.

#### **1.2.4. Energía eléctrica**

Se cuenta con el tendido eléctrico en las viviendas y calles de la población. Hasta 1995 el Estado le brindaba luz eléctrica a San José Chacayá, actualmente la empresa privada DEOCSA proporciona este servicio. Además solamente el 22% de los centros poblados del municipio cuenta con líneas telefónicas de tipo residencial o comercial, siendo éstos la Cabecera Municipal y Chuacruz. El resto de las comunidades cuenta únicamente con telefonía móvil (celulares), pero por la mala cobertura de las empresas, este servicio presenta deficiencias (poca calidad e incluso interrupción de las comunicaciones), además de tener un costo bastante elevado.

#### **1.2.5. Agua potable**

El municipio cuenta con 16 nacimientos que abastecen de agua a los distintos centros poblados de este: seis se encuentran en Parromero, cinco en Chuimanzana, dos en los Chávez, dos en los Tablones y un en Las Minas. La cobertura de viviendas con conexión intradomiciliar es de 377 en el casco urbano y 394 en el área rural. El agua empleada en el municipio no cuenta con ningún tratamiento previo a su distribución, por lo que se considera que el agua distribuida no es potable. Sin embargo, el servicio de agua entubada se brinda 12 horas diarias en todo el casco urbano, Las Minas y Chuacruz.

### **1.2.6. Drenajes**

No existe sistema de drenaje, ni planta de tratamiento de aguas servidas en el municipio. Para la disposición de excretas, 374 viviendas en el casco urbano, y 354 viviendas en el área rural poseen letrinas.

### **1.2.7. Investigación sobre las necesidades prioritarias de la comunidad**

Al conocer el municipio, se pueden detectar varias necesidades, entre las que se pueden mencionar:

- El municipio de San José Chacayá no cuenta con un servicio de tren de aseo municipal para cubrir las necesidades de recolección de basura del área urbana y rural. Se considera que cada quién elimina sus desechos de diferentes formas, entre ellas: enterrándolas, quemándolas, botándolas a los ríos más cercanos o abriendo basureros clandestinos a cielo abierto en diferentes puntos del municipio. Además, no cuenta con un relleno sanitario que cumpla con las medidas de salubridad.
- San José Chacayá no cuenta con una red de drenajes para las aguas servidas y excretas, las cuales no tienen una disposición adecuada en el casco urbano, mucho menos en el área rural, donde están al aire libre. La exposición de las mismas en áreas urbanas y rurales cuentan con letrinas sanitarias instaladas.
- Algunas comunidades se encuentran insatisfechas debido a la escasez de agua, por la contaminación de desechos sólidos en nacimientos de agua cercanos o por la deforestación existente en el municipio.

## 2. DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD SECTOR SAN FELIPE

El proyecto consiste en el diseño del sistema de agua potable por gravedad para la comunidad Sector San Felipe, del municipio de San José Chacayá, el cual beneficiará a una población actual de 330 habitantes.

Este sistema contará con dos partes principales, las cuales son: la primera línea de conducción con una longitud aproximada de 661m. El agua se conducirá desde la captación, formada por un nacimiento de brote definido, a través de tuberías que llevarán: válvulas de aire, limpieza, pasos aéreos, donde se requieran, hasta finalizar en la construcción de un tanque de distribución de concreto ciclópeo de 40 m<sup>3</sup> de volumen. La segunda parte, consistirá en una red abierta de distribución que parte desde el tanque hacia cada casa por medio de tres ramales; el agua se conducirá por medio de tuberías de PVC de diámetros variados.

### **2.1 Fuente de abastecimiento**

La comunidad Sector San Felipe no dispone de gran cantidad de recursos hídricos que permitan el abastecimiento de agua potable para su población, únicamente cuenta con un manantial denominado **Sector San Felipe**, que está ubicado en la parte alta de la comunidad.

## **2.2 Aforos**

Para los habitantes del Sector San Felipe está asignado el manantial del mismo nombre y es su única fuente. Se aforó en el brote definido con una cubeta de un galón y un cronómetro. Para obtener un resultado más confiable del caudal promedio se realizaron siete tomas con sus respectivos tiempos.

**Tabla I. Caudal promedio de aforo manantial Sector San Felipe**

Caudal Promedio	2.12 l/seg.
-----------------	-------------

## **2.3 Estudio de la calidad del agua y sus normas**

Para el control de calidad del agua se realizaron análisis físico-químico, sanitario y bacteriológico, para ambos exámenes se tomaron muestras del nacimiento, teniendo las siguientes observaciones:

### **2.3.1 Examen bacteriológico**

Bacteriológicamente el agua se enmarca en la clasificación I. Calidad bacteriológica que no exige más que un simple tratamiento de desinfección.

### **2.3.2 Análisis físico-químico**

Desde el punto de vista de la calidad física, el análisis de agua cumple con la norma. Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua.

## 2.4 Consideraciones para el diseño

### 2.4.1 Estudio topográfico

#### 2.4.1.1 Altimetría

Los métodos de nivelación se basan en la determinación de desniveles entre puntos. El método empleado fue el de nivelación trigonométrica o indirecta. Dicho método consiste en establecer la diferencia de altura entre dos puntos, basando sus resoluciones en un triángulo rectángulo situado en un plano vertical, por lo que se toman medidas de distancias horizontales y ángulos verticales. Se denomina cota a la distancia entre las superficies de nivel de referencia y la superficie de nivel que contienen al punto. La cota de un punto se determina sumando el desnivel medido desde un punto a la cota de éste. A continuación se presentan las fórmulas a utilizar:

$$DH = (HS - HI) * 100 * \text{sen}^2(\angle_{vert}), \text{ donde}$$

DH = distancia horizontal

HS = hilo superior

HI = hilo inferior

$\angle_{vert}$  = ángulo vertical

$$\Delta_{ELEVACIÓN_{A-B}} = V + hi - R, \text{ donde}$$

hi = altura del instrumento

$V = DH * \text{cot}(\angle_{vert})$

R = hilo medio (Hm)

$Hm = (HS + HI) / 2$

### **2.4.1.2 Planimetría**

El método empleado para el levantamiento topográfico fue el de conservación de azimut, debido a la facilidad que presenta este método no sólo en fase de campo sino que en la fase de gabinete, para la orientación de estación a estación se utilizó el sistema de vuelta de campana. Los resultados obtenidos se presentan en la sección de apéndices.

### **2.4.2 Período de diseño**

Es el tiempo durante el cual la obra prestará un servicio satisfactorio a la población. El período de diseño se cuenta a partir del inicio del funcionamiento de la obra. Dos aspectos importantes que intervienen en este son:

- Estado físico y durabilidad de las instalaciones
- Capacidad de prestar buen servicio bajo las condiciones previstas

Con base en lo expuesto anteriormente, el período de diseño para el sistema de distribución de agua potable de la comunidad Sector San Felipe será de 22 años.

### **2.4.3 Crecimiento de la población**

Para estimar la población futura, se han tomado como base los censos efectuados por el Instituto Nacional de Estadística (INE) correspondiente al período de 1964 a 2002. Debido a que el INE no cuenta con datos específicos en lo que se refiere a comunidades se determinó que la tasa de crecimiento poblacional para el municipio de San José Chacayá es 4.15%. La población

actual de la comunidad Sector San Felipe obtenida por investigación de campo corresponde de 330 habitantes.

#### **2.4.3.1 Tasa de crecimiento**

La tasa de crecimiento es un factor que determina la magnitud de las demandas que un país debe satisfacer, por la evolución de las necesidades de su pueblo, en cuestión de infraestructura (por ejemplo: escuelas, hospitales, vivienda, carreteras), recursos (por ejemplo, alimentos, agua, electricidad), y empleo. La tasa de crecimiento poblacional para el departamento de Sololá es de 4.15%.

#### **2.4.3.2 Método de incremento geométrico**

El cálculo de la población futura para el diseño de la red de distribución de agua potable, correspondiente al período de diseño, utilizando el método de incremento geométrico, es:

$$Pf = P_o * (1 + r)^n$$

En donde:

$P_o$ = población actual	$P_o = 330$ habitantes al 2009
$r$ = tasa de crecimiento poblacional	$r = 4.15 \%$
$n$ = período de diseño	$n = 22$ años
$P_f$ = población futura	

$$Pf = 330 * (1 + 0.0415)^{22}$$

$$Pf = 807.27 \text{ habitantes } \approx 808 \text{ habitantes}$$

#### 2.4.4 Caudal de aforo

Para el aforo realizado en la fuente para la comunidad Sector San Felipe, se tomó como medida una cubeta de un galón, obteniendo los siguientes tiempos:

**Tabla II. Aforo manantial Sector San Felipe**

MUESTRA	VOLUMEN	TIEMPO	CAUDAL (L/SEG)
1	1 galón	1.83 seg.	2.068
2	1 galón	1.75 seg.	2.163
3	1 galón	1.79 seg.	2.115
4	1 galón	1.81 seg.	2.091
5	1 galón	1.76 seg.	2.151
6	1 galón	1.75 seg.	2.163
7	1 galón	1.79 seg.	2.115
Caudal Promedio			2.12 l/seg.

#### 2.4.5 Dotación

Es el volumen de agua que se le asigna a una persona para su consumo, en una unidad de tiempo. Usualmente éste se expresa en lt/Hab/día. Según la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (UNEPAR), la dotación mínima para el diseño de proyectos de agua potable es la siguiente:



**Tabla III. Dotación mínima de agua potable, según UNEPAR**

<b>Tipo de zona</b>	<b>Clima</b>	<b>Dotación (Its/Hab/día)</b>	<b>Tipo de conexión</b>
<b>Rural</b>		40 – 60	Llena cántaros
		60 – 110	Predial
<b>Urbana</b>	Frío	90 – 120	Predial
	Cálido	120 – 150	Domiciliar
<b>Metropolitana</b>	Frío	150 – 200	Domiciliar
	Cálido	200 – 300	Domiciliar

Fuente: UNEPAR

La dotación necesaria, en el suministro de agua potable para la población, será de 110 Its/Hab/día, tomando en cuenta que se refiere a una zona con clima frío, y con un tipo de conexión predial.

#### **2.4.6 Factores de consumo**

##### **2.4.6.1 Factor de día máximo (F.D.M.)**

El factor de día máximo está definido como la relación entre el valor de consumo máximo diario registrado en un año, y el consumo medio diario relativo a ese año. Para el caso del presente estudio, se toma un factor de día máximo de 1.2 ya que el valor de ese factor varía entre 1.2 a 1.8 para poblaciones futuras menores de 1,000 habitantes y de 1.2 para poblaciones futuras mayores de 1,000 habitantes, según normas de diseño para acueductos rurales UNEPAR.

#### **2.4.6.2 Factor de hora máximo (F.H.M.)**

Este factor está relacionado con el número de habitantes y sus costumbres. La selección de este factor se toma en forma inversamente proporcional al tamaño de la población. Según las normas de diseño para acueductos rurales de UNEPAR, se debe utilizar un factor de 2.2 para poblaciones futuras menores de 1,000 habitantes y de 1.8 para poblaciones futuras mayores de 1,000 habitantes. Para el presente estudio, el factor de hora máxima tendrá un valor de 1.8.

#### **2.4.7 Caudales de diseño**

##### **2.4.7.1 Caudal medio diario**

El caudal medio diario se define como la cantidad de agua consumida por la población durante un día.

El caudal medio diario, como su nombre lo indica, se obtiene del promedio de los consumos diarios registrados en un año. Debido a que la comunidad de Sector San Felipe carece de esta información, el caudal medio diario se calculará a partir de la fórmula siguiente:

$$QMD = Pf * Dot / 86,400, \text{ donde}$$

QMD = caudal medio diario (lt/seg)

Pf = población futura (habitantes)

Dot = dotación (lt/Hab/día)

$$QMD = 808(lt / seg) * 110(lt / hab / dia) / 86,400(seg / dia)$$

$$QMD = 1.03lt / seg$$

#### 2.4.7.2 Caudal máximo diario

El caudal de día máximo se define como el consumo máximo durante 24 horas en un año, sin tener en cuenta gastos por incendio. Para el diseño de la línea de conducción, el cual está en función del factor de día máximo y el caudal medio diario, se calcula, así:

$$Qdm = FDM * QMD, \text{ donde}$$

Qdm = caudal de día máximo

FDM = factor de día máximo

QMD = caudal medio diario

$$Qdm = 1.8 * 1.03(lt / seg)$$

$$Qdm = 1.85lt / seg$$

#### 2.4.7.3 Caudal máximo horario

El caudal de hora máxima se define como el consumo máximo en una hora durante un año. Se utiliza para diseñar la red de distribución. Esta función del factor de hora máxima y el caudal medio, el cual se calcula:

$$Qhm = FHM * QMD, \text{ donde}$$

Qhm = caudal de hora máxima

FHM = factor de hora máxima

QMD = caudal medio diario

$$Q_{hm} = 2.2 * 1.03(lt / seg)$$

$$Q_{hm} = 2.26lt / seg$$

## **2.4.8 Cálculo hidráulico**

### **2.4.8.1 Diseño de la línea de conducción**

De acuerdo con la ubicación y la naturaleza de la fuente de abastecimiento, así como por la topografía de la región, la tubería puede ser de P.V.C. o H.G. Sale desde la caja de captación o de una caja reunidora de caudales, hacia el tanque de distribución. Aquí se considera las siguientes obras: válvula de limpieza y de aire, pasos aéreos y caja rompe-presión.

Para una línea de conducción por gravedad deben tenerse en cuenta los siguientes criterios:

- a) Carga disponible o diferencia de altura entre la captación y el tanque de distribución.
- b) Capacidad para transportar el caudal de conducción.
- c) Tipo de tubería capaz de soportar las presiones hidrostáticas.
- d) Considerar todas las obras necesarias para el buen funcionamiento del sistema.
- e) Considerar diámetros mínimos para la economía del proyecto.
- f) La presión dinámica se recomienda mantenerla debajo de 60 m.c.a.
- g) La presión estática se recomienda mantenerla debajo de los 80 m.c.a.

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

$$H_f = \frac{1743.811141 * L * Q_c^{1.85}}{D_i^{4.87} * C^{1.85}}$$

Donde:

$H_f$  = Pérdida de carga (m).

$L$  = Longitud de la tubería más un 3%, por la topografía del terreno. (m).

$Q_c$  = Caudal de día máximo, o caudal de conducción (L/s).

$D_i$  = Diámetro interno de tubería.

$C$  = Coeficiente de rugosidad. Para PVC se usará 150 y para HG se usará 100.

- **Ejemplo de cálculo**

De E-01 a E-21

Cota inicial del terreno=2430.00

Cota final del terreno=2384.62

Longitud=793.44 metros

Caudal ( $Q_{dm}$ )=1.85 lt/seg.

$C=150$

Presión estática ( $\Delta H$ ) = CTI-CTF = 45.38 m

Luego, aplicando la fórmula de Hazen & Williams y sustituyendo valores, se obtiene el diámetro adecuado para la longitud de tubería indicada en los datos anteriores:

$$D = \sqrt[4.87]{\frac{1743.811141 * L * Q^{1.85}}{H_f * C^{1.85}}}$$

$$D = \sqrt[4.87]{\frac{1743.81141 * 793.44 * 1.85^{1.85}}{45.38 * 150^{1.85}}}$$

$$D = 1.57'' \text{ (teorico)}$$

Este diámetro teórico no se encuentra en el diámetro comercial, ya que:

$$D = 2'' \text{ (comercial)}$$

$$Di = 2.19'' \text{ (comercial)}$$

Utilizando para este diseño el diámetro comercial de 2", Di=2.19" se obtiene:

$$H_f = \frac{(1743.81141 * L * Q^{1.85})}{D^{4.87} * C^{1.85}}$$

$$H_f = \frac{(1743.81141 * 793.66 * 1.85^{1.85})}{2.19^{4.87} * 150^{1.85}}$$

$$H_f = 8.96m$$

### **Cálculo de presiones**

$$\text{Presión estática } (\Delta H) = CTI - CTF = 45.38m$$

$$Cpz = C.T.I. - H_f$$

$$Cpz = 2430m - 8.96m$$

$$Cpz = 2421.04mca$$

Presión dinámica = Cpz-CTF = 2421.04-2384.62 = 36.42 mca

#### 2.4.8.2 Diseño del tanque de distribución

En los sistemas de agua potable por gravedad se debe considerar un volumen de distribución o almacenamiento mínimo entre 25%-40% del caudal medio diario. En el caso de la comunidad Sector San Felipe, se considera un almacenamiento de 40% del caudal medio diario. Dicho volumen se calcula con la fórmula siguiente:

$$Vol = (QMD * \%almacenamiento * 1m^3 * 86,400seg/día) / 1000lt$$

Donde

Vol = Volumen del tanque

QMD = Caudal medio diario

Ejemplo:

$$Vol = (QMD * \%almacenamiento * 1m^3 * 86,400seg/día) / 1000lt$$

$$Vol = (1.03 * 0.40 * 1m^3 * 86400seg / dia) / 1000lt$$

$$Vol = 35.59m^3$$

Para este diseño se utilizara un volumen del tanque de 40m<sup>3</sup>.

## Diseño estructural del tanque de distribución

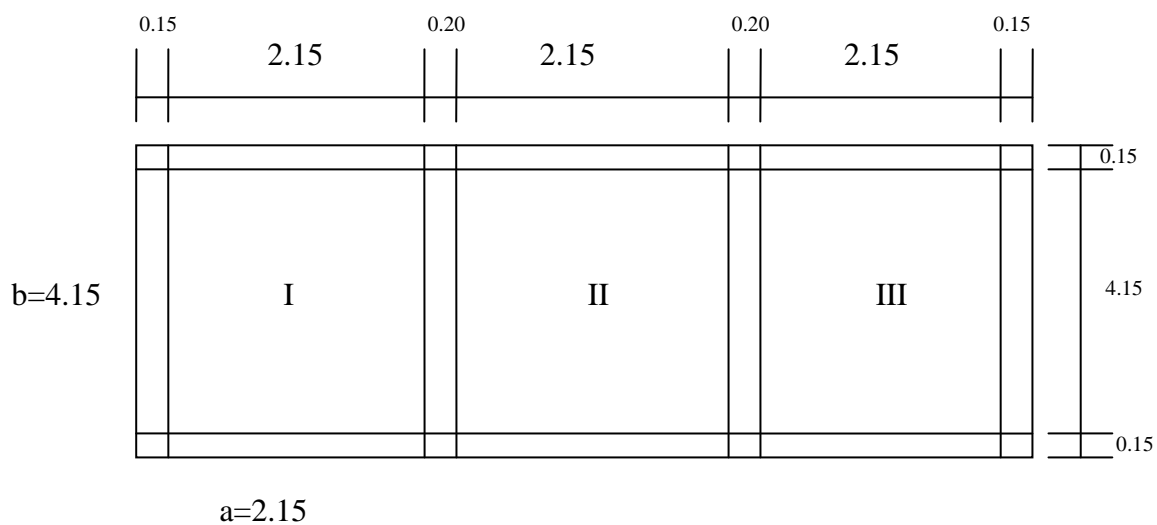
### Diseño estructural de la cubierta

La estructura de cubierta será, con una losa de concreto reforzado, con las dimensiones que se muestran a continuación:

Longitud = 4.15 m

Ancho = 2.15 m

**Figura 2. Dimensiones de losa**



Haciendo uso del código ACI 318/05 (*American Concrete Institute*) y el método tres que dice:

### Coefficiente de momentos

a) Cálculo del coeficiente de momentos ( $m$ ) a usar en el código ACI, que es la relación entre el lado menor y lado mayor.



$$m = a/b = 2.15/4.15 = 0.52$$

Como  $0.52 > 0.5$ , la losa se diseña en dos sentidos.

### **Espesor de la losa**

b) Cálculo del espesor de la losa (t)

$$t = \text{Perímetro} / 180$$

$$t = 2 * (2.15+4.15)/180 = 0.07\text{m}$$

$$t = 7\text{cm}$$

Para el diseño se usa  $t = 10\text{cm}$ , que es el mínimo permitido.

### **Integración de cargas**

c) Cálculo de cargas

- **Carga muerta**

Es el peso propio de la estructura.

$$CM = PpLosa + \text{sobre peso}$$

$$PpLosa = 2,400 \text{ Kg/m}^3 * t * 1.00\text{m}$$

$$PpLosa = 2,400 \text{ Kg/m}^3 * 0.10\text{m} * 1.00\text{m}$$

$$PpLosa = 240 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Sobre peso} = 60 \text{ Kg/m}$$

$$CM = 240 \text{ Kg/m} + 60 \text{ Kg/m} = 300 \text{ Kg/m}$$

- **Carga viva**

Son las fuerzas externas que actúan en la estructura.

$$CV = 100 \text{ Kg/m}$$

- **Cargas últimas**

Es la sumatoria de cargas vivas y muertas afectadas por un factor de seguridad. El factor para carga muerta es un 20% más, y para la carga viva un 60%.

$$CMu = 300 \text{ Kg/m} * 1.20 = 288 \text{ Kg/m}$$

$$CVu = 100 \text{ Kg/m} * 1.60 = 160 \text{ Kg/m}$$

$$CU = CMu + CVu$$

$$CU = 288 \text{ Kg/m} + 160 \text{ Kg/m}$$

$$CU = 448 \text{ Kg/m}$$

d) Cálculo de momentos

- **Momentos que actúan en la losa**

Los momentos pueden ser positivos o negativos, conforme se aplique la integración de la carga en la losa y de acuerdo con la posición de giro.

Para losa I y III

CASO 6

$$M(+)_a = a^2 * (C_a CM * CMu + C_a CV * CVu)$$

$$M(+)_a = (2.15)^2 * ((0.058 * 288 \text{ Kg/m}) + (0.073 * 160 \text{ Kg/m}))$$

$$M(+)_a = 131.21 \text{ Kg-m}$$

$$M(-)_a = 131.21 \text{ Kg-m} / 3$$

$$M(-)_a = 43.74 \text{ Kg-m}$$

$$M(-)_a = a^2 * (C_a \text{ CM} * \text{CU})$$

$$M(+)_a = (2.15)^2 * (0.096 * 448 \text{ Kg/m})$$

$$M(+)_a = 198.80 \text{ Kg-m}$$

$$M(+)_b = b^2 * (C_b \text{ CM} * \text{CMu} + C_b \text{ CV} * \text{CVu})$$

$$M(+)_b = (4.15)^2 * ((0.004 * 288 \text{ Kg/m}) + (0.006 * 160 \text{ Kg/m}))$$

$$M(+)_b = 36.37 \text{ Kg-m}$$

$$M(-)_b = 36.37 \text{ Kg-m} / 3$$

$$M(-)_b = 12.12 \text{ Kg-m}$$

Para losa II

CASO 5

$$M(+)_a = a^2 * (C_a \text{ CM} * \text{CMu} + C_a \text{ CV} * \text{CVu})$$

$$M(+)_a = (2.15)^2 * ((0.038 * 288 \text{ Kg/m}) + (0.063 * 160 \text{ Kg/m}))$$

$$M(+)_a = 97.18 \text{ Kg-m}$$

$$M(-)_a = a^2 * (C_a \text{ CM} * \text{CU})$$

$$M(+)_a = (2.15)^2 * (0.089 * 448 \text{ Kg/m})$$

$$M(+)_a = 184.31 \text{ Kg-m}$$

$$M(+)_b = b^2 * (C_b \text{ CM} * \text{CMu} + C_b \text{ CV} * \text{CVu})$$

$$M(+)_b = (4.15)^2 * ((0.002 * 288 \text{ Kg/m}) + (0.005 * 160 \text{ Kg/m}))$$

$$M(+)_b = 23.70 \text{ Kg-m}$$

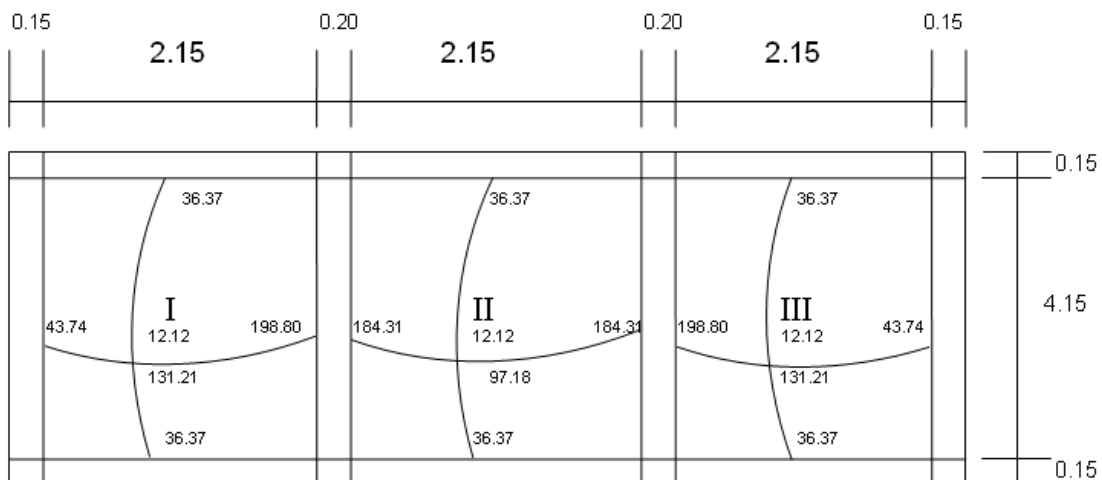
$$M(-)_b = 23.70 \text{ Kg-m} / 3$$

$$M(-)_b = 7.90 \text{ Kg-m}$$

- **Diagrama de momentos**

El diagrama de momentos se presenta a continuación:

**Figura 3. Diagrama de momentos**



- **Acero mínimo y espaciamiento**

Cálculo de acero mínimo ( $A_{s.min}$ ):

$$A_{s.min} = 14.1 / f_y * b * d$$

Donde

$b = 1.00$  Franja unitaria

$d = t - \text{recubrimiento}$

$d = 10 \text{ cm} - 2.5 \text{ cm}$

$d = 7.5 \text{ cm}$

$$A_{s.min} = 0.40 * 14.1 / f_y * b * d$$

$$A_{s.min} = 0.40 * 14.1 / 2800 * 100 * (10 - 2.50)$$

$$A_s \text{ min} = 1.51 \text{ cm}^2$$

Cálculo del espaciamiento:

$$1.51 \text{ cm}^2 \text{ ----- } 100 \text{ cm}$$

$$0.71 \text{ cm}^2 \text{ ----- } S$$

$$S = 0.71 \text{ cm}^2 * 100 \text{ cm} / 1.51 \text{ cm}^2$$

$$S = 47.02 \text{ cm}$$

Pero S máx. = 2 \* t (según ACI 318/05)

$$S \text{ máx.} = 2 * 10 \text{ cm} = 20 \text{ cm}$$

Calculando el acero para los momentos:

$$A_s = \left( (b * d) - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M_u * b}{(0.003825 * f'c)}} \right) \left( \frac{0.85 * f'c}{f_y} \right)$$

Donde

$A_s$  = área de acero (m)

b = franja unitaria (cm)

d = peralte efectivo (cm)

M = momento (kg)

$f_y$  = resistencia del acero ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )

$f'c$  = resistencia del concreto ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )

- **Tabla de resultados**

La tabla de resultados de los momentos y espaciamientos se presenta a continuación:

**Tabla IV. Área de acero y espaciamiento**

<b>Momento (kg-m)</b>	<b>As min (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>As (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Espaciamiento (cm)</b>	<b>S mín (cm)</b>	<b>S máx (cm)</b>
<b>191.56</b>	<b>1.51</b>	<b>1.03</b>	<b>68.93</b>	<b>47</b>	<b>20</b>
<b>131.21</b>	<b>1.51</b>	<b>0.70</b>	<b>101.43</b>	<b>47</b>	<b>20</b>
<b>97.18</b>	<b>1.51</b>	<b>0.52</b>	<b>136.54</b>	<b>47</b>	<b>20</b>
<b>43.74</b>	<b>1.51</b>	<b>0.23</b>	<b>308.70</b>	<b>47</b>	<b>20</b>
<b>34.37</b>	<b>1.51</b>	<b>0.18</b>	<b>394.44</b>	<b>47</b>	<b>20</b>
<b>12.12</b>	<b>1.51</b>	<b>0.069</b>	<b>1028.99</b>	<b>47</b>	<b>20</b>

El espaciamiento con el que debe armarse la losa es:

Momento 191.56 Kg-m	No. 3 @ 0.20
Momento 131.21 Kg-m	No. 3 @ 0.20
Momento 97.18 Kg-m	No. 3 @ 0.20
Momento 43.74 Kg-m	No. 3 @ 0.20
Momento 34.37 Kg-m	No. 3 @ 0.20
Momento 12.12 Kg-m	No. 3 @ 0.20

El detalle del armado puede verse en los planos.

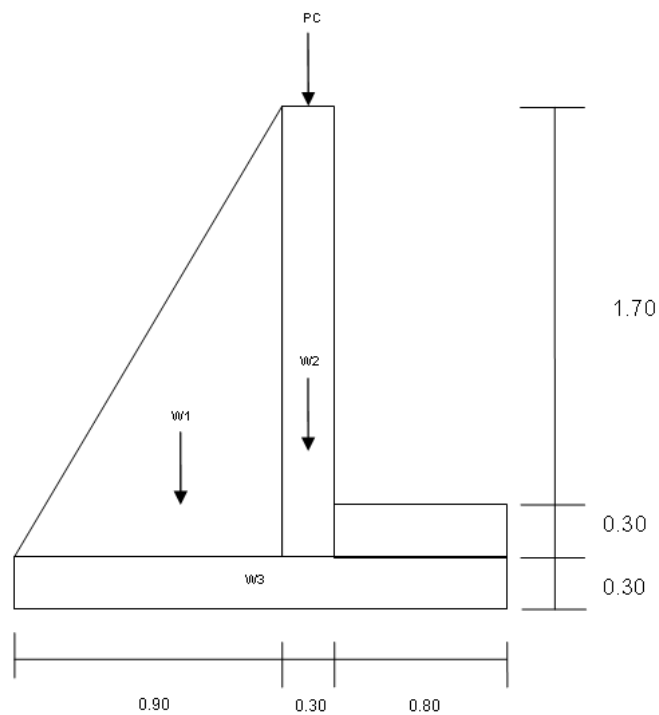
## Diseño estructural del muro

Por las características geográficas del terreno se diseñarán muros de gravedad, para la construcción del tanque de almacenamiento.

- **Diagrama de fuerzas y dimensiones del muro**

Para una mejor visualización se presenta un corte transversal del muro:

**Figura 4. Diagrama de fuerzas y dimensiones del muro**



Donde

$\rho$  agua = 1,000 Kg/m<sup>3</sup> (Peso específico del agua)

Cf = 0.60 (Coeficiente de fricción)

Base = Cf \* H

Base = 0.60 \* 2.00m

Base = 1.20m

$\rho$  agua = 1,000 Kg/m<sup>3</sup> (Peso específico del agua)

$\rho$  muro = 2,000 Kg/m<sup>3</sup> (Peso específico del muro)

$\rho$  suelo = 1,400 Kg/m<sup>3</sup> (Peso específico del suelo)

$\rho$  con = 2,400 Kg/m<sup>3</sup> (Peso específico del concreto)

Vs = 8,000 Kg/m<sup>3</sup> (Valor soporte del suelo)

$\Phi = 30^\circ$

f'c = 280 kg/cm<sup>2</sup>

fy = 2,810 kg/cm<sup>2</sup>

- **Integración de cargas que soportan los muros**

A continuación se presenta una tabla con los datos de la integración de las cargas:

**Tabla V. Cálculo de momentos que soportan los muros**

Figura	W(Kg)= $\rho$ muro(Kg/m <sup>3</sup> )*A(m)	Brazo (m )	M(Kg-m)
1	2,000 * 0.5 * 1.20 *0.90=1,080	2/3*0.90=0.60	1,080*0.60=648
2	2,000 * 0.30 *2.00=1,200	0.90+0.30/2=1.05	1,200*1.05=1260
3	2,000*0.30*2.00=1,200	(1.20+0.80)/2=1.00	1,200*1.00=1200
	$\Sigma$ Wr = 3,480Kg		$\Sigma$ Mr = 3,108 Kg-m

- **Cargas de la losa y de la viga hacia el muro**

Carga uniformemente distribuida que ejerce la viga del lado menor sobre el muro.



$$Losa = CU * A/L$$

$$Wlosa = 448 \text{ Kg} * 2.15 \text{ m}^2 / 2.15 \text{ m}$$

$$Wlosa = 448 \text{ Kg/m}$$

Carga uniforme distribuida que ejerce la viga sobre el muro:

$$Wviga = \rho_{con} * b_v * h_v$$

$$Wviga = 2,400 \text{ Kg/m}^3 * 0.20 \text{ m} * 0.35 \text{ m}$$

$$Wviga = 168 \text{ Kg/m}$$

Suma de cargas uniformemente distribuidas (W l-v):

$$Wlv = Wlosa + Wviga$$

$$Wlv = 448 \text{ Kg/m} + 168 \text{ Kg/m}$$

$$Wlv = 616 \text{ Kg/m}$$

Considerando la carga uniformemente distribuida como una carga puntual sobre una franja unitaria (Pc):

$$Pc = 616 \text{ Kg/m} * 1 \text{ m}$$

$$Pc = 616 \text{ Kg}$$

Momento que ejerce la carga puntual Pc (Mc):

$$Mc = 616 \text{ Kg} * ((0.5 * 0.45 \text{ m}) + 1.55 \text{ m})$$

$$Mc = 1,093.40 \text{ Kg-m}$$

Carga total (Wt):

$$Wt = 3,480 \text{ Kg} + 616 \text{ Kg}$$

$$Wt = 4,096 \text{ Kg}$$

- **Fuerza activa**

$$Fa = \rho_{\text{agua}} * H^2 / 2$$

$$Fa = 1,000 \text{ Kg/m}^3 * (1.50 \text{ m})^2 / 2$$

$$Fa = 1,125 \text{ Kg}$$

- **Chequeo del muro contra volteo**

Se calcula el momento de volteo:

$$Mv = Fa * H/3$$

$$Mv = 1,125 \text{ Kg} * (1/3 * 1.50 \text{ m} + 0.60 \text{ m})$$

$$Mv = 1,237.50 \text{ Kg-m}$$

Verificación contra volteo:

$$FS = Mr/Mv$$

$$FS = 3,108 \text{ Kg-m} / 1,237.50 \text{ Kg-m}$$

$$FS = 2.51$$

2.51 > 1.5 verifica contra volteo

### **Chequeo del muro contra deslizamiento**

$$Ff = Wt * \text{coeficiente de fricción}$$

$$Ff = 4,096 \text{ Kg} * 0.60$$

$$Ff = 2,457.60 \text{ Kg}$$

$$FS = Ff/Fa$$

$$FS = 2,457.60 \text{ Kg} / 1,125 \text{ Kg}$$

$$FS = 2.18$$

2.18 > 1.5 verifica contra deslizamiento

### **Coordenadas de la resultante**

$$X = (Mr - Mv) / Wt$$

$$X = (1,870.50 \text{ Kg.m} - 1,237.50 \text{ Kg.m}) / 4,254.40 \text{ Kg}$$

$$X = 0.44 \text{ m}$$

$$e = (B/2) - X$$

$$e = (2.00\text{m}/2) - 0.6 \text{ m}$$

$$e = 0.40 \text{ m}$$

### **Cálculo de presión sobre el suelo**

$$P = (Wt/A) * (1 + 6*(e/b))$$

$$P = (4,096 \text{ Kg}/2.00 \text{ m} * 1 \text{ m}) * (1 + (6*0.40/2.00 \text{ m}))$$

$$P = 4,505.60 \text{ Kg/m}^2$$

Como  $4,505.60 \text{ Kg/m}^2 < 8,000 \text{ Kg/m}^2$  el suelo resiste la presión del muro

### **2.4.8.3 Diseño de la red de distribución**

La red son todas las tuberías de PVC o HG que distribuyen el agua en forma de ramales abiertos o en forma de circuitos cerrados, salen desde el tanque de distribución hasta los puntos de toma, los cuales pueden ser: conexiones prediales, llena cántaros, etc.

Para el diseño de la red de distribución deben tomarse en cuenta las distintas obras, como: caja de válvula de compuerta, cajas rompe-presiones,

pasos de zanjón, entre otras, las que dependerán de la topografía del terreno y los criterios en el diseño.

Para una red de distribución deben tenerse en cuenta los siguientes criterios:

- a) Carga disponible o diferencia de altura entre el tanque de distribución y la última casa de la red de distribución.
- b) Capacidad para transportar el caudal de distribución.
- c) Tubería capaz de soportar las presiones hidrostáticas.
- d) Considerar todas las obras necesarias para el buen funcionamiento del sistema.
- e) Considerar diámetros mínimos para la economía del proyecto.
- f) La presión dinámica se recomienda mantenerla dentro del rango de: 10 m.c.a como mínimo y de 40 m.c.a. como máximo.
- g) La presión estática se recomienda mantenerla abajo de los 60 m.c.a.

Para el diseño de la red de distribución se utilizó la siguiente fórmula de Hazen-Williams:

$$H_f = \frac{1743.811141 * L^{1.85} * Q_d}{D_i^{4.87} * C^{1.85}}$$

$$V = \frac{1.973525241 * Q_d}{D_i^2}$$

Donde:

H<sub>f</sub> = Pérdida de carga (m)

V = Velocidad (m/s)

L = Longitud de la tubería (m)

Qd = Caudal de hora máximo, o caudal de distribución (L/s)

Di = Diámetro interno de tubería

C = Coeficiente de rugosidad de la tubería. Para PVC se usará 150 y para HG se usará 100

### Memoria de cálculo

Del diseño se presenta el cálculo del tramo de tubería entre las estaciones E-3 a E-5 que corresponden al ramal 1 de la red de distribución, cuyo resumen y cálculo se encuentra en la tabla V.

### DATOS:

C.T.I.= 2373.77

C.T.F. = 2364.73

Diferencia de cotas = 9.04 m

D.H. = 57.61 m

No. de total de conexiones = 55

No. de viviendas = 3

Factor de gasto (FG) = Qd/# viviendas

FG = 2.26/55 = 0.04 lt/seg

Caudal del tramo E-3 a E-5 = 0.04\*3 = 0.12lt/seg

Para determinar el diámetro de la tubería en este tramo será necesario considerar los siguientes aspectos:

$$D = \sqrt[4.87]{\frac{1743.81141 * L * Q^{1.85}}{H_f * C^{1.85}}}$$

$$D = \sqrt[4.87]{\frac{1743.81141 * 57.61 * 0.37^{1.85}}{9.04 * 150^{1.85}}}$$

$$D = 0.69'' \text{ (teórico)}$$

Este diámetro teórico se encuentra entre los diámetros comerciales de:

D comercial = 1/2" ≈ 0.5", cuyo diámetro interno es; Di = 0.716"

D comercial = 1" ≈ 1", cuyo diámetro interno es; Di = 1.000"

Utilizando para este diseño el diámetro comercial de 1", Di = 1" se obtiene:

$$H_f = \frac{(1743.81141 * L * Q^{1.85})}{D^{4.87} * C^{1.85}}$$

$$H_f = \frac{(1743.81141 * 57.61 * 0.37^{1.85})}{1^{4.87} * 150^{1.85}}$$

$$H_f = 1.4786m$$

### **Cálculo de presiones**

$$\text{Presión estática } (\Delta H) = CTI - CTF = 2373.77 - 2364.73 = 9.04 \text{ m}$$

$$C_{pz} = C_{pz3} - H_f$$

$$C_{pz5} = 2382.74m - 1.4786m$$

$$C_{pz5} = 2381.26mca$$

Presión dinámica =  $Cpz-CTF = 2381.26-2364.73 = 16.52$  mca

## **2.4.9 Obras de arte**

### **2.4.9.1 Caja de captación**

Es la obra civil que recolecta el agua proveniente de uno o varios nacimientos de brotes definidos o difusos, que salen de la montaña; en este caso, la captación a realizarse es para un nacimiento de brote definido. Esta obra es importante ya que de la buena captación del agua depende la continuidad y calidad del caudal.

En este diseño se utilizará una captación típica que contiene los siguientes componentes:

#### **a) Filtro de piedra y sello sanitario para captación del brote**

Dado que la captación a utilizarse es de brote definido, se construirá un filtro para una capacidad de 1 m<sup>3</sup>. El filtro se hará de piedra bola, grava y arena de río. La finalidad es limpiar el agua de alguna impureza que tenga. Los muros serán de mampostería de piedra, la losa de concreto reforzado con tapadera para inspección y limpieza. Esta obra llevará una tubería de salida que va hacia la caja de captación y una para su rebalse, ambos de PVC.

#### **b) Caja de captación**

Es la que recibe el agua proveniente del brote luego de pasar por el filtro de piedra, por medio de un tubo de PVC. Esta caja tendrá una capacidad de 1

m<sup>3</sup>. Los muros serán de mampostería de piedra, con un espesor de 0.25 m, con tapadera de concreto reforzado.

#### **c) Caja de válvula de salida**

Servirá para la protección de la válvula de control, los muros serán de mampostería de piedra, con un espesor de 0.15 m, con tapadera de concreto reforzado. La válvula será de bronce, adaptada para la tubería de salida con accesorios PVC.

#### **d) Dispositivo de desagüe y rebalse**

Este será de tubería de PVC. Tanto el rebalse como el desagüe drenarán para la misma tubería, que tendrá un sello de agua por medio de un sifón de PVC.

### **2.4.9.2 Caja de válvulas**

Antes de seleccionar las válvulas, se deben considerar los siguientes factores: tipo de válvula, materiales de construcción, capacidad de presión y temperatura, costo y disponibilidad. La caja de válvulas se colocará al principio de la red de distribución y en los lugares donde se considere necesario.

- **Válvula de limpieza**

En un sistema de conducción de agua, siempre se considerarán dispositivos que permitan la descarga de sedimentos acumulados; éstas se deben colocar en los puntos más bajos. Se colocaron en las siguientes



estaciones: línea de conducción (E-15), en línea de distribución en Ramal 1 (E-06, E-12), Ramal 2 (E-14, E-21) y Ramal 2.1 (E-38).

- **Válvula de compuerta**

Son las válvulas de aislamiento de mayor uso en los sistemas de distribución, principalmente por su costo, disponibilidad y baja pérdida de carga cuando están abiertas totalmente. Tienen un valor limitado como válvulas de control, por el desgaste del asiento, la desviación, y mucho uso del disco de la compuerta, aguas abajo. Además, el área abierta y el volumen de circulación por la válvula no son proporcionales al porcentaje de apertura de la válvula, en apertura parcial. La corrosión, la acumulación de sólidos, la formación de tubérculos, las grandes diferencias de presión y la expansión térmica, provocan dificultades para abrir las válvulas de compuerta normalmente cerradas, o al cerrarlas cuando normalmente están abiertas. La inspección y operación periódica de las válvulas que funcionan con poca frecuencia evitan muchas dificultades en su operación. Se colocó este tipo de válvulas en las captaciones, caja reunidora de caudales, caja rompe-presión y tanque de distribución.

#### **2.4.9.3 Pasos de zanjón**

Los pasos de zanjón se utilizan para superar obstáculos naturales como barrancos, zanjones, ríos, quebradas, etc. Los pasos zanjón están constituidos por columnas de concreto reforzado debidamente cimentadas que sostienen la tubería de HG sujetadas a las mismas.

#### **2.4.9.4 Conexión predial**

Para abastecer al 100% de la comunidad, se instalarán 55 conexiones prediales, con una longitud promedio de acometida de 27.70 m por servicio con tubería PVC.

Cada conexión constará fundamentalmente de tee PVC con rosca de diámetros 2", 1 ½", 1 ¼", 1", reducidos bushing PVC serán con rosca de diámetros de 2" ½", 1 ½", 1 ¼" y 1", niples de hierro galvanizado de ½" de diámetro, una copla de hierro galvanizado ½", una llave de chorro de ½" de diámetro sin rosca, un adaptador macho de PVC, dos codos de 90° de hierro galvanizado de ½" de diámetro.

#### **2.4.9.5 Desinfección**

La desinfección es el proceso de destrucción de microorganismos presentes en el agua, mediante la aplicación directa de medios físicos o químicos. La filtración es un método físico, aunque por sí solo no garantiza la calidad del agua. Por ebullición es otro método que destruye microorganismos patógenos que suele encontrarse en el agua. Rayos ultravioleta es un método de muy alto costo.

Los métodos químicos más empleados para desinfección son: el yodo, la plata y cloro. El cloro es un poderoso desinfectante que tiene la capacidad de penetrar en las células y de combinarse con las sustancias celulares vivas y es el más común en sistemas de acueductos rurales.

## **Cloración**

Es el procedimiento que se le da al agua utilizando el cloro o alguno de sus derivados (hipocloritos de calcio o sodio y tabletas de tricloro). Este método es de fácil aplicación y el más económico, por lo que es muy usado en el área rural.

### **Tabletas de tricloro**

Es una forma de presentación del cloro, la cual consiste en pastillas o tabletas, que tienen un tamaño de 3" de diámetro, y 1" de espesor, con una solución de cloro al 90% y un 10% de estabilizador. El peso de la tableta es de 200 gr y la velocidad a la que se disuelve en agua en reposo es de 15 gr en 24 horas.

### **Alimentador automático de tricloro**

El alimentador de tricloro es un recipiente en forma de termo, que contiene tabletas, las que se disuelven mediante el paso del agua en el mismo; estos alimentadores vienen en diferentes capacidades de tabletas, las que depende del caudal requerido para el proyecto. El modelo a utilizar se muestra a continuación:

Entre los tres derivados de cloro se eligió las tabletas de tricloro, por ser un método más seguro para la población.

#### **2.4.10 Tipos de tubería**

Existen diferentes tipos de tuberías entre las cuales se encuentran:

##### **a. Tubería de hierro galvanizado**

La tubería de hierro galvanizado es cada vez menos usada, debido a los inconvenientes de su manipulación, instalación y duración. Por su resistencia es especialmente utilizada en tramos o extremos expuestos a un fácil deterioro o destrucción. Sin embargo, las mayores desventajas que posee es su fácil corrosión y su costo elevado, lo que se agrava cada vez más, por la disminución de la capa de galvanizado que se le aplica; así, ha ido cayendo en desuso.

##### **b. Tubería de cloruro de polivinilo no plastificado (PVC)**

Esta tubería ofrece mejores características y propiedades que la anterior, es muy liviana, fácil de manipular e instalar, de larga duración, pero sobretodo no hay efectos de corrosión, es muy resistente a muchos químicos y es mucho más económica. Por lo que se ha ido intensificando más su utilización, desplazando a otros tipos de tubería y accesorios.

#### **2.4.11 Tipos de accesorios**

Los accesorios de PVC con resistencia pasiva al fuego; al unirse a los tubos ayudan a la correcta ejecución de cada sistema de distribución de agua potable. Así como hay tuberías y accesorios para agua fría, también hay para agua caliente para temperaturas hasta 82.20 °C y con presión de 100 PSI. Los accesorios que se pueden mencionar son:

- Codo a 90° (campana cementada y con rosca)
- Codo a 45° (campana cementada)
- Tee (campana cementada y con rosca)
- Tapón macho
- Tapón hembra
- Adaptador macho
- Adaptador hembra
- Copla
- Flange
- Union de reparación
- Cruz
- Reducidor *bushing* (liso y con rosca)

Todos los accesorios tienen diámetros desde ½" hasta 4".

## **2.5 Programa de operación y mantenimiento**

Para la operación del sistema se deberá limpiar y desinfectar la tubería instalada previo a su funcionamiento, haciendo correr agua a una velocidad mínima de 0.75 m/seg. y luego llenar la tubería. Se deberá efectuar una prueba de presión de la tubería instalada, de preferencia entre cada tramo limitado por válvulas, a efecto de comprobar el hermetismo del tramo y el cierre de las válvulas correspondientes, como mínimo deberá elevarse la presión igual a un 50% más de la presión a la que trabajará normalmente la tubería, pero preferentemente deberá ser cercana a la presión nominal resistente del fabricante, indicada en la misma para comprobar su comportamiento, previo a cerrar la zanja de su instalación.

Esto se consigue cerrando perfectamente las válvulas y conectando en un punto del tramo, a probar, un equipo de bomba manual, para subir la presión al valor correspondiente y mantenerla durante 30 minutos, verificando que la pérdida de presión en ese tiempo no sea mayor de un 5% de la inicial. Es recomendable colocar un poco de material selecto sobre la tubería a probar, pero sin que cubra las uniones de tubería y accesorios para comprobar si existen fugas o no.

Al cerrar la zanja, se deberá comprobar que se coloque capas de material selecto compactado hasta donde sea posible, a los lados y sobre la tubería instalada, buscando no afectar la misma; posterior a esta fase, sí se deberá compactar en debida forma las demás capas hasta rellenar completamente la zanja.

Un buen mantenimiento de red implica una correcta reducción de las fugas en la misma: su detención rápida y eficaz, su correcta reparación e incluso su prevención. Esto se logra teniendo materiales disponibles, que sean de calidad, para que el fontanero de la comunidad pueda disponer de ellos para hacer dichas reparaciones y mantener un sistema en óptimas condiciones.

## **2.6 Propuesta de tarifa**

Para que un sistema de agua potable cumpla con su cometido y sea sostenible durante el período para el que se diseña, se requiere de un fondo para operar el sistema y darle mantenimiento. Para esto se determinó una tarifa por vivienda que los usuarios deberán cancelar, en función del costo de operación, mantenimiento, tratamiento, administración y reserva.

### **Costo de operación (O)**

Este costo representa el pago al fontanero por revisión de la tubería y conexiones domiciliarias. Asumiendo que el fontanero recorrerá 4.03 km de línea al día revisándola minuciosamente y podrá revisar 55 conexiones al día, además se contempla un factor que representa las prestaciones como aguinaldo, bono 14 e indemnización.

$$O = ((\text{Long.tubería} * 1/6 * \text{Jornal}) + (\text{No.conexiones} * 1/20 * \text{Jornal})) / 0.66$$

$$O = ((4027.31 \text{ Mts} * 1/6 * Q55.00) + (55 \text{ viv} * 1/20 * Q55.00)) / 0.66$$

$$O = Q561.64$$

### **Costo de mantenimiento (M)**

Este costo servirá para la compra de materiales del proyecto, en caso de que sea necesario cambiar los ya instalados o para la ampliación de los mismos. Se estima como el 4 por millar del costo total del proyecto.

$$M = \frac{0.004 * \text{Costo total del proyecto}}{55}$$

55

$$M = (0.004 * Q521,846.14) / 55$$

$$M = Q37.95$$

### **Costo de tratamiento (T)**

Es el costo que se requiere para la compra del hipoclorito de sodio, que es el método seleccionado para la desinfección del agua, el cual se cobrará mensualmente.

$$T = \frac{30 * \text{Costo de hipoclorito de sodio lb.} * \text{cantidad de hipoclorito lb.} * \text{relación agua cloro} * Q_c * 86,400}{\text{Concentración de cloro} * \text{No. conexiones}}$$

$$T = \frac{30 * 3 * 3 * 0.001 * 1.85 \text{ lt/seg} * 86,400}{1.70 * 55}$$

$$T = Q461.57$$

### **Costo de administración (A)**

Este costo representa el fondo que servirá para gastos de papelería, sellos, viáticos, etc. Se estima que es el 15% de la suma de los tres anteriores.

$$A = 15\% (O + M + T)$$

$$A = 0.15 * (Q561.64 + Q37.95 + Q461.57)$$

$$A = Q159.17$$

### **Costo de reserva (R)**

Se le denomina así a una reserva de dinero para cualquier imprevisto que afecte al proyecto, el cual será el 12% de la suma de los costos de operación, mantenimiento y tratamiento.

$$R = 12\% (O + M + T)$$

$$R = 0.12 * (Q561.64 + Q37.95 + Q461.57)$$

$$R = Q127.34$$

### **Tarifa calculada**

La tarifa calculada es la suma de los costos anteriores, dividido el número de viviendas:



Tarifa = (O+M+T+A+R)/No.viviendas

Tarifa = ((Q561.64 + Q37.95 + Q461.57 + Q159.17 + Q127.34)/55 viviendas

Tarifa = Q24.50

La tarifa se puede ajustar de conformidad con las características del proyecto.

## **2.7 Planos**

Los planos elaborados, para el proyecto de introducción de agua potable, son los siguientes:

Plano de la planta general y curvas de presión

Plano de densidad de vivienda

Plano de conjunto hidráulico

Plano de planta – perfil, de línea de conducción

Plano de planta – perfil, de línea de distribución ramal 1

Plano de planta – perfil, de línea de distribución ramal 2 y ramal 2.1

Plano de planta – perfil, de línea de distribución ramal 2.1.1 y ramal 3

Plano de captación de brote definido

Plano de pasos de zanjón

Plano tanque de distribución

Plano de conexiones prediales y cajas para válvulas

Éstos se presentan en el anexo.

## 2.8 Presupuesto

Para elaborar el presupuesto se tomaron en cuenta los siguientes renglones de trabajo:

**Tabla VI. Cuantificación de materiales y mano de obra**

DESCRIPCIÓN RENGLÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Preliminares topográficos		ML	4027.31	Q 4.67	Q 18,827.21
trazado de línea de conducción y distribución					
MATERIALES					
Descripción de materiales	Unidad de medida	% Desp.	Cantidad	Precio unitario	Total
Madera para estacas	unidad		1150.66	Q 0.50	Q 575.33
Total de materiales con IVA					Q 575.33
Total de material sin iva					Q 513.69
MANO DE OBRA					
Descripción de mano de obra	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario	Total	
Trazado	ML	4027.31	Q 2.00	Q	8,054.61
Estaqueado	Unidad	1150.66	Q 0.50	Q	575.33
SUB-TOTAL MANO DE OBRA					Q 8,629.94
			AYUDANTE	17.00%	Q 1,467.09
			PRESTACIONES	22.00%	Q 2,221.35
TOTAL MANO DE OBRA					Q 12,318.38
INTEGRACIÓN					
TOTAL COSTO DIRECTO ( MATERIALES + EQUIPO + COMBUSTIBLE + MANO DE OBRA + OTROS ):					Q 12,832.07
TOTAL COSTO INDIRECTO: ( LEGALES + ADMIN. + UTILIDAD ) :				31.00%	Q 3,977.94
SUB-TOTAL					Q 16,810.01
IVA:				12.00%	Q 2,017.20
TOTAL					Q 18,827.21
PRECIO UNITARIO					Q 4.67

DESCRIPCIÓN RENGLÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Limpieza y Chapeo		ML	4027.31	Q 4.36	Q 17,559.96
Limpieza y chapeo de la línea de conducción y distribución					
MATERIALES					
Descripción de materiales	Unidad de medida	% Desp.	Cantidad	Precio unitario	Total
Herramienta	Unidad		1	Q 471.19	Q 471.19
Total de materiales con IVA					Q 471.19
TOTAL DE MATERIAL SIN IVA					Q 420.71
MANO DE OBRA					
Descripción de mano de obra	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario	Total	
Chapeo de línea de tubería	ML	4027.31	Q 1.50	Q	6,040.96
Limpieza de vegetación de línea de tubería	ML	4027.31	Q 0.50	Q	2,013.65
SUB-TOTAL MANO DE OBRA					Q 8,054.61
			AYUDANTE	17.00%	Q 1,369.28
			PRESTACIONES	22.00%	Q 2,073.26
TOTAL MANO DE OBRA					Q 1,497.16
INTEGRACIÓN					
TOTAL COSTO DIRECTO ( MATERIALES + EQUIPO + COMBUSTIBLE + MANO DE OBRA + OTROS ):					Q 11,968.35
TOTAL COSTO INDIRECTO: ( LEGALES + ADMIN. + UTILIDAD ) :				31.00%	Q 3,710.19

SUB-TOTAL		Q	15,678.54
IVA:	12.00%	Q	1,881.42
TOTAL		Q	17,559.96
<b>PRECIO UNITARIO</b>		Q	4.36

DESCRIPCIÓN RENGLÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Preliminares		ML	4027.30	Q 16.28	Q 65,571.98
excavación y nivelado de línea de conducción y distribución					
MATERIALES					
Descripción de materiales	Unidad de medida	% Desp.	Cantidad	Precio unitario	Total
Herramienta	unidad		1	Q 1,766.98	Q 1,766.98
Total de materiales con IVA					Q 1,766.98
<b>TOTAL DE MATERIAL SIN IVA</b>					<b>Q 1,577.66</b>
MANO DE OBRA					
Descripción de mano de obra	Unidad de medida		Cantidad	Precio unitario	Total
Excavación	ML		4027.30	Q 3.00	Q 12,081.90
Relleno	ML		4027.30	Q 2.50	Q 10,068.25
Compactado	ML		4027.30	Q 2.00	Q 8,054.60
SUB-TOTAL MANO DE OBRA					Q 30,204.75
			AYUDANTE	17.00%	Q 5,134.81
			PRESTACIONES	22.00%	Q 7,774.70
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q 43,114.26</b>
INTEGRACIÓN					
TOTAL COSTO DIRECTO ( MATERIALES + EQUIPO + COMBUSTIBLE + MANO DE OBRA + OTROS ):					Q 44,691.92
TOTAL COSTO INDIRECTO: ( LEGALES + ADMIN. + UTILIDAD ) :					31.00% Q 13,854.49
SUB-TOTAL					Q 58,546.41
IVA:					12.00% Q 7,025.57
TOTAL					Q 5,571.98
<b>PRECIO UNITARIO</b>					<b>Q 16.28</b>

DESCRIPCIÓN RENGLÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
CAPTACIÓN		Unidad	1.00	Q40,336.54	Q 40,336.54
Captación superficial caso 1 - muro de protección - cajas reunidora - caja de válvula					
MATERIALES					
Descripción de materiales	Unidad de medida	% Desp.	Cantidad	Precio unitario	Total
<i>Materiales de construcción</i>					
Cemento gris 4000 psi	Saco	5.00%	113.00	Q 60.00	Q 7,119.00
Arena de río	m3	15.00%	6.50	Q 152.00	Q 1,136.20
Piedrin 1/2"	m3	15.00%	2.40	Q 250.00	Q 690.00
Piedrin 3"	m3	15.00%	0.60	Q 250.00	Q 172.50
Piedra Bola	m3	15.00%	23.40	Q 250.00	Q 6,727.50
Hierro No. 4 G40	Varilla	5.00%	0.50	Q 67.34	Q 35.35
Hierro No. 3 G40	Varilla	5.00%	62.00	Q 37.95	Q 2,470.55
Hierro No. 2 G40	Varilla	5.00%	5.50	Q 17.40	Q 100.49
Alambre de amarre	Libra	5.00%	10.00	Q 6.50	Q 68.25
Parales 3" x 3" x 10'	Pie tabla	10.00%	115.00	Q 5.00	Q 632.50
Tabla 1" x 12" x 10'	Pie tabla	10.00%	90.00	Q 5.00	Q 495.00
Clavo	Libra	10.00%	12.00	Q 6.50	Q 85.80
<i>Accesorios de entrada</i>					
Pichacha Br.	Unidad		1.00	Q 340.00	Q 340.00
Codo 90° PVC	Unidad		1.00	Q 51.55	Q 51.55
Tubería PVC	Unidad		1.50	Q 141.28	Q 211.92
<i>Accesorios de salida</i>					
Pichacha Br.	Unidad		1.00	Q 340.00	Q 340.00
Válvula de compuerta de Br.	Unidad		1.00	Q 241.59	Q 241.59
<i>Accesorios de drenaje y rebalse</i>					
Tee PVC 3"	Unidad		1.00	Q 85.99	Q 85.99
Codo 90° PVC 3"	Unidad		3.00	Q 144.35	Q 433.05
Válvula de compuerta de Br. 3"	Unidad		1.00	Q 607.63	Q 607.63

Adaptador Macho PVC 3"	Unidad		2.00	Q 38.59	Q 77.18
Tubería PVC 3"	Unidad		1.00	Q 309.24	Q 309.24
Herramienta	Unidad		1	Q 181.78	Q 181.78
Transporte	Unidad		1	Q 2,261.31	Q 2,261.31
Total de materiales con IVA					Q 24,874.37
<b>TOTAL DE MATERIAL SIN IVA</b>					<b>Q 22,209.26</b>
<b>EQUIPO Y MAQUINARIA</b>					
<b>Descripción de equipo</b>	<b>RENDIMIENTO sacos / día</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>TOTAL</b>
Mezcladora	50	día	2.26	Q 300.00	Q 678.00
Total de equipo con IVA					Q 678.00
<b>TOTAL DE EQUIPO SIN IVA</b>					<b>Q 605.36</b>
<b>COMBUSTIBLES</b>					
<b>Descripción de equipo</b>	<b>RENDIMIENTO COMBUSTIBLE gal/día</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>TOTAL</b>
Mezcladora	3	Galón	6.78	Q 40.00	Q 271.20
Total de combustible con IVA					Q 271.20
<b>TOTAL DE COMBUSTIBLE SIN IVA</b>					<b>Q 242.14</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
<b>Descripción de mano de obra</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Total</b>	
Excavación	m3	15	Q 12.97	Q 194.55	
Formaleta, fundición y desencofrado de muro de concreto ciclópeo	m3	7.7	Q 149.00	Q 1,147.30	
Formaleta, fundición y desencofrado de caja unificadora	Unidad	1	Q 150.00	Q 150.00	
Armado y fundición de brocal de caja unificadora	Unidad	1	Q 150.00	Q 150.00	
Fundición de caja de válvula	Unidad	1	Q 45.00	Q 45.00	
Armado, fundido y desencofrado de caja de rebalse	Unidad	1	Q 45.00	Q 45.00	
Armado, fundición y desencofrado de losa	m2	29.3	Q 35.00	Q 1,025.50	
Instalación de tubería, accesorios y válvulas	global	1	Q 350.00	Q 350.00	
SUB-TOTAL MANO DE OBRA					Q 3,107.35
			AYUDANTE	17.00%	Q 528.25
			PRESTACIONES	22.00%	Q 799.83
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q 4,435.43</b>
<b>INTEGRACIÓN</b>					
TOTAL COSTO DIRECTO ( MATERIALES + EQUIPO + COMBUSTIBLE + MANO DE OBRA + OTROS ):					Q 27,492.19
TOTAL COSTO INDIRECTO: ( LEGALES + ADMIN. + UTILIDAD ):					31.00% Q 8,522.58
SUB-TOTAL					Q 36,014.77
IVA:					12.00% Q 4,321.77
TOTAL					<b>Q 40,336.54</b>
<b>PRECIO UNITARIO</b>					<b>Q 40,336.54</b>

<b>DESCRIPCIÓN RENGLÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>TOTAL</b>	
Tubería de 2"	Unidad	132.00	Q 268.86	Q 35,489.21	
Línea de conducción tubería 2" PVC 160 psi					
<b>MATERIALES</b>					
<b>Descripción de materiales</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>% Desp.</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Total</b>
Tubería 2" PVC 160 psi	Unidad	5.00%	132	Q 141.28	Q 19,581.41
Pegamento solvente	1/4 galón	5.00%	4.62	Q 217.58	Q 1,055.48
Herramienta	Unidad		1	Q 154.44	Q 154.44
Transporte	Unidad		1	Q 2,079.13	Q 2,079.13
Total de materiales con IVA					Q 22,870.46
<b>TOTAL DE MATERIAL SIN IVA</b>					<b>Q 20,420.05</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
<b>Descripción de mano de obra</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Total</b>	
Colocado de tubería	Unidad	132	Q 20.00	Q 2,640.00	
SUB-TOTAL MANO DE OBRA					Q 2,640.00
			AYUDANTE	17.00%	Q 448.80
			PRESTACIONES	22.00%	Q 679.54
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q 3,768.34</b>
<b>INTEGRACIÓN</b>					
TOTAL COSTO DIRECTO ( MATERIALES + EQUIPO + COMBUSTIBLE + MANO DE OBRA + OTROS ):					Q 24,188.39
TOTAL COSTO INDIRECTO: ( LEGALES + ADMIN. + UTILIDAD ):					31.00% Q 7,498.40

SUB-TOTAL		Q	31,686.79
IVA:	12.00%	Q	3,802.42
TOTAL		Q	35,489.21
<b>PRECIO UNITARIO</b>		Q	268.86

DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN	m3	40.00	Q 2,505.06	Q 100,202.44	
tanque de distribución de 40 m3 de concreto ciclópeo					
<b>MATERIALES</b>					
Descripción de materiales	Unidad de medida	% Desp.	Cantidad	Precio unitario	Total
Cemento gris 4000 PSI	Saco	5.00%	278.96	Q 56.09	Q 16,429.21
Arena de río	m3	15.00%	28.66	Q 152.00	Q 5,008.89
Piedrin de 1/2"	m3	15.00%	4.225	Q 250.00	Q 1,214.69
Piedra bola	m3	5.00%	25.92	Q 250.00	Q 6,804.00
Hierro 1/4". Legítimo	varilla	5.00%	23.19	Q 17.40	Q 423.63
Hierro 3/8". Legítimo	varilla	5.00%	175.23	Q 37.95	Q 6,982.58
Hierro 1/2". Legítimo	varilla	5.00%	5.45	Q 67.34	Q 385.02
Hierro 5/8". Legítimo	varilla	5.00%	4.95	Q 105.21	Q 546.83
Alambre de amarre	Libra	10.00%	65.07	Q 6.50	Q 465.26
Tabla 1" x 12" x 10'	Pie-tabla	10.00%	342.46	Q 6.50	Q 2,448.59
Paral 3" x 3" x 12'	Pie-tabla	10.00%	480.99	Q 6.50	Q 3,439.08
Tendal 2 1/2" x 3" x 10'	Pie-tabla	10.00%	116.5	Q 6.50	Q 832.98
Listón 1" x 2" x 10'	Pie-tabla	10.00%	71.59	Q 6.50	Q 511.87
Clavo 3"	Libra	10.00%	64.66	Q 6.50	Q 462.30
Hembra 2" x 1/4"	Unidad		1.00	Q 144.50	Q 144.50
Tubería PVC Φ 2"	Unidad		4.00	Q 141.28	Q 565.12
Tubería PVC Φ 3"	Unidad		1.00	Q 309.24	Q 309.24
Válvula de compuerta Φ 2"	Unidad		2.00	Q 241.59	Q 483.18
Codo PVC 90° Φ2"	Unidad		2.00	Q 51.55	Q 103.10
Codo PVC 90° Φ3"	Unidad		7.00	Q 144.35	Q 1,010.45
Codo PVC 45° Φ2"	Unidad		1.00	Q 17.42	Q 17.42
Adaptador macho	Unidad		4.00	Q 10.23	Q 40.92
Herramienta	Unidad		1	Q 726.59	Q 726.59
Transporte	Unidad		1	Q 4,935.54	Q 4,935.54
Total de materiales con IVA				Q	54,290.98
<b>TOTAL DE MATERIAL SIN IVA</b>				Q	48,474.09
<b>EQUIPO Y MAQUINARIA</b>					
Descripción de equipo	RENDIMIENTO sacos / día	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Mezcladora	50	día	5.58	Q 300.00	Q 1,673.76
Total de equipo con IVA					Q 1,673.76
<b>TOTAL DE EQUIPO SIN IVA</b>					Q 1,494.43
<b>COMBUSTIBLES</b>					
Descripción de equipo	RENDIMIENTO COMBUSTIBLE gal/día	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Mezcladora	3	Galón	16.7376	40	Q 669.50
Total de combustible con IVA					Q 669.50
<b>TOTAL DE COMBUSTIBLE SIN IVA</b>					Q 597.77
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción de mano de obra	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario	Total	
Excavación	m3	104.40	Q 12.00	Q 1,252.80	
Nivelación de terreno	m2	52.20	Q 1.50	Q 78.30	
Armado No. 3	m	1051.40	Q 2.95	Q 3,101.62	
Armado No. 4	m	32.67	Q 3.95	Q 129.05	
Armado No. 5	m	29.70	Q 4.95	Q 147.02	
Estribo No. 2	Unidad	194.00	Q 1.75	Q 339.50	
Centrado de vigas	m	34.70	Q 1.50	Q 52.05	
Formaleta de vigas	m	34.70	Q 30.00	Q 1,041.00	
Fundición de vigas	m	34.70	Q 6.00	Q 208.20	
Repello de vigas	m	34.70	Q 1.30	Q 45.11	
Entarimado de losa	m2	28.43	Q 13.00	Q 369.56	
Desentaramado de losa	m2	28.43	Q 4.50	Q 127.92	
Quitar puntales, tendal	Unidad	299.50	Q 0.60	Q 179.70	
Repello de losa	m2	28.43	Q 8.00	Q 227.44	

Mampostería de piedra	m3	39.20	Q 75.00	Q 2,940.00
Tapadera de entrada	Unidad	1.00	Q 25.00	Q 25.00
Colocar accesorios	Unidad	16.00	Q 5.00	Q 80.00
Colocar tubería PVC	Unidad	5.00	Q 22.00	Q 110.00
Ensabietado de paredes interiores	m2	42.93	Q 3.50	Q 150.27
Hacer caja para válvulas	Unidad	2	Q 60.00	Q 120.00
<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA</b>				Q 10,724.53
			AYUDANTE 35.50%	Q 3,807.21
			PRESTACIONES 22.00%	Q 3,196.98
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q 17,728.72</b>
<b>INTEGRACIÓN</b>				
TOTAL COSTO DIRECTO ( MATERIALES + EQUIPO + COMBUSTIBLE + MANO DE OBRA + OTROS ):				Q 68,295.01
TOTAL COSTO INDIRECTO: ( LEGALES + ADMIN. + UTILIDAD ) :			31.00%	Q 21,171.45
SUB-TOTAL				Q 89,466.46
IVA:			12.00%	Q 10,735.98
TOTAL				<b>Q 100,202.44</b>
<b>PRECIO UNITARIO</b>				<b>Q 2,505.06</b>

DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
TANQUE HIPOCLORADOR tanque hipoclorador de 1 m3	UNIDAD	1.00	Q 8,269.87	Q 8,269.87	
<b>MATERIALES</b>					
Descripción de materiales	Unidad de medida	% Desp.	Cantidad	Precio unitario	Total
Tubo de 1/2" PVC 315 PSI	Unidad		2	Q 32.80	Q 65.60
Tubo de 1 1/2" PVC 160 PSI	Unidad		2	Q 90.67	Q 181.34
Tee reductora de 2"x1/2" PVC	Unidad		1	Q 48.61	Q 48.61
Codo de 1/2"x90° PVC	Unidad		6	Q 2.95	Q 17.70
Codo de 2"x90° PVC	Unidad		2	Q 51.55	Q 103.10
Codo de 1/2"x45° PVC	Unidad		2	Q 4.77	Q 9.54
Válvula de compuerta de 2" Br.	Unidad		1	Q 241.59	Q 241.59
Válvula de compuerta de 1/2" Br.	Unidad		3	Q 43.45	Q 130.35
Adaptador macho de 2" PVC	Unidad		2	Q 10.23	Q 20.46
Adaptador macho de 1/2" PVC	Unidad		6	Q 1.33	Q 7.98
Manguera Plástica de 5/16"	Unidad		1	Q 23.10	Q 23.10
Tapón hembra de 1/2" PVC	Unidad		1	Q 7.21	Q 7.21
Válvula de flote de 1/2"	Unidad		1	Q 156.13	Q 156.13
Hierro plano de 1/8" x 1 x 20'	Unidad		8.00	Q 98.93	Q 791.44
Deposito 2,500 lts polietileno de alta densidad	Unidad		1.00	Q 2,200.00	Q 2,200.00
Tomillos Hilty	Unidad		8.00	Q 17.25	Q 138.00
Herramienta	Unidad		1	Q 61.79	Q 61.79
Transporte	Unidad		1	Q 420.39	Q 420.39
Total de materiales con IVA					Q 4,624.33
<b>TOTAL DE MATERIAL SIN IVA</b>					<b>Q 4,128.87</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción de mano de obra	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario	Total	
Instalación de accesorios	Unidad	26.00	Q 12.00	Q 312.00	
Colocado de tubería	Unidad	4.00	Q 25.00	Q 100.00	
Colocado de depósito	Unidad	1.00	Q 250.00	Q 250.00	
Cubierta para depósito	Unidad	1	Q 50.00	Q 250.00	
<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA</b>				Q 912.00	
			AYUDANTE 35.50%	Q 323.76	
			PRESTACIONES 22.00%	Q 271.87	
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q 1,507.63</b>	
<b>INTEGRACIÓN</b>					
TOTAL COSTO DIRECTO ( MATERIALES + EQUIPO + COMBUSTIBLE + MANO DE OBRA + OTROS ):				Q 5,636.49	
TOTAL COSTO INDIRECTO: ( LEGALES + ADMIN. + UTILIDAD ) :			31.00%	Q 1,747.31	
SUB-TOTAL				Q 7,383.81	
IVA:			12.00%	Q 886.06	
TOTAL				<b>Q 8,269.87</b>	
<b>PRECIO UNITARIO</b>				<b>Q 8,269.87</b>	

DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Tubería de 2"	Unidad	89.00	Q 298.41	Q 26,558.23	
tubería 2" PVC 160 PSI					
MATERIALES					
Descripción de materiales	Unidad de medida	% Desp.	Cantidad	Precio unitario	Total
Tubería 2" PVC 160 PSI	Unidad	5.00%	89	Q 141.28	Q 13,202.62
Pegamento solvente	1/4 galón	5.00%	3,465	Q 217.58	Q 791.61
Codo 45° diámetro 2" PVC	Unidad		6	Q 17.42	Q 104.52
Reductor bushing ø2"- 1 1/2"	Unidad		1	Q 11.06	Q 11.06
Válvula de compuerta	Unidad		3	Q 241.59	Q 724.77
Caja de válvula	Unidad		3	Q 100.00	Q 300.00
Herramienta	Unidad		1	Q 127.53	Q 127.53
Transporte	Unidad		1	Q 1,526.21	Q 1,526.21
Total de materiales con IVA					Q 16,788.32
<b>TOTAL DE MATERIAL SIN IVA</b>					<b>Q 14,989.57</b>
MANO DE OBRA					
Descripción de mano de obra	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario	Total	
Colocado de tubería	Unidad	89	Q 20.00	Q 1,780.00	
Colocado de accesorios	Unidad	7	Q 25.00	Q 175.00	
Colocado de caja + válvula	Unidad	3	Q 75.00	Q 225.00	
SUB-TOTAL MANO DE OBRA				Q 2,180.00	
			AYUDANTE	17.00%	Q 370.60
			PRESTACIONES	22.00%	Q 561.13
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q 3,111.73</b>
INTEGRACION					
TOTAL COSTO DIRECTO ( MATERIALES + EQUIPO + COMBUSTIBLE + MANO DE OBRA + OTROS ):					Q 18,101.30
TOTAL COSTO INDIRECTO: ( LEGALES + ADMIN. + UTILIDAD ) :				31.00%	Q 5,611.40
SUB-TOTAL					Q 23,712.70
IVA:				12.00%	Q 2,845.52
<b>TOTAL</b>					<b>Q 26,558.23</b>
<b>PRECIO UNITARIO</b>					<b>Q 298.41</b>

DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Tubería de 1 1/2"	Unidad	34.00	Q 220.02	Q 7,480.72	
tubería 1 1/2" PVC 160 PSI					
MATERIALES					
Descripción de materiales	Unidad de medida	% Desp.	Cantidad	Precio unitario	Total
Tubería 1 1/2" PVC 160 PSI	Unidad	5.00%	34	Q 90.67	Q 3,236.92
Pegamento solvente	1/4 galón	5.00%	1,435	Q 217.58	Q 327.84
Codo 45° diámetro 1 1/2" PVC	Unidad		3	Q 13.74	Q 41.22
Tee ø1 1/2" PVC	Unidad		1	Q 18.19	Q 18.19
Reductor bushing ø1 1/2" - 1 1/4"	Unidad		2	Q 6.56	Q 13.12
Válvula de compuerta	Unidad		1	Q 188.63	Q 188.63
Caja par válvula	Unidad		1	Q 100.00	Q 100.00
Herramienta	Unidad		1	Q 48.96	Q 48.96
Transporte	Unidad		1	Q 397.49	Q 397.49
Total de materiales con IVA					Q 4,372.37
<b>TOTAL DE MATERIAL SIN IVA</b>					<b>Q 3,903.90</b>
MANO DE OBRA					
Descripción de mano de obra	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario	Total	
Colocado de tubería	Unidad	34	Q 18.00	Q 612.00	
Colocado de accesorios	Unidad	6	Q 25.00	Q 150.00	
Colocado de caja + válvula	Unidad	1	Q 75.00	Q 75.00	
SUB-TOTAL MANO DE OBRA				Q 837.00	
			AYUDANTE	17.00%	Q 142.29
			PRESTACIONES	22.00%	Q 215.44
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q 1,194.73</b>
INTEGRACION					

TOTAL COSTO DIRECTO ( MATERIALES + EQUIPO + COMBUSTIBLE + MANO DE OBRA + OTROS ):		Q	5,098.64
TOTAL COSTO INDIRECTO: ( LEGALES + ADMIN. + UTILIDAD ) :	31.00%	Q	1,580.58
SUB-TOTAL		Q	6,679.21
IVA:	12.00%	Q	801.51
TOTAL		Q	7,480.72
<b>PRECIO UNITARIO</b>		Q	220.02

DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Tubería de 1"	Unidad	349.00	Q 147.70	Q 51,547.68	
tubería 1" PVC 160 PSI - 250 PSI					
<b>MATERIALES</b>					
Descripción de materiales	Unidad de medida	% Desp.	Cantidad	Precio unitario	Total
Tubería 1" PVC 160 PSI	Unidad	5.00%	248	Q 51.16	Q 13,322.06
Tubería 1" PVC 250 PSI	Unidad	5.00%	101	Q 64.79	Q 6,870.98
Pegamento solvente	1/4 galón	5.00%	13.58	Q 217.58	Q 3,102.47
Codo 45° diámetro 1" PVC	Unidad		18	Q 8.22	Q 147.96
Codo 90° diámetro 1" PVC	Unidad		3	Q 6.80	Q 20.40
Tee PVC 1"	Unidad		2	Q 6.56	Q 13.12
Cruz PVC 1"	Unidad		4	Q 38.10	Q 152.40
Válvula de compuerta	Unidad		12	Q 97.89	Q 1,174.68
Caja para válvulas	Unidad		12	Q 100.00	Q 1,200.00
Herramienta	Unidad		1	Q 377.97	Q 377.97
Transporte	Unidad		1	Q 2,638.20	Q 2,638.20
Total de materiales con IVA					Q 29,020.25
<b>TOTAL DE MATERIAL SIN IVA</b>					Q 25,910.94
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción de mano de obra	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario	Total	
Colocado de tubería	Unidad	349	Q 14.00	Q 4,886.00	
Colocado de accesorios	Unidad	27	Q 25.00	Q 675.00	
Colocado de caja + válvula	Unidad	12	Q 75.00	Q 900.00	
SUB-TOTAL MANO DE OBRA				Q 6,461.00	
			AYUDANTE	17.00%	Q 1,098.37
			PRESTACIONES	22.00%	Q 1,663.06
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				Q 9,222.43	
<b>INTEGRACIÓN</b>					
TOTAL COSTO DIRECTO ( MATERIALES + EQUIPO + COMBUSTIBLE + MANO DE OBRA + OTROS ):				Q 35,133.37	
TOTAL COSTO INDIRECTO: ( LEGALES + ADMIN. + UTILIDAD ) :	31.00%			Q 10,891.34	
SUB-TOTAL				Q 46,024.71	
IVA:	12.00%			Q 5,522.97	
TOTAL				Q 51,547.68	
<b>PRECIO UNITARIO</b>				Q 147.70	

DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
PASO DE ZANJÓN	UNIDAD	1.00	Q13,762.51	Q 13,762.51	
paso de zanjón de 23 m. con columnas 0.50*0.50@4.50mts					
<b>MATERIALES</b>					
Descripción de materiales	Unidad de medida	% Desp.	Cantidad	Precio unitario	Total
Cemento gris 4000 PSI	Saco	5.00%	28.84	Q 56.09	Q 1,698.52
Arena de río	m3	15.00%	1.71	Q 152.00	Q 298.91
Piedrin de 1/2"	m3	15.00%	1.52	Q 250.00	Q 437.00
Piedra bola	m3	5.00%	0.06	Q 250.00	Q 16.54
Hierro 1/2". Legítimo	varilla	5.00%	13.47	Q 67.34	Q 952.42
Hierro 3/8". Legítimo	varilla	5.00%	15.42	Q 37.95	Q 614.45
Alambre de amarre	Libra	10.00%	12.44	Q 6.50	Q 88.95
Tabla 1" x 12" x 10'	Pie-tabla	10.00%	44.10	Q 6.50	Q 315.32
Clavo 3"	Libra	10.00%	1.60	Q 6.50	Q 11.44
Tubería HG 1 1/2"	Unidad		4.00	Q 675.68	Q 2,702.72
Herramienta	Unidad		1	Q 84.90	Q 84.90
Transporte	Unidad		1	Q 722.12	Q 722.12
Total de materiales con IVA				Q 7,943.27	



TOTAL DE MATERIAL SIN IVA					Q	7,092.21
EQUIPO Y MAQUINARIA						
Descripción de equipo	RENDIMIENTO sacos / día	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Mezcladora	50	día	0.5768	Q 300.00	Q	173.04
Total de equipo con IVA					Q	173.04
TOTAL DE EQUIPO SIN IVA					Q	154.50
COMBUSTIBLES						
Descripción de equipo	RENDIMIENTO COMBUSTIBLE gal/día	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Mezcladora	3	Galón	1.7304	40	Q	69.22
Total de combustible con IVA					Q	69.22
TOTAL DE COMBUSTIBLE SIN IVA					Q	61.80
MANO DE OBRA						
Descripción de mano de obra	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario	Total		
Excavación	m3	1.77	Q 12.00	Q	21.22	
Armado No. 4	m	47.20	Q 2.95	Q	139.24	
Estribo No. 3	Unidad	50.00	Q 1.75	Q	87.50	
Centrado de columnas	Unidad	6.00	Q 30.00	Q	180.00	
Centrado de zapatas	Unidad	6.00	Q 6.70	Q	40.20	
Formaleta	m	47.20	Q 3.75	Q	177.00	
Fundición de zapatas	m3	0.77	Q 28.00	Q	21.50	
Fundición de columnas	m	47.20	Q 8.75	Q	413.00	
Colocar tubería HG	Unidad	4.00	Q 18.00	Q	72.00	
Desencofrado	m	47.20	Q 2.60	Q	122.72	
SUB-TOTAL MANO DE OBRA					Q	1,253.16
		AYUDANTE	35.50%	Q	444.87	
		PRESTACIONES	22.00%	Q	373.57	
TOTAL MANO DE OBRA					Q	2,071.61
INTEGRACIÓN						
TOTAL COSTO DIRECTO ( MATERIALES + EQUIPO + COMBUSTIBLE + MANO DE OBRA + OTROS ):					Q.	9,380.12
TOTAL COSTO INDIRECTO: ( LEGALES + ADMIN. + UTILIDAD ) :				31.00%	Q	2,907.84
SUB-TOTAL					Q	12,287.95
IVA:				12.00%	Q.	1,474.55
TOTAL					Q	13,762.51
PRECIO UNITARIO					Q	13,762.51

DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL		
PASO DE ZANJÓN	UNIDAD	1.00	Q 8,918.13	Q	8,918.13	
paso de zanjón de 8 m. con columnas 0.50*0.50						
MATERIALES						
Descripción de materiales	Unidad de medida	% Desp.	Cantidad	Precio unitario	Total	
Cemento gris 4000 PSI	Saco	5.00%	21.42	Q 56.09	Q 1,261.52	
Arena de río	m3	15.00%	1.30	Q 152.00	Q 227.24	
Piedrin de 1/2"	m3	15.00%	1.11	Q 250.00	Q 319.13	
Piedra bola	m3	5.00%	0.06	Q 250.00	Q 16.54	
Hierro 1/2". Legítimo	varilla	5.00%	8.93	Q 67.34	Q 631.65	
Hierro 3/8". Legítimo	varilla	5.00%	9.25	Q 37.95	Q 368.59	
Alambre de amarre	Libra	10.00%	7.95	Q 6.50	Q 56.85	
Tabla 1" x 12" x 10'	Pie-tabla	10.00%	19.67	Q 6.50	Q 140.64	
Clavo 3"	Libra	10.00%	0.80	Q 6.50	Q 5.72	
Tubería HG 2"	Unidad		2.00	Q 900.91	Q 1,801.82	
Herramienta	Unidad		1	Q 46.26	Q 46.26	
Transporte	Unidad		1	Q 487.60	Q 487.60	
Total de materiales con IVA					Q	5,363.55
TOTAL DE MATERIAL SIN IVA					Q	4,788.88
EQUIPO Y MAQUINARIA						
Descripción de equipo	RENDIMIENTO sacos / día	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Mezcladora	50	día	0.4284	Q 300.00	Q 128.52	
Total de equipo con IVA					Q	128.52
TOTAL DE EQUIPO SIN IVA					Q	114.75
COMBUSTIBLES						
Descripción de equipo	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL	

		COMBUSTIBLE gal/día		UNITARIO	
Mezcladora		3	Galón	1.2852	Q 40
					Q 51.41
Total de combustible con IVA					Q 51.41
<b>TOTAL DE COMBUSTIBLE SIN IVA</b>					<b>Q 45.90</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción de mano de obra	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario	Total	
Excavación	m3	1.51	Q 12.00	Q 18.14	
Armado No. 4	m	24.00	Q 2.95	Q 70.80	
Estribo No. 3	Unidad	30.00	Q 1.75	Q 52.50	
Centrado de columnas	Unidad	4.00	Q 30.00	Q 120.00	
Centrado de zapatas	Unidad	4.00	Q 6.70	Q 26.80	
Formaleta	m	24.00	Q 3.75	Q 90.00	
Fundición de zapatas	m3	0.51	Q 28.00	Q 14.34	
Fundición de columnas	m	24.00	Q 8.75	Q 210.00	
Colocar tubería HG	Unidad	2.00	Q 18.00	Q 36.00	
Desencofrado	m	24.00	Q 2.60	Q 62.40	
SUB-TOTAL MANO DE OBRA					Q 682.84
			AYUDANTE	35.50%	Q 242.41
			PRESTACIONES	22.00%	Q 203.55
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q 1,128.80</b>
<b>INTEGRACIÓN</b>					
TOTAL COSTO DIRECTO ( MATERIALES + EQUIPO + COMBUSTIBLE + MANO DE OBRA + OTROS ):					Q 6,078.33
TOTAL COSTO INDIRECTO: ( LEGALES + ADMIN. + UTILIDAD ) :					31.00% Q 1,884.28
SUB-TOTAL					Q 7,962.61
IVA:					12.00% Q 955.51
<b>TOTAL</b>					<b>Q 8,918.13</b>
<b>PRECIO UNITARIO</b>					<b>Q 8,918.13</b>

DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
PASO DE ZANJÓN	UNIDAD	2.00	Q 8,299.13	Q 16,598.25	
paso de zanjón de 8 m. con columnas 0.50*0.50					
<b>MATERIALES</b>					
Descripción de materiales	Unidad de medida	% Desp.	Cantidad	Precio unitario	Total
Cemento gris 4000 PSI	Saco	5.00%	42.84	Q 56.09	Q 2,523.04
Arena de río	m3	15.00%	2.60	Q 152.00	Q 454.48
Piedrín de 1/2"	m3	15.00%	2.22	Q 250.00	Q 638.25
Piedra bola	m3	5.00%	0.13	Q 250.00	Q 33.08
Hierro 1/2". Legítimo	varilla	5.00%	17.87	Q 67.34	Q 1,263.30
Hierro 3/8". Legítimo	varilla	5.00%	18.50	Q 37.95	Q 737.18
Alambre de amarre	Libra	10.00%	31.80	Q 6.50	Q 227.40
Tabla 1" x 12" x 10'	Pie-tabla	10.00%	39.34	Q 6.50	Q 281.28
Clavo 3"	Libra	10.00%	1.60	Q 6.50	Q 11.44
Tubería HG 1"	Unidad		4.00	Q 450.45	Q 1,801.80
Herramienta	Unidad		1	Q 92.52	Q 92.52
Transporte	Unidad		1	Q 806.38	Q 806.38
Total de materiales con IVA					Q 8,870.14
<b>TOTAL DE MATERIAL SIN IVA</b>					<b>Q 7,919.77</b>
<b>EQUIPO Y MAQUINARIA</b>					
Descripción de equipo	RENDIMIENTO sacos / día	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Mezcladora	50	día	0.8568	Q 300.00	Q 257.04
Total de equipo con IVA					Q 257.04
<b>TOTAL DE EQUIPO SIN IVA</b>					<b>Q 229.50</b>
<b>COMBUSTIBLES</b>					
Descripción de equipo	RENDIMIENTO COMBUSTIBLE gal/día	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Mezcladora	3	Galón	2.5704	40	Q 102.82
Total de combustible con IVA					Q 102.82
<b>TOTAL DE COMBUSTIBLE SIN IVA</b>					<b>Q 91.80</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción de mano de obra	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario	Total	
Excavación	m3	3.02	Q 12.00	Q 36.29	

Armado No. 4	m	48.00	Q 2.95	Q 141.60
Estribo No. 3	Unidad	60.00	Q 1.75	Q 105.00
Centrado de columnas	Unidad	8.00	Q 30.00	Q 240.00
Centrado de zapatas	Unidad	8.00	Q 6.70	Q 53.60
Formaleta	M	48.00	Q 3.75	Q 180.00
Fundición de zapatas	M3	1.02	Q 28.00	Q 28.67
Fundición de columnas	M	48.00	Q 8.75	Q 420.00
Colocar tubería HG	Unidad	4.00	Q 18.00	Q 72.00
Desencofrado	M	48.00	Q 2.60	Q 124.80
SUB-TOTAL MANO DE OBRA				Q 1,365.67
			AYUDANTE 35.50%	Q 484.81
			PRESTACIONES 66.00%	Q 1,221.32
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q 3,071.81</b>
<b>INTEGRACIÓN</b>				
TOTAL COSTO DIRECTO ( MATERIALES + EQUIPO + COMBUSTIBLE + MANO DE OBRA + OTROS ):				Q 11,312.88
TOTAL COSTO INDIRECTO: ( LEGALES + ADMIN. + UTILIDAD ) :				31.00% Q 3,506.99
SUB-TOTAL				Q 14,819.87
IVA:				12.00% Q 1,778.38
<b>TOTAL</b>				<b>Q 16,598.25</b>
<b>PRECIO UNITARIO</b>				<b>Q 8,299.13</b>

DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Acometida Domiciliar	Unidad	55.00	Q 1,188.24	Q 65,352.96	
Acometida domiciliar tipo predial con mojón 0,10 x 0,10 x 0,30 m					
<b>MATERIALES</b>					
Descripción de materiales	Unidad de medida	% Desp.	Cantidad	Precio unitario	Total
<i>Materiales de construcción</i>					
Cemento gris 4000 PSI	Saco	5.00%	4.51	Q 56.09	Q 265.61
Arena de río	m3	15.00%	0.22	Q 152.00	Q 38.46
Piedrin de 1/2"	m3	15.00%	0.11	Q 250.00	Q 31.63
Tabla 1" x 12" x 10'	Pie-tabla	10.00%	55.00	Q 5.00	Q 302.50
Clavo	Libra	10.00%	27.50	Q 6.50	Q 196.63
<i>Accesorios</i>					
Tee PVC con rosca ø2"	Unidad		9.00	Q 48.61	Q 437.49
Tee PVC con rosca ø1 1/2"	Unidad		3.00	Q 40.40	Q 121.20
Tee PVC con rosca ø1 1/4"	Unidad		5.00	Q 29.98	Q 149.90
Tee PVC con rosca ø1"	Unidad		38.00	Q 18.18	Q 690.84
Reductor bushing con rosca ø2"-1/2"	Unidad		9.00	Q 39.30	Q 353.70
Reductor bushing con rosca ø1 1/2"-1/2"	Unidad		3.00	Q 27.87	Q 83.61
Reductor bushing con rosca ø1 1/4"-1/2"	Unidad		5.00	Q 18.68	Q 93.40
Reductor bushing con rosca ø1"-1/2"	Unidad		38.00	Q 12.47	Q 473.86
Niple HG ø1/2"	Unidad		16.77	Q 6.47	Q 108.49
Copla HG ø1/2"	Unidad		55.00	Q 3.64	Q 200.20
Llave de chorro ø1/2" sin rosca	Unidad		55.00	Q 33.63	Q 1,849.65
Adaptadores macho PVC	Unidad		55.00	Q 1.33	Q 73.15
Codo de 90° ø1/2" HG	Unidad		110.00	Q 3.75	Q 412.50
Tubería PVC ø1/2"	Unidad		254.00	Q 32.80	Q 8,331.21
Herramienta	Unidad		1	Q 1,123.62	Q 1,123.62
Transporte	Unidad		1	Q 1,533.76	Q 1,533.76
Total de materiales con IVA					Q 16,871.41
<b>TOTAL DE MATERIAL SIN IVA</b>					<b>Q 15,063.76</b>
<b>EQUIPO Y MAQUINARIA</b>					
Descripción de equipo	RENDIMIENTO sacos / día	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Mezcladora	50	día	5.500	300	Q 1,650.00
Total de equipo con IVA					Q 1,650.00
<b>TOTAL DE EQUIPO SIN IVA</b>					<b>Q 1,473.21</b>
<b>COMBUSTIBLES</b>					

Descripción de equipo	RENDIMIENTO COMBUSTIBLE gal/día	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Mezcladora	3	Galón	16.500	40	Q 660.00
Total de combustible con IVA					Q 660.00
<b>TOTAL DE COMBUSTIBLE SIN IVA</b>					<b>Q 589.29</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción de mano de obra	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario	Total	
Fundición	Unidad	55.00	Q 35.00	Q	1,925.00
Formaleta + desencofrado	Unidad	55.00	Q 30.00	Q	1,650.00
Instalación de accesorios	Unidad	401.77	Q 25.00	Q	10,044.21
Colocado de tubería	Unidad	254.00	Q 22.00	Q	5,588.01
SUB-TOTAL MANO DE OBRA					Q 19,207.21
			AYUDANTE	17.00%	Q 3,265.23
			PRESTACIONES	22.00%	Q 4,943.94
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q 27,416.38</b>
<b>INTEGRACIÓN</b>					
TOTAL COSTO DIRECTO ( MATERIALES + EQUIPO + COMBUSTIBLE + MANO DE OBRA + OTROS ):					Q 44,542.64
TOTAL COSTO INDIRECTO: ( LEGALES + ADMIN. + UTILIDAD ) :					31.00% Q 13,808.22
SUB-TOTAL					Q 58,350.85
IVA:					12.00% Q 7,002.10
TOTAL					<b>Q 65,352.96</b>
<b>PRECIO UNITARIO</b>					<b>Q 1,188.24</b>

**Tabla VII. Resumen del presupuesto de agua potable**

No.	Descripción del renglón	Unidad	Cantidades	Precio unitario	Total
1	REPLANTEO TOPOGRÁFICO	ML	4,027.31	Q 4.67	Q 18,827.21
2	LIMPIEZA Y CHAPEO	ML	4,027.31	Q 4.36	Q 17,559.96
3	ZANJEO	ML	4,027.30	Q 6.28	Q 65,571.98
4	<b>LÍNEA DE CONDUCCIÓN</b>				
4.01	TUBERÍA PVC DE 2" DE Ø DE 160 PSI	ML	132.00	Q 268.86	Q 35,489.21
5	<b>PASO DE ZANJÓN</b>				
5.01	PASO DE ZANJÓN DE 23 MTS - Φ1 1/2"	UNIDAD	1.00	Q 13,762.51	Q 13,762.51
5.02	PASO DE ZANJÓN DE 8 MTS - Φ2"	UNIDAD	1.00	Q 8,918.13	Q 8,918.13
5.03	PASO DE ZANJÓN DE 8 MTS - Φ1"	UNIDAD	2.00	Q 8,299.13	Q 16,598.25
6	<b>CAPTACIÓN</b>				
6.01	CAPTACIÓN	UNIDAD	1.00	Q 40,336.54	Q 40,336.54
7	<b>TANQUE DE DISTRIBUCIÓN</b>				
7.01	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN DE 40 M3 (CONCRETO CICLOPEO)	M3	40.00	Q 2,505.06	Q 100,202.44
7.02	TANQUE HIPOCLORADOR	UNIDAD	1.00	Q 8,269.87	Q 8,269.87
8	<b>LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN</b>				
8.01	TUBERÍA PVC DE 2" DE Ø DE 160 PSI	ML	89.00	Q 298.41	Q 26,558.23
8.02	TUBERÍA PVC DE 1 1/2" DE Ø DE 160 PSI	ML	34.00	Q 220.02	Q 7,480.72
8.03	TUBERÍA PVC DE 1 1/4" DE Ø DE 250 PSI	ML	131.00	Q 220.38	Q 28,869.76
8.04	TUBERÍA PVC DE 1" DE Ø DE 160 PSI - 250 PSI	ML	349.00	Q 147.70	Q 51,547.68
9	<b>CONEXIONES DOMICILIARES</b>				
9.01	CONEXIONES DOMICILIARES (TIPO PREDIAL)	UNIDAD	55.00	Q 1,188.24	Q 65,352.96
<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b>					<b>Q505,345.45</b>

## 2.9 Cronogramas

### 2.9.1 Cronograma de inversión

DISEÑO DE AGUA POTABLE, SECTOR SAN FELIPE, SAN JOSÉ CHACAYÁ, SOLOLÁ

#### CRONOGRAMA DE INVERSIÓN

No.	Descripción del Remolón	TIEMPO EN MESES				COSTO EN QUETZALES			
		1er. Mes	2do. Mes	3er. Mes	4to. Mes				
1	REPLANTEO TOPOGRÁFICO					Q18,627.21			
2	LIMPIEZA Y CHARPEO					Q17,559.96			
4	EXCAVACIÓN Y NIVELACIÓN					Q65,571.98			
4	LÍNEA DE CONDUCCIÓN					Q35,489.21			
4.01	TUBERÍA PVC DE 2" DE Ø DE 160 PSI								
4.02	PASOS DE ZANJÓN								
5.01	PASO DE ZANJÓN DE 23 MTS. - Ø 11.2"					Q13,762.51			
5.02	PASO DE ZANJÓN DE 8 MTS. - Ø 2"					Q8,918.13			
5.03	PASO DE ZANJÓN DE 8 MTS. - Ø 1"					Q16,598.25			
5	CAPTACIÓN								
5.01	CAJA DE CAPTACIÓN TÍPICA					Q40,336.54			
7	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN								
7.01	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN DE 40 M3 (CONCRETO CICLOPEO)					Q100,202.44			
7.02	TANQUE HIPOCLORADOR					Q8,269.87			
8	LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN								
8.01	TUBERÍA PVC DE 2" DE Ø DE 160 PSI					Q26,556.23			
8.01	TUBERÍA PVC DE 1.1/2" DE Ø DE 160 PSI					Q7,480.72			
8.01	TUBERÍA PVC DE 1.1/4" DE Ø DE 250 PSI					Q28,869.76			
8.01	TUBERÍA PVC DE 1" DE Ø DE 150 PSI - 250 PSI					Q51,547.68			
8	CONEXIONES DOMICILIARES (TIPO PREDIAL)								
8.01	CONEXIONES DOMICILIARES TIPO PREDIAL					Q85,352.96			
<b>TOTAL</b>					Q140,302.25	Q217,428.09	Q111,862.55	Q35,752.56	<b>Q505,345.44</b>

## 2.9.2 Cronograma de ejecución

DISEÑO DE AGUA POTABLE, SECTOR SAN FELIPE, SAN JOSÉ CHACAYÁ, SOLOLÁ

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN		TIEMPO EN MESES			
No.	Descripción del Renglón	1er. Mes	2do. Mes	3er. Mes	4to. Mes
1	REPLANTEO TOPOGRAFICO				
2	LIMPIEZA Y CHAPEO				
3	EXCAVACION Y NIVELACION				
4	LINEA DE CONDUCCION				
4.01	TUBERIA PVC DE 2" DE Ø DE 160 PSI				
5	PASOS DE ZANJON				
5.01	PASO DE ZANJON DE 23 MTS - Ø1 1/2"				
5.02	PASO DE ZANJON DE 5 MTS - Ø2"				
5.03	PASO DE ZANJON DE 5 MTS - Ø1"				
6	CAPTACION				
6.01	CAJA DE CAPTACION TIPICA				
7	TANQUE DE DISTRIBUCION				
7.01	TANQUE DE DISTRIBUCION DE 40 M <sup>3</sup> (CONCRETO CICLOPEO)				
7.02	TANQUE HIPOCLORADOR				
8	LINEA DE DISTRIBUCION				
8.01	TUBERIA PVC DE 2" DE Ø DE 160 PSI				
8.01	TUBERIA PVC DE 1 1/2" DE Ø DE 160 PSI				
8.01	TUBERIA PVC DE 1 1/4" DE Ø DE 250 PSI				
8.01	TUBERIA PVC DE 1" DE Ø DE 160 PSI - 250 PSI				
9	CONEXIONES DOMICILIARES (TIPO PREDIAL)				
9.01	CONEXIONES DOMICILIARES TIPO PREDIAL				

## **2.10 Evaluación de impacto ambiental**

Para la elaboración de un diagnóstico ambiental, primero se debe entender el tema de medio ambiente, el cual es un sistema de elementos bióticos, abióticos, socioeconómicos y culturales, que interactúan entre sí, en permanente modificación por la acción humana o natural y que afectan o influyen sobre las condiciones de vida de los organismos, incluyendo al ser humano.

La evaluación de impacto ambiental valorará los efectos directos e indirectos de cada propuesta de actuación sobre la población humana, la fauna, la flora, el suelo, el aire, el agua, el clima, el paisaje y, la estructura y función de los ecosistemas previsiblemente afectados. Asimismo, comprenderá la estimación de los efectos sobre los bienes materiales, el patrimonio cultural, las relaciones sociales y las condiciones de sosiego público, tales como: ruidos, vibraciones, olores, emisiones luminosas y la de cualquier otra incidencia ambiental relevante derivada del desarrollo de la actuación.

Todo plan de manejo ambiental, como mínimo, debe contener: a) medidas de mitigación a considerar en el análisis de alternativas; b) consideraciones ambientales en el proyecto de ingeniería de la alternativa seleccionada; c) manual de operación y mantenimiento; y d) plan de seguimiento o monitoreo ambiental.

El plan de manejo ambiental contiene medidas de mitigación a considerar en el análisis de alternativas. Éstas se desarrollarán en la etapa de

planificación, ejecución y operación del proyecto. A continuación se presenta para la etapa de operación.

**Tabla VIII. Evaluación de impacto ambiental de agua potable**

<b>ETAPA DE OPERACIÓN</b>		
<b>ACTIVIDADES</b>	<b>IMPACTOS NEGATIVOS</b>	<b>MEDIDAS DE MITIGACIÓN</b>
Avance de la frontera agrícola, explotación maderera, presión de la comunidad en el área de la fuente por demanda de leña.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disminución del área boscosa de la mini cuenca.</li> <li>Disminución de capacidad de la fuente por efecto de la deforestación.</li> <li>Contaminación del suelo y cuerpos de agua por plaguicidas, herbicidas y residuos de abonos; como consecuencia del avance de la frontera agrícola o ganadera en el área de la cuenca.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reforestar el área de la mini cuenca, principalmente aguas arriba de la captación.</li> <li>Circular el área de la captación, para evitar el ingreso de animales y de personas.</li> <li>Motivar y capacitar a la población en el manejo y conservación de las fuentes de agua.</li> <li>Incentivar la organización de la comunidad para que vigile el manejo integral de la cuenca y la conservación del recurso hídrico sea adecuado.</li> </ul>
Comprobación de caudales; presiones; funcionamiento de tubería y accesorios.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Molestia en los usuarios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Asegurar que los caudales y presiones de diseño son los que recibe la población.</li> </ul>
Calidad del agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>Molestia en los usuarios.</li> <li>Amenaza a la salud.</li> <li>Incremento en los gastos de salud.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Potabilizar el agua a manera de que sea apta para el consumo humano.</li> <li>Establecimiento de un programa de vigilancia de la calidad del agua.</li> </ul>
Continuidad del servicio	<ul style="list-style-type: none"> <li>Molestia en los usuarios.</li> <li>Amenaza a la salud por interrupciones en el servicio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Garantizar que habrá un servicio continuo.</li> <li>Asegurar la cantidad del servicio.</li> </ul>



Reparación y mantenimiento de tuberías, accesorios, obras y equipos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Malestar en los usuarios por interrupción del servicio.</li> <li>• Incremento en los gastos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitación continua a los operarios del sistema.</li> <li>• Pago de tarifa.</li> </ul>
---	--	---

## 2.11 Evaluación socio-económica

### 2.11.1 Valor presente neto

Se invertirán Q505,345.45 en la ejecución del proyecto del sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad Sector San Felipe, San José Chacayá. Se contratará un fontanero para el mantenimiento del sistema por Q561.64/mes, también se mantendrá un tratamiento del agua potable de Q461.57/mes. Se estima tener el siguiente ingreso: un ingreso mensual por vivienda de Q24.50. Suponiendo una tasa de 28% al final de los 22 años de vida útil, se determinará la factibilidad del proyecto por medio del valor presente neto.

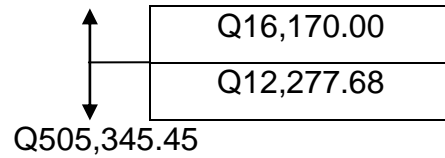
**Tabla IX. Costos de la red de distribución de agua potable**

	OPERACIÓN	RESULTADO
Costo inicial		Q505,345.45
Costos anuales	(561.64 Q/mes) * (12 meses)	Q6,739.68
Tratamiento anual	(461.57 Q/mes)*(12 meses)	Q5,538.00
Ingresos anuales	(24.50 Q/viv mes) * (55 viv) * (12 meses)	Q16,170.00
Vida útil, en años		22 años

Una forma de analizar este proyecto es situar en una línea de tiempo los ingresos y egresos, y trasladarlos posteriormente al valor presente, utilizando una tasa de interés del 28%.

n = 22 años

t = 10 años



Si se utiliza el signo negativo para los egresos y el signo positivo para los ingresos se tiene:

$$VPN = -505,345.45 - 12,277.68(1+0.28)^{22} + 16,170.00(1+0.28)^{22}$$

$$VPN = 383,503.31$$

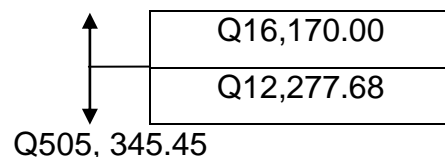
Como el valor presente neto es mayor que cero, el proyecto es viable ya que cubre la inversión y genera beneficios adicionales, pero se debe tener cuenta que este es sólo un análisis matemático por lo que se deben tomar en cuenta otros factores que influyen en la toma de decisiones.

### 2.11.2 Tasa interna de retorno

La municipalidad construirá el sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad Sector San Felipe, con un costo inicial aproximado de Q505,345.45. Por otra parte, se necesitan Q12,277.68 al final de cada año, como costo de tratamiento y Q16,170.00 por cuota de amortización, con lo cual se pretende cubrir los gastos en el periodo de 22 años que es la vida útil del sistema.

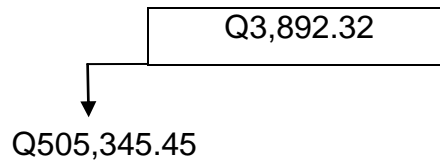
n = 22 años

t = 10 años



Resumiendo se llega a:

n = 22 años



Se soluciona la ecuación de valor por medio de la tasa interna de retorno (TIR).

- Se utiliza una tasa de interés  $i = 30\%$   
$$\text{TIR} = - 505,345.45 + 3, 892.32 (1+0.30)^{22} = 744,805.02$$
- Se utiliza una tasa de interés de  $i = 25\%$   
$$\text{TIR} = - 505,345.35 + 3, 895.32 (1+0.25)^{22} = 22,568.85$$

Para encontrar el interés que se busca se realiza una interpolación matemática

30%	→	744,805.02
i	→	0
25%	→	22,568.85

Después de una serie de interpolaciones matemáticas sucesivas se tiene que la tasa de interés  $i = 27.94\%$ , representaría la tasa efectiva mensual de retorno.



## CONCLUSIONES

1. La realización del proyecto de abastecimiento de agua potable para la comunidad Sector San Felipe beneficiará a 330 habitantes, que son afectados principalmente por enfermedades gastrointestinales, ya que la forma de abastecer el agua es antieconómica y antihigiénica.
2. La dotación se ve influida por factores como clima, nivel de vida, actividad productiva, número de habitantes, costumbres, presiones en la red y el caudal del nacimiento.
3. Todo el sistema de abastecimiento de agua potable será por gravedad, ya que las condiciones topográficas del terreno son favorables para el diseño de la línea de conducción, el tanque de distribución y la línea de distribución.
4. El Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) es favorable para el desarrollo de las capacidades técnicas de un futuro profesional de la ingeniería, ya que confronta la teoría con la práctica, en la búsqueda de soluciones técnicas, económicas y adecuadas a problemas reales. Además, son beneficiadas las comunidades del interior de la República.
5. Las conexiones prediales serán tomadas de la línea central de distribución, debido a la ubicación de la población y así la comunidad tendrá el servicio del vital líquido.



## RECOMENDACIONES

1. A la municipalidad de San José Chacayá:
  - a. Se debe garantizar la supervisión técnica, de la ejecución de los proyectos, para que se cumplan con todas las especificaciones contenidas en los planos.
  - b. Es conveniente realizar un estudio tarifario conjuntamente con el comité local, para que esté de acuerdo con la capacidad económica de los usuarios del sistema.
  - c. Es importante garantizar la potabilidad del agua del sistema de abastecimiento, sometiéndola a tratamiento de desinfección bacteriológica, mediante la utilización de cloro; con ello se evitará la transmisión de enfermedades hacia la población que la consume.
  
2. Al comité de desarrollo de la comunidad Sector San Felipe:
  - a. Mantener un control del sistema completo, tuberías, tanque de almacenamiento, caja distribuidora de caudales, conexiones prediales, llaves, etc. para evitar el mal funcionamiento del sistema.
  - b. Solicitar asesoría a instituciones del Estado o Municipalidad para capacitar a la población, para el buen funcionamiento del sistema.
  - c. Revisar periódicamente el agua para que contenga la cantidad de cloro necesaria y no dañe el organismo de la población.





## BIBLIOGRAFÍA

1. Aguilar Salguero, Edgar Horacio. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable de los Cantones Sur y Oriente de la cabecera municipal de Patzún Chimaltenango. Tesis Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de ingeniería, 1998. 95 páginas.
2. Barrios de León, Julio Alfonso. Plan municipal de agua y saneamiento para el área rural del municipio de San Cristóbal Totonicapán, departamento de Totonicapán, para el año 2002. Tesis Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2000. 115 páginas.
3. Instituto de Fomento Municipal, Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales. **Guía para el Diseño de Abastecimientos de Agua Potable a Zonas Rurales.** Segunda revisión. Guatemala, julio de 1997. 85 páginas.
4. Valdez de León, Willy Rolando. Diseño de introducción de agua y saneamiento básico para los caseríos de: Guancache y Xeabaj, Sicapaca, San Marcos y caserío San José Sigüila, Momostenango. Tesis Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2000. 93 páginas.
5. Vides Tobar, Armando. **Análisis y control de costos de ingeniería.** Guatemala: Piedra Santa, 1964. 250 páginas.



# **APÉNDICES**

## **ANÁLISIS DEL AGUA FÍSICO-QUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO**





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



**Nº 004372**

<b>EXAMEN BACTERIOLOGICO</b>		<b>INF. No.A-307 263</b>
<b>O.T. No. 26 541</b>		
INTERESADO	<u>MANUEL EDUARDO LÓPEZ GARCÍA,</u> <u>(Camé No.200113287)</u>	PROYECTO: <u>EPS "Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad sector San Felipe, San José Chacayá Sololá"</u>
MUESTRA RECOLECTADA POR	<u>Interesado</u>	DEPENDENCIA: <u>FACULTAD DE INGENIERÍA/USAC</u>
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:	<u>San José Chacayá, Sololá</u>	FECHA DE RECOLECCIÓN: <u>2010-01-21; 12 h40 min.</u>
FUENTE:	<u>Sector San Felipe</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: <u>2010-01-21; 16 h 00 Min</u>
MUNICIPIO:	<u>San José Chacayá</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>Sin refrigeración</u>
DEPARTAMENTO:	<u>Sololá</u>	
SABOR:	<u>-----</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN: <u>No hay</u>
ASPECTO:	<u>Claro</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	FORMACIÓN DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm <sup>3</sup>	+++++	+++--	+----
01,00 cm <sup>3</sup>	+++++	++---	-----
00,10 cm <sup>3</sup>	+++++	+----	-----
<b>RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMESES COLIFORMES/100cm<sup>3</sup></b>		17	4

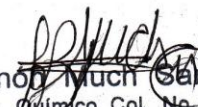
**TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21<sup>TH</sup> NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.**


**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.

Guatemala, 2010 -02-15

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



  
**Zenon Much Santos**  
 Ing. Químico Col. No. 420  
 M. Sc. en Ingeniería Sanitaria  
 Jefe Técnico Laboratorio







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



**Nº 004370**

O.T. No. 26 541				ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO				INF. No. 23 945		
INTERESADO:		<b>MANUEL EDUARDO LÓPEZ GARCÍA</b> (carné No. 200113287)		PROYECTO:		EPS "Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad sector San Felipe San José Chacayá, Sololá"				
RECOLECTADA POR:		Interesado		DEPENDENCIA:		USAC-FACULTAD DE INGENIERÍA				
LUGAR DE RECOLECCIÓN:		San José Chacayá, Sololá		FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:		2010-01-21; 12 h 40 min.				
FUENTE:		Sector San Felipe		FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.:		2010-01-21; 16 h 00 min.				
MUNICIPIO:		San José Chacayá		CONDICIÓN DEL TRANSPORTE:		Sin refrigeración				
DEPARTAMENTO:		Sololá								
RESULTADOS										
1. ASPECTO:		Claro		4. OLOR:		Inodora		7. TEMPERATURA: (En el momento de recolección)		- -° C
2. COLOR:		01,00 Unidades		5. SABOR:		-----		8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA 44,00 µmhos/cm		
3. TURBIEDAD:		00,89 UNT		6.potencial de Hidrógeno ( pH ) :		07,00 unidades				
SUSTANCIAS		mg/L		SUSTANCIAS		mg/L		SUSTANCIAS		mg/L
1. AMONIACO (NH <sub>3</sub> )		00,13		6. CLORUROS (Cl <sup>-</sup> )		06,50		11. SÓLIDOS TOTALES		33,00
2. NITRITOS (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )		00,00		7. FLUORUROS ( F <sup>-</sup> )		00,01		12. SÓLIDOS VOLÁTILES		07,00
3. NITRATOS (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )		02,64		8. SULFATOS (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )		01,00		13. SÓLIDOS FIJOS		26,00
4. CLORO RESIDUAL		--		9. HIERRO TOTAL (Fe)		00,12		14. SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN		01,40
5. MANGANESO (Mn)		00,025		10. DUREZA TOTAL		42,00		15. SÓLIDOS DISUELTOS		23,00
ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)										
HIDROXIDOS mg/L		CARBONATOS mg/L		BICARBONATOS mg/L		ALCALINIDAD TOTAL mg/L				
00,00		00,00		52,00		52,00				

OTRAS DETERMINACIONES \_\_\_\_\_

**OBSERVACIONES:** Desde el punto de vista de la calidad física y química el agua cumple con la norma. Según Normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua.

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A.- W.E.F. 21<sup>TH</sup> EDITION 2 005, NORMA COGUANOR NGO 4 010 ( SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 ( AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2010-02-15

Vo.Bo.

Inga. Telma Mariela Caño Morales  
DIRECTORA CII/USAC



Zenón Much Santos  
Ing. Químico Col. No. 420  
M. Sc. en Ingeniería Sanitaria  
Jefe Técnico Laboratorio



FACULTAD DE INGENIERIA -USAC  
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12  
Teléfono directo 2476-3992. Planta 2443-9500 Ext. 1502. FAX: 2476-3993  
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>





# **ANEXOS**



# TOPOGRAFÍA

TABLA 1													
EST.	P.O.	AZIMUT	θ VER.	Hi	HS	HM	HI	HM=(HS+HI)/2	V	ELEVACION	DH	COTA	PENDIENTES
0	1.1	68.5000	1.6996	1.52	1.824	1.80	1.776	1.80	-0.6113	-0.8913	4.7209	2429.1087	-18.8794
0	1.2	102.4139	1.6680	1.52	1.646	1.60	1.553	1.60	-0.8988	-0.9783	9.2123	2429.0217	-10.6191
0	1.3	137.7778	1.5853	1.52	0.745	0.70	0.653	0.70	-0.1338	0.6872	9.1981	2430.6872	7.4713
0	1.4	181.5167	1.5838	1.52	0.438	0.40	0.382	0.41	-0.0728	1.0372	5.5991	2431.0372	18.5254
0	1	89.5083	1.8226	1.52	2.18	2.10	2.02	2.10	-3.8608	-4.4408	15.0067	2425.5592	-29.5923
1	2	104.8167	1.8710	1.42	1.27	1.20	1.13	1.20	-3.9553	-3.7353	12.7754	2421.8238	-29.2384
2	3	125.3389	1.7670	1.37	0.67	0.60	0.53	0.60	-2.6763	-1.9063	13.4682	2419.9176	-14.1539
3	4	120.0250	1.8896	1.52	1.083	1.00	0.917	1.00	-4.9409	-4.4209	14.9691	2415.4967	-29.5335
4	5	95.1278	1.7803	1.41	0.692	0.60	0.508	0.60	-3.7436	-2.9336	17.6039	2412.5631	-16.6645
5	6	83.0944	1.6167	1.49	0.83	0.70	0.597	0.71	-1.0671	-0.2906	23.2510	2412.2724	-1.2499
6	7	81.1778	1.6166	1.28	0.598	0.50	0.402	0.50	-0.8958	-0.1158	19.5590	2412.1567	-0.5919
7	8	60.8556	1.6662	1.5	0.574	0.50	0.436	0.51	-1.3087	-0.3137	13.6748	2411.8430	-2.2940
8	9	91.8167	1.7720	1.51	0.48	0.40	0.32	0.40	-3.1337	-2.0237	15.3607	2409.8193	-13.1745
9	10	100.3222	1.7888	1.46	0.787	0.70	0.613	0.70	-3.6737	-2.9137	16.5863	2406.9055	-17.5670
10	11	95.4194	1.8677	1.32	0.61	0.50	0.394	0.50	-6.0428	-5.2248	19.7513	2401.6808	-26.4528
11	12	104.7917	1.8332	1.34	0.9	0.80	0.7	0.80	-5.0101	-4.4701	18.6544	2397.2107	-23.9625
12	13	103.9639	1.8342	1.34	0.69	0.60	0.51	0.60	-4.5249	-3.7849	16.7798	2393.4258	-22.5564
13	14	103.6750	1.8326	1.4	0.628	0.50	0.372	0.50	-6.4000	-5.5000	23.8851	2387.9258	-23.0269
14	15	125.5611	2.0779	1.53	1.642	1.50	1.358	1.50	-12.0569	-12.0269	21.7015	2375.8989	-55.4195
14	16	123.6861	1.6009	1.53	3.45	2.00	0.55	2.00	-8.7117	-9.1817	289.7381	2378.7441	-3.1690
16	17	154.4722	1.6017	1.45	0.63	0.60	0.57	0.60	-0.1852	0.6648	5.9943	2379.4089	11.0909
17	18	172.3222	1.6804	1.45	0.622	0.50	0.378	0.50	-2.6521	-1.7021	24.1082	2377.7068	-7.0603
18	19	166.3833	1.6388	1.42	0.632	0.50	0.368	0.50	-1.7889	-0.8689	26.2782	2376.8379	-3.3066
19	20	162.1278	1.4693	1.48	0.9	0.70	0.5	0.70	4.0330	4.8130	39.5892	2381.6509	12.1573
20	21	147.7750	1.3872	1.38	0.661	0.60	0.539	0.60	2.1894	2.9694	11.7936	2384.6202	25.1778
19	20	162.1278	1.4693	1.48	0.9	0.70	0.5	0.70	4.0330	4.8130	39.5892	2381.6509	12.1573
19	1	163.8278	1.4710	1.48	0.9	0.70	0.7	0.80	1.9823	2.6623	19.8016	2379.5002	13.4448
20	2	96.6833	1.5166	1.38	0.492	0.40	0.308	0.40	0.9945	1.9745	18.3461	2383.6253	10.7624
20	3	165.3750	1.3889	1.38	1	0.90	0.8	0.90	3.5583	4.0383	19.3455	2385.6892	20.8747
21	4	128.3722	1.6641	1.4	2.1	2.00	1.9	2.00	-1.8548	-2.4548	19.8265	2382.1655	-12.3812
21	1.1	64.0333	1.6887	1.4	0.861	0.80	0.739	0.80	-1.4252	-0.8252	12.0312	2383.7950	-6.8586

TABLA 2													
EST.	P.O.	AZIMUT	θ VER.	Hi	HS	HM	HI	HM=(HS+HI)/2	V	ELEVACION	DH	COTA	PENDIENTES
0	1.1	339.4111	1.5756	1.54	1.395	1.30	1.205	1.30	-0.0921	0.1479	18.9996	2384.7681	0.7784
1.1	1	206.8750	1.7130	1.5	1.2	1.05	0.9	1.05	-4.2086	-3.7586	29.3975	2381.0095	-12.7855
1.1	2	288.6944	1.8997	1.5	1.895	1.80	1.705	1.80	-5.8080	-6.1080	17.0178	2378.6600	-35.8922
1.1	3	295.2167	1.8999	1.5	2.27	2.10	1.93	2.10	-10.3986	-10.9986	30.4488	2373.7695	-36.1215
1.1	4	303.6806	1.7925	1.5	2.26	1.80	1.34	1.80	-19.7350	-20.0350	87.5515	2364.7331	-22.8837
4	5	298.5917	1.8267	1.51	1.63	1.50	1.37	1.50	-6.3675	-6.3575	24.3338	2358.3756	-26.1261
4	6	297.0056	1.8526	1.51	2.96	2.70	2.44	2.70	-13.8889	-15.0789	47.9795	2349.6542	-31.4278
4	7	281.2250	1.7030	1.51	2.73	2.00	1.27	2.00	-19.0715	-19.5615	143.4647	2345.1716	-13.6351
7	8	264.3583	1.5175	1.46	1.685	1.40	1.115	1.40	3.0340	3.0940	56.8380	2348.2656	5.4436
8	9	284.4917	1.6705	1.5	1.255	1.20	1.145	1.20	-1.0897	-0.7897	10.8910	2347.4759	-7.2512
8	10	298.7583	1.6290	1.5	0.68	0.50	0.32	0.50	-2.0897	-1.0897	35.8783	2347.1759	-3.0371
8	11	302.5583	1.5882	1.5	1.47	1.20	0.93	1.20	-0.9397	-0.6397	53.9836	2347.6259	-1.1849
11	12	301.8167	1.7132	1.5	1.11	1.00	0.89	1.00	-3.0914	-2.5914	21.5567	2345.0345	-12.0215
12	13	353.0333	1.4507	1.5	1.6	1.30	1	1.30	7.1391	7.3391	59.1382	2352.3735	12.4100
12	14	353.8111	1.4352	1.5	3.59	3.20	2.81	3.20	10.4442	8.7442	76.5755	2353.7786	11.4190
14	15	359.8333	1.5337	1.43	1.705	1.50	1.295	1.50	1.5192	1.4492	40.9436	2355.2279	3.5396
14	16	357.1639	1.5495	1.43	1.265	0.80	0.335	0.80	1.9788	2.6088	92.9579	2356.3874	2.8064
14	17	291.9583	1.6873	1.43	3.73	3.60	3.47	3.60	-3.0017	-5.1717	25.6487	2348.6070	-20.1635
16	18	173.8222	1.7888	1.46	3.14	2.90	2.66	2.90	-10.1344	-11.5744	45.7553	2344.8130	-25.2963
16	19	284.9889	1.6712	1.46	1.135	1.00	0.865	1.00	-2.6940	-2.2340	26.7285	2354.1534	-8.3583
16	20	261.5500	1.5858	1.46	2.525	2.00	1.485	2.01	-1.5628	-2.1078	103.9765	2354.2796	-2.0272

TABLA 3													
EST.	P.O.	AZIMUT	θ VERT.	Hi	HS	HM	HI	HM=(HS+HI)/2	V	ELEVACION	DH	COTA	PENDIENTES
0	1.1	223.0000	1.6615	1.49	1.22	1.10	0.98	1.10	-2.163	-1.7739	23.8033	2382.8463	-7.4525
0	1	220.7583	1.7044	1.49	2.705	2.50	2.295	2.50	-5.413	-6.4232	40.2724	2378.1970	-15.9495
0	2	220.1083	1.6835	1.49	1.79	1.50	1.21	1.50	-6.482	-6.4925	57.2662	2378.1277	-11.3374
2	3	209.4111	1.8939	1.44	0.99	0.90	0.81	0.90	-5.419	-4.8798	16.1851	2373.2479	-30.1501
3	4	249.0556	1.8516	1.45	1.8	1.50	1.2	1.50	-15.97	-16.0240	55.3935	2357.2239	-28.9275
4	4.1	72.9000	1.4472	1.52	1.585	1.40	1.215	1.40	4.5278	4.6478	36.4374	2361.8717	12.7555
4	4.2	125.5222	1.5277	1.52	1.175	1.10	1.025	1.10	0.6450	1.0650	14.9722	2358.2889	7.1130
4	5	204.8167	1.6797	1.52	1.325	0.90	0.475	0.90	-9.182	-8.5626	83.9961	2348.6613	-10.1940
4	6	210.6556	1.6398	1.52	2.43	1.70	0.97	1.70	-10.04	-10.2205	145.3062	2347.0035	-7.0337
4	7	207.6722	1.6340	1.52	2.47	1.70	0.93	1.70	-9.709	-9.8899	153.3853	2347.3340	-6.4478
4	8	207.4556	1.6122	1.52	2.87	1.90	0.93	1.90	-8.032	-8.4124	193.6669	2348.8115	-4.3437
8	9	198.8167	1.6717	1.38	1.71	1.60	1.49	1.60	-2.204	-2.4245	21.7768	2346.3870	-11.1336
8	10	201.2139	1.5842	1.38	2.36	2.10	1.84	2.10	-0.695	-1.4157	51.9907	2347.3958	-2.7230
8	11	210.4167	1.6470	1.38	2.34	1.90	1.46	1.90	-6.676	-7.1966	87.4905	2341.6150	-8.2255
8	12	216.1306	1.6445	1.38	1.7	1.10	0.5	1.10	-8.811	-8.5310	119.3495	2340.2805	-7.1479
12	13	236.4944	1.6000	1.44	1.11	1.00	0.89	1.00	-0.642	-0.2028	21.9812	2340.0777	-0.9225
12	14	181.0333	1.6417	1.44	1.295	1.00	0.705	1.00	-4.167	-3.7279	58.7041	2336.5526	-6.3503
14	15	264.5611	1.6805	1.43	1.29	1.10	0.91	1.10	-4.133	-3.8039	37.5448	2332.7487	-10.1317
15	16	263.2556	2.0096	1.47	1.94	1.70	1.46	1.70	-18.46	-18.6911	39.3358	2314.0575	-47.5168
15	17	283.9917	1.8213	1.47	1.92	1.50	1.08	1.50	-20.16	-20.1994	78.8401	2312.5493	-25.6207
16	18	148.3917	1.3053	1.46	1.215	1.10	0.985	1.10	5.8232	6.1832	21.4166	2320.2408	28.8712
16	19	219.5028	1.5872	1.46	2.14	1.70	1.26	1.70	-1.446	-1.6860	87.9762	2312.3715	-1.9165
19	20	338.7833	1.8793	1.42	1.47	1.40	1.33	1.40	-4.050	-4.0305	12.7090	2308.3410	-31.7140
19	21	324.6028	1.7658	1.42	3.76	3.60	3.44	3.60	-6.082	-8.2628	30.7986	2304.1087	-26.8284

TABLA 4													
EST.	P.O.	AZIMUT	θ VERT.	Hi	HS	HM	HI	HM=(HS+HI)/2	V	ELEVACION	DH	COTA	PENDIENTES
3	4	249.0556	1.8516	1.45	1.8	1.50	1.2	1.50	-15.9740	-16.0240	55.3935	2357.2239	-28.9275
4	5	78.8889	1.7284	1.43	1.03	0.80	0.57	0.80	-7.1286	-6.4986	44.8674	2350.7253	-14.4840
5	6	87.7472	1.7703	1.45	1.02	0.80	0.58	0.80	-8.5470	-7.8970	42.2719	2342.8284	-18.6814
5	7	93.6778	1.7337	1.45	1.625	1.20	0.775	1.20	-13.6026	-13.3526	82.7644	2337.3727	-16.1333
5	8	92.0694	1.6939	1.45	2	1.10	0.2	1.10	-21.9423	-21.5923	177.2842	2329.1331	-12.1795
8	9	312.8222	1.7168	1.42	0.765	0.70	0.635	0.70	-1.8709	-1.1509	12.7249	2327.9822	-9.0441
8	10	261.2889	1.5900	1.42	0.83	0.70	0.57	0.70	-0.4990	0.2210	25.9904	2329.3540	0.8502
8	11	155.7556	1.6189	1.42	0.765	0.70	0.635	0.70	-0.6243	0.0957	12.9700	2329.2288	0.7382
8	12	91.0361	1.5714	1.42	1.29	1.20	1.11	1.20	-0.0105	0.2095	18.0000	2329.3426	1.1640
12	13	30.4583	1.6996	1.4	1.18	1.10	1.02	1.10	-2.0383	-1.7383	15.7360	2327.6043	-11.0468
12	14	114.2417	1.7978	1.4	0.775	0.60	0.425	0.60	-7.6745	-6.8745	33.2274	2322.4680	-20.6894
12	15	115.2028	1.7123	1.4	1.08	0.80	0.52	0.80	-7.8170	-7.2170	54.8867	2322.1256	-13.1488
12	14.2	113.6972	1.7606	1.4	3.04	2.80	2.56	2.80	-8.8955	-10.2955	46.2906	2319.0470	-22.2411

TABLA 5													
EST.	P.O.	AZIMUT	θ VERT.	Hi	HS	HM	HI	HM=(HS+HI)/2	V	ELEVACION	DH	COTA	PENDIENTES
12	15	115.2028	1.7123	1.4	1.08	0.80	0.52	0.80	-7.8170	-7.2170	54.8867	2322.1256	-13.1488
15	16	88.0444	1.5412	1.37	1.36	1.20	1.04	1.20	0.9458	1.1158	31.9720	2323.2414	3.4899
15	17	85.9417	1.5078	1.37	1.52	1.20	0.88	1.20	4.0199	4.1899	63.7465	2326.3155	6.5728
17	18	72.4222	1.6066	1.49	1.105	0.90	0.695	0.90	-1.4677	-0.8777	40.9474	2325.4378	-2.1434
17	18.2	50.1111	1.6066	1.49	1.25	1.10	0.95	1.10	-1.0725	-0.6825	29.9616	2325.6331	-2.2778
17	19	73.5611	1.6096	1.49	3.11	2.80	2.49	2.80	-2.4023	-3.7123	61.9068	2322.6033	-5.9965
19	20	101.1111	1.6663	1.5	0.79	0.70	0.61	0.70	-1.7087	-0.9087	17.8363	2321.6945	-5.0947
19	21	13.6056	1.7126	1.5	1.88	1.40	0.92	1.40	-13.4318	-13.3318	94.0824	2309.2715	-14.1703
21	22	0.8972	1.6470	1.56	1.91	1.80	1.69	1.80	-1.6691	-1.9091	21.8726	2307.3623	-8.7284
21	23	25.6389	1.7511	1.56	1.685	1.40	1.115	1.40	-10.0559	-9.8959	55.1670	2299.3755	-17.9381

TABLA 6													
EST.	P.O.	AZIMUT	θ VERT.	Hi	HS	HM	HI	HM=(HS+HI)/2	V	ELEVACION	DH	COTA	PENDIENTES
17	19	73.5611	1.6096	1.49	3.11	2.80	2.49	2.80	-2.4023	-3.7123	61.9068	2322.6033	-5.9965
19	20	78.5194	1.6749	1.48	3.7	3.40	3.1	3.40	-6.2004	-8.1204	59.3523	2321.6945	-1.5311
19	21	79.2111	1.6873	1.48	3.82	3.50	3.18	3.50	-7.3918	-9.4118	63.1346	2309.2715	-21.1165
19	22	79.1750	1.6858	1.48	1.545	1.20	0.855	1.20	-7.8651	-7.5851	68.0915	2315.0182	-11.1395
19	23	78.7667	1.6350	1.48	1.11	0.70	0.29	0.70	-5.2491	-4.4691	81.6626	2318.1342	-5.4726
19	24	78.8972	1.5989	1.48	1.585	1.10	0.615	1.10	-2.7261	-2.3461	96.9233	2320.2571	-2.4206
24	25	81.3500	1.6208	1.45	2	1.70	1.4	1.70	-2.9970	-3.2470	59.8499	2317.0102	-5.4252
24	26	77.0000	1.5901	1.45	1.395	0.90	0.405	0.90	-1.9098	-1.3598	98.9631	2318.8973	-1.3740
25	27	348.3278	1.7267	1.51	1.85	1.40	0.95	1.40	-13.8020	-13.6920	87.8311	2303.3182	-15.5890

TABLA 7													
EST.	P.O.	AZIMUT	θ VERT.	Hi	HS	HM	HI	HM=(HS+HI)/2	V	ELEVACION	DH	COTA	PENDIENTES
21	23	25.6389	1.7511	1.56	1.685	1.40	1.115	1.40	-10.0559	-9.8959	55.1670	2299.3755	-17.9381
23	24	37.4722	1.8322	1.44	1.905	1.80	1.695	1.80	-5.2421	-5.6021	19.5978	2293.7735	-28.5851
23	24.1	45.6778	1.7163	1.44	1.17	0.80	0.43	0.80	-10.6186	-9.9786	72.4436	2289.3969	-13.7743
23	25	28.4889	1.7378	1.44	1.115	0.70	0.285	0.70	-13.6062	-12.8662	80.7062	2286.5094	-15.9420
23	26	7.8000	1.7740	1.44	1.39	0.90	0.41	0.90	-19.3730	-18.8330	94.0076	2280.5425	-20.0335
23	27	322.4806	1.7087	1.44	2.32	2.00	1.68	2.00	-8.7160	-9.2760	62.7901	2290.0996	-14.7729
27	28	333.9667	2.0181	1.48	2.445	2.30	2.155	2.30	-11.3092	-12.1292	23.5748	2277.9704	-51.4499
27	29	297.0389	1.6774	1.48	1.1	0.80	0.5	0.80	-6.3454	-5.6654	59.3212	2284.4341	-9.5504
27	30	335.0500	1.7308	1.48	2.01	1.60	1.19	1.60	-12.8963	-13.0163	79.9189	2277.0832	-16.2869
27	31	329.9944	1.8380	1.48	1.56	1.30	1.04	1.30	-13.2416	-13.0616	48.3754	2277.0380	-27.0004
27	32	352.2583	1.8408	1.48	1.765	1.50	1.235	1.50	-13.6265	-13.6465	49.2282	2276.4531	-27.7209
27	33	340.2917	1.8005	1.48	2.1	1.80	1.5	1.80	-13.3026	-13.6226	56.8894	2276.4770	-23.9457

TABLA 8													
EST.	P.O.	AZIMUT	θ VERT.	Hi	HS	HM	HI	HM=(HS+HI)/2	V	ELEVACION	DH	COTA	PENDIENTES
23	25	28.4889	1.7378	1.44	1.115	0.70	0.285	0.70	-13.6062	-12.8662	80.7062	2286.5094	-15.9420
25	34	25.5111	1.7613	1.47	1.075	1.00	0.925	1.00	-2.7886	-2.3186	14.4623	2284.1907	-16.0323
25	35	341.6694	1.7760	1.47	1.885	1.70	1.515	1.70	-7.3801	-7.6101	35.4642	2278.8992	-21.4587
25	36	17.6972	1.7087	1.47	1.045	0.70	0.355	0.70	-9.3969	-8.6269	67.6956	2277.8825	-12.7436
25	37	9.6583	1.6221	1.47	3	2.10	1.1	2.05	-9.7286	-10.3086	189.5005	2276.2007	-5.4399
37	38	13.2111	1.4728	1.52	2.355	2.20	2.045	2.20	3.0180	2.3380	30.7033	2278.5387	7.6148

## CONDUCCIÓN

EST.	P.O.	DH	COTA	QDM	$\Delta H$	C	D	D	Dc	hf	P. ESTÁTICA	CPZ	P. DINÁMICA
0	21	793.66	2384.62	1.85	45.38	150	1.57	2.	2.19	8.96	45.38	2421.04	36.42

COTA 0	2430
DH	793.66

## VOLUMEN DEL TANQUE DE DISTRIBUCIÓN

% DE ALMACENAMIENTO = 25-40% DEL CAUDAL MEDIO DIARIO

QMD = **1.03** l/s

% ALMACENAMIENTO = **40** %

$VOL = Pf \cdot DOT \cdot \%ALM. / 86400$

Vol = 35.552 m<sup>3</sup>

### AFORO

MUESTRA	VOLUMEN	TIEMPO	CAUDAL (L/SEG)
1	1 galón	1.83 seg.	2.068
2	1 galón	1.75 seg.	2.163
3	1 galón	1.79 seg.	2.115
4	1 galón	1.81 seg.	2.091
5	1 galón	1.76 seg.	2.151
6	1 galón	1.75 seg.	2.163
7	1 galón	1.79 seg.	2.115
Caudal Promedio	2.12 l/seg.		

PROMEDIO 1.788 SEG

CAUDAL = VOL/T

**Q = 2.12** l/s

## RED DE DISTRIBUCIÓN

RAMAL 1

EST.	P.O.	D.H.	AZIMUTH	No. viviendas	COTA TERRENO		presion estatica	D. plg.	D. COM. plg.	D. INT. plg.	Q.U. (l/seg)	Q (l/seg)	C	Hf (m)	CPZ		PRESION DINAMICA	
					C.I.	C.F.									INICIAL	FINAL	P.I.	P.F.
0	1	12.02	1.82	0	2384.62	2381.01	3.61	0.67	1.00	1.20	0.00	0.49	150	0.2217	2384.62	2384.40	0.00	3.39
1	2	17.20	137.55	0	2381.01	2378.66	5.96	0.79	1.00	1.20	0.00	0.49	150	0.3172	2384.40	2384.08	3.39	5.42
2	3	13.68	132.42	0	2378.66	2373.77	10.85	0.65	1.00	1.20	0.00	0.49	150	0.2522	2384.08	2383.83	5.42	10.06
3	5	57.61	137.22	3	2373.77	2364.73	19.89	0.69	1.00	1.20	0.12	0.37	150	0.6210	2383.83	2383.21	10.06	18.48
5	6	143.46	110.30	1	2364.73	2345.17	39.45	0.88	1.00	1.20	0.04	0.33	150	1.2407	2383.21	2381.97	18.48	36.80
6	8	56.84	93.43	1	2345.17	2348.27	36.35	0.78	1.00	1.20	0.04	0.28	150	0.3828	2381.97	2381.58	36.80	33.32
8	9	10.89	113.56	0	2348.27	2347.48	37.14	0.73	1.00	1.20	0.00	0.28	150	0.0733	2381.58	2381.51	33.32	34.04
9	10	25.47	133.88	0	2347.48	2347.18	37.44	1.07	1.00	1.20	0.00	0.28	150	0.1715	2381.51	2381.34	34.04	34.16
10	11	18.33	139.08	0	2347.18	2347.63	36.99	0.92	1.00	1.20	0.00	0.28	150	0.1235	2381.34	2381.22	34.16	33.59
11	12	21.56	130.89	0	2347.63	2345.03	39.59	0.66	1.00	1.20	0.00	0.28	150	0.1452	2381.22	2381.07	33.59	36.04
12	13	59.14	182.11	0	2345.03	2352.37	32.25	0.66	1.00	1.20	0.00	0.28	150	0.3983	2381.07	2380.67	36.04	28.30
13	14	17.46	185.52	0	2352.37	2353.78	30.84	0.72	1.00	1.20	0.00	0.28	150	0.1176	2380.67	2380.56	28.30	26.78
14	15	40.94	188.91	1	2353.78	2355.23	29.39	0.80	1.00	1.20	0.04	0.24	150	0.2065	2380.56	2380.35	26.78	25.12
15	16	52.10	184.14	0	2355.23	2356.39	28.23	0.88	1.00	1.20	0.00	0.24	150	0.2627	2380.35	2380.09	25.12	23.70
16	17	26.73	114.06	3	2356.39	2354.15	30.47	0.51	1.00	1.20	0.12	0.12	150	0.0363	2380.09	2380.05	23.70	25.90
17	20	80.16	83.00	3	2354.15	2354.28	30.34	1.17	1.00	1.20	0.12	0.00	150	0.0002	2380.05	2380.05	25.90	25.77

RAMAL 2

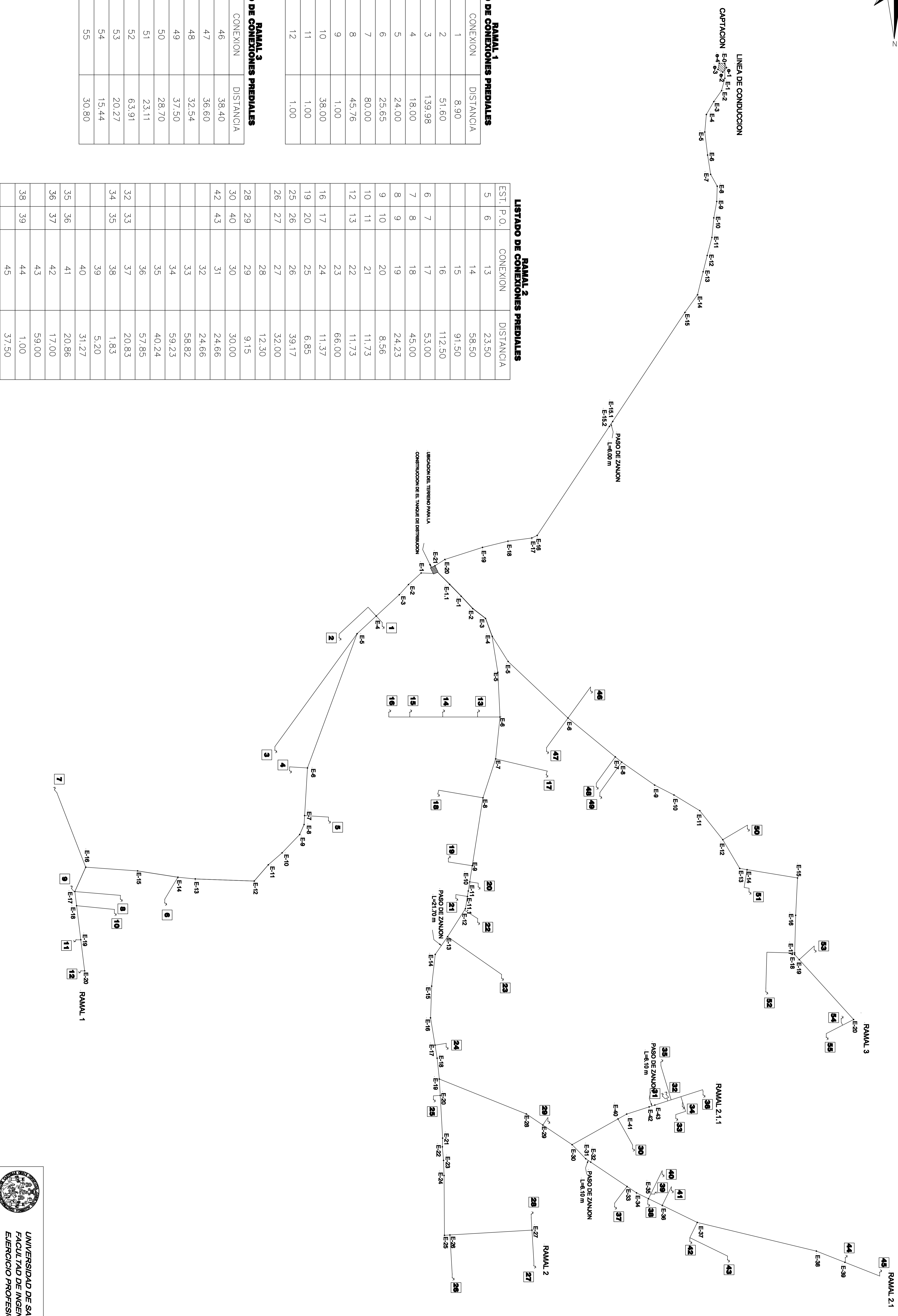
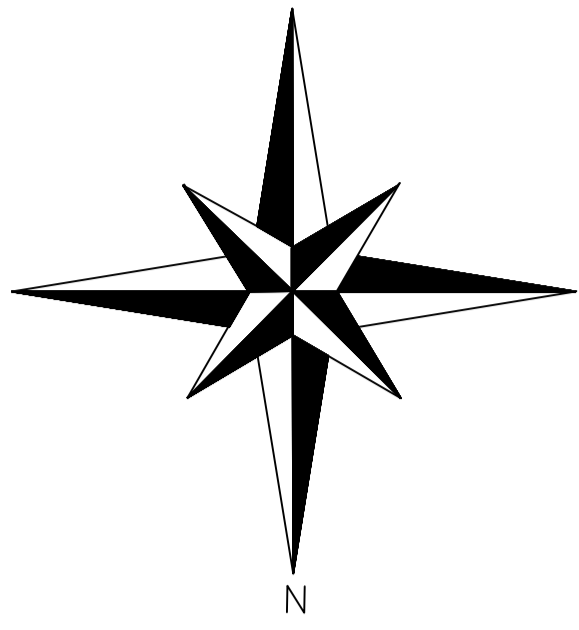
EST.	P.O.	D.H.	AZIMUTH	No. viviendas	COTA TERRENO		presion estatica	D. plg.	D. COM. plg.	D. INT. plg.	Q.U. (l/seg)	Q (l/seg)	C	Hf (m)	CPZ		PRESION DINAMICA	
					C.I.	C.F.									INICIAL	FINAL	P.I.	P.F.
0	1.1	17.17	224.96	0	2384.62	2382.85	1.77	1.24	2.00	2.20	0.00	1.36	150	0.1083	2384.62	2384.51	0.00	1.67
1.1	1	16.51	45.80	0	2382.85	2378.20	6.42	1.01	2.00	2.00	0.00	1.36	150	0.1042	2384.51	2384.41	1.67	6.21
1	2	17.01	46.84	0	2378.20	2378.13	6.49	2.40	2.00	2.20	0.00	1.36	150	0.1073	2384.41	2384.30	6.21	6.17
2	3	16.19	37.68	0	2378.13	2373.25	11.37	0.99	2.00	2.20	0.00	1.36	150	0.1021	2384.30	2384.20	6.17	10.95
3	4	19.19	70.01	0	2373.25	2361.87	22.75	0.86	2.00	2.20	0.00	1.36	150	0.1211	2384.20	2384.08	10.95	22.21
4	5	36.40	80.86	0	2361.87	2357.22	27.40	1.18	2.00	2.20	0.00	1.36	150	0.2297	2384.08	2383.85	22.21	26.62
5	6	44.87	87.16	4	2357.22	2350.73	33.89	1.10	2.00	2.20	0.16	1.20	150	0.2230	2383.85	2383.62	26.62	32.90
6	7	42.27	96.02	1	2350.73	2342.83	41.79	1.03	2.00	2.20	0.04	1.15	150	0.1969	2383.62	2383.43	32.90	40.60
7	8	40.95	108.07	1	2342.83	2337.37	47.25	1.09	2.00	2.20	0.04	1.11	150	0.1784	2383.43	2383.25	40.60	45.88
8	11	94.58	98.93	2	2337.37	2329.13	55.49	1.15	2.00	2.20	0.08	1.03	150	0.3574	2383.25	2382.89	45.88	53.76
11	12	18.00	99.31	1	2329.13	2329.34	55.28	1.72	1.50	1.75	0.04	0.99	150	0.1880	2382.89	2382.70	53.76	53.36
12	13	33.23	122.51	2	2329.34	2322.47	62.15	0.92	1.50	1.75	0.08	0.91	150	0.2956	2382.70	2382.41	53.36	59.94
13	14	21.67	124.95	0	2322.47	2322.13	62.49	1.56	1.50	1.75	0.00	0.91	100	0.4082	2382.41	2382.00	59.94	59.87
14	15	31.97	96.31	0	2322.13	2323.24	61.38	1.32	1.50	1.75	0.00	0.91	150	0.2844	2382.00	2381.72	59.87	58.47
15	16	31.81	92.10	0	2323.24	2326.32	58.30	1.07	1.50	1.75	0.00	0.91	150	0.2830	2381.72	2381.43	58.47	55.12
16	18	40.95	80.69	1	2326.32	2325.44	59.18	1.44	1.50	1.75	0.04	0.87	150	0.3343	2381.43	2381.10	55.12	55.66
18	19	20.98	84.05	0	2325.44	2322.60	62.02	0.99	1.50	1.75	0.00	0.87	150	0.1713	2381.10	2380.93	55.66	58.32
19	21	59.35	86.79	1	2322.60	2314.48	70.14	0.47	1.25	1.53	0.04	0.13	150	0.0267	2380.93	2380.90	58.32	66.42
21	22	8.77	91.88	0	2314.48	2315.02	69.60	0.56	1.25	1.53	0.00	0.13	150	0.0039	2380.90	2380.90	66.42	65.88
22	23	13.58	84.99	0	2315.02	2318.13	66.49	0.42	1.25	1.53	0.00	0.13	150	0.0061	2380.90	2380.89	65.88	62.76
23	24	15.26	87.86	0	2318.13	2320.26	64.36	0.47	1.25	1.53	0.00	0.13	150	0.0069	2380.89	2380.88	62.76	60.63
24	25	59.85	89.62	0	2320.26	2317.01	67.61	0.57	1.25	1.53	0.00	0.13	150	0.0269	2380.88	2380.86	60.63	63.85
25	27	87.83	356.60	3	2317.01	2303.32	81.30	0.09	1.25	1.53	0.12	0.00	150	0.0000	2380.86	2380.86	63.85	77.54
19	28	94.08	21.87	0	2303.32	2309.27	75.35	1.06	1.25	1.53	0.00	0.70	150	1.0236	2380.86	2379.90	77.54	70.63
28	30	55.17	33.91	1	2309.27	2299.38	85.24	0.84	1.25	1.53	0.04	0.66	150	0.5366	2379.90	2379.37	70.63	79.99
30	31	19.60	45.74	0	2299.38	2293.77	90.85	0.61	1.00	1.20	0.00	0.37	150	0.2137	2379.37	2379.15	79.99	85.38
31	34	61.43	33.90	1	2293.77	2286.51	98.11	0.70	1.00	1.20	0.04	0.33	150	0.5382	2379.15	2378.61	85.38	92.11
34	37	67.70	25.97	4	2286.51	2277.88	106.74	0.53	1.00	1.20	0.16	0.16	150	0.1632	2378.61	2378.45	92.11	100.57
37	38	122.83	13.51	2	2277.88	2276.20	108.42	0.64	1.00	1.20	0.08	0.08	150	0.0807	2378.45	2378.37	100.57	102.17
38	39	30.70	21.48	2	2276.20	2278.54	106.08	0.45	1.00	1.20	0.08	0.00	150	0.0000	2378.37	2378.37	102.17	99.83
30	41	62.79	330.75	1	2278.54	2290.10	94.52	0.61	1.00	1.20	0.04	0.29	150	0.4388	2378.37	2378.93	79.99	88.83
41	42	23.57	342.24	6	2290.10	2277.97	106.65	0.07	1.00	1.20	0.25	0.00	150	0.0000	2378.93	2378.93	88.83	100.96

## RAMAL 3

EST.	P.O.	D.H.	AZIMUTH	No. viviendas	COTA TERRENO		Presion Estatica	D. plg.	D. COM. plg.	D. INT. plg.	Q.U. (l/seg)	Q (l/seg)	C	Hf (m)	CPZ		PRESION DINAMICA	
					C.I.	C.F.									INICIAL	FINAL	P.I.	P.F.
0	1.1	17.17	224.96	0	2384.62	2382.85	1.77	0.78	1.00	1.20	0.00	0.41	150	0.2277	2384.62	2384.39	0.00	1.55
1.1	1	16.51	45.80	0	2382.85	2378.20	6.42	0.64	1.00	1.20	0.00	0.41	150	0.2190	2384.39	2384.17	1.55	5.98
1	2	17.01	46.84	0	2378.20	2378.13	6.49	1.52	1.00	1.20	0.00	0.41	150	0.2256	2384.17	2383.95	5.98	5.82
2	3	16.19	37.68	0	2378.13	2373.25	11.37	0.63	1.00	1.20	0.00	0.41	150	0.2147	2383.95	2383.73	5.82	10.49
3	4	19.19	70.01	0	2373.25	2361.87	22.75	0.55	1.00	1.20	0.00	0.41	150	0.2545	2383.73	2383.48	10.49	21.61
4	5	29.83	57.66	0	2361.87	2358.29	26.33	0.76	1.00	1.20	0.00	0.41	150	0.3956	2383.48	2383.08	21.61	24.79
5	6	82.54	43.35	2	2358.29	2348.66	35.96	0.70	1.00	1.20	0.08	0.33	150	0.7232	2383.08	2382.36	24.79	33.70
6	8	69.62	39.39	2	2348.66	2347.33	37.29	0.91	1.00	1.20	0.08	0.25	150	0.3573	2382.36	2382.00	33.70	34.67
8	9	40.29	34.90	0	2347.33	2348.81	35.81	0.80	1.00	1.20	0.00	0.25	150	0.2067	2382.00	2381.80	34.67	32.98
9	10	21.78	27.09	0	2348.81	2346.39	38.23	0.64	1.00	1.20	0.00	0.25	150	0.1118	2381.80	2381.68	32.98	35.30
10	11	30.24	31.21	0	2346.39	2347.40	37.22	0.81	1.00	1.20	0.00	0.25	150	0.1552	2381.68	2381.53	35.30	34.13
11	12	37.11	51.63	0	2347.40	2341.61	43.01	0.59	1.00	1.20	0.00	0.25	150	0.1904	2381.53	2381.34	34.13	39.72
12	13	33.45	59.49	1	2341.61	2340.28	44.34	0.73	1.00	1.20	0.04	0.20	150	0.1222	2381.34	2381.22	39.72	40.94
13	15	58.70	9.30	1	2340.28	2336.55	48.07	0.61	1.00	1.20	0.04	0.16	150	0.1415	2381.22	2381.07	40.94	44.52
15	16	37.54	92.83	0	2336.55	2332.75	51.87	0.55	1.00	1.20	0.00	0.16	150	0.0905	2381.07	2380.98	44.52	48.24
16	18	39.34	91.52	1	2332.75	2314.06	70.56	0.36	1.00	1.20	0.04	0.12	150	0.0554	2380.98	2380.93	48.24	66.87
18	20	87.98	47.77	3	2314.06	2312.37	72.25	0.70	1.00	1.20	0.12	0.00	150	0.0000	2380.93	2380.93	66.87	68.56







**RAMAL 1 LISTADO DE CONEXIONES PREDAIALES**

EST. P.O.	CONEXION	DISTANCIA
3	1	8,90
4	2	51,60
5	3	139,98
6	4	18,00
7	5	24,00
14	6	25,65
16	7	80,00
17	8	45,76
18	9	1,00
19	10	38,00
20	11	1,00
19	12	1,00

**RAMAL 2 LISTADO DE CONEXIONES PREDAIALES**

EST. P.O.	CONEXION	DISTANCIA
5	6	23,50
14	13	58,50
15	14	91,50
16	15	112,50
17	16	53,00
18	17	45,00
19	18	24,23
20	19	8,56
21	20	11,73
22	21	11,73
23	22	66,00
24	23	11,37
25	24	6,85
26	25	39,17
27	26	32,00
28	27	12,30
29	28	9,15
30	29	30,00
31	30	24,66
32	31	24,66
33	32	58,82
34	33	59,23
35	34	40,24
36	35	57,85
37	36	20,83
38	37	1,83
39	38	5,20
40	39	31,27
41	40	20,86
42	41	17,00
43	42	59,00
44	43	1,00
45	44	37,50

**RAMAL 3 LISTADO DE CONEXIONES PREDAIALES**

EST. P.O.	CONEXION	DISTANCIA
5	6	38,40
47	46	36,60
48	47	32,54
7	8	37,50
8	7	28,70
11	12	23,11
13	14	63,91
16	17	20,27
18	19	15,44
19	20	30,80

**RAMAL 1 LISTADO DE CONEXIONES PREDAIALES**

EST. P.O.	CONEXION	DISTANCIA
30	40	30,00
42	43	24,66
32	32	24,66
33	33	58,82
34	34	59,23
35	35	40,24
36	36	57,85
37	37	20,83
38	38	1,83
39	39	5,20
40	40	31,27
41	41	20,86
42	42	17,00
43	43	59,00
44	44	1,00
45	45	37,50

**PLANTA DENSIDAD DE VIVIENDA**

ESCALA: 1/2000



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

PROYECTO:  
 DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

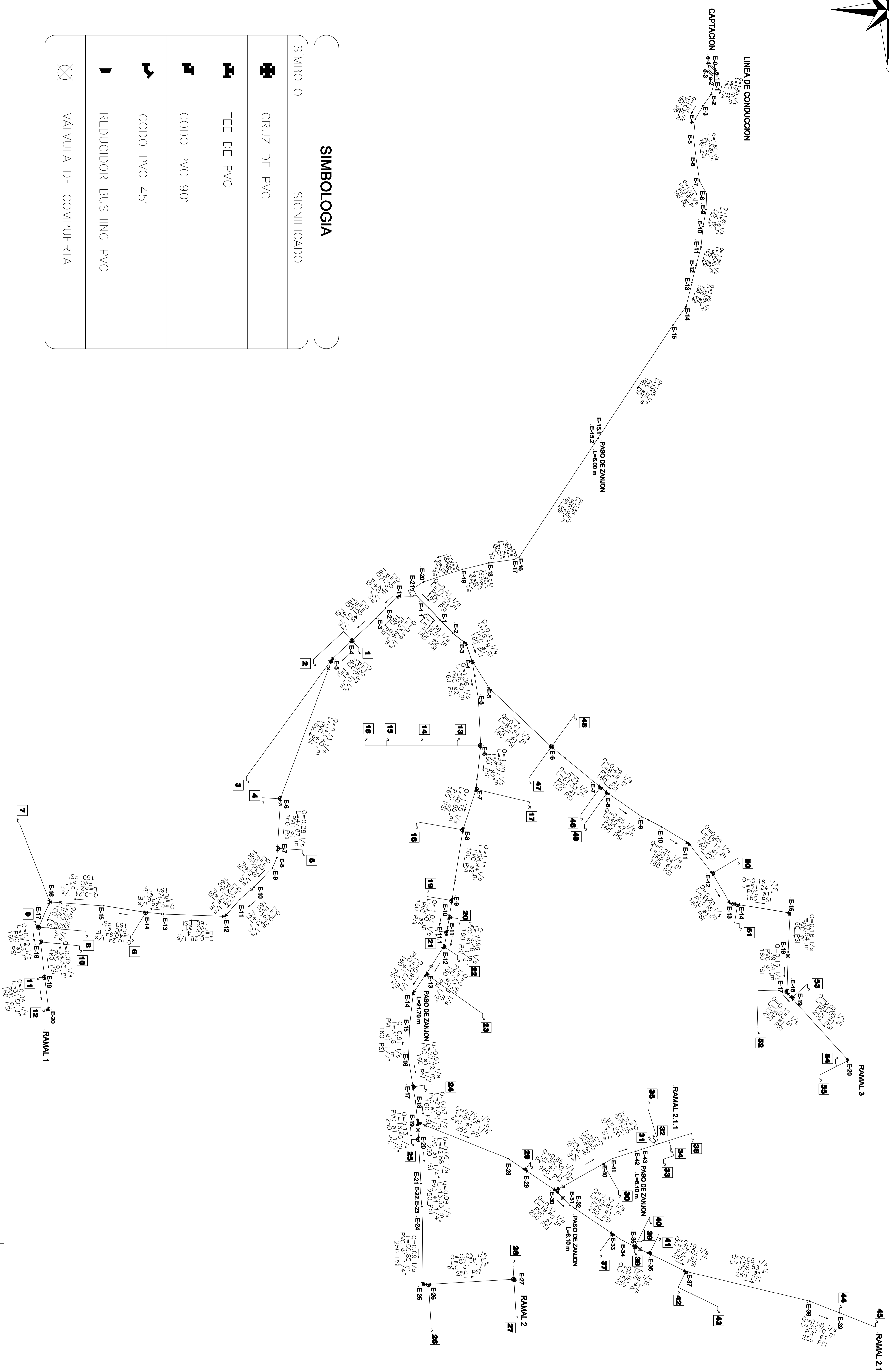
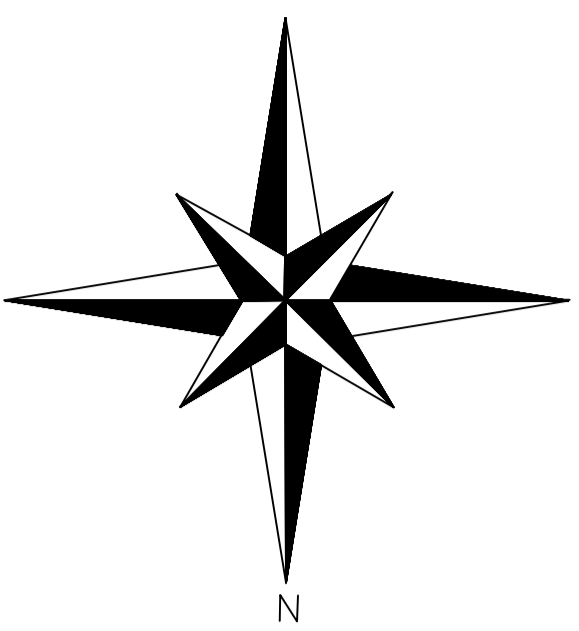
UBICACION:  
 SECTOR SAN FELIPE, SAN JOSÉ CHACA YA, SOLOLA

DEBIDOR: MVEL G  
 ESCALA: 1:2000  
 CONTENIDO:  
 PLANTA DENSIDAD DE VIVIENDA

FECHA:  
 FEBRERO 2010

HOJA No. **2** / **13**

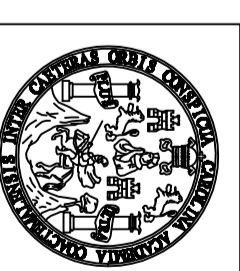
V. N. C. O. N. N.



SIMBOLOGIA	
	CRUZ DE PVC
	TEE DE PVC
	CODO PVC 90°
	CODO PVC 45°
	REDUCIDOR BUSHING PVC
	VALVULA DE COMPUERTA

## PLANTA CONJUNTO HIDRAULICO

ESCALA: 1/2000



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

PROYECTO:  
 DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

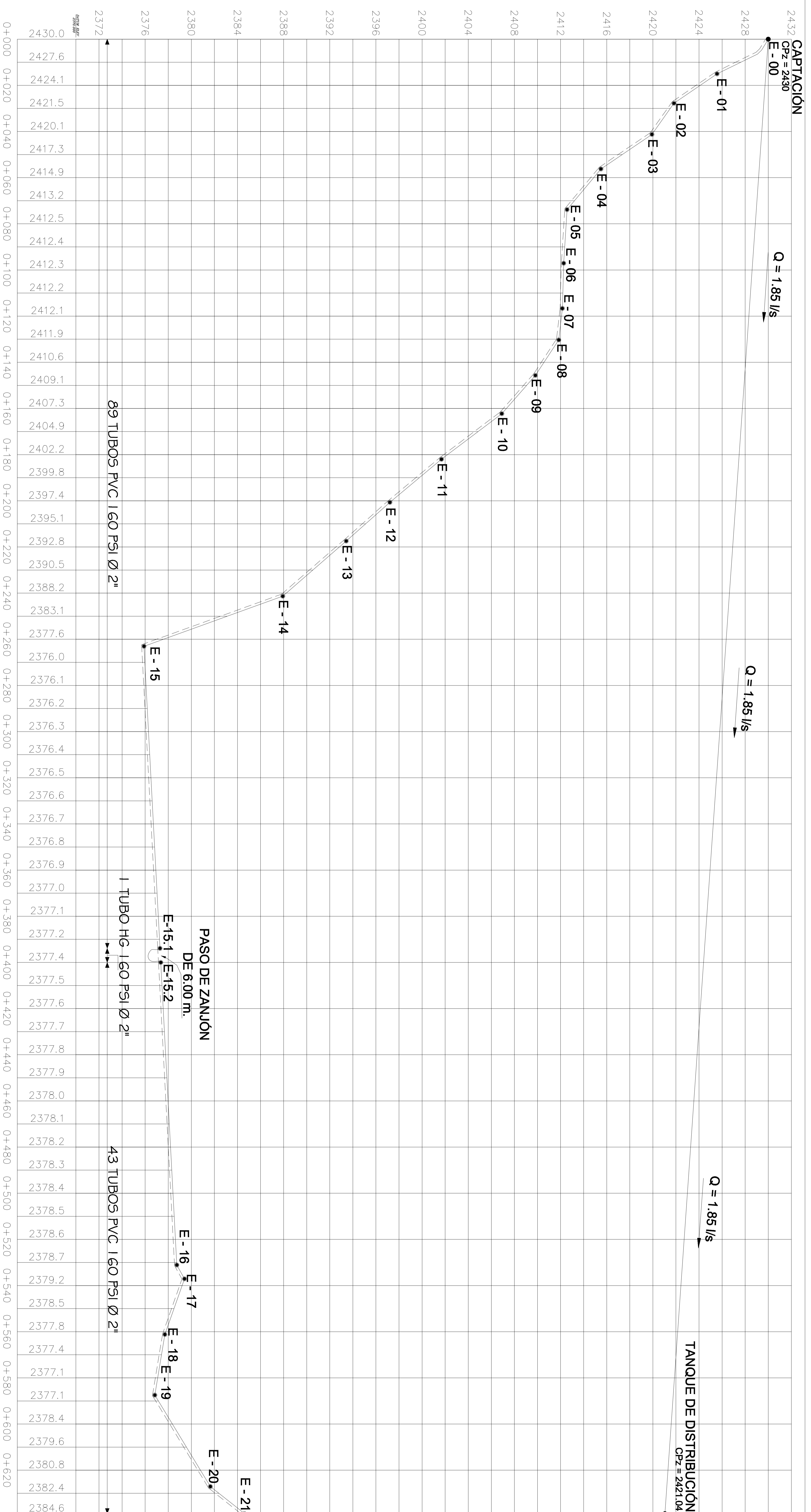
UBICACION:  
 SECTOR SAN FELIPE, SAN JOSÉ CHACA YA, SOLOLA

DEBIDOR: **MYEL G**  
 ESCALA: 1:500  
 CONTENIDO:  
 PLANTA CONJUNTO HIDRAULICO

FECHA:  
 FEBRERO 2010

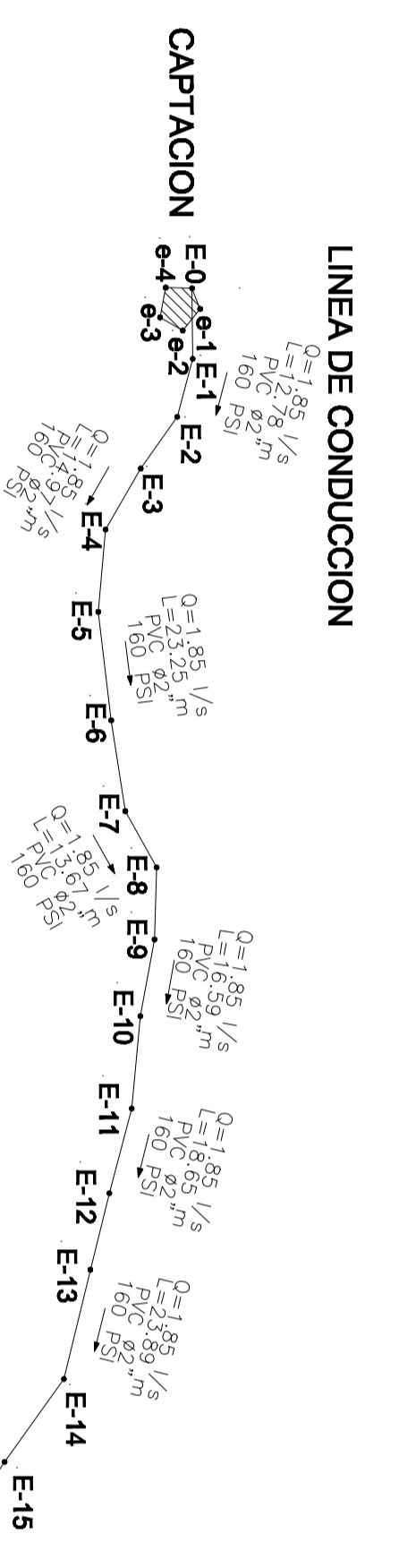
HOJA No. **3 / 13**

V.E. No. Col. No.



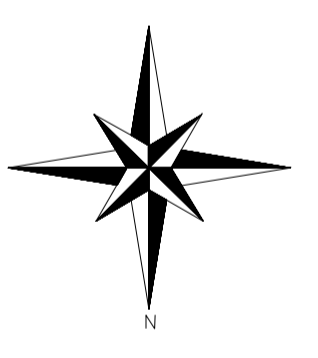
**PERFIL LINEA DE CONDUCCION**

ESCALA VERTICAL: 1/50  
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000



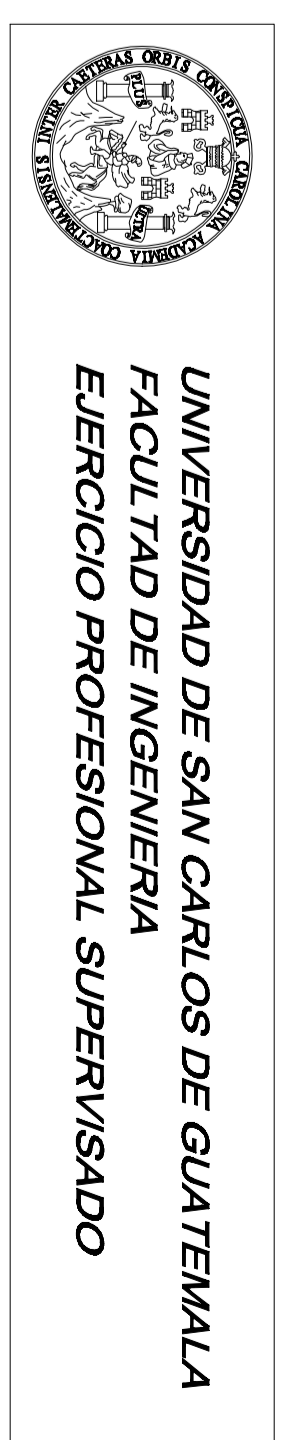
**CONDUCCION**

Est.	P.O.	AZIMUT	DISTANCIA	COTA
0	1	359°30'30"	15.01	2425.56
1	2	14°49'00"	12.35	2421.82
2	3	35°20'20"	13.47	2419.92
3	4	30°01'30"	14.97	2415.50
4	5	05°07'40"	17.60	2412.56
5	6	353°05'40"	23.23	2412.27
6	7	351°10'40"	19.96	2412.16
7	8	330°51'20"	13.67	2411.84
8	9	01°49'00"	15.36	2409.82
9	10	10°19'20"	16.59	2406.91
10	11	05°25'10"	19.75	2401.68
11	12	144°7'30"	18.65	2397.21
12	13	139°7'50"	16.78	2393.43
13	14	13°40'30"	23.89	2387.93
14	15	35°33'40"	21.70	2375.90
15	15.1	33°32'04"	131.05	2377.29
15.1	15.2	33°32'04"	6.00	2377.56
15.2	16	33°32'04"	131.00	2378.74
16	17	64°28'20"	5.99	2379.41
17	18	82°19'20"	24.11	2377.71
18	19	76°23'00"	26.28	2376.84
19	20	72°52'37"	39.99	2381.65
20	21	57°46'30"	11.79	2384.62



**PLANTA LINEA DE CONDUCCION**

ESCALA: 1/2000



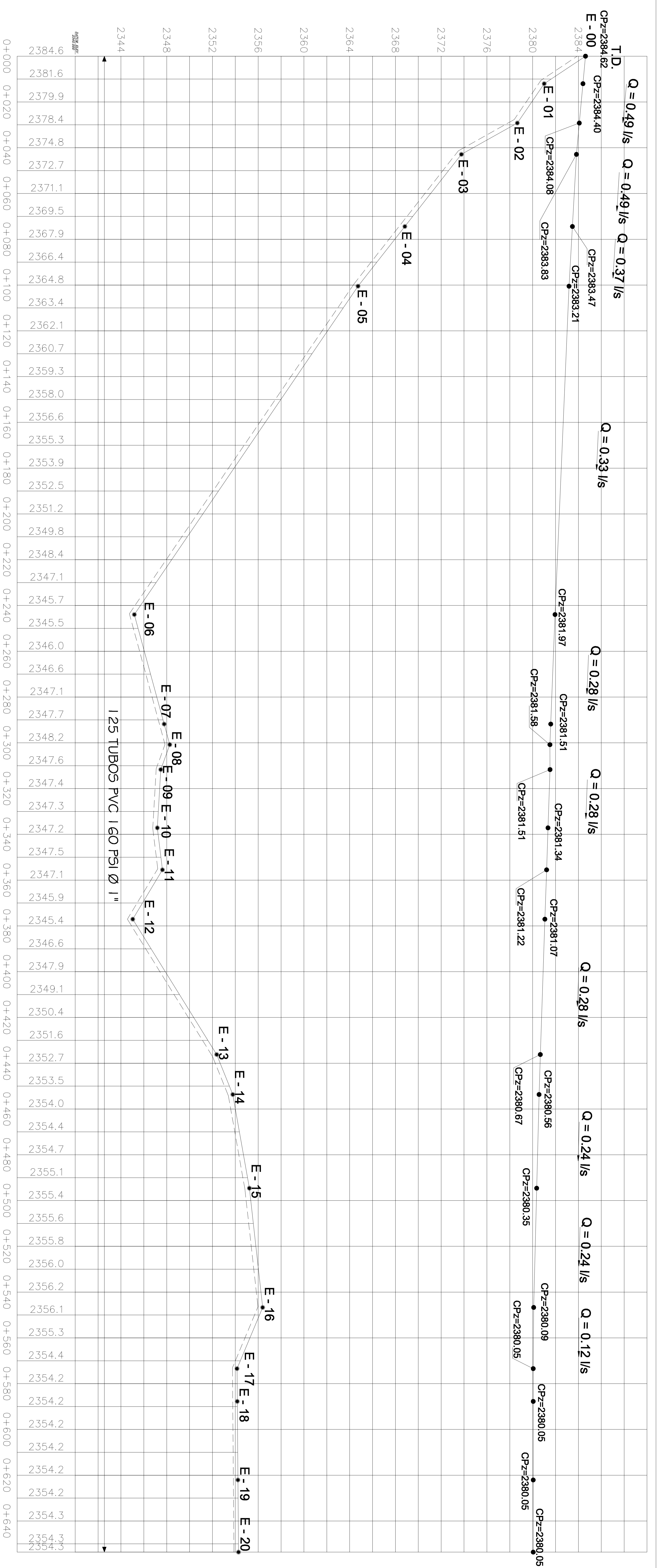
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:  
DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

UBICACION:  
SECTOR SAN FELIPE, SAN JOSÉ CHACAYÁ, SOLOLA

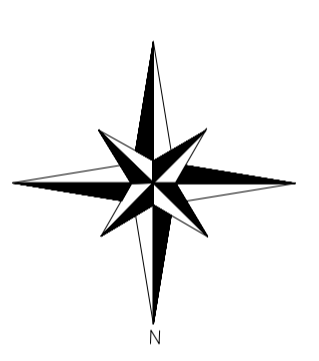
CONTENIDO:  
PLANTA-PERFIL  
LINEA DE CONDUCCION

FECHA:  
FEBRERO DE 2010



**PERFIL RAMAL 1**

ESCALA VERTICAL: 1/20  
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000



Est	P.O.	AZUMI	DISTANCIA	COTA	CPZ
0	1	9149.95"	12.02	2384.62	2384.40
1	2	4732.53	17.20	2381.01	2384.08
2	3	4224.56	13.68	2378.66	2383.83
3	4	4712.57	31.51	2373.77	2383.47
4	5	4712.57	26.10	2364.73	2383.21
5	6	2017.53	143.46	2345.17	2381.97
6	7	3225.53	47.84	2347.78	2381.58
7	8	3225.53	8.99	2348.22	2381.51
8	9	2333.53	10.89	2347.48	2381.51
9	10	4352.49	25.47	2347.18	2381.34
10	11	4805.01	18.33	2347.63	2381.22
11	12	4053.23	21.56	2345.03	2381.07
12	13	9206.23	59.14	2352.37	2380.67
13	14	9531.08	17.46	2353.78	2380.56
14	15	9854.23	40.94	2355.23	2380.35
15	16	9408.22	52.10	2355.39	2380.09
16	17	2403.43	26.73	2354.13	2380.05
17	18	35300.05	14.33	2354.17	2380.05
18	19	35300.05	34.33	2354.23	2380.05
19	20	35300.05	31.50	2354.28	2380.05

**RAMAL 1**

**PLANTA RAMAL 1**



ESCALA: 1/1500



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

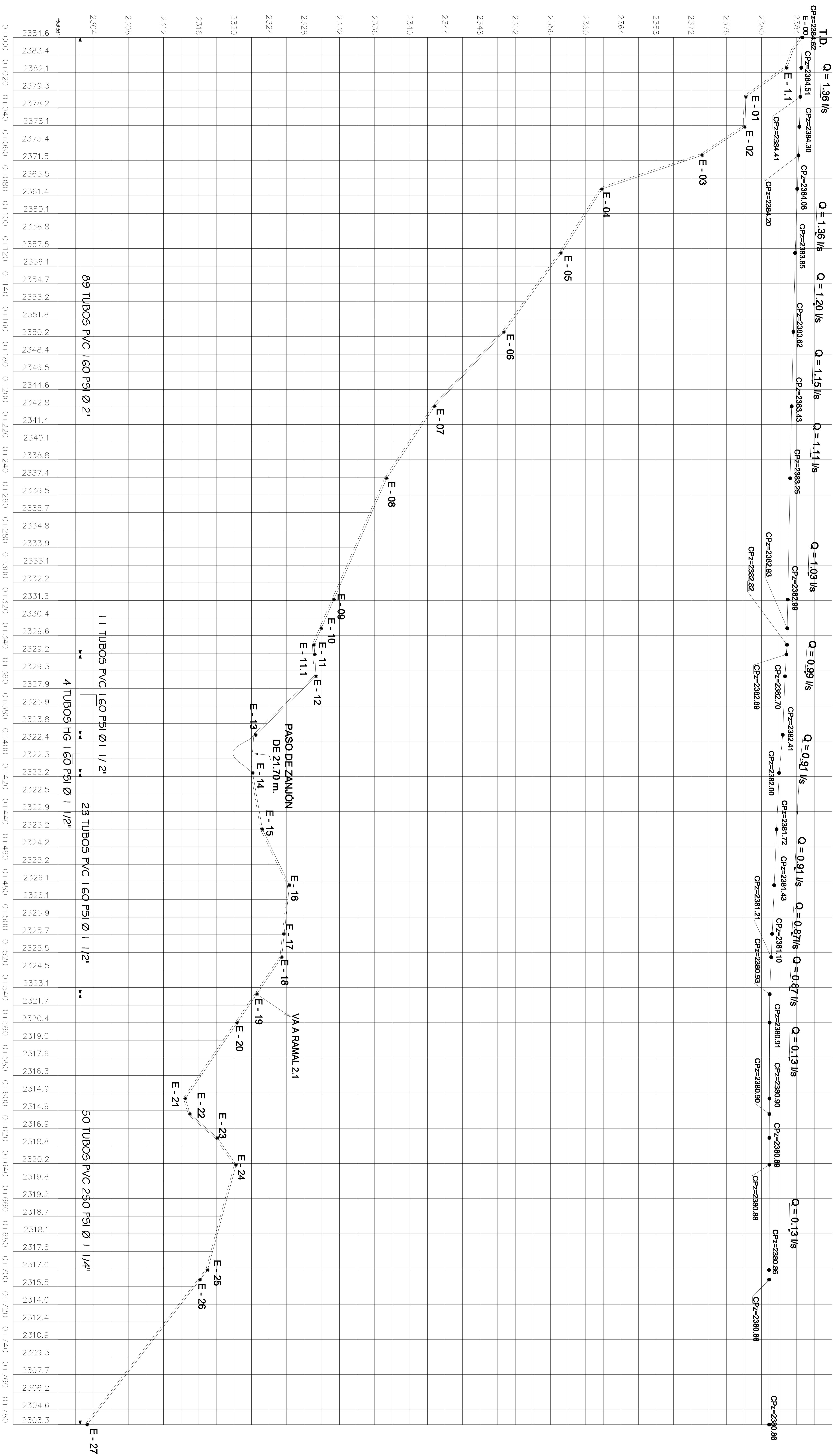
PROYECTO:  
DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

UBICACION:  
SECTOR SAN FELIPE, SAN JOSÉ CHACAYÁ, SOLOLA

DIBUJÓ: MYEL G  
ESCALA: INDICADAS  
CONTENIDO: PLANTA-PERFIL RAMAL 1

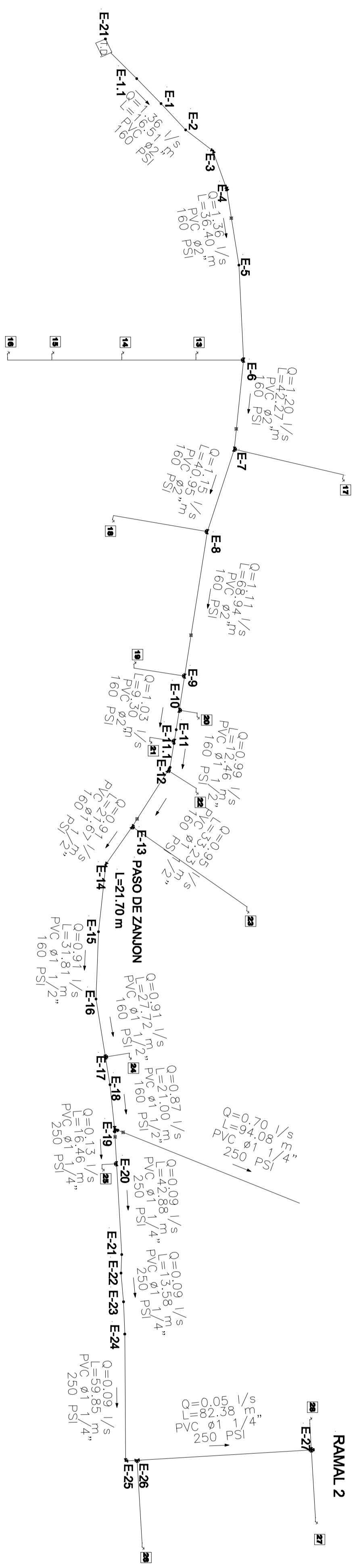
FECHA:  
FEBRERO 2010

Hoja No. 5 / 13



**PERFIL RAMAL 2**

ESCALA VERTICAL: 1/25  
ESCALA HORIZONTAL: 1/1250

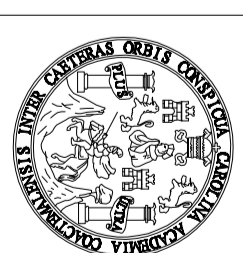


**PLANTA RAMAL 2**

ESCALA: 1/2000

Est. P.O.	ANUAL	DISTANCIA	COVA.	CPZ
0	1.1	314.9745	17.24	2382.85
1	1	314.9745	16.51	2382.80
2	3	307.6420	16.22	2382.55
3	4	340.0010	19.08	2381.87
4	5	350.9136	36.40	2387.22
5	6	357.0928	44.87	2380.73
6	7	362.0048	42.27	2382.83
7	8	367.0097	46.95	2383.57
8	9	369.5522	68.94	2381.96
9	10	369.5522	68.94	2382.99
10	11	369.5522	68.94	2382.93
11	11	369.5522	68.94	2382.93
11	12	369.5522	68.94	2382.93
12	13	372.8038	33.23	2382.47
13	14	348.9644	21.69	2382.15
14	15	367.1648	31.97	2383.24
15	16	367.1648	31.97	2383.24
16	17	367.1648	31.97	2383.24
17	18	367.1648	31.97	2383.24
18	19	367.1648	31.97	2383.24
19	20	367.1648	31.97	2383.24
20	21	367.1648	31.97	2383.24
21	21	367.1648	31.97	2383.24
22	23	348.9644	21.69	2382.15
23	24	350.9136	36.40	2387.22
24	25	357.0928	44.87	2380.73
25	26	362.0048	42.27	2382.83
26	27	367.0097	46.95	2383.57
27	27	369.5522	68.94	2381.96

**RAMAL 2**



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

PROYECTO:  
DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

UBICACION:  
SECTOR SAN FELIPE, SAN JOSÉ CHACAYÁ, SOLOLÁ

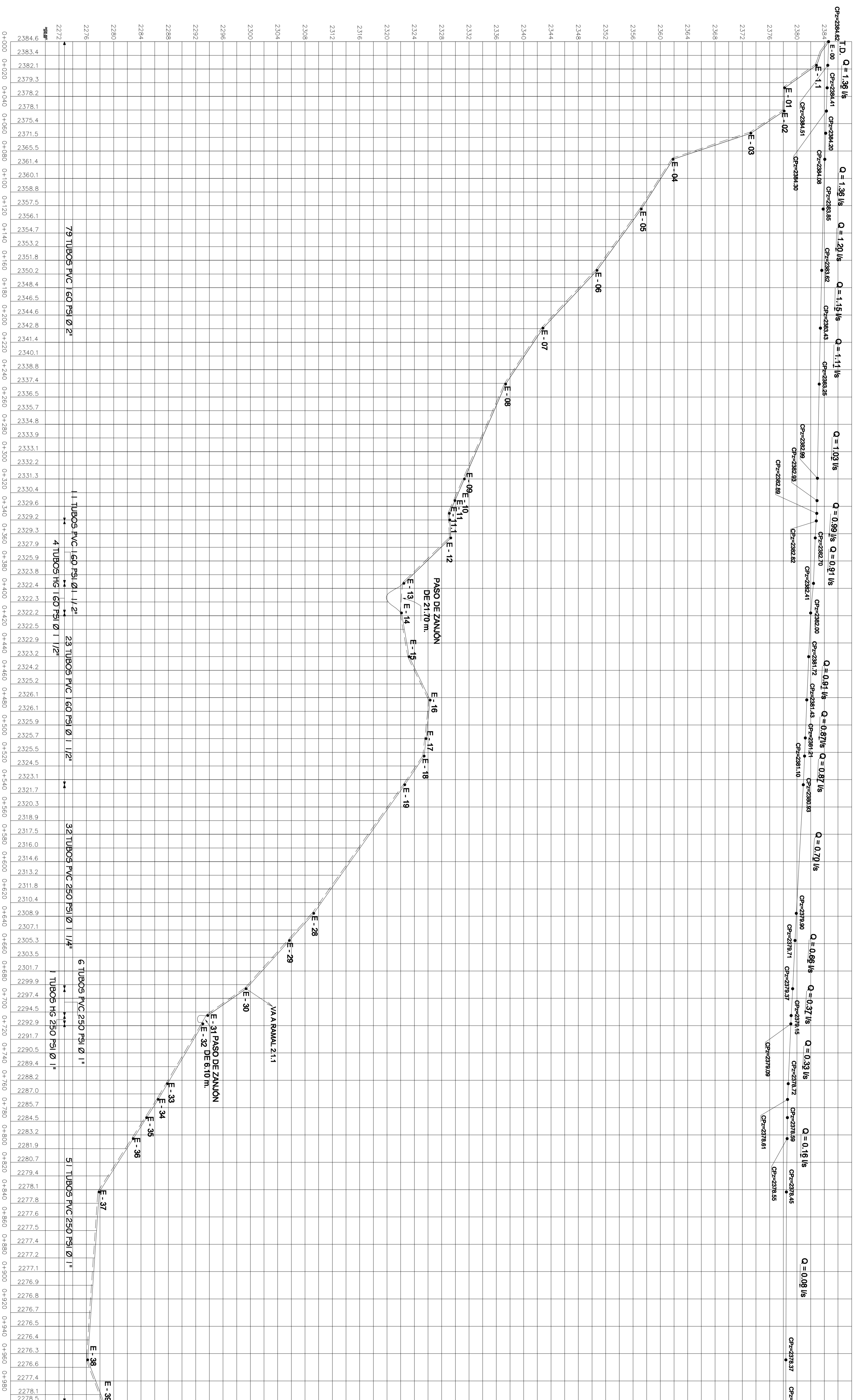
HOJA No.

DBLUD: **MEL G**  
ESCALA: INDICADAS  
CONTENIDO:  
PLANTA-PERFIL RAMAL 2

6 / 13

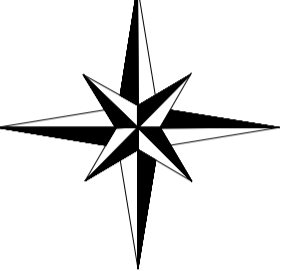
FECHA:  
FEBRERO DE 2010

V. No. Col. No.



**PERFIL RAMAL 2.1**

ESCALA VERTICAL: 1/40  
ESCALA HORIZONTAL: 1/2000



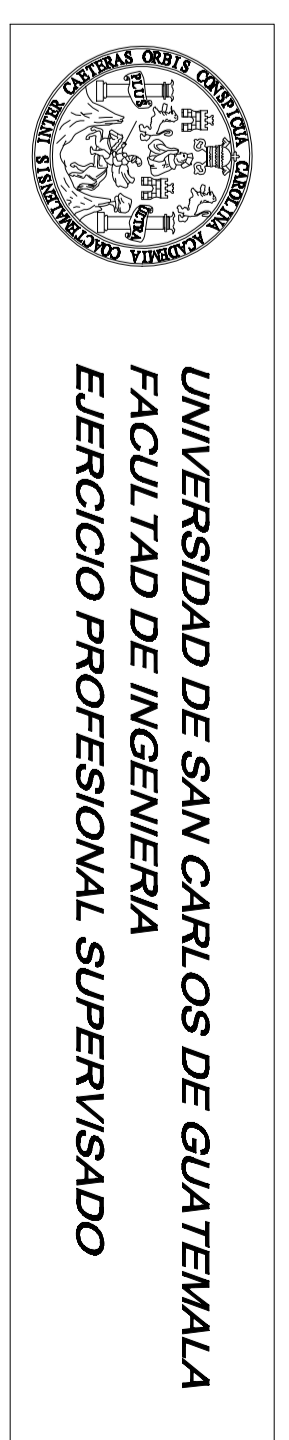
EST. P.O.	AZIMUTH	DISTANCIA	COYA	QZ2
19	29152'28"	94.08	2309.27	2379.90
28	30354'28"	19.86	2305.71	2379.71
29	30354'28"	35.31	2299.38	2379.37
30	31544'28"	19.60	2293.77	2379.15
31	30354'07"	6.10	2293.05	2379.09
32	30354'07"	43.81	2287.87	2378.72
33	30354'07"	11.52	2286.51	2378.61
34	29557'58"	15.36	2282.86	2378.55
35	29557'58"	39.02	2277.88	2378.45
36	28350'24"	122.83	2276.20	2378.37
37	28350'24"	30.70	2276.54	2378.37

**RAMAL 2.1**



**PLANTA RAMAL 2.1**

ESCALA 1/2500



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

PROYECTO:  
**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE**

UBICACION:  
**SECTOR SAN FELIPE, SAN JOSÉ CHACAYÁ, SOLOLÁ**

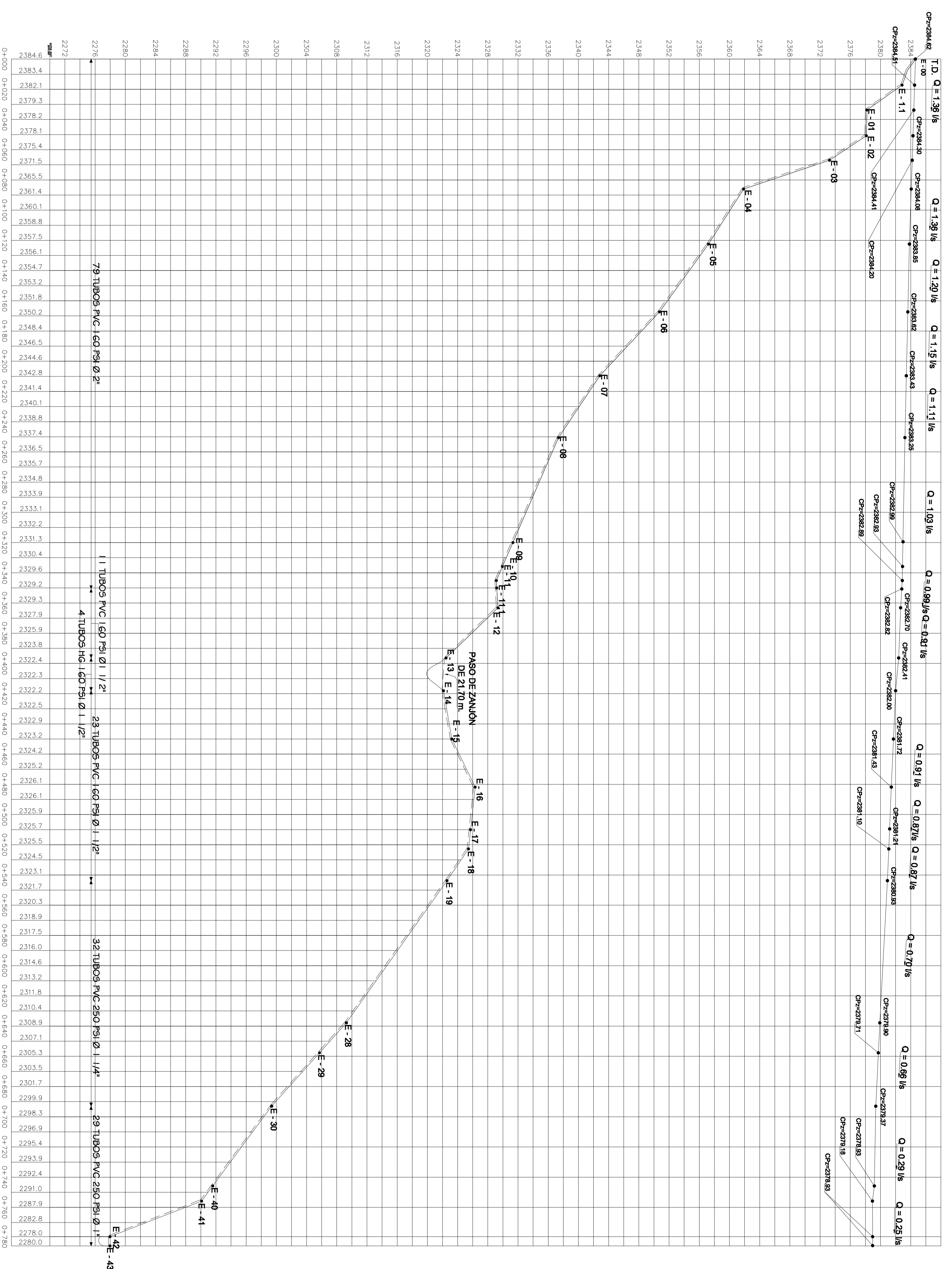
DIBUJÓ:  
**MVEL G**

FECHA:  
**FEBRERO DE 2010**

HOJA No.

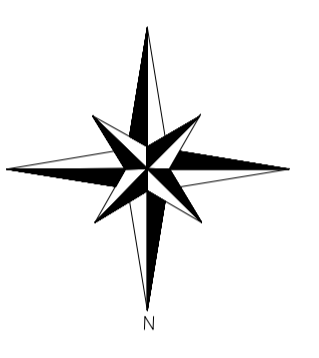
**7 / 13**

V.R. No. Cal. No.



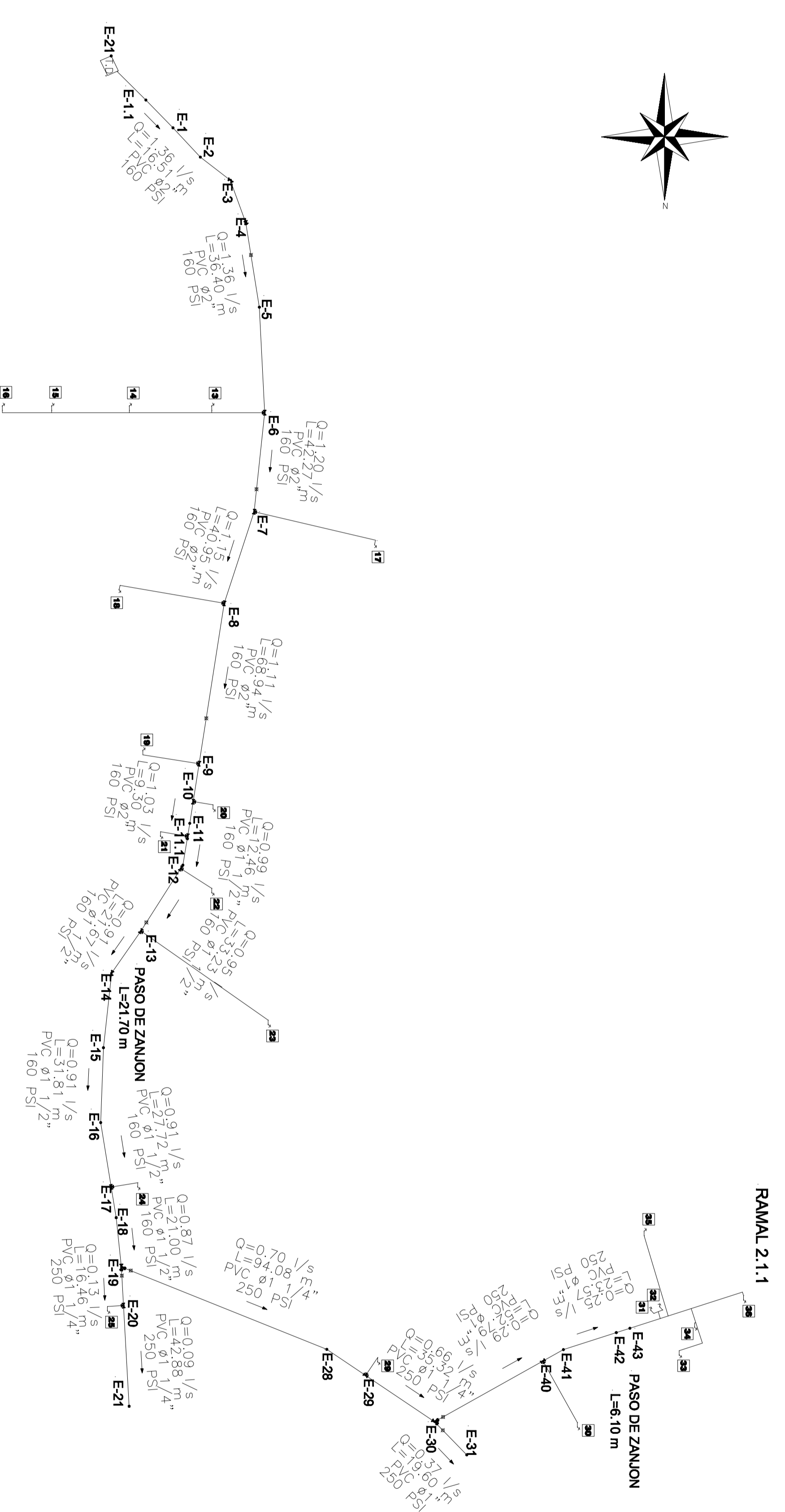
**PERFIL RAMAL 2.1.1**

ESCALA VERTICAL: 1/40  
ESCALA HORIZONTAL: 1/2000



Est.	P.O.	AZIMUT	DISTANCIA	COTA	GRZ
30	40	240°44'58"	52.79	2291.58	2379.18
40	41	240°44'58"	10.00	2381.25	2378.93
41	42	252°14'08"	23.57	2381.25	2378.93
42	43	252°14'08"	6.10	2381.25	2378.93

**RAMAL 2.1.1**



**PLANTA RAMAL 2.1.1**

ESCALA 1/2000



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

PROYECTO:  
DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

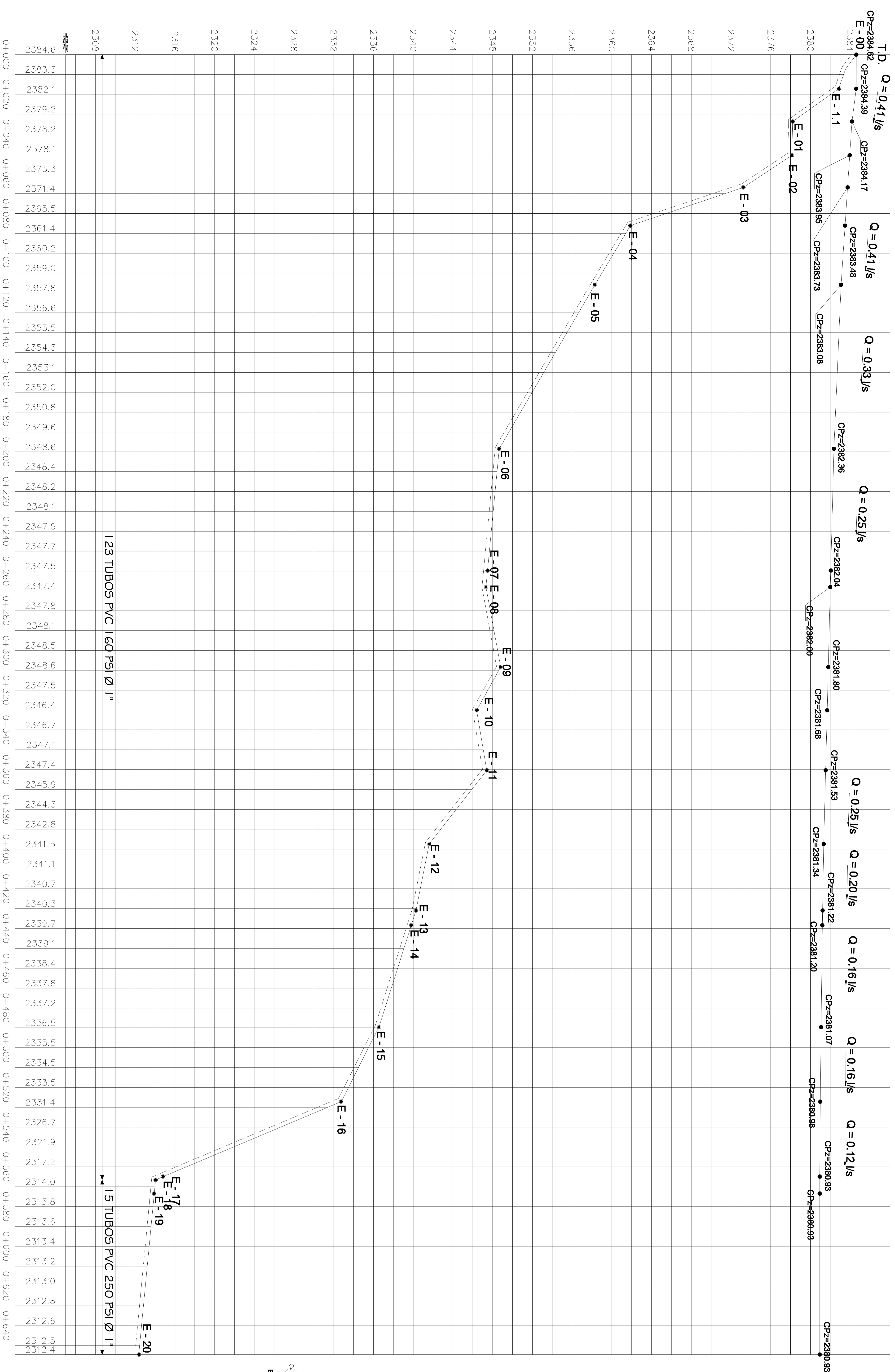
UBICACION:  
SECTOR SAN FELIPE, SAN JOSÉ CHACAYÁ, SOLOLA

CONTENIDO:  
PLANTA-PERFIL RAMAL 2.1.1

FECHA:  
FEBRERO DE 2010

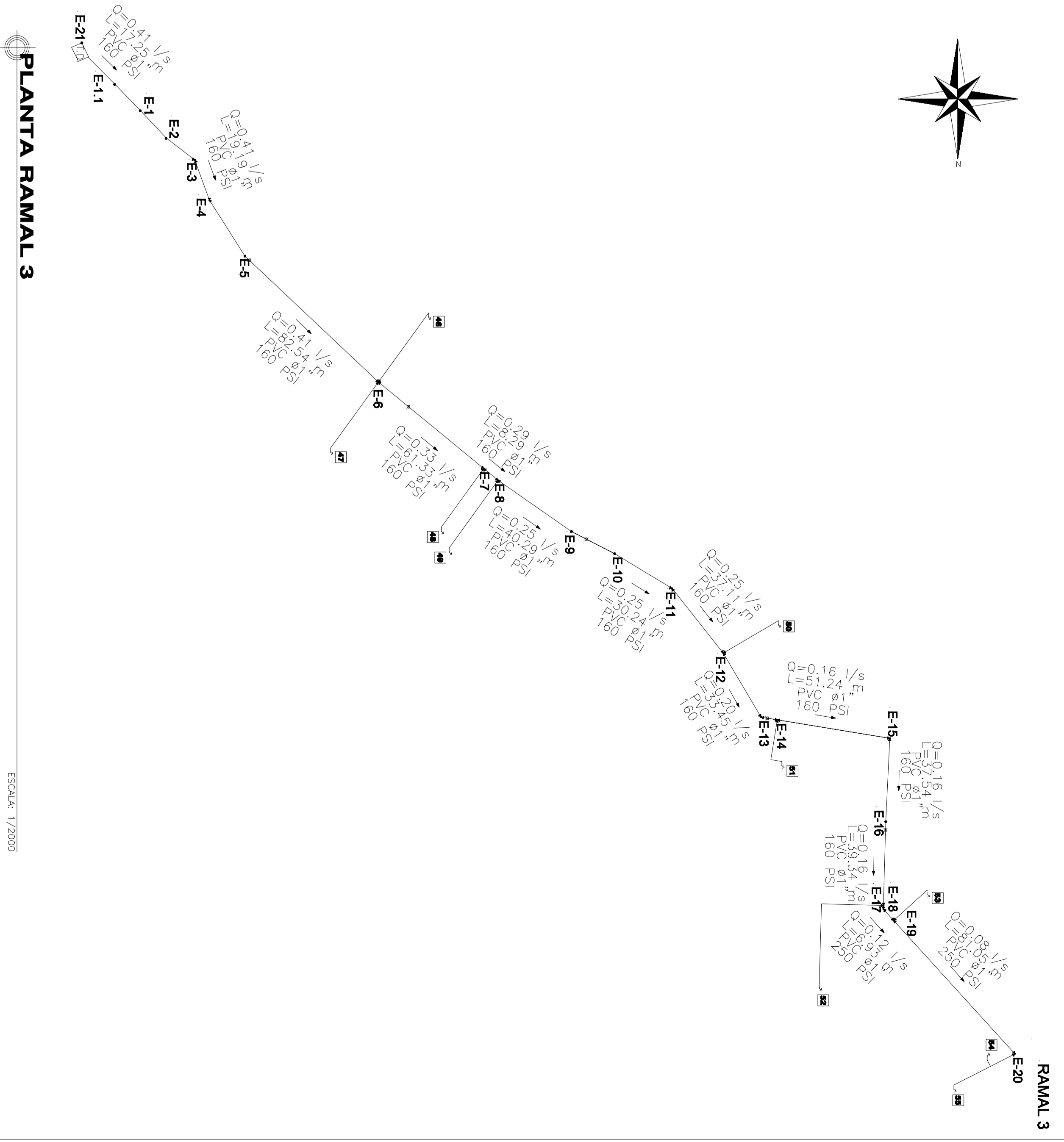
HOJA No.  
8 / 13





**PERFIL RAMAL 3**

ESCALA VERTICAL: 1/25  
ESCALA HORIZONTAL: 1/1250



**PLANTA RAMAL 3**

ESCALA: 1/2000

Est.	P.O.	AZIMUT	DISTANCIA	COTA	CPZ
0	1.1	314°57'45"	17.24	2382.85	2384.39
1.1	1	315°47'45"	16.51	2378.20	2384.17
1	2	316°50'18"	17.01	2376.13	2383.95
2	3	307°24'130"	16.22	2373.25	2383.73
3	4	340°06'08"	19.08	2361.87	2383.46
4	5	327°39'50"	29.83	2358.29	2383.08
5	6	313°21'04"	82.54	2348.66	2382.36
6	7	309°23'14"	61.33	2347.49	2382.04
7	8	304°23'14"	8.29	2347.33	2382.00
8	9	304°43'58"	40.29	2348.81	2381.80
9	10	297°05'08"	21.78	2348.39	2381.68
10	11	301°12'32"	30.24	2347.40	2381.53
11	12	321°37'55"	37.11	2344.61	2381.34
12	13	329°29'39"	33.45	2340.28	2381.22
13	14	279°18'08"	7.46	2339.81	2381.20
14	15	279°18'08"	51.24	2336.55	2381.07
15	16	02°49'48"	37.54	2332.75	2380.98
16	17	01°31'26"	32.73	2314.83	2380.93
17	18	01°31'26"	1.61	2314.06	2380.93
18	19	317°46'18"	6.93	2313.93	2380.93
19	20	317°46'18"	81.05	2312.37	2380.93

**RAMAL 3**



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

PROYECTO:  
**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE**

UBICACION:  
**SECTOR SAN FELIPE, SAN JOSÉ CHACAYÁ, SOLOLA**

CONTENIDO:  
**PLANTA PERFIL  
RAMAL 2.11  
RAMAL 3**

FECHA:  
**FEBRERO DE 2010**

Hoja No.  
**9 / 13**

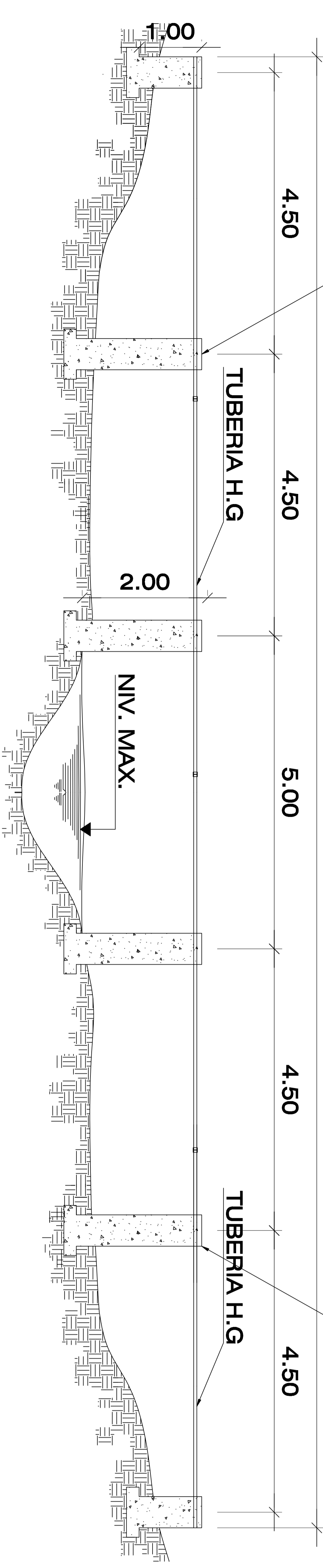
V.M. No. Cal. No.



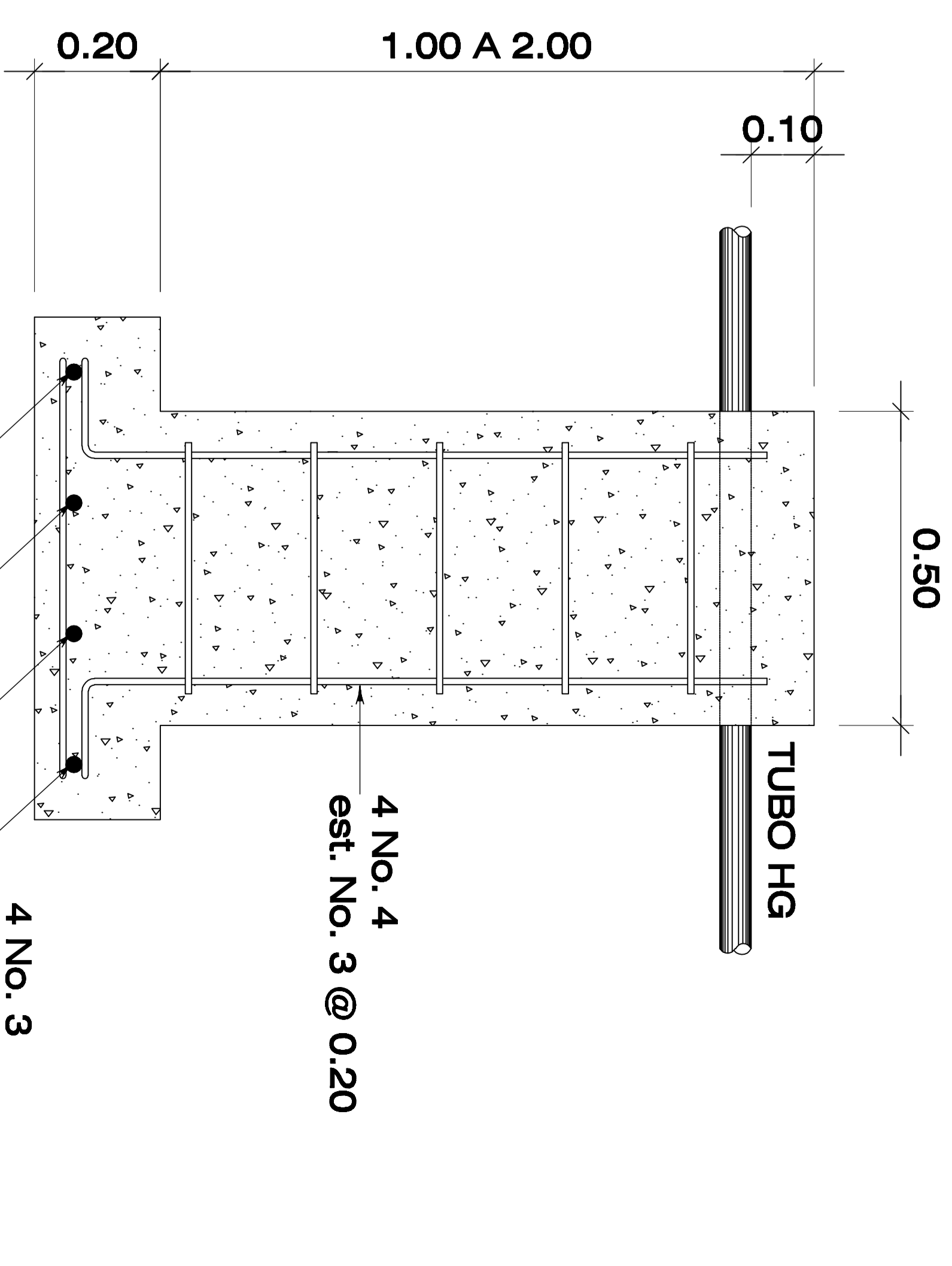
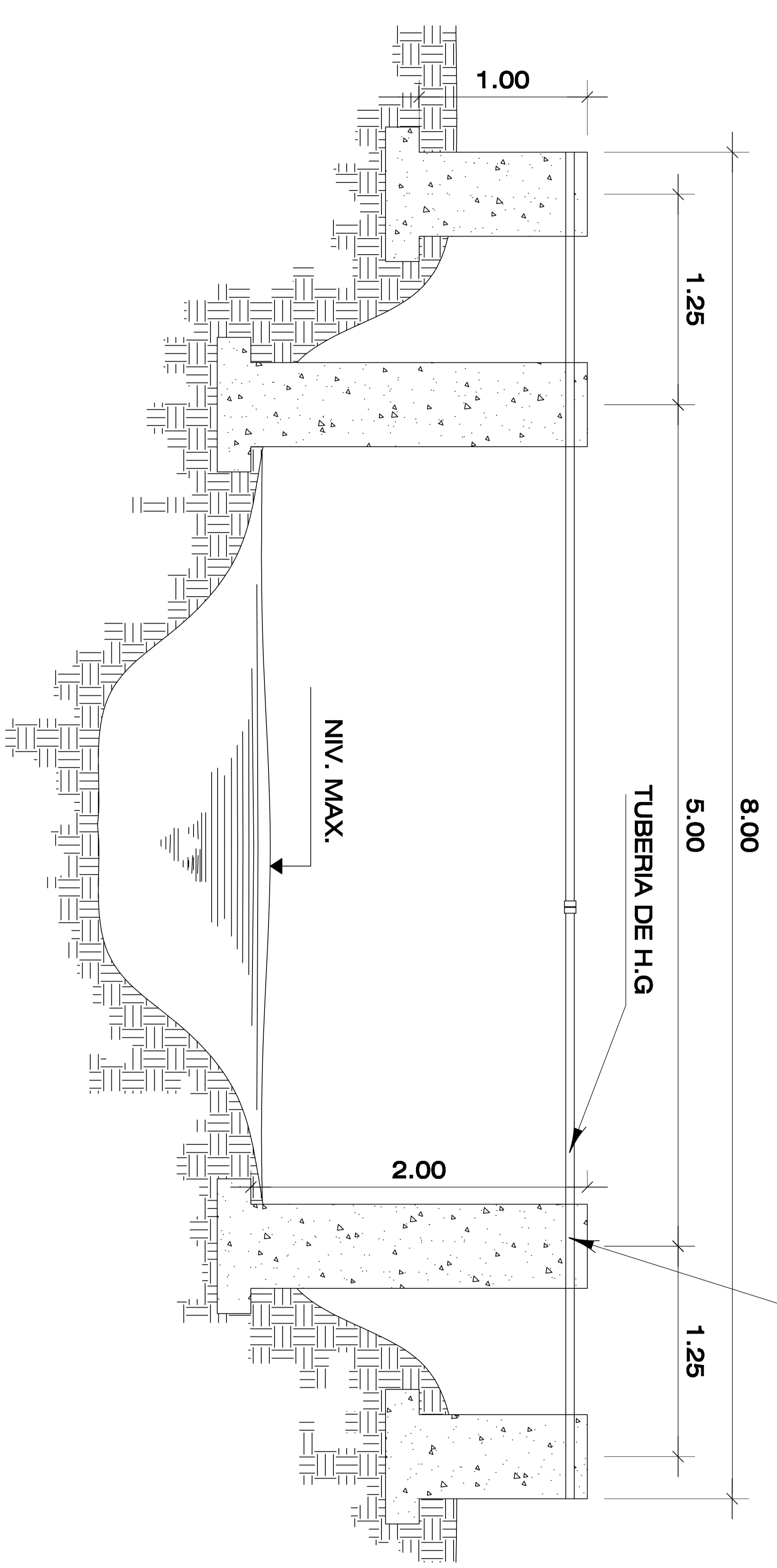
NOTA: 1 COLUMNA DE 2 mt. DE LONGITUD @ 4.50

23.00

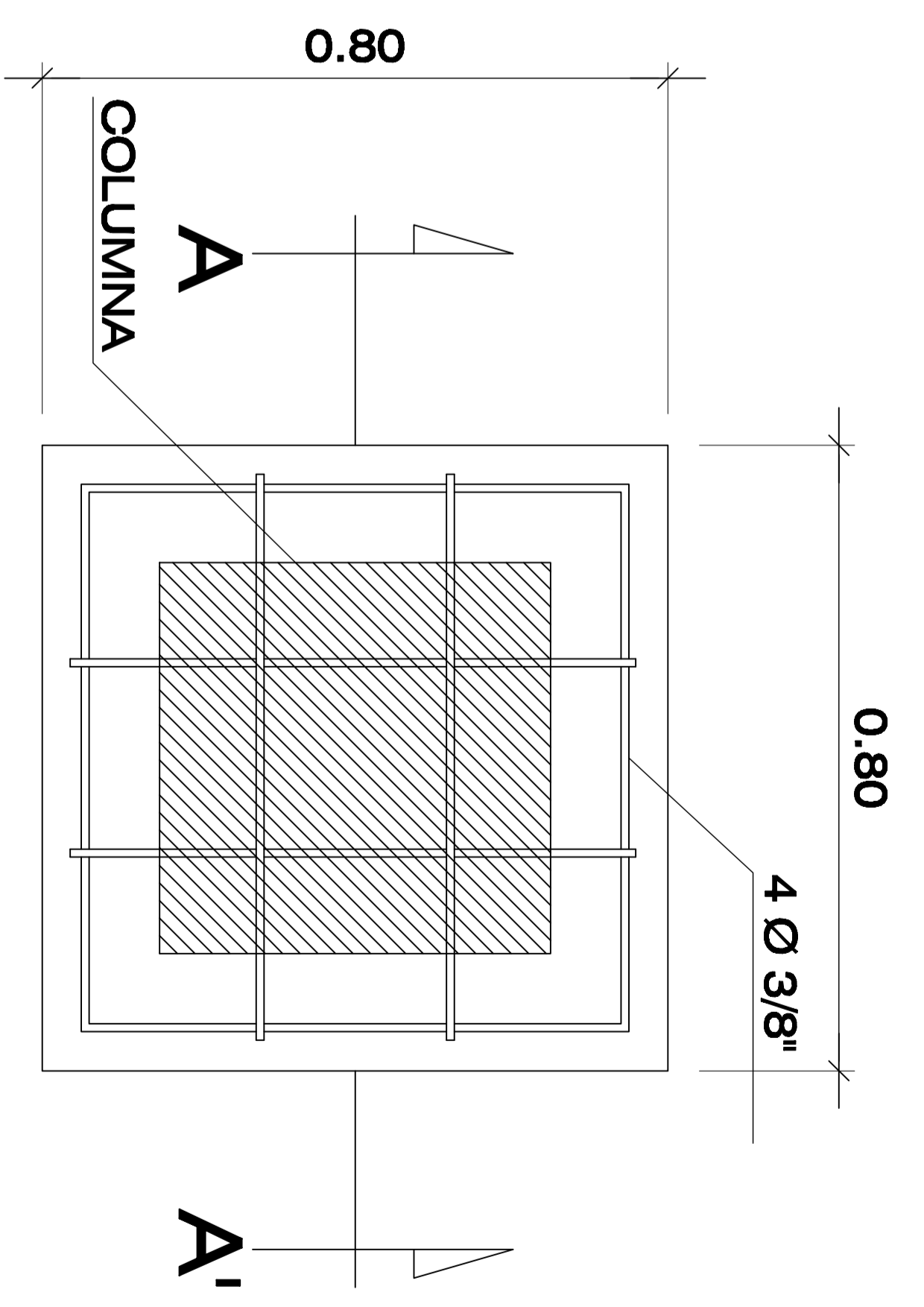
NOTA: 1 COLUMNA DE 2 mt. DE LONGITUD @ 4.50



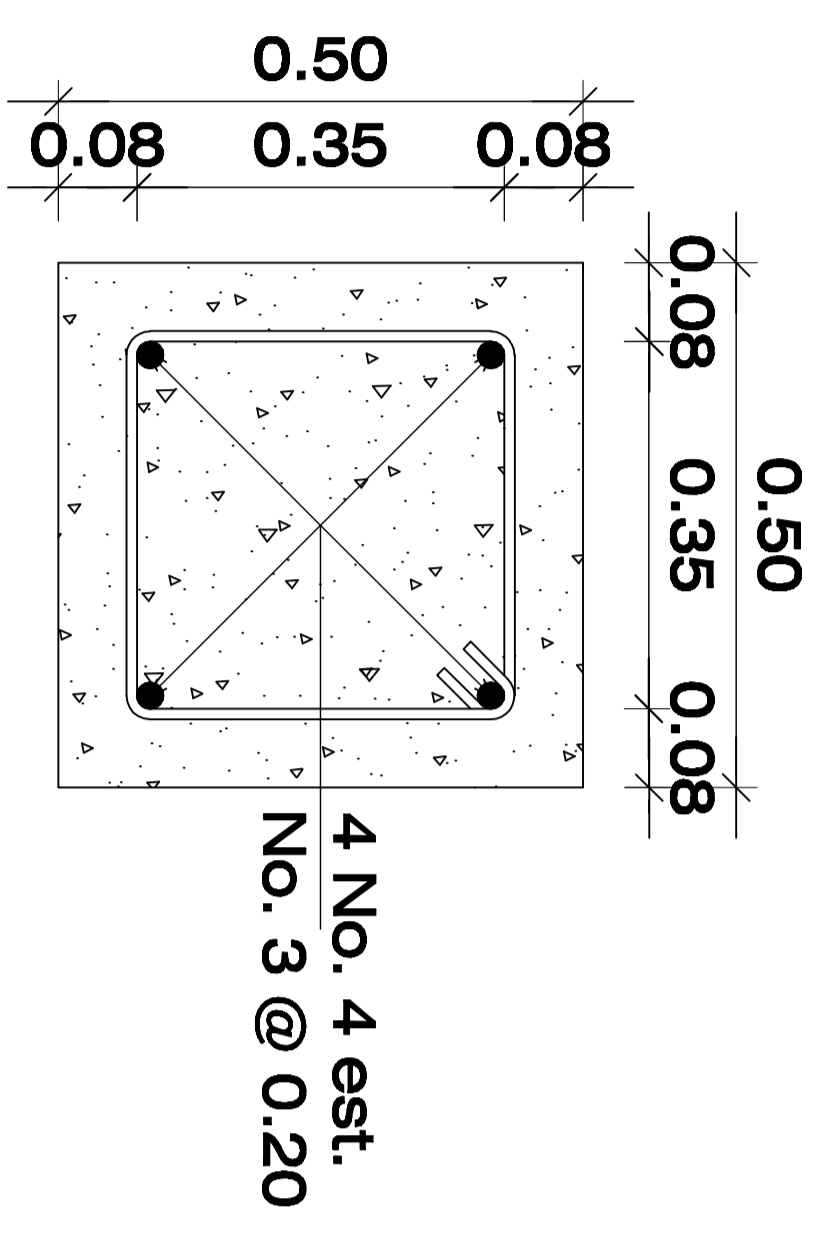
NOTA: 2 COLUMNAS DE 2 mt. DE LONGITUD @ 1.25



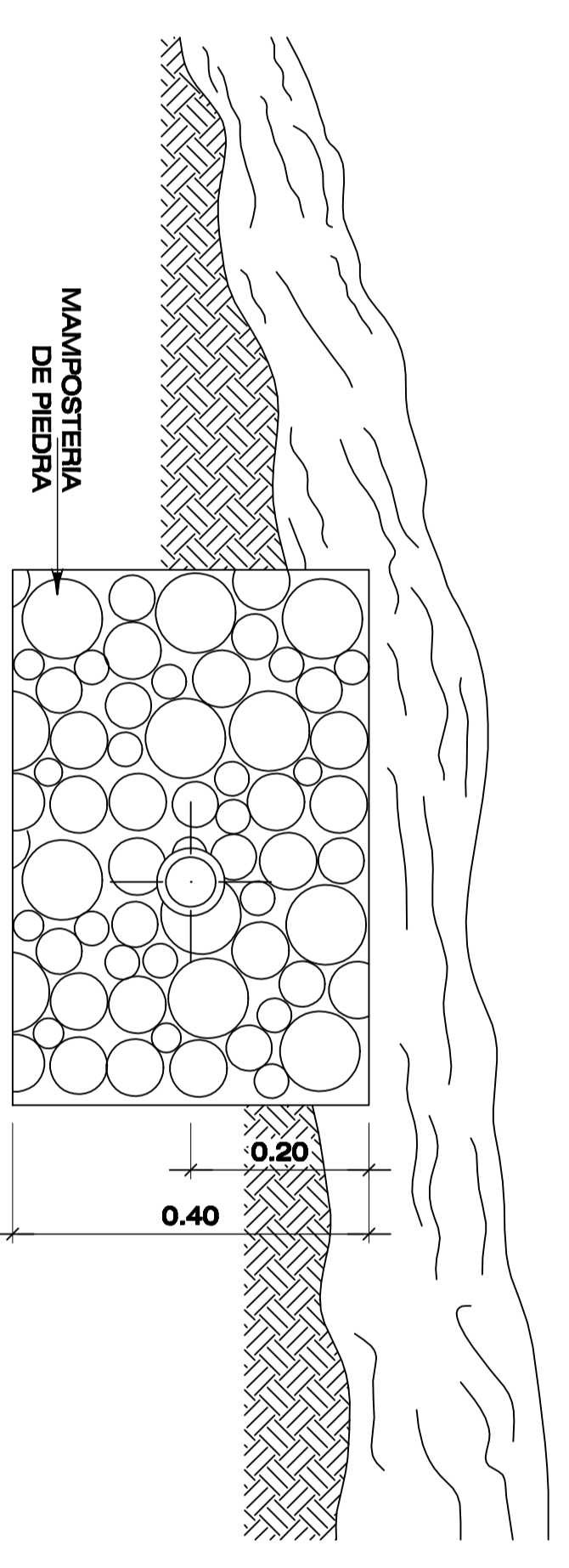
SECCION A'-A' ESCALA 1 : 20



PLANTA DE ZAPATA ESCALA 1 : 20



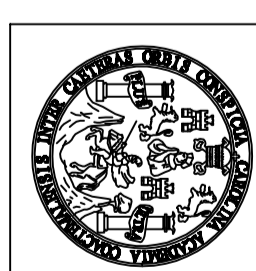
4 No. 4 est.  
No. 3 @ 0.20



TIPO 'A'  
DETALLE TRANSVERSAL PARA TERRENO DURO  
ESCALA 1 : 10

# DETALLE DE COLUMNA

ESCALA 1 : 10



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

PROYECTO:  
DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

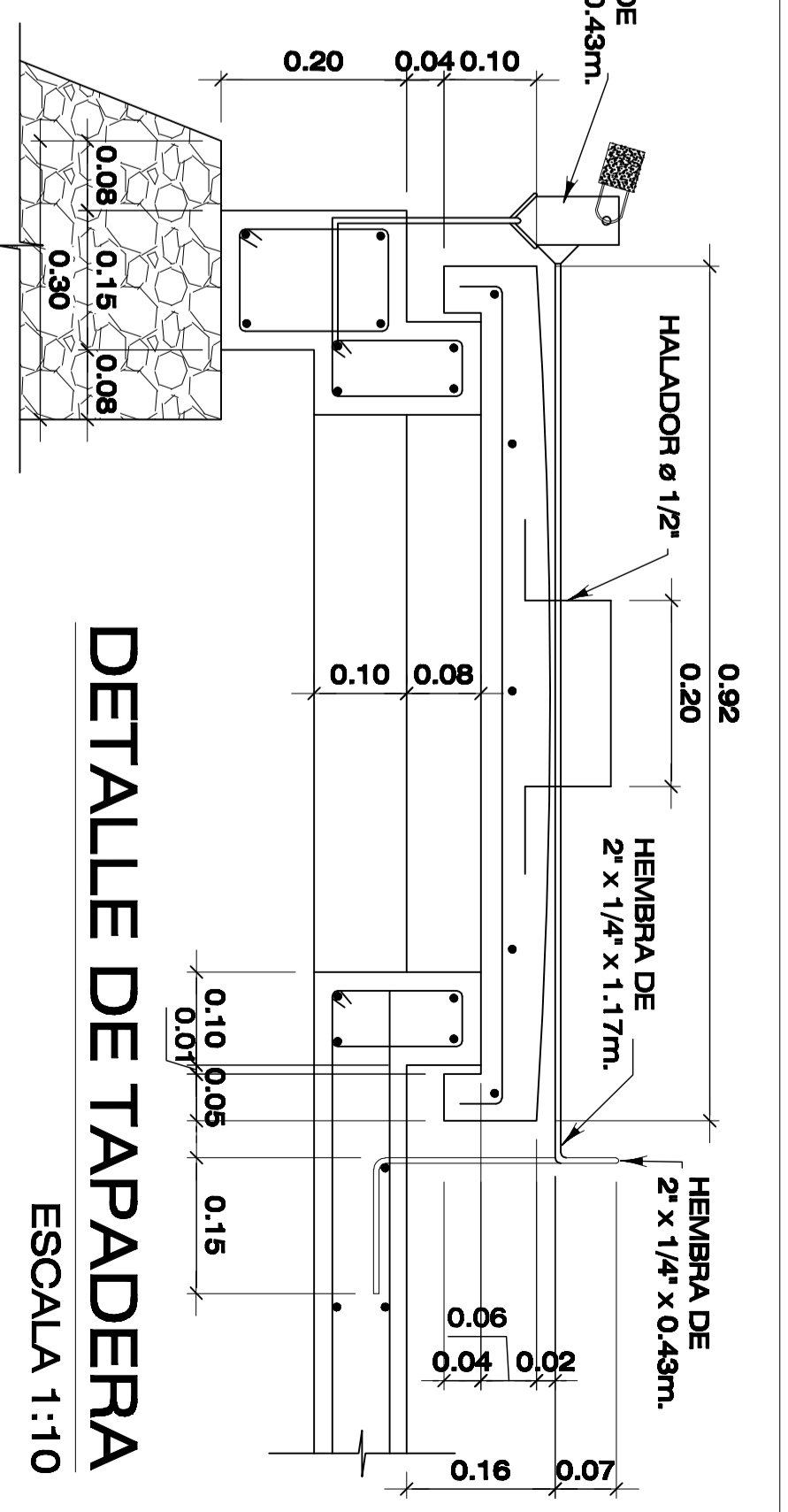
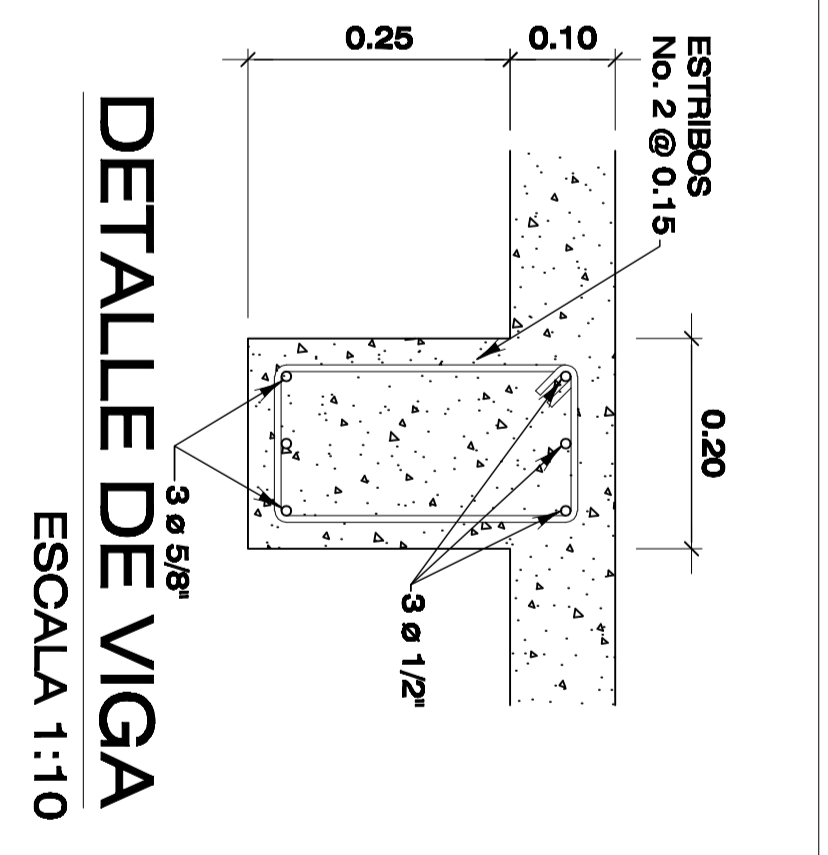
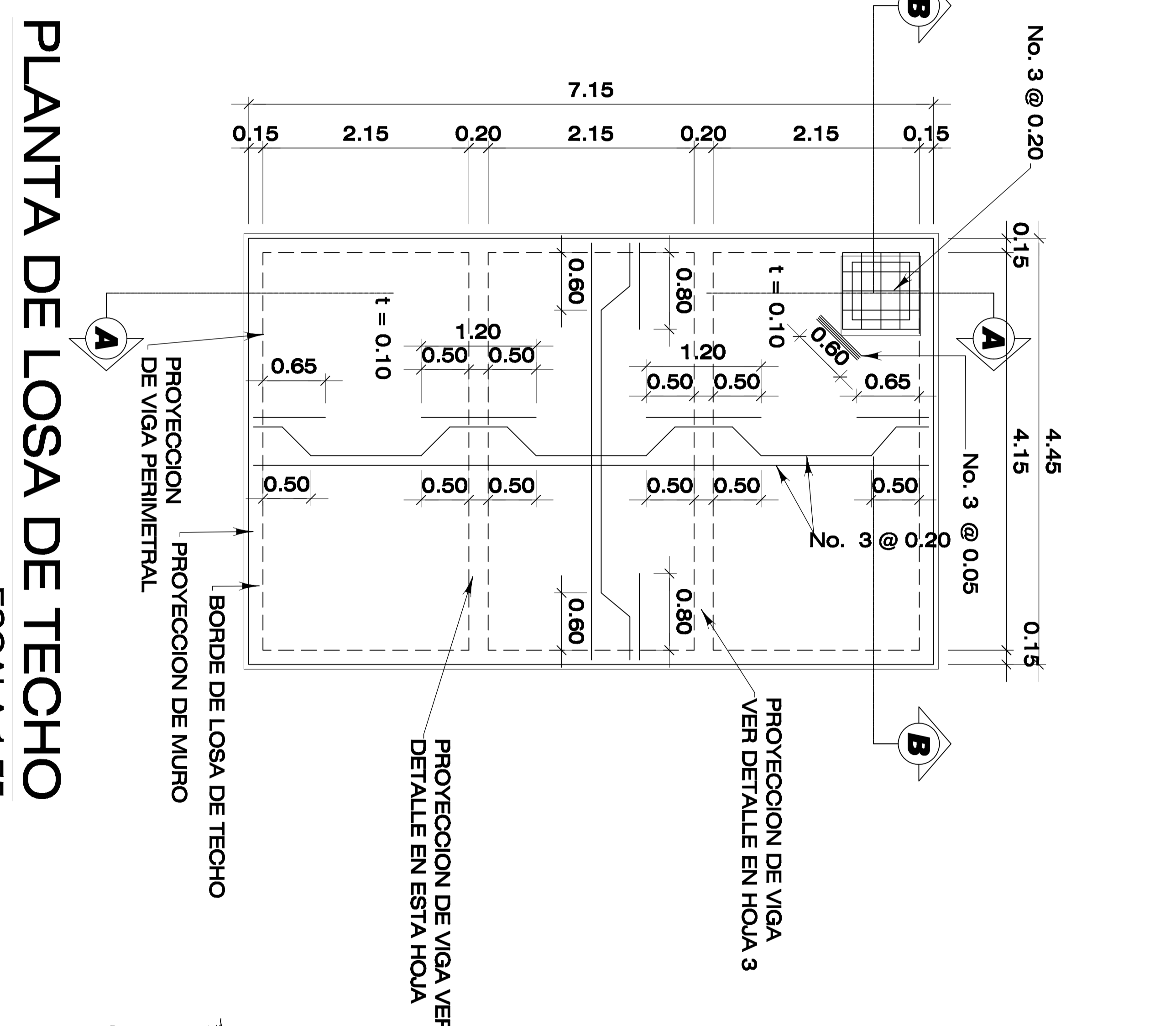
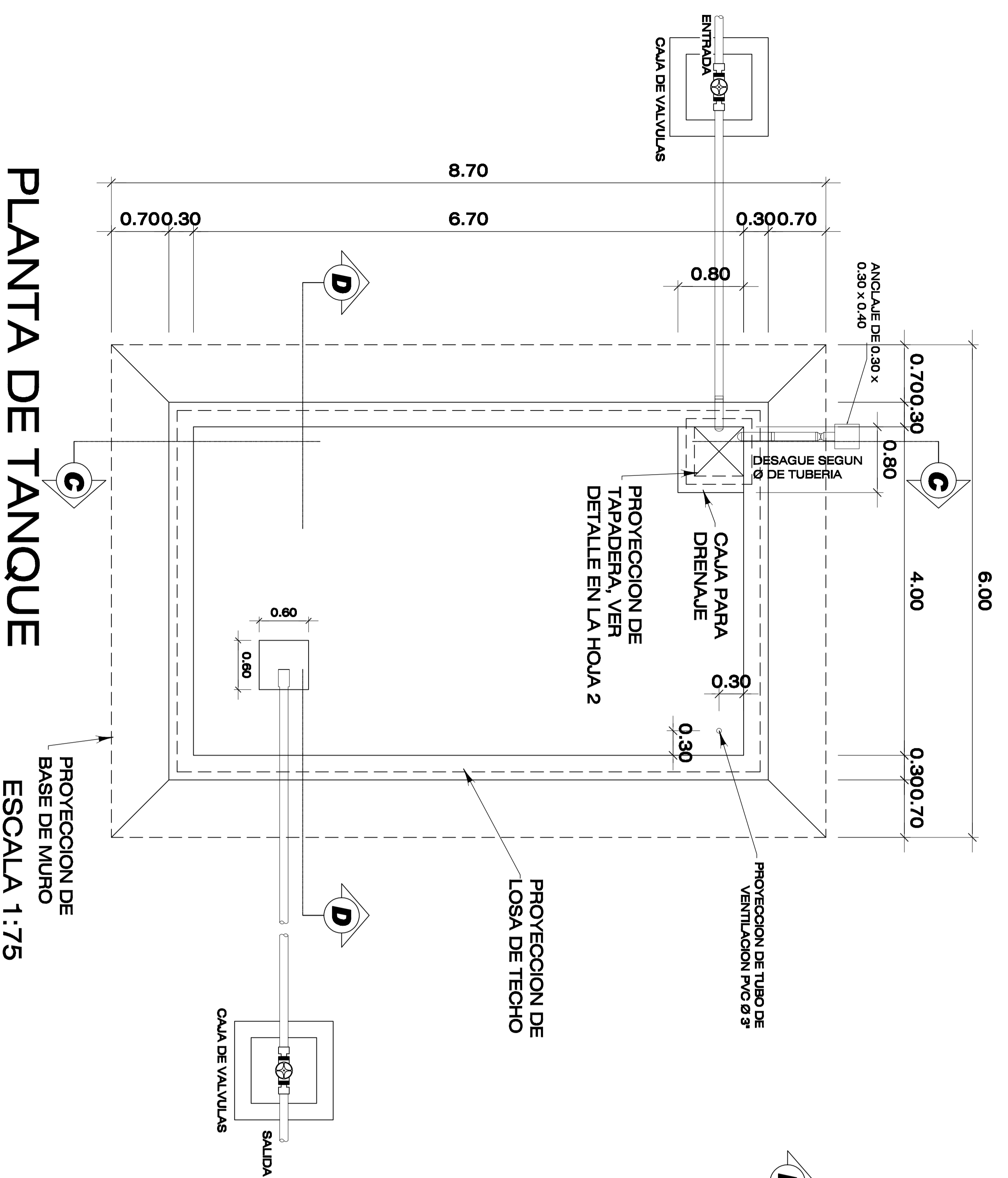
UBICACION:  
SECTOR SAN FELIPE, SAN JOSÉ CHACAYÁ, SOLOLA

DEBUC: MVEL G  
ESCALA INDICADAS  
CONTENIDO: PASOS DE ZANJON  
DETALLES DE ZAPATAS - COLUMNAS

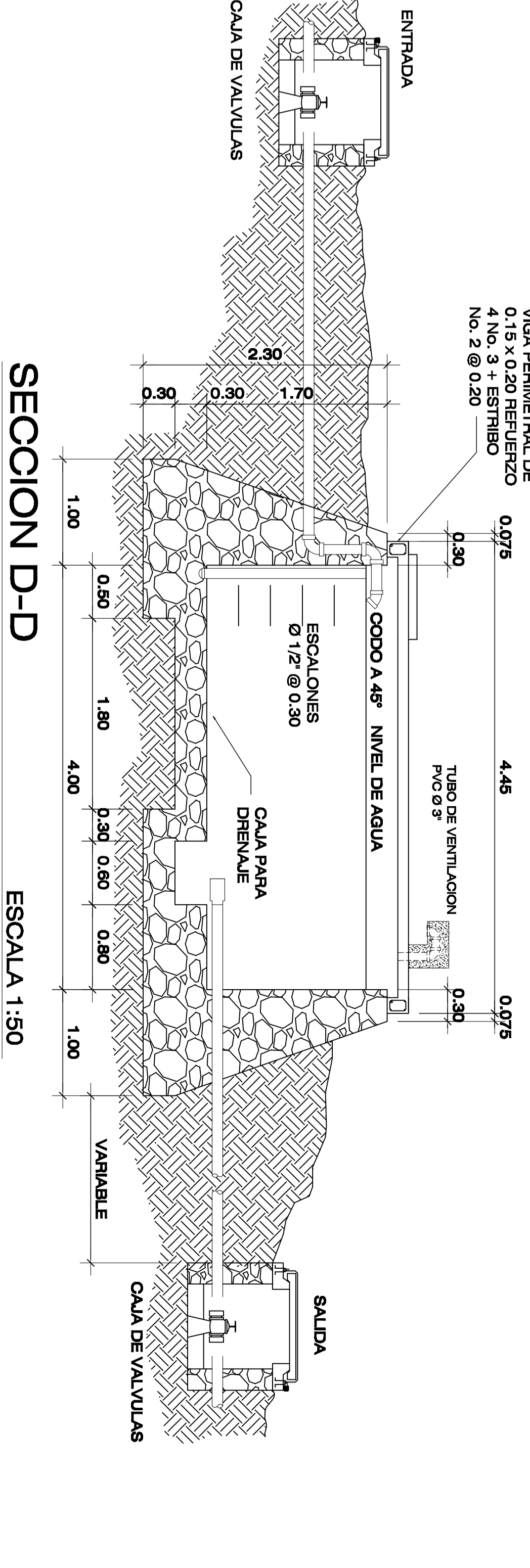
FECHA:  
FEBRERO 2010

HOJA No.  
11 / 13

V. M. COL. No.



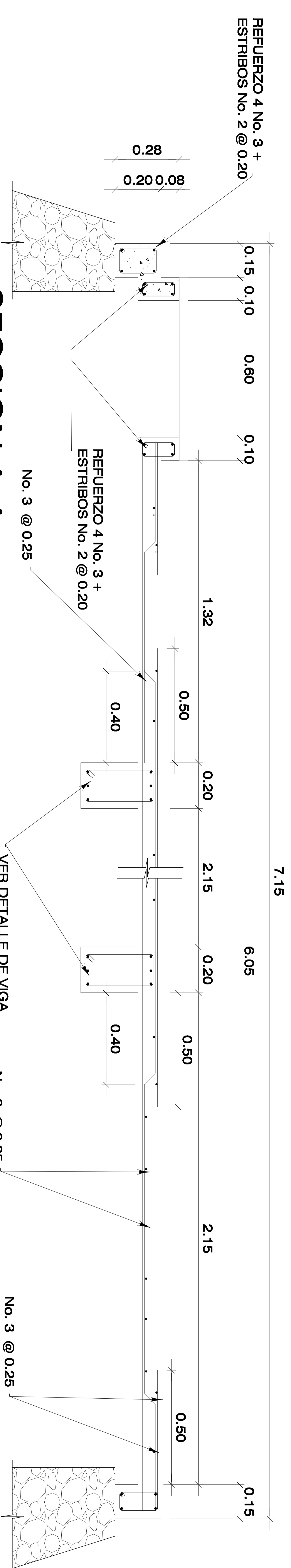
- NOTAS:**
- EL CONCRETO CICLOPEO SE HARA DE LA SIGUIENTE MANERA 33% MORTERO, 67% HERRA BOLA.
  - EL MORTERO SE HARA EN LA PROPORCION, EN VOLUMEN 1 : 2 CEMENTO, ARENA DE RIO.
  - EL CONCRETO SERA EN LA PROPORCION, EN VOLUMEN 1 : 2 : 2 CEMENTO, ARENA DE RIO Y FERRA DE 12'.
  - SE REPELLARA EN EL INTERIOR CON SABIETA, PROPORCION EN VOLUMEN 1 : 2, CEMENTO, ARENA DE RIO CON UN RECUBRIMIENTO MINIMO DE 1.5 cms. Y ALZADO DE INTERIOR Y EXTERIOR.
  - EN LAS TAPADERAS SE DELARA UN DESNIVEL NECESARIO PARA DREVAR EL AGUA DE LLUVIA.
  - EL TERRENO BAJO LA LOSA DEL PISO DEBERA SER PERFECTAMENTE APISONADO.
  - SE REALIZARA UN ALZADO INTERIOR DE CEMENTO Y ARENA DE RIO EN PROPORCION 1 : 1, PARA IMPERMEABILIZAR LAS PAREDES INTERIORS DE LA CAJA.



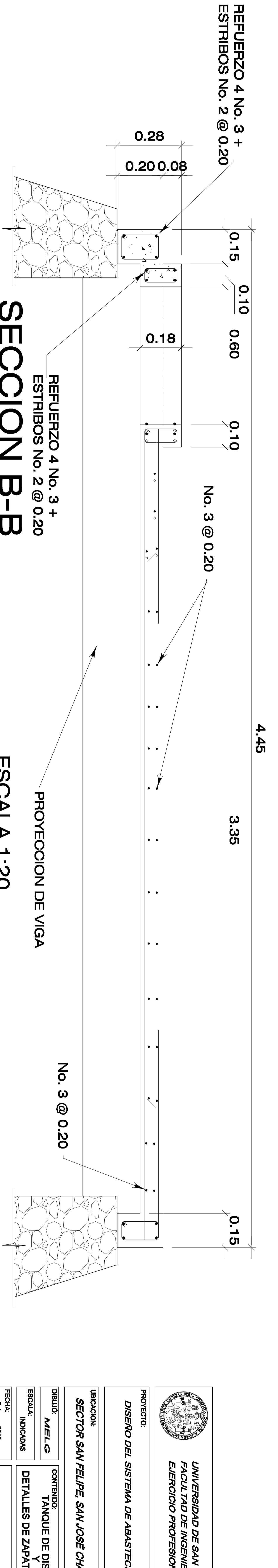
**PLANTA DE TANQUE**  
ESCALA 1:75

**PLANTA DE LOSA DE TECHO**  
ESCALA 1:75

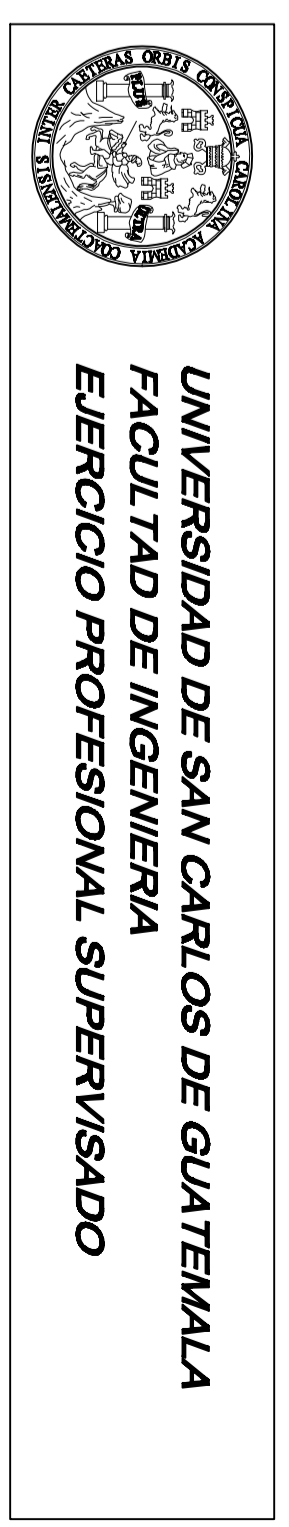
**SECCION C-C**  
ESCALA 1:75



**SECCION A-A**  
ESCALA 1:20



**SECCION B-B**  
ESCALA 1:20



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

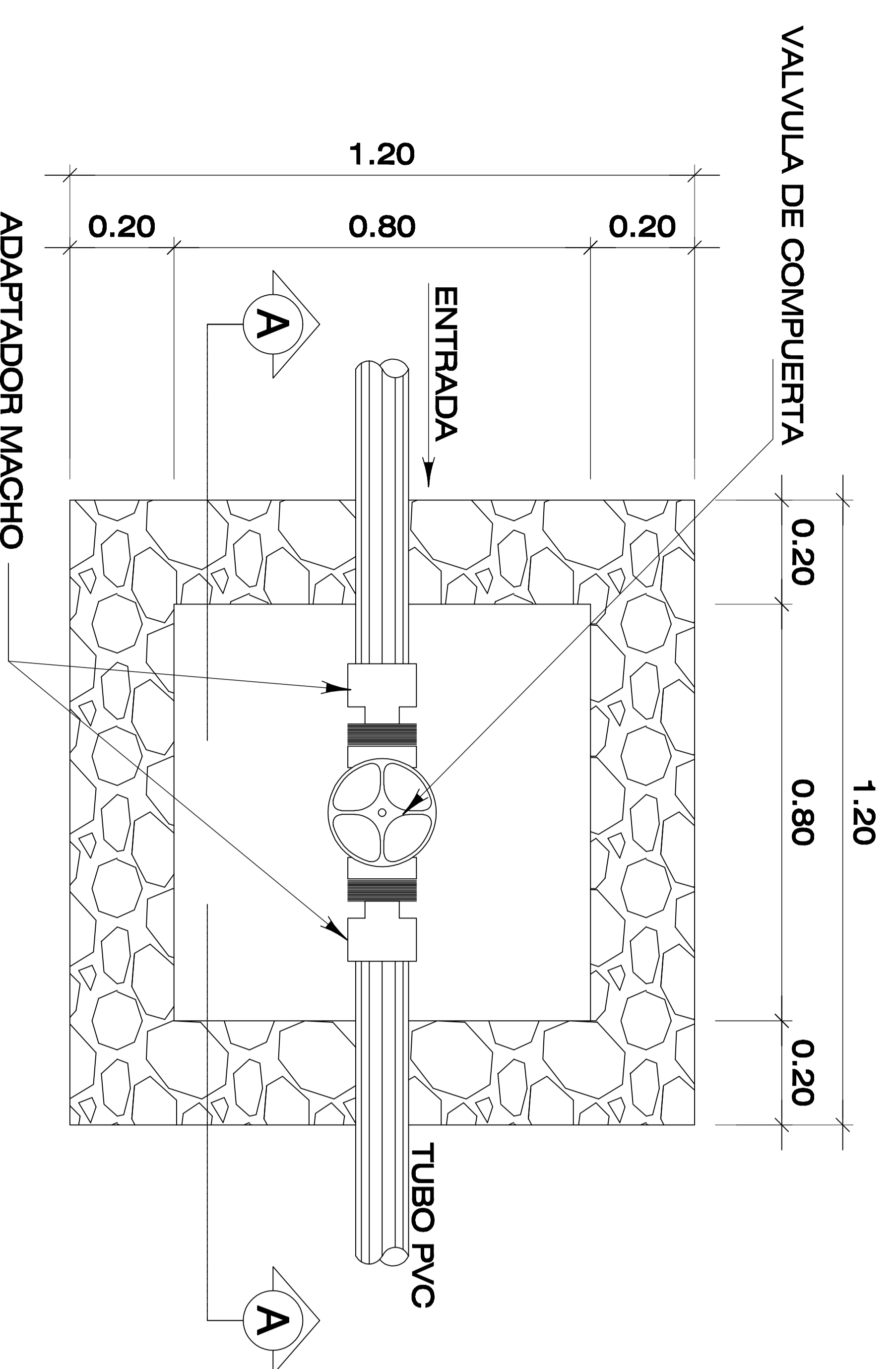
PROYECTO:  
DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

UBICACION:  
SECTOR SAN FELIPE, SAN JOSÉ CHACAYÁ, SOLOLA

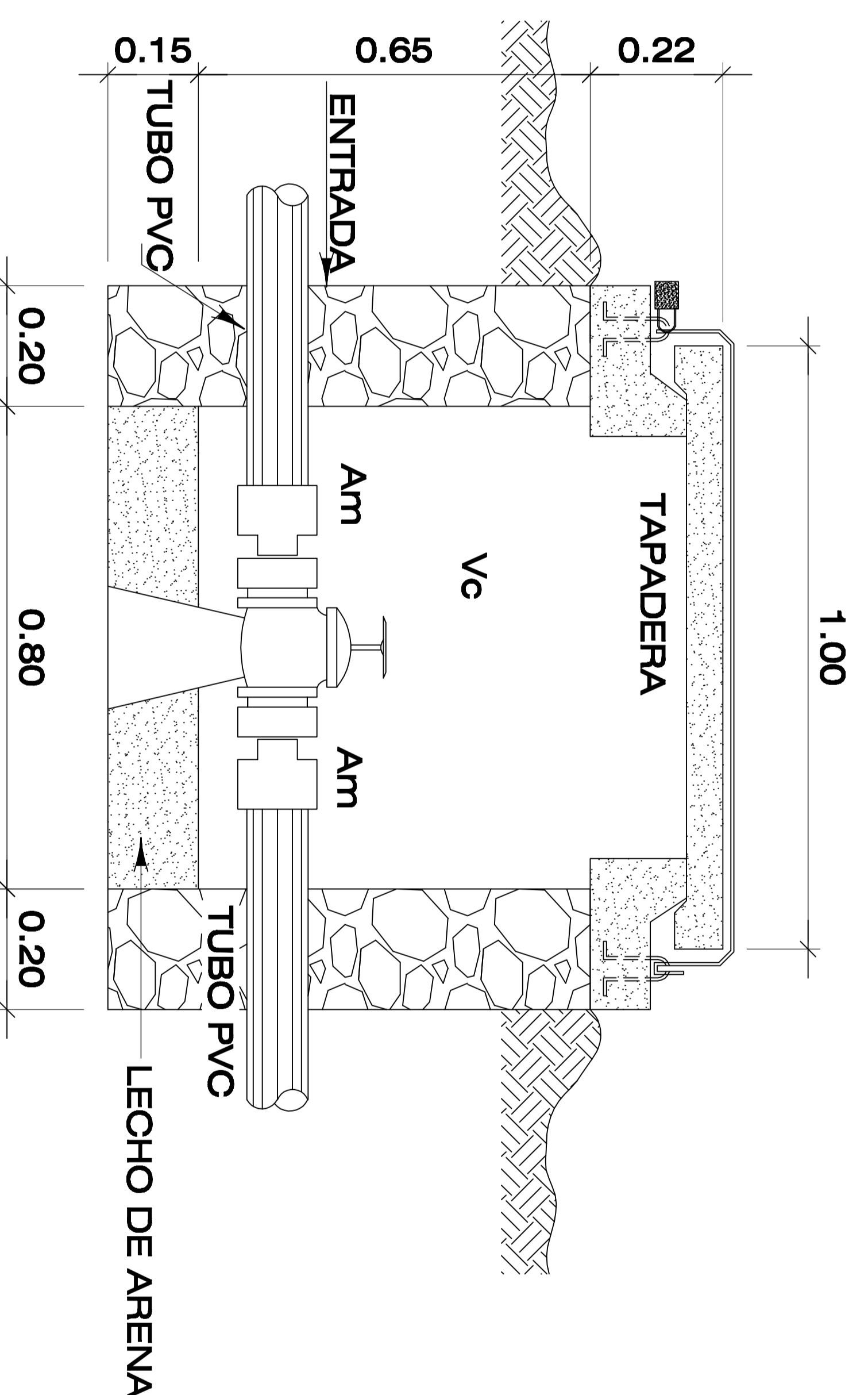
CONTENIDO:  
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN  
DETALLES DE ZAPATAS - COLUMNAS

FECHA:  
Febrero 2010

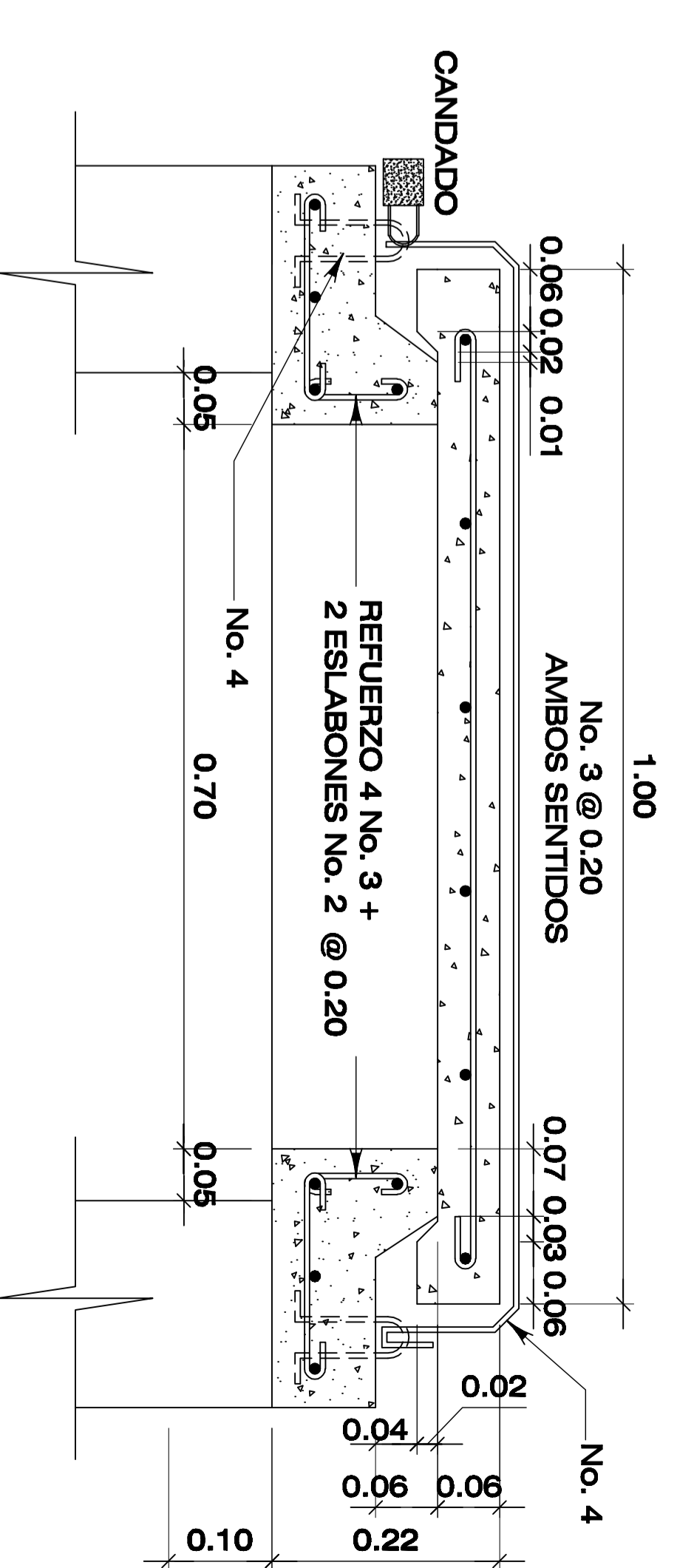
Hoja No. 12 / 13



PLANTA  
VALVULA DE LIMPIEZA ESCALA 1 : 20



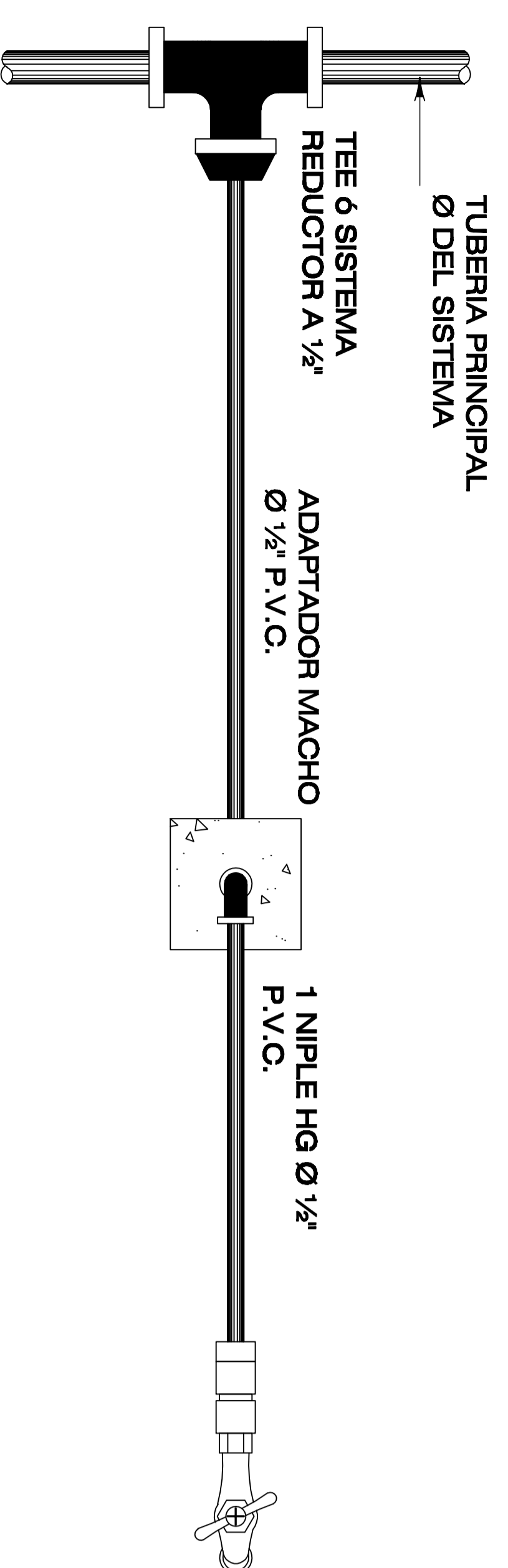
SECCION A-A  
VALVULA DE LIMPIEZA ESCALA 1 : 20



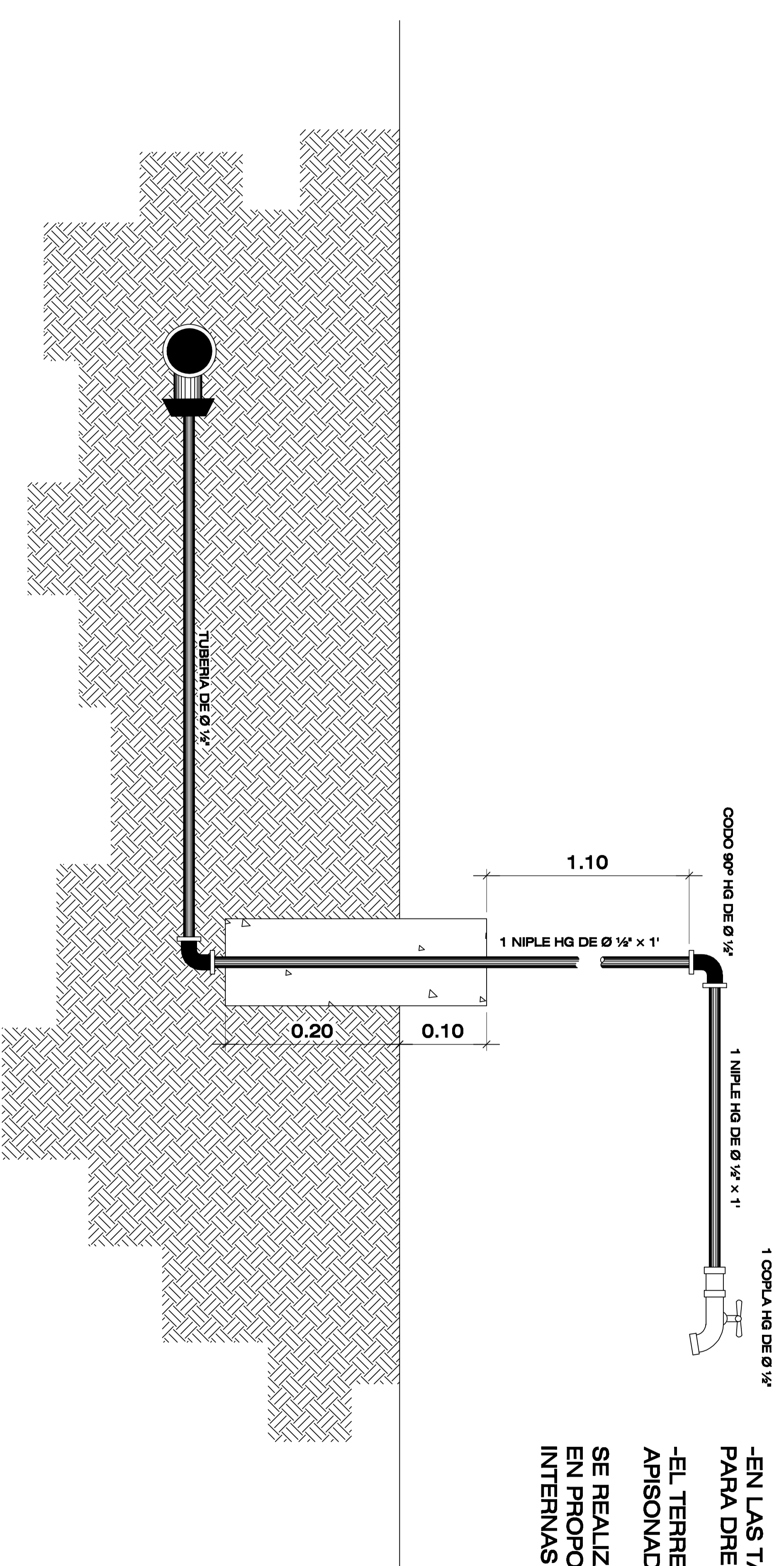
VALVULA DE LIMPIEZA  
DETALLE DE TAPADERA ESCALA 1:7.5

NOTAS:

- EL CONCRETO CICLOPEO SE HARA DE LA SIGUIENTE MANERA  
33 % MORTERO,  
67 % PIEDRA BOLA.
- EL MORTERO SE HARA EN LA PROPORCION, EN VOLUMEN 1 : 2,  
CEMENTO, ARENA DE RIO.
- EL CONCRETO SERA EN LA PROPORCION, EN VOLUMEN 1 : 2 : 3  
CEMENTO, ARENA DE RIO Y PIEDRIN DE 1/4".
- SE REPELLARA EN EL INTERIOR CON SABIETA, PROPORCION  
EN VOLUMEN 1 : 2, CEMENTO, ARENA DE RIO CON UN  
RECUBRIMIENTO MINIMO DE 1.5 cms. Y ALZADO DE INTERIOR  
Y EXTERIOR.
- EN LAS TAPADERAS SE DEJARA UN DESNIVEL NECESARIO  
PARA DRENAR EL AGUA DE LLUVIA.
- EL TERRENO BAJO LA LOSA DEL PISO DEBERA SER PERFECTAMENTE  
APISONADO.
- SE REALIZARA UN ALZADO INTERIOR DE CEMENTO Y ARENA DE RIO  
EN PROPORCION 1 : 1, PARA IMPERMEABILIZAR LAS PAREDES  
INTERNAS DE LA CAJA.

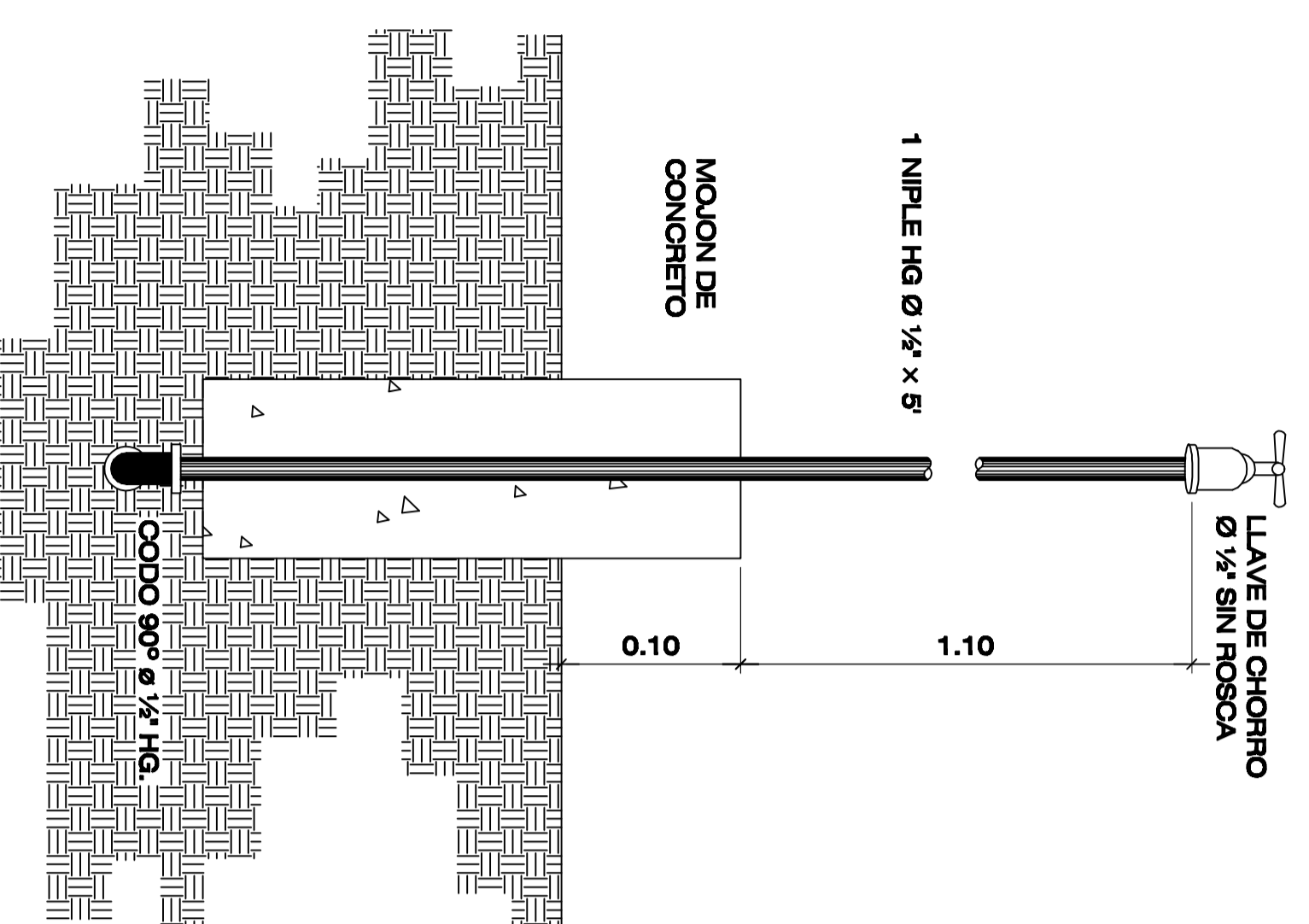
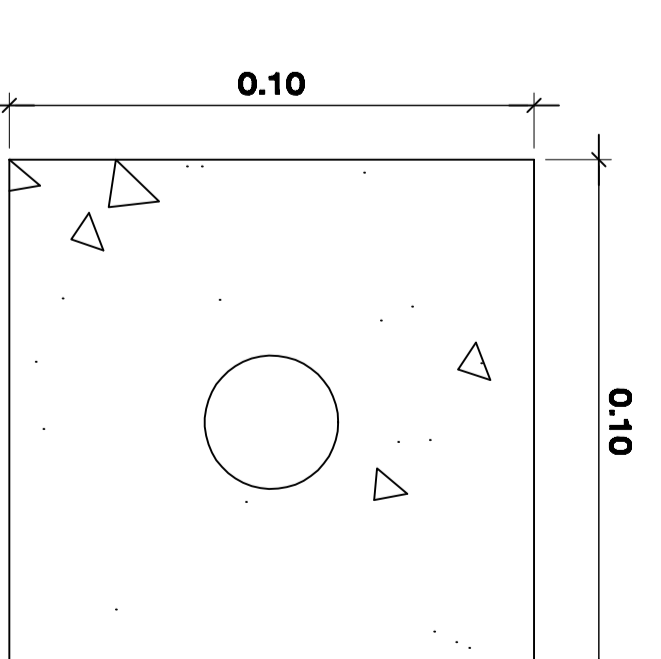


PLANTA  
CONEXION PREDIAL ESCALA 1 : 7.5



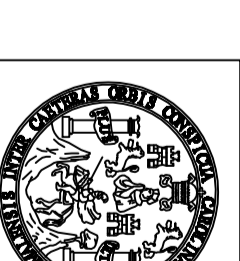
ELEVACION  
CONEXION PREDIAL ESCALA 1 : 7.5

PLANTA "MOJON" ESCALA 1 : 2



ELEVACION "MOJON"  
ESCALA 1 : 5

NOTA:  
SI EL DIAMETRO DE LA TUBERIA PRINCIPAL DEL  
SISTEMA ES IGUAL O MENOR DE Ø 2 SE USARA  
UNA TEE REDUCTORA PARA TUBERIA DE Ø 1/2"



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

PROYECTO:

DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

UBICACION:

SECTOR SAN FELIPE, SAN JOSÉ CHACAYÁ, SOLOLA

FOLIO No.

13 / 13

DEBIDAMENTE APROBADO:

CONTEINIDO:  
CONEXION PREDIAL  
VALVULA DE LIMPIEZA

ESCALA:

INDICACIONES

FECHA:

FEBRERO 2010

V. M. COL. INE.