



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO,  
PARA LA ALDEA EL CHIPOTÓN Y SISTEMA DE  
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, PARA LA ALDEA SAN  
JOSÉ YALÚ, MUNICIPIO DE SUMPANGO, SACATEPÉQUEZ.**

**Edgar Zapeta Reynoso**  
**Asesorado por el Ing. Juan Merck Cos**

Guatemala, septiembre de 2008



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO,  
PARA LA ALDEA EL CHIPOTÓN Y SISTEMA DE  
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, PARA LA ALDEA SAN  
JOSÉ YALÚ, MUNICIPIO DE SUMPANGO, SACATEPÉQUEZ.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**EDGAR ZAPETA REYNOSO**

ASESORADO POR EL ING. JUAN MERCK COS  
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2008



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Ing. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Juan Merck Cos
EXAMINADOR	Ing. Fernando Amilcar Boiton Velásquez
EXAMINADOR	Ing. Crista Classon De Pinto
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 01 de agosto de 2008  
REF.EPS. D.436.08.08

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

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña:

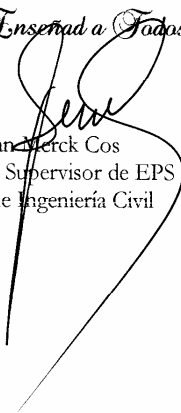
Por este medio atentamente le informo que como Asesor – Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S), de el (la) estudiante universitario (a) **EDGAR ZAPETA REYNOSO** de la Carrera de Ingeniería Civil, con **carne No. 9621654**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA EL CHIPOTÓN Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SAN JOSÉ YALÚ, MUNICIPIO DE SUMPANGO, SACATEPÉQUEZ”** .

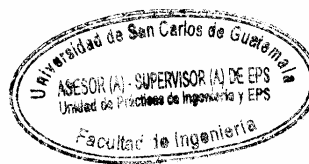
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

*“Id y Enseñad a Todos”*

  
Juan Gerck Cos  
Asesor – Supervisor de EPS  
Área de Ingeniería Civil



JMC/as





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 01 de agosto de 2008.  
REF.EPS.D.436.08.08

Ing. Sydney Alexander Samuels Milson  
Director Escuela de Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Samuels Milson.

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 ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA EL CHIPOTÓN Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SAN JOSÉ YALÚ, MUNICIPIO DE SUMPANGO, SACATEPÉQUEZ"** que fue desarrollado por el (la) estudiante universitario (a) **EDGAR ZAPETA REYNOSO**, quien fue debidamente asesorado (a) y supervisado (a) por el Ingeniero (a) **Juan Merck Cos**.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor (a) -Supervisor (a) 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 Zecena de Serrano



NISZ/as



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



Guatemala,  
11 de agosto de 2008

FACULTAD DE INGENIERIA

Ingeniero  
Sydney Alexander Samuels Milson  
Director de la Escuela de Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ing. Samuels.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA EL CHIPOTÓN Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SAN JOSÉ YALÚ, MUNICIPIO DE SUMPANGO, SACATEPÉQUEZ**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Edgar Zapeta Reynoso, quien contó con la asesoría del Ing. Juan Merck Cos.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

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



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
HIDRAULICA  
USAC

/bbdeb.

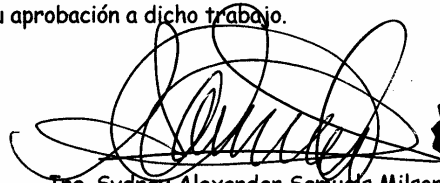



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Juan Merck Cos y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Edgar Zapeta Reynoso, titulado DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PARA LA ALDEA EL CHIPOTÓN Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, PARA LA ALDEA SAN JOSÉ YALÚ, MUNICIPIO DE SUMPANGO, SACATEPÉQUEZ, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

  
Ing. Sydney Alexander Samuels Milson



Guatemala, septiembre 2008.

/bbdeb.



Universidad de San Carlos  
de Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Decanato

Ref. DTG. 284.2008

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 ALCANTARILLADO SANITARIO, PARA LA ALDEA EL CHIPOTÓN Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, PARA LA ALDEA SAN JOSÉ YALÚ, MUNICIPIO DE SUMPANGO, SACATEPÉQUEZ**, presentado por el estudiante universitario **Edgar Zapeta Reynoso**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
DECANO

Guatemala, septiembre de 2008



/gdech





## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO,  
PARA LA ALDEA EL CHIPOTÓN Y SISTEMA DE  
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, PARA LA ALDEA SAN  
JOSÉ YALÚ, MUNICIPIO DE SUMPANGO, SACATEPEQUEZ,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, el 29 de enero de 2007.



---

Edgar Zapeta Reynoso



## **AGRADECIMIENTOS A:**

**Dios nuestro señor:** Por haberme dado vida y fortaleza, la bendición de permitirme alcanzar esta meta.

**La madre santísima:** Por estar presente a mi lado, e interceder siempre amorosamente y cuidarme en los momentos de la vida

**Mis padres** Juana Reynoso y Emilio (D.E.P.), por sus valiosos consejos y valores, la paciencia y gran esfuerzo que siempre manifestaron, razón para seguir adelante.

**Mis hermanos** Que siempre estuvieron en todo momento incentivándome a continuar, sin ellos no hubiese podido alcanzar la valiosa meta, la unión y el cariño fueron fundamentales, el apoyo fue incondicional.

**Toda mi familia** Por la fé y cariño que siempre me brindaron en los momentos difíciles del recorrido de la vida.

**Ing. Juan Merck** Por su asesoría y la ayuda incondicional que fueron de lo más valiosos e imprescindibles.

**Mis amigos  
y compañeros** Por compartir con ellos el recorrido de la carrera en momentos difíciles y alegres apoyándonos siempre.

La Facultad de Ingeniería, por permitirme en sus aulas forjar uno de mis anhelos. A todas las personas que me brindaron el apoyo incondicional y desinteresado en la realización del E.P.S., y del Trabajo de Graduación. Y por último, la USAC por abrirme sus puertas y formarme como profesional.



# ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	<b>VII</b>
<b>GLOSARIO</b>	<b>XI</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>XV</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>XVII</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>XIX</b>

## **1. FASE DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1 Monografía de las aldeas, San José Yalú y El Chipotón.**

1.1.1 Aspectos generales	1
1.1.2 Antecedentes históricos	1
1.1.3 Localización	1
1.1.4 Límites y extensión	3
1.1.5 Situación demográfica	3
1.1.6 Clima	3
1.1.7 Vías de acceso	4
1.1.8 Servicios públicos	4
1.1.9 Aspectos económicos y actividades productivas	4
1.1.10 Comercio y turismo	5

### **1.2 Investigación diagnóstica sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura de las aldeas, San José Yalú y El Chipotón, del municipio de Sumpango, Sacatepéquez**

1.2.1 Descripción de las necesidades	7
1.2.2 Priorización de las necesidades	8

## **2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL**

### **2.1 Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea El Chipotón.**

2.1.1 Descripción del proyecto	9
2.1.2 Levantamiento topográfico	9
2.1.2.1 Altimetría	10
2.1.2.2 Planimetría	10
2.1.3 Período de diseño	10
2.1.3.1 Cálculo de la población	10
2.1.3.2 Incremento geométrico	11
2.1.4 Generalidades de un sistema de alcantarillado	11
2.1.5 Consideraciones de diseño	11
2.1.6 Cálculo de caudales	12
2.1.6.1 Dotación	12
2.1.6.2 Velocidad de flujo	12
2.1.6.3 Tirante o profundidad del flujo	13
2.1.6.4 Uso de agua	13
2.1.6.5 Caudal domiciliar	13
2.1.6.5.1 Factor de retorno	14
2.1.6.6 Caudal de conexiones ilícitas	14
2.1.6.7 Caudal de infiltración	14
2.1.6.8 Caudal comercial	15
2.1.6.9 Caudal industrial	15
2.1.6.10 Factor de caudal medio(fqm)	15
2.1.6.11 Factor de Harmond	16
2.1.6.12 Caudal de diseño	16
2.1.7 Determinación de la ruta	17
2.1.8 Pendiente	17

2.1.9	Cálculo de cotas Invert	17
2.1.10	Diámetros de tubería	18
2.1.11	Pozos de visita	19
2.1.12	Especificaciones para pozos de visita	19
2.1.13	Conexiones domiciliarias	19
2.1.13.1	Caja o candela	20
2.1.13.2	Tubería secundaria	20
2.1.14	Profundidad de la tubería	21
2.1.14.1	Normas y recomendaciones	22
2.1.15	Volumen de excavación	22
2.1.16	Principios hidráulicos	23
2.1.17	Ecuación de Manning para flujos en canales	23
2.1.18	Ecuación a sección llena	24
2.1.19	Relaciones hidráulicas	25
2.1.20	Ejemplo de diseño	25
2.1.21	Propuesta de tratamiento de aguas servidas	33
2.1.22	Programa de operación y mantenimiento	38
2.1.23	Planos y detalles	38
2.1.24	Presupuesto	38
2.1.25	Evaluación de Impacto Ambiental	40
2.1.26	Evaluación socio-económica	41
2.1.26.1	Valor presente neto	41
2.1.26.2	Tasa interna de retorno	43

## **2.2 Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea San José Yalú.**

2.2.1	Descripción del proyecto	45
2.2.2	Localización de fuentes de abastecimiento	46

2.2.3	Aforo de las fuentes	46
2.2.4	Calidad del agua	46
2.2.4.1	Análisis físico-químico sanitario	47
2.2.4.2	Análisis bacteriológico	47
2.2.5	Levantamiento topográfico	47
2.2.5.1	Altimetría	47
2.2.5.2	Planimetría	47
2.2.6	Criterios de diseño	48
2.2.6.1	Período de diseño	48
2.2.6.2	Tasa de crecimiento poblacional	48
2.2.6.3	Estimación de la población de diseño	48
2.2.6.4	Dotación	49
2.2.7	Determinación de caudales	49
2.2.7.1	Caudal medio diario(QMD)	49
2.2.7.2	Caudal máximo diario(QDM)	50
2.2.7.3	Caudal máximo horario(QHM)	50
2.2.8	Parámetros de diseño	51
2.2.9	Diseño de los componentes del sistema	51
2.2.9.1	Captación	51
2.2.9.2	Línea de conducción	51
2.2.9.3	Tanque de distribución	52
2.2.9.4	Red de distribución	63
2.2.9.5	Obras hidráulicas	68
2.2.9.6	Sistema de desinfección	68
2.2.10	Programa de operación y mantenimiento	69
2.2.11	Propuesta de tarifa	70
2.2.12	Planos y detalles	72
2.2.13	Presupuesto	72
2.2.14	Evaluación de impacto ambiental	75



2.2.15 Evaluación socio-económica	76
2.2.15.1 Valor presente neto	76
2.2.15.2 Tasa interna de retorno	77
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>79</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>81</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>83</b>
<b>APÉNDICE</b>	<b>85</b>



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1. Localización de las aldeas San José Yalú y Chipotón	2
2. Dimensiones del tanque (perfil)	51
3. Dimensiones del tanque(planta)	51
4. Diagrama de momento último en la losa	53
5. Área tributaria sobre muro y vigas	55
6. Diagrama de fuerzas actuantes sobre el muro	58
7. Análisis físico químico sanitario	89
8. Examen bacteriológico	91

### TABLAS

I. Profundidad mínima del colector para tubería de concreto	20
II. Profundidad mínima del colector para tubería PVC	20
III. Cálculo hidráulico de alcantarillado sanitario	28
IV. Presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario	38
V. Evaluación de impacto ambiental para alcantarillado	39
VI. Cálculo de momentos respecto al punto(A)	58
VII. Cálculo hidráulico de abastecimiento de agua	64
VIII. Cálculo hidráulico de abastecimiento de agua, sector secundario	65
IX. Presupuesto del sistema de abastecimiento de agua potable	71
X. Presupuesto del sistema de abastecimiento de agua potable	72
XI. Evaluación de impacto ambiental	73
XII. Relaciones hidráulicas	85



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>ACI</b>	Instituto Americano del Concreto
<b>C</b>	Coefficiente de rugosidad
<b>cm</b>	Centímetro
<b>D</b>	Diámetro
<b>Dot</b>	Dotación
<b>FHM</b>	Factor de hora máxima
<b>FDM</b>	Factor de día máximo
<b>h</b>	Hora
<b>Hab</b>	Habitante
<b>Hf</b>	Pérdida de carga
<b>INFOM</b>	Instituto de Fomento Municipal
<b>km</b>	Kilómetro
<b>L</b>	Litros
<b>m</b>	Metro
<b>mca</b>	Metros columna de agua
<b>mm</b>	Milímetros
<b>MSNM</b>	Metros sobre el nivel del mar
<b>N</b>	Período de diseño
<b>PVC</b>	Cloruro de polivinilo (material de tubo plástico)
<b>Q</b>	Caudal
<b>Qmd</b>	Caudal máximo diario
<b>Qmh</b>	Caudal máximo horario
<b>S</b>	Segundo
<b>UNEPAR</b>	Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales



## GLOSARIO

<b>Accesorios</b>	Elementos secundarios en los ramales de tuberías, tales como codos, niples, coplas, tees, válvulas, etc.
<b>Acueducto</b>	Serie de conductos, a través de los cuales se traslada agua de un punto hacia a otro.
<b>Aeróbico</b>	Condición en la cual hay presencia de oxígeno.
<b>Aforo</b>	Operación que consiste en medir el caudal de una fuente.
<b>Agua potable</b>	Es aquella sanitariamente segura, además de ser inodora, incolora y agradable a los sentidos.
<b>Aguas residuales</b>	Son los desperdicios líquidos y sólidos transportados por agua procedentes de viviendas, establecimientos industriales y comerciales.
<b>Anaeróbico</b>	Condición en la cual no se encuentra presencia de oxígeno.
<b>Área</b>	Espacio de tierra comprendido entre ciertos límites.
<b>Azimut</b>	Ángulo horizontal referido a un norte magnético o arbitrario, su rango va desde 0° a 360°.

<b>Banco de marca</b>	Punto en la altimetría cuya altura se conoce y se utilizará para determinar alturas siguientes.
<b>Bases de diseño</b>	Son las bases técnicas adaptadas para el diseño del proyecto.
<b>Candela</b>	Fuente donde se reciben las aguas negras provenientes del interior de la vivienda y que conduce éstas mismas, al colector del sistema de drenaje.
<b>Carga dinámica</b>	Es la suma de las cargas de velocidad ( $V^2/2g$ ) y de presión.
<b>Carga estática</b>	Es la diferencia de alturas que existe entre la superficie libre de una fuente de abastecimiento y un punto determinado del acueducto. Viene expresada en metros columna de agua (m.c.a.)
<b>Caudal</b>	Es el volumen de agua que pasa por unidad de tiempo, en un determinado punto de observación, en un instante dado.
<b>Censo</b>	Es toda la información sobre la cantidad de población, en un período de tiempo determinado la cual brinda y facilita una descripción de los cambios que ocurren con el paso del tiempo.
<b>Colector</b>	Conjunto de tuberías, pozos de visita y obras accesorias que se utilizarán para la descarga de las aguas servidas o aguas de lluvia.



<b>Compactación del suelo</b>	Procedimiento que consiste en aplicar energía al suelo suelto para consolidarlo y eliminar espacios vacíos, aumentando así su densidad y, en consecuencia, su capacidad para soporte de cargas.
<b>Conexión domiciliar</b>	Tubería que conduce las aguas negras desde el interior de la vivienda, hasta la candela.
<b>Cota de terreno</b>	Altura de un punto del terreno, haciendo referencia a un nivel determinado.
<b>Cotas Invert</b>	Son las alturas o cotas de la parte inferior de una tubería ya instalada.
<b>Densidad de vivienda</b>	Relación existente entre el número de viviendas por unidad de área.
<b>Descarga</b>	Lugar donde se descargan las aguas servidas o negras que provienen de un colector.
<b>Desfogue</b>	Salida del agua de desecho en un punto determinado.
<b>Desinfección</b>	Eliminación de bacterias patógenas que existen en el agua mediante procesos químicos.
<b>Dotación</b>	Es la cantidad de agua necesaria para consumo de una persona por día.

<b>Especificaciones</b>	Son normas generales y técnicas de construcción con disposiciones especiales o cualquier otro documento que se emita antes o durante la ejecución de un proyecto.
<b>Estiaje</b>	Es la época del año, en la que los caudales de las fuentes de agua descienden al nivel mínimo.
<b>Nivelación</b>	Es un procedimiento de campo que se realiza para determinar las elevaciones en puntos determinados.
<b>Pérdida de carga</b>	Es el cambio que experimenta la presión, dentro de la tubería, por motivo de la fricción.
<b>Perfil</b>	Delineación de la superficie de la tierra, según su latitud y altura, referidas a puntos de control.
<b>Pozo de visita</b>	Estructura subterránea que sirve para cambiar de dirección, pendiente, diámetro, y para iniciar un tramo de tubería.
<b>Tirante</b>	Altura de las aguas residuales dentro de una tubería o un canal abierto
<b>Topografía</b>	Es el arte de representar un terreno en un plano, con su forma, dimensiones y relieve.
<b>Tramo</b>	Es el comprendido entre los centros de dos pozos de visita consecutivos
<b>Tramo inicial</b>	Primer tramo a diseñar o construir en un drenaje.

## RESUMEN

Este trabajo de graduación se da con base del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.) realizando los siguientes proyectos: sistema de alcantarillado sanitario en la aldea El Chipotón y sistema de abastecimiento de agua potable en la aldea San José Yalú, del municipio de Sumpango, Sacatepéquez, diseñados con el fin de satisfacer necesidades de la población.

El contenido se divide en dos fases: la primera fase de investigación, contiene la monografía y un diagnóstico sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura de los lugares en estudio, la segunda fase de servicio técnico profesional, presenta el diseño de los dos sistemas, agua potable y alcantarillado sanitario, los cuales fueron seleccionadas según al diagnóstico realizado.

El diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea el Chipotón, se trabajó de dos formas, esto debido a la topografía del lugar, una parte del sistema se conectó al drenaje existente y, la otra parte del sistema, se diseñó con fosas sépticas y pozos de absorción.

El sistema de abastecimiento de agua potable, presenta los mismos problemas de topografía, por lo que se trabajaron por sectores separados, con ramales abiertos, por lo disperso de las viviendas.



## **OBJETIVOS**

### **General:**

- Diseñar el sistema de alcantarillado sanitario para la aldea El Chipotón y el sistema de Abastecimiento de agua potable para la aldea San José Yalú, en el municipio de Sumpango, departamento de Sacatepéquez.

### **Específicos:**

1. Desarrollar una investigación monográfica y un diagnóstico sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura de las aldeas El Chipotón y San José Yalú, Municipio de Sumpango, departamento de Sacatepéquez
2. Que los miembros del Cocode de las aldeas El Chipotón y San José Yalú, estén en la capacidad de proveerle al mantenimiento a los sistemas de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario.



## INTRODUCCIÓN

El diagnóstico realizado en las aldeas El Chipotón y San José Yalú, del municipio de Sumpango, Sacatepéquez, permitió conocer las necesidades más prioritarias de la población, las cuales están orientadas en las áreas de saneamiento y servicios básicos, específicamente la disposición de aguas servidas (alcantarillado sanitario) y agua potable, por lo que en este trabajo de graduación, se presenta las posibles soluciones a esta problemática, planteado para el efecto el diseño de los mismos.

Se presenta el diseño de los proyectos, sistema de alcantarillado sanitario para la aldea El Chipotón y sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea San José yalú, municipio de Sumpango, Sacatepéquez, con sus conclusiones, recomendaciones, planos, presupuestos, por último, se presentan las pruebas de laboratorio.





# **1. FASE DE INVESTIGACIÓN**

## **1.1 Monografía de las aldeas San José Yalú y El Chipotón**

### **1.1.1 Aspectos generales**

Sumpango se ubica al norte del departamento de Sacatepéquez. Está compuesto por las aldeas: Rancho Alegre, Santa Marta, El Turino, El Rejón, San Rafael El Arado, Las Flores, San José Yalú y El Chipotón.

### **1.1.2 Antecedentes históricos**

La aldea San José Yalú existe desde hace 50 años, sus tierras fértiles para la agricultura y floricultura dieron su origen, propiciando con ello el desarrollo comunitario, que alberga actualmente la comunidad. Además por parte de Acción Cívica del Ejército Nacional, se construyó un tramo carretero de 8.6 Km, que une las aldeas de Santa Marta y San Rafael El Arado, para entroncar con la carretera Interamericana CA-1, entre los Km 43 y 44.

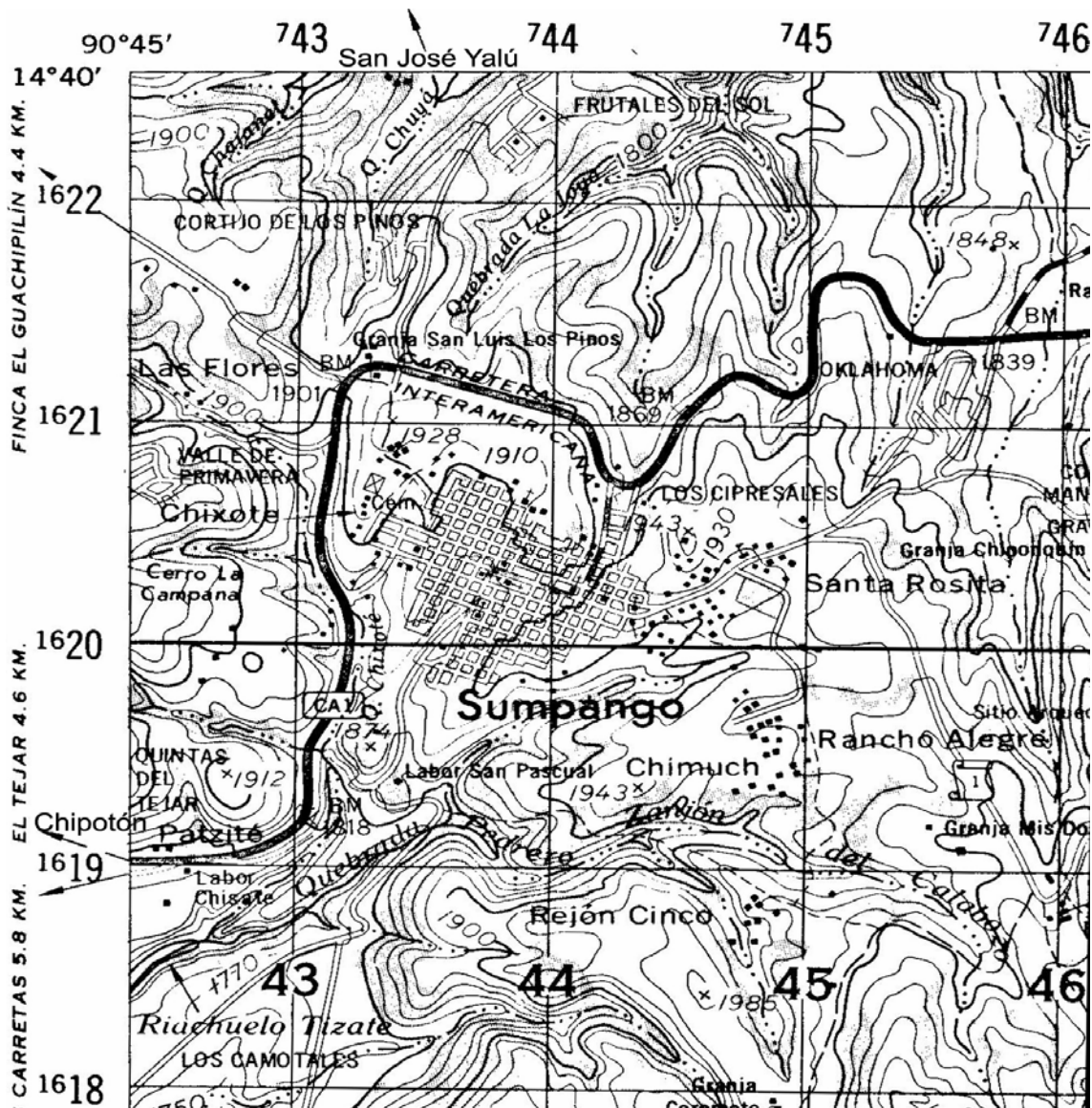
La aldea El Chipotón existe desde hace 86 años, fue creada por la conmemoración del descubrimiento de una Marimba perdida, que fue recuperada por los pobladores de ese entonces.

### **1.1.3 Localización**

La aldea San José Yalú es una de las que se encuentra más alejada del casco urbano del municipio de Sumpango, 7 kilómetros la separan del centro del municipio. Se localiza al suroeste de la cabecera municipal.

La aldea El Chipotón, se encuentra ubicada a 5 kilómetros del casco urbano del municipio de Sumpango, se ubica en la periferia de la actual carretera interamericana, al suroeste de la cabecera municipal.

Figura 1. Localización de las aldeas San José Yalú y Chipotón.



Fuente: Instituto Geográfico Nacional. Mapa 1: 50,000

#### **1.1.4 Límites y extensión**

La aldea San José Yalú se localiza en las coordenadas 14° 37' latitud norte y 90° 44' longitud oeste, la aldea tiene una extensión aproximada de 1.52 km<sup>2</sup> y se encuentra a una altura de 2.100 MSNM.

La aldea El Chipotón está ubicada en las coordenadas 14° 37' latitud norte y 90° 43' longitud oeste, la aldea tiene una extensión aproximada de 0.50 km<sup>2</sup> y se encuentra a una altura de 2.100 MSNM.

#### **1.1.5 Situación demográfica.**

La aldea San José Yalú cuenta con 1,686 habitantes, 832 del género masculino y 854 del femenino, de acuerdo al censo realizado durante el Ejercicio Profesional Supervisado. El índice de analfabetismo es del 70%.

La aldea El Chipotón cuenta con 1,698 habitantes, 778 del género masculino y 920 del femenino, este dato fue obtenido de acuerdo al censo realizado durante el Ejercicio Profesional Supervisado. El índice de analfabetismo es del 85%.

#### **1.1.6 Clima**

La estación meteorológica más cercana es llamada "Suiza Contenta" ubicada en la latitud 14°37'08", longitud 90°39'40", municipio de San Lucas, Sacatepéquez. El clima predominante es frío y la temperatura media anual es de 21 grados centígrados.

### **1.1.7 Vías de acceso.**

La carretera hacia la aldea San José Yalú es de terracería y se encuentra en buen estado en las épocas de verano, cuando inicia la época de invierno se vuelve un poco dificultoso en algunos sectores montañosos del lugar.

Para llegar a la aldea El Chipotón , la carretera es de terracería y en épocas de lluvia se torna un poco dificultoso por estar ubicado a los pies de una montaña.

### **1.1.8 Servicios públicos**

La población San José Yalú cuenta con servicio de agua de tipo pilas comunales, energía eléctrica, telefonía celular, una escuela de un nivel con educación primaria, una cancha deportiva y centro de salud.

La aldea El Chipotón cuenta con servicios de energía eléctrica, telefonía celular, una escuela de dos niveles con educación primaria, salón comunal, centro de salud y cancha deportiva. Existen pozos artesanales que surten a algunas viviendas.

El servicio de transporte comunitario de ambas aldeas hacia la cabecera municipal, se realiza a través de camiones y vehículos informales, aunque tienen un servicio de bus una sola vez por día.

### **1.1.9 Aspectos económicos y actividades productivas**

La economía es impulsada principalmente por el sector agrícola, como el cultivo de: maíz, frijól, chile pimiento y verduras, los productos obtenidos por esta actividad son empleados en su mayoría para el consumo familiar, a excepción del

chile pimienta, que es el producto que llega al mercado. Existe también un porcentaje que se dedica a actividades artesanales, otro porcentaje emigra a otros lugares en busca de mejores ingresos económicos

Los ingresos familiares se complementan con otros ingresos obtenidos por la crianza de animales domésticos.

#### **1.1.10 Comercio y turismo**

La agricultura es el factor más importante, debido a que la mayoría tiene pequeños lugares para cultivar, los principales productos cultivables son: café, maíz, fríjol, hortalizas y algunas frutas del clima frío propio de la región, así como el cultivo de chile pimienta que es el producto que mas cultiva la población y la que prácticamente comercializan.

En lo que respecta a turismo ésta actividad no se realiza, porque no existen sitios de interés para este fin.



## **1.2 Investigación diagnóstica sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura de las aldeas, San José Yalú y El Chipotón, municipio de Sumpango, Sacatepéquez**

### **1.2.1 Descripción de las necesidades**

#### **Aldea San José Yalú**

- Pavimentación de las calles existentes.
- Diseño de sistema de abastecimiento de agua potable; actualmente la población se surte a través de nacimientos de agua.
- Ampliación de la red de energía eléctrica, para dar cobertura total a la población.
- Construcción de viviendas populares, para mejorar la calidad de vida y las condiciones actuales de la población

#### **Aldea El Chipotón**

- Construcción de aulas escolares; la población estudiantil se ve afectada por los espacios reducidos e inadecuados para su educación.
- Sistema de alcantarillado sanitario; la carencia de un sistema apropiado para disposición de aguas servidas crea alteraciones y problemas de distinta índole.
- Mejoramiento del sistema de vial; se requiere la pavimentación de calles.
- Construcción de un centro de salud; no se cuenta con una edificación para servicio de la población.

### **1.2.2 Priorización de las necesidades**

Según los criterios de la población, alcaldía y los comités, se describen la jerarquía de necesidades asignadas:

#### **Aldea San José Yalú**

- Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable.
- Ampliación de la red de energía eléctrica.
- Mejoramiento del sistema vial.
- Construcción de viviendas populares.

#### **Aldea El Chipotón**

- Diseño del sistema de alcantarillado sanitario.
- Construcción de un centro de salud.
- Construcción de aulas escolares.
- Mejoramiento del sistema vial.

Para ambas aldeas es necesario implementar un sistema de reforestación que proteja los bosques, evitando la extracción ilegal de especias forestales de la región.



## **2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL**

### **2.1 Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea el Chipotón.**

#### **2.1.1 Descripción del proyecto.**

El proyecto consiste en diseñar el sistema de alcantarillado sanitario, aplicando las normas de INFOM. Se calculó para un período de diseño de 20 años, tomando en cuenta una dotación diaria de 120 lt/hab/día, con un factor de retorno de 0.80. La cantidad de viviendas actuales es de 283, con una densidad de 6 habitantes por vivienda y una tasa de crecimiento de 3.68%, todo el sistema será con tubería PVC. Está integrado de la siguiente manera: longitud total de 3,954.44 m, 86 pozos de visita de diversas profundidades, 283 conexiones domiciliarias y se propone un tratamiento primario con fosas sépticas y pozos de absorción.

#### **2.1.2 Levantamiento topográfico.**

El equipo utilizado en el trabajo fue: un teodolito marca SOKKISHA, distanciómetro y prisma marca WILD, plomadas, estacas, clavos y pintura.

##### **2.1.2.1 Altimetría.**

Se utilizó el método taquimétrico, el cual es adecuado para éste tipo de proyectos, que no requiere de mucha precisión.

### **2.1.2.2 Planimetría.**

Se utilizó el método de conservación de azimut, para la medición de la planimetría, ver plano topográfico I en anexo.

### **2.1.3 Período de diseño.**

Tiempo durante el cual una obra va a prestar un servicio eficiente, por su puesto que este tiempo se empieza a contar a partir de la puesta en operación del sistema, en el presente estudio se definió un período de diseño de 20 años; tomando en cuenta calidad de materiales, el crecimiento demográfico, administración y mantenimiento del proyecto.

#### **2.1.3.1 Cálculo de la población.**

Para el cálculo de la población existen tres métodos: geométrico, aritmético y exponencial, en este caso se utiliza el método geométrico; por ser el que más se adapta a las condiciones demográficas de nuestro país

#### **2.1.3.2 Incremento geométrico.**

La fórmula es:

$$P_F = P_O * (1 + r)^n$$

$P_F$  = Población futura o población de diseño.

$P_O$  = Población actual

$n$  = Período de diseño

$r$  = Tasa de crecimiento poblacional.

Datos:

$P_O = 1,698$  habitantes

$n = 20$  años

$r = 3.68\%$  dato utilizado, con base al censo del INE 2002.

$$P_F = P_O * (1 + r)^n = 1,698 * (1 + 0.0368)^{20} = 3,498 \text{ habitantes}$$

#### **2.1.4 Generalidades de un sistema de alcantarillado.**

El sistema consiste en recolectar, transportar y purificar todas las aguas servidas; para ser trasladadas a un lugar de proceso de transformación por un tratamiento primario, compuesto por fosas sépticas y pozos de absorción para su retorno al ambiente.

#### **2.1.5 Consideraciones de diseño.**

Se tomó en cuenta el reglamento del Instituto de Fomento Municipal, INFOM, "Normas generales para diseño de alcantarillado", por contener criterios técnicos de construcción e hidráulicos, en donde también se toma en cuenta las velocidades máximas y mínimas para el diseño.

#### **2.1.6 Cálculo de caudales.**

##### **2.1.6.1 Dotación**

Es la cantidad (volumen por unidad de tiempo) de agua asignada a una unidad de consumo, en poblaciones se expresa en (lt/hab/día). La utilizada para la aldea El Chipotón es de 120 lt/hab/día, según información proporcionada por la municipalidad.

### **2.1.6.2 Velocidad de flujo.**

La velocidad de flujo se determina con factores como:

D = Diámetro de la sección circular

S = Pendiente de la gradiente hidráulica

n = coeficiente de rugosidad de Manning

= 0.014 para tubos de concreto

= 0.010 para tubos de PVC.

La velocidad de flujo se calcula siempre a sección llena en m/seg.

En el presente diseño de la aldea El Chipotón, se utiliza una velocidad no menor de 0.40 m/s, para proporcionar una acción de auto limpieza en las tuberías, ni mayor de 5.0 m/s a sección llena, esto según material de la tubería y las especificaciones del fabricante.

La velocidad mínima es para evitar la sedimentación en la tubería y un taponamiento. La velocidad máxima es para evitar erosión o desgaste en la tubería debido a los sólidos que transporta el flujo.

### **2.1.6.3 Tirante o profundidad del flujo.**

El valor del tirante hidráulico máximo deberá ser menor o igual que 75% y el mínimo deberá ser menor o igual que 10%, del diámetro nominal de la tubería, para el caudal de diseño.

### **2.1.6.4 Uso de agua.**

El agua se utiliza exclusivamente para uso doméstico. La fuente de abastecimiento de agua de la aldea El Chipotón, es a través de un pozo mecánico.

### 2.1.6.5 Caudal domiciliar.

Es el agua que se recolecta, después de haber sido usado y luego se traslada al colector principal del sistema.

El caudal domiciliar está dado de la siguiente manera:

$$Q_{dom} = \frac{Dot. * F.R. * Hab.}{86400} \quad Q_{dom} = \frac{3498hab * 120 \text{ lt/hab/día} * 0.80}{86400} = 3.89 \text{ l/s}$$

Donde:

Qd	= Caudal domiciliar
Hab.	= Número de habitantes futuros del tramo
Dot.	= Dotación (lt/hab/día)
F. R.	= Factor de retorno
86,400	= Constante

#### 2.1.6.5.1 Factor de retorno.

Es el que indica la cantidad de agua que retorna al alcantarillado sanitario por cada vivienda, lo cual es considerado entre el 70 y 80 por ciento de la dotación de agua potable asignada a la comunidad, para este caso se tomó el factor de retorno del 80 por ciento.

### 2.1.6.6 Caudal de conexiones ilícitas.

Es la cantidad de agua pluvial producido por las viviendas; en donde los usuarios la conectan al alcantarillado sanitario. En este tipo de caudal se toma en cuenta el área de techos y patios, así como de la intensidad de lluvia. Una de las formas para calcularlo es por el Método racional.

Según el INFOM, este valor se puede tomar como un 10 por ciento del caudal domiciliar, sin embargo, en áreas en donde no hay alcantarillado pluvial, podrá usarse un valor más alto, para este caso se aplicó éste criterio, por ser la que se adapta a las condiciones del lugar.

$$Q_{\text{ILICITOS}} = 10\% * Q_{\text{DOM}} = 0.39 \text{ lt/seg.}$$

#### **2.1.6.7 Caudal de infiltración.**

Es el caudal que se infiltra en el alcantarillado, que dependerá del nivel freático del agua, que ingresa a través de las paredes de la tubería y/o juntas, de las propiedades del material, permeabilidad del terreno y la calidad de mano de obra.

En este estudio no se toma en cuenta, ya que en el diseño se utiliza tubería de PVC.

#### **2.1.6.8 Caudal comercial**

Son las aguas negras resultantes que se desechan de los comercios, comedores, restaurantes, hoteles, Puesto que la aldea carece de ellos, no se contempla caudal comercial alguno.

#### **2.1.6.9 Caudal industrial.**

Es el agua negra proveniente de las industrias, como fábricas de textiles, licoreras, alimentos etc. Pero debido a que en el área no existen industrias, entonces se considera nulo.

### 2.1.6.10 Factor de caudal medio (fqm).

Este factor regula la aportación del caudal en la tubería. Se considera como la suma de los caudales domiciliarios, de infiltración, por conexión ilícita, comercial e industrial.

$$fqm = \frac{Q_{SANITARIO}}{\text{No. habitantes}} = \frac{\sum(Q_{DOM} + Q_{COM} + Q_{IND} + Q_{ILICITOS} + Q_{INFILTRACION})}{\text{No. Habitantes}}$$

$$Fqm = \frac{3.89 \text{ lt/seg} + 0.39 \text{ lt/seg}}{3498 \text{ hab.}} = 0.001$$

Este factor según el INFOM debe estar entre los rangos de 0.002 a 0.005. Si da un valor menor se tomará 0.002 y si fuera mayor se tomará 0.005, para este diseño se tomó un factor de 0.002.

### 2.1.6.11 Factor de Harmond.

Este factor representa la probabilidad de que múltiples accesorios sanitarios de las viviendas se estén utilizando simultáneamente en una comunidad. Este factor cubre las horas picos, es decir en las horas que más se utiliza el sistema de drenaje. Se determina mediante la fórmula:

$$FH = \left[ \frac{18 + \sqrt{P/1000}}{4 + \sqrt{P/1000}} \right] = \left[ \frac{18 + \sqrt{3498/1000}}{4 + \sqrt{3498/1000}} \right] = 3.38$$

Donde P es la población expresada en miles.

El factor de Harmond es adimensional y se encuentra entre los valores de 1.5 a 4.5, según sea el tamaño de la población a servir del tramo.

### **2.1.6.12 Caudal de diseño.**

Indica la cantidad de caudal que transportará el alcantarillado sanitario, en cualquier punto en todo de la red, siendo este el que establecerá las condiciones hidráulicas sobre las que se realizará el diseño del alcantarillo.

Se calcula con la ecuación:

$$Q_{\text{DISEÑO}} = f_{\text{qm}} * F_{\text{H}} * \text{No.habitantes} = 0.002 * 3.38 * 3498 = 23.65 \text{ lt/seg}$$

Donde  $Q_{\text{DISEÑO}}$  = Caudal de diseño (l/seg)

$f_{\text{qm}}$  = Factor de caudal medio

$F_{\text{H}}$  = Factor de Harmond

No. Habitantes = Número de habitantes contribuyentes a la tubería

### **2.1.7 Determinación de la ruta.**

Para la determinación de la ruta, se tomó en cuenta la dirección o sentido del flujo a través del sistema, optimizando las pendientes existentes, para obtener una línea central inicial desde la cota alta del terreno, el sistema de alcantarillado está conformado por dos ramales o colectores principales, desembocando uno en alcantarillado existente y el otro en un sistema de tratamiento, a base fosas sépticas y pozos de absorción.

### **2.1.8 Pendiente.**

La pendiente de tubería si fuera posible debe adaptarse a la del terreno, esto para lograr reducir costos de excavación, siempre y cuando que estén dentro del rango de velocidades permitidas,  $0.40 \text{ mts/seg.} \leq V \leq 5.0 \text{ mts /seg.}$  Para las conexiones domiciliarias, la pendiente mínima será de 2% y la máxima de 6%,



tomando en cuenta que debe formar un ángulo horizontal, con respecto a la línea central del colector principal, de aproximadamente 45 grados en el sentido del flujo del caudal del sistema.

Cuando la altura de coronamiento de la tubería principal tenga una profundidad mayor a los 3.00mts, bajo la superficie del terreno, se diseñará una tubería auxiliar sobre las principales, para recibir las conexiones domiciliarias.

### 2.1.9 Cálculo de cotas Invert.

Es la cota de nivel que determina la colocación de la parte interior inferior de la tubería que conecta dos pozos de visita, según las normas de INFOM. Las cotas del terreno, al igual que los puntos de entrada y salida de la tubería en un tramo del alcantarillado, se calculan de la siguiente manera

$$S_{terreno}\% = \frac{CT_i - CT_f}{D.H} * 100$$

$$CT_f = CT_i - (D.H * S_{terreno}\%)$$

$$CII = CT_i - (H_{Trafic} + E_{Tubo} + \phi)$$

$$CII = CIF - 0.03cm$$

$$CIF = CII - D.H * S_{Tubo}\%$$

$$H_{pozo} = CT_i - CII - 0.15$$

$$H_{pozo} = CT_f - CIF - 0.15$$

Donde:

- CT<sub>f</sub> = Cota del terreno final
- CT<sub>i</sub> = Cota de terreno inicial
- D.H = Distancia horizontal
- S% = Pendiente

CII	= Cota Invert de inicio
CIF	= Cota Invert de final
H <sub>trafic</sub>	= Profundidad mínima, de acuerdo al tráfico del sector
E <sub>tubo</sub>	= Espesor de la tubería
Φ	= Diámetro interior de la tubería
H <sub>pozo</sub>	= Altura del pozo

### **2.1.10 Diámetros de tubería.**

Los diámetros de tubería se consideran mínimos: colectores para alcantarillados sanitarios de 6" y 4" para conexiones domiciliarias, según normativa del INFOM para tuberías de PVC. En este sistema se utilizaron solo tuberías con diámetro de 6" para colectores y para conexiones domiciliarias se utilizó tubería con diámetro de 4 pulgadas.

### **2.1.11 Pozos de visita.**

Un pozo de visita debe proporcionar un control de flujo hidráulico en cambios de dirección, cambios de gradiente, además de proporcionar ingreso de oxígeno al sistema. Se construyen de concreto, ladrillo de barro cocido, tubos de concreto o PVC. Según normativas del INFOM deben localizarse en los siguientes casos

- Cambio de pendientes
- Cambio de diámetro
- En el inicio de cualquier ramal
- En distancias no mayores de 100 metros en línea recta en diámetros, hasta de 24"
- En intersecciones de dos o más tuberías colectoras
- En las curvas no más de 30 metros.

### **2.1.12 Especificaciones para pozos de visita.**

En este Diseño, los pozos de visita son cilíndricos, con muros de ladrillo de punta, brocal y tapadera de concreto reforzado, cimentados en plancha de concreto, con canales para dirigir los caudales al tubo de salida. Ahora cuando la caída sea mayor de 0.70 m se construirá un sifón de PVC para que el flujo ingrese a nivel de fondo

### **2.1.13 Conexiones domiciliarias.**

Su finalidad es descargar las aguas provenientes de las casas y llevarlas al alcantarillado central.

#### **2.1.13.1 Caja o candela.**

La conexión se realiza por medio de una caja de inspección, construida de mampostería o con tubos de concreto, colocados verticalmente, el lado menor de la caja será de 0.45 mts; si fuese circular tendrá un diámetro no menor de 12 “, las cajas deben estar impermeabilizadas por dentro y tener una tapadera para realizar inspecciones.

El fondo tiene que ser fundido de concreto, dejando la pendiente respectiva, para que las aguas fluyan por la tubería secundaria y pueda llevarla al alcantarillado central, la altura mínima de la candela será de 1.00 metro.

#### **2.1.13.2 Tubería secundaria.**

Es la tubería que permite la conexión de la candela domiciliar con el colector principal, conduciendo las aguas residuales que la candela recibe del

interior de las viviendas. Deberá utilizarse tubo PVC de 4", con pendiente mínima de 2% y máxima del 6%, a efecto de facilitar la evacuación del agua. Hay que tomar en cuenta que la conexión domiciliar con el colector principal se hará en el medio diámetro superior, a un ángulo de 45 grados aguas abajo.

#### 2.1.14 Profundidad de la tubería.

La profundidad del colector se dará en función de la pendiente del terreno, velocidad del flujo, caudal transportado y tirante hidráulico. Como también se debe tomar en cuenta la consideración de altura mínima que permita proteger el sistema de las cargas de tránsito liviano, tránsito pesado, y/o inclemencias del tiempo.

Según estudios realizados sobre cargas efectuadas por distintos tipos de transportes, se determinan profundidades mínimas para la colocación del colector, desde la superficie del terreno hasta la parte superior extrema de la tubería, en cualquier punto de su extensión.

**Tabla I Profundidad mínima del colector para tubería de concreto**

DIÁMETROS	4"	6"	8"	10"	12"	15"	18"	24"
TRÁNSITO LIVIANO	111	117	122	128	134	140	149	165
TRÁNSITO PESADO	131	137	142	148	154	160	169	185

Cm.

Cm.

**Tabla II Profundidad mínima del colector para tubería de PVC**

DIÁMETROS	4"	6"	8"	10"	12"	15"	18"	24"
TRÁNSITO LIVIANO	60	60	60	90	90	90	90	90
TRÁNSITO PESADO	90	90	90	110	110	120	120	120

Cm.

Cm.

### **2.1.14.1 Normas y recomendaciones.**

En todo sistema hidráulico es necesario cumplir las normas de diseño, ya que con esto facilita el buen funcionamiento, previendo el desgaste inmediato de los materiales, al mismo tiempo cumplir con el período de diseño establecido y el sistema será exitoso. Es necesario cumplir con las normas de tubería, en este caso PVC norma 3034, con los diámetros correspondientes, respetar las velocidades, verificando si ésta se encuentra entre los límites recomendados.

Según las normas ASTM 3034 la velocidad de flujo en líneas de drenaje sanitario no sea menor de 0.40 m/s, con esto se evita la sedimentación en la tubería y un taponamiento; y menor o igual que 5.0 m/s, impidiendo con ello erosión o desgaste.

Las Normas del Instituto Nacional de Fomento Municipal INFOM, indican que el diámetro mínimo a colocar será de 8" en el caso de tubería de concreto y de 6" para tubería de PVC, esto si el sistema de drenaje es sanitario.

Para las conexiones domiciliarias se puede utilizar un diámetro de 6" para tubería de concreto y 4" para tubería de PVC, formando ángulo de 45 grados en el sentido de la corriente del colector principal.

### **2.1.15 Volumen de excavación.**

Es el volumen de tierra que se removerá para la instalación adecuada de la tubería, está comprendida a partir de la profundidad de los pozos de visita, la distancia entre ellos, ancho de zanja, que depende del diámetro de la tubería que se va a instalar, éste cálculo se obtiene a partir de la siguiente fórmula:

$$V = \left( \frac{H1 + H2}{2} \right) * d * t$$

Donde:

- V = Volumen de excavación ( $m^3$ )
- H1 = Profundidad del primer pozo de visita (m)
- H2 = Profundidad del segundo pozo de visita (m)
- d = Distancia entre los dos pozos de visita (m)
- t = Ancho de la zanja (m)

### **2.1.16 Principios hidráulicos.**

El principio hidráulico, para el buen funcionamiento de un sistema de alcantarillado sanitario, es transportar las aguas negras por tubería como si fuesen canales abiertos, funcionando por gravedad, donde el flujo está determinado por la rugosidad del material y por la pendiente del canal.

Ahora para sistemas de alcantarillado sanitario, se emplean canales circulares cerrados, para no provocar ninguna molestia se construyen subterráneos, estando la superficie del agua afectada solamente por la presión atmosférica y en muy pocas presiones, provocadas por los gases de la materia en descomposición que dichos caudales transportan.

### **2.1.17 Ecuación de Manning para flujos en canales.**

La ecuación de Manning, desarrollada alrededor de 1889, se ha convertido en la principal ecuación empleada para determinar la capacidad hidráulica, requerida para una instalación de alcantarilla a gravedad. Una vez que se conocen los requerimientos de capacidad hidráulica, se puede determinar el área interna del tubo.

Para encontrar valores que determinen la velocidad y caudal que se conducen en un canal, se han propuesto fórmulas experimentales, en las cuales

se involucran los factores que más afectan el flujo de las aguas en el conducto. Se encontraron fórmulas según las cuales existía un coeficiente C, el cual era tomado como una constante, pero se comprobó que es una variable que dependía de la rugosidad del material usado, de la velocidad y del radio medio hidráulico y por lo tanto no se definía con exactitud la ley de la fricción de los fluidos.

La ecuación de Manning se define así:

$$V = \left[ \frac{R^{2/3} * S^{1/2}}{n} \right]$$

Donde: V = Velocidad m/s  
R = Radio hidráulico  
S = Pendiente del canal  
n = Coeficiente de rugosidad, propiedad del canal

### 2.1.18 Ecuación a sección llena.

El caudal que transportará el tubo a sección llena, se obtiene con la siguiente ecuación:

$$Q = A * V$$

$$A = \frac{\pi}{4} * D^2$$

Donde:

Q = Caudal a sección llena (l/s)  
A = Área de la tubería (m<sup>2</sup>)  
V = Velocidad a sección llena (m/s)  
D = Diámetro de tubo (m)  
 $\pi$  = Constante Pi

### 2.1.19 Relaciones hidráulicas.

En las relaciones hidráulicas, que trabajan a sección parcialmente llena y poder lograr de alguna manera los resultados de velocidad, área, caudal, perímetro mojado y radio hidráulico, se relacionaron los términos de la sección totalmente llena con los de la sección parcialmente llena. De los resultados obtenidos se construyeron las tablas, utilizando la fórmula de Manning.

Teniendo el valor de la relación  $q/Q$  y buscando este valor en las tablas de diseño hidráulico, se puede obtener el valor  $v/V$ , si no se encuentra el valor exacto, entonces se busca uno aproximado. Este último valor obtenido se multiplica por la velocidad a sección llena logrando saber así la velocidad a sección parcial. Y sucesivamente se van obteniendo los demás valores.

### 2.1.20 Ejemplo de diseño.

Se diseñará el tramo comprendido entre el pozo de visita PV - 5 y PV - 6.

- **Características:**

Tipo de sistema	Alcantarillado sanitario	
Tramo	De PV - 5 a PV - 6	
Distancia horizontal	82.69 m	
Número de casas del tramo:	10	Casas acumuladas: 40
Densidad vivienda:	6 hab/vivienda	
Total de habitantes a servir:	actuales: 240	Futuros: 494



- **Cotas del terreno** Inicial 979.95 m  
Final 977.43 m
- **Pendiente del terreno** 
$$P = \frac{(CT_{Inicial} - CT_{Final})}{Distancia} * 100$$
$$P = \frac{(979.95 - 977.43)}{82.69} * 100 = 3.05\%$$
- **Caudal medio** 
$$Q_{med} = Q_{dom} + Q_{C.I} + Q_{inf.}$$
$$Q_{dom} = No.Hab. * Dotación * F.R / 86400$$
$$Q_{dom} = 494 * 120 * 0.80 / 86400 = 0.55 l / s$$
$$Q_{C.I} = 10\% Q_{dom} = 0.10 * 0.55 = 0.055 l / s$$
$$Q_{inf} = 0 \text{ (Tubería PVC)}$$
$$Q_{med} = 0.55 + 0.055 = 0.605 l / s$$
- **Factor de caudal medio** 
$$FQM = Q_{med} / No.Hab.$$
$$FQM = 0.605 / 494 = 0.00122$$

Para este tramo se utilizará el valor de 0.002.

- **Factor de Harmond**

$$FH = \left[ \frac{18 + \sqrt{P/1000}}{4 + \sqrt{P/1000}} \right] = \left[ \frac{18 + \sqrt{494/1000}}{4 + \sqrt{494/1000}} \right] = 3.977$$

- **Caudal de diseño** 
$$Q_{dis} = No.Hab. * FQM * F.H$$
$$Q_{dis} = 494 * 0.002 * 3.977$$
$$Q_{dis} = 3.93 / s$$
- **Diámetro de tubería** 6" , tubería PVC)
- **Pendiente de tubería** 1.17%

- **Velocidad a sección llena**  $V = [0.03429 * (D)^{2/3} * S^{1/2}] / n$   
 $V = [0.03429 * (6)^{2/3} * (1.17/100)^{1/2}] / 0.010$   
 $V = 1.22 \text{ m/s}$

- **Caudal a sección llena**  $Q_{\text{sec llena}} = A * V$

$$Q_{\text{sec llena}} = \pi / 4 * (6 * 0.0254)^2 * 1.22 * 1000 / 1 \text{ m}^3$$

$$Q_{\text{sec llena}} = 22.34 \text{ l/s}$$

- **Relación de caudales**  $Q_{\text{dis}} / Q_{\text{sec llena}} = 3.93 / 22.34$

$$Q_{\text{dis}} / Q_{\text{sec llena}} = 0.176$$

- **Relación de velocidad**  $v / V = 0.7515$

- **Relación de tirante**  $d / D = 0.2830$

- **Velocidad a sección parcial**  $v = V * v / V$

$$v = 1.22 * 0.7515 = 0.92 \text{ m/s}$$

- **Revisión de especificaciones hidráulicas:**

a. Para caudales	$q_{\text{dis}} < Q_{\text{sec llena}}$	$3.93 \text{ l/s} < 22.34 \text{ l/s}$	Cumple
b. Para velocidad	$0.5 \leq v \leq 3.00 \text{ m/s}$	$0.5 \leq 0.92 \leq 3.00 \text{ m/s}$	Cumple
c. Para diámetros	$0.1 \leq d/D \leq 0.75$	$0.1 \leq 0.2830 \leq 0.75$	Cumple

- **Distancia horizontal efectiva**

Diámetro de pozo: 1.66 m

Grosor de paredes: Ladrillo tayuyo 0.065x0.11x0.23m

- **Cota Invert de salida del pozo PV - 5 ( $C_{is}$ )**

$C_{is}$  = cota invert entrada del pozo PV-5

$$C_{is} = 977.23 - 0.03 = 977.20 \text{ m}$$

- **Cota Invert de entrada al pozo PV - 6 ( $C_{ie}$ )**  
**Distancia horizontal de PV-5 a PV-6 = 82.69m**  
**Pendiente de tubería de PV -5 a PV-6 = 1.17%**  
**Longitud de Diseño =  $\sqrt{82.69^2 + ((82.69*1.17)/100)^2} = 82.6956\text{m}$**   

$$C_{ie} = 977.20 - \frac{(1.17 * \sqrt{82.69^2 + ((82.69 * 1.17) / 100)^2})}{100} = 976.23\text{m}$$
- **Profundidad del pozo PV-5**  
 Alt. PV-5 = cota del terreno – cota invert de salida  
 Alt. PV-5 = 979.95 – 977.20 = 2.76
- **Profundidad del pozo PV- 6**  
 Alt. PV - 6 = cota del terreno – cota invert de salida  
 Alt. PV - 6 = 977.43 – 976.23 = 1.20
- **Volumen de excavación de zanja**  
 Ancho de Zanja de Excavación = 0.60 m  
 Vol. Exc. = 0.60((AltPV-5+AltPV-6)/2\*DH)  
 Vol. Exc.= 0.60m((2.76m+1.20m)/2\*82.69m) = 98.15 m<sup>3</sup>

Los datos y resultados del cálculo hidráulico para todos los ramales, se presentan en la tabla III.

**Tabla III. Cálculo hidráulico de alcantarillado sanitario**

DE PV	A PV	COTAS TERR.		DH (mts)	S% Terr	# Casas		Hab. Servir		Qd. (l/s)		S (%) TUBO	SECC. LLENA Q (l/s)	V (m/s)		COTA INVERT		PROF. POZC				
		INICIO	FINAL			Loc	Acu	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.			ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL	
PV-1	PV-2	1000.00	992.19	67.07	11.64	5	5	30	62	4.30	0.26	0.53	6	11.50	3.84	70.04	0.91	1.12	998.32	990.56	1.68	1.64
PV-2	PV-3	992.19	988.96	44.20	7.31	0	5	30	62	4.30	0.26	0.53	6	7.70	3.14	57.31	0.79	0.99	990.53	987.11	1.67	1.85
PV-3	PV-4	988.96	982.99	91.77	6.51	10	15	90	185	4.16	0.77	1.54	6	5.42	48.08	0.97	1.20	986.54	981.56	2.42	1.43	
PV-4	PV-5	982.99	979.95	50.85	5.97	10	25	150	309	4.07	1.26	2.52	6	6.95	2.98	54.45	1.23	1.52	981.53	977.99	1.46	1.96
PV-5	PV-5	978.84	979.95	29.00	-3.85	5	5	30	62	4.30	0.26	0.53	6	2.10	1.64	29.93	0.50	0.62	977.84	977.23	1.00	2.73
PV-5	PV-6	979.95	977.43	82.69	3.05	10	40	240	494	3.98	1.98	3.93	6	1.17	1.22	22.34	0.76	0.92	977.20	976.23	2.76	1.20
PV-6	PV-6	987.48	977.43	37.81	26.59	8	8	48	99	4.24	0.41	0.84	6	26.22	5.80	105.76	1.39	1.73	986.48	976.23	1.00	1.20
PV-6	PV-7	977.43	976.81	26.64	2.32	4	52	312	643	3.92	2.54	5.03	6	3.30	2.06	37.52	1.17	1.43	976.20	975.32	1.23	1.49
PV-7	PV-7	994.28	976.81	51.61	33.85	3	3	18	37	4.34	0.16	0.32	6	31.20	6.32	115.37	1.09	1.36	992.47	975.60	1.81	1.21
PV-7	PV-8	976.81	976.05	39.19	1.95	12	67	402	828	3.85	3.23	6.38	6	1.12	1.20	21.86	0.86	1.04	975.29	974.85	1.52	1.20
PV-8	PV-8	982.29	976.05	23.99	26.01	4	4	24	49	4.32	0.21	0.43	6	26.00	5.77	105.32	1.13	1.40	981.29	974.84	1.00	1.20
PV-8	PV-9	976.05	975.77	18.96	1.44	4	75	450	927	3.82	3.60	7.08	6	1.25	1.27	23.09	0.92	1.11	974.81	974.58	1.23	1.20
PV-9	PV-10	975.77	974.89	34.89	2.52	4	79	474	977	3.81	3.78	7.43	6	2.45	1.77	32.33	1.18	1.44	974.55	973.69	1.23	1.20
PV-10	PV-10	980.60	974.89	24.62	23.17	3	3	18	37	4.34	0.16	0.32	6	23.35	5.47	99.81	0.98	1.23	979.60	973.69	1.00	1.20
PV-10	PV-11	974.89	974.01	42.56	2.07	7	89	534	1100	3.77	4.23	8.30	6	2.15	1.66	30.29	1.17	1.41	973.66	972.75	1.23	1.26
PV-11	PV-11	989.20	974.01	46.92	32.38	6	6	36	74	4.28	0.31	0.63	6	28.70	6.07	110.65	1.33	1.64	986.80	972.79	2.40	1.22
PV-11	PV-12	974.01	973.56	22.85	1.97	4	99	594	1224	3.74	4.67	9.16	6	1.55	1.41	25.71	1.07	1.29	972.72	972.37	1.29	1.20
PV-12	PV-12	980.03	973.56	23.93	27.04	2	2	12	25	4.37	0.11	0.22	6	26.90	5.87	107.12	0.91	1.15	979.03	972.37	1.00	1.20
PV-12	PV-13	973.56	971.96	69.75	2.29	14	115	690	1422	3.70	5.38	10.51	6	2.25	1.70	30.98	1.27	1.53	972.34	970.77	1.23	1.20
PV-13	PV-13	978.54	971.96	56.36	11.67	3	3	18	37	4.34	0.16	0.32	6	11.95	3.91	71.40	0.78	0.98	977.54	970.76	1.00	1.20
PV-13	PV-14	971.96	971.16	9.92	8.06	7	125	750	1545	3.67	5.82	11.34	6	7.80	3.16	57.68	2.02	2.45	970.74	969.96	1.23	1.20
PV-14	PV-14	977.20	971.16	30.75	19.64	3	3	18	37	4.34	0.16	0.32	6	19.90	5.05	92.14	0.93	1.18	976.20	969.96	1.00	1.20
PV-14	PV-15	971.16	966.73	78.02	5.68	5	133	798	1644	3.65	6.16	12.00	6	5.00	2.53	46.18	1.76	2.12	968.95	965.05	2.21	1.69
PV-15	PV-16	966.73	965.90	45.23	1.83	3	136	816	1681	3.64	6.29	12.25	6	0.70	0.95	17.28	0.87	1.03	965.02	964.70	1.72	1.20
PV-16	PV-17	965.90	965.23	49.25	1.36	4	140	840	1731	3.63	6.46	12.58	6	1.30	1.29	23.55	1.10	1.31	964.87	964.03	1.23	1.20
PV-17	PV-18	965.23	964.16	76.12	1.42	8	148	888	1829	3.62	6.81	13.23	6	1.37	1.33	24.18	1.14	1.35	964.00	962.96	1.23	1.20

Continuación

DE	A	COTAS TERR.	DH	S%	# Casas	Hab. Servir	Qd. (l/s)	S (%)	SECC. LLENA	V (m/s)	COTA INVERT	PROF. POZC
PV	PV	INICIO FINAL	(mts)	Terr	Loc	ACT. FUT.	ACT. FUT.	TUBCQ (m/s)	Q (l/s)	ACT. FUT.	INICIO FINAL	INICIO FINAL
PV-17	PV-18	972.45 984.16	35.98	23.05	3	18 37	4.34 0.16	23.00	5.43	0.98	1.23 971.45	962.96
PV-18	PV-Ext	964.16 963.83	14.33	2.30	3	154 924 1904	3.60 7.06 13.71	6 2.10 1.64	29.93	1.34	1.60 962.93	962.63
PV-W	PV-Ext	971.83 963.83	37.11	21.56	3	18 37	4.34 0.16	20.50	5.13	0.94	1.18 970.39	962.62
PV-1	PV-17	1000.00 1000.18	43.90	-0.41	4	24 49	4.32 0.21	6 2.50 1.79	32.66	0.50	0.62 999.00	997.90
PV-17	PV-17	1007.17 1000.18	15.25	45.79	1	6 12	4.41 0.05	6 38.45 7.02	128.07	0.85	1.05 1005.27	998.98
PV-17	PV-18	1000.18 988.89	33.59	33.63	2	42 87	4.26 0.36	6 28.60 6.06	110.46	1.37	1.71 997.87	987.88
PV-18	PV-19	988.89 987.20	36.99	4.56	1	8 48 99	4.24 0.41	6 4.45 2.39	43.57	0.75	0.93 987.85	986.20
PV-19	PV-19	1005.38 987.20	49.71	36.57	5	30 62	4.30 0.26	6 34.22 6.62	120.82	1.32	1.63 1004.18	986.20
PV-19	PV-20	987.20 982.35	16.89	28.72	3	16 96	4.15 0.82	6 27.55 5.94	108.41	1.74	2.15 986.17	981.35
PV-20	PV-20	997.35 983.21	52.28	27.05	6	36 74	4.28 0.31	6 28.16 5.79	105.84	1.27	1.58 986.35	982.21
PV-20	PV-20	983.21 982.35	36.44	2.37	1	7 42 87	4.26 0.36	6 2.30 1.72	31.32	0.57	0.71 982.18	981.35
PV-20	PV-21	982.35 975.09	34.89	20.81	4	27 162 334	4.06 1.35	6 24.45 5.60	102.13	1.95	2.41 981.32	972.53
PV-21	PV-22	975.09 974.21	51.84	1.68	3	30 180 371	4.04 1.50	6 0.47 0.78	14.16	0.50	0.62 972.50	972.26
PV-1	PV-1	1000.00 991.22	37.27	23.57	5	30 62	4.30 0.26	6 23.00 5.43	99.05	1.15	1.43 999.00	990.20
PV-1	PV-1	991.22 983.20	32.33	24.81	1	6 36 74	4.28 0.31	6 24.00 5.55	101.18	1.23	1.53 990.17	982.20
PV-1	PV-1	999.71 983.20	55.22	29.92	2	12 25	4.37 0.11	6 28.75 6.07	110.75	0.94	1.16 998.71	982.20
PV-1	PV-22	983.20 974.65	38.31	22.32	1	9 54 111	4.23 0.47	6 22.30 5.35	97.54	1.36	1.69 982.17	973.41
PV-22	PV-22	974.65 974.21	44.39	0.97	4	13 78 161	4.18 0.67	6 0.95 1.10	20.13	0.51	0.63 973.38	972.96
PV-22	PV-23	974.21 966.93	70.67	10.30	3	46 276 569	3.94 2.26	6 8.88 3.37	61.55	1.60	1.96 972.23	965.93
PV-23	PV-24	966.93 967.44	63.28	-0.79	0	46 276 569	3.94 2.26	6 0.33 0.65	11.86	0.50	0.61 965.90	965.69
PV-24	PV-C4	967.44 967.94	63.28	-0.79	0	46 276 569	3.94 2.26	6 0.33 0.65	11.86	0.50	0.61 965.66	965.45
PV-A	PV-A	984.88 976.35	87.67	9.74	8	48 99	4.24 0.41	6 9.69 3.52	64.29	0.99	1.23 983.68	975.15
PV-A	PV-A	975.03 976.35	30.10	-4.37	4	24 49	4.32 0.21	6 2.50 1.79	32.66	0.50	0.62 974.03	973.28
PV-A	PV-B	976.35 975.03	16.38	8.04	0	12 72 148	4.19 0.62	6 1.00 1.13	20.65	0.50	0.62 973.25	973.09

SEGUNDA PARTE DEL DRENAJE

Continuación

DE	A	COTAS TERR.		DH (mts)	S% Terr	# Casas Loc	Hab. Servir ACT.	FUT.	Qtd. (l/s) ACT	Ø (")	S(%) TUBOQ	SECC. LLENA (m/s Q (l/s))	V (m/s)		COTA INVERT.		PROF. POZC INICIO/FINAL					
		INICIO	FINAL										ACT	FUT	INICIO	FINAL						
PV-B	PV-B'	983.59	975.03	73.05	11.71	7	42	87	4.28	0.36	0.74	6	11.90	3.91	71.25	1.02	1.26	982.39	973.63	1.20	1.40	
PV-B'	PV-4a	975.03	974.12	20.74	4.39	0	19	114	235	4.12	0.96	6	0.70	0.95	17.28	0.51	0.63	973.06	972.91	1.97	1.21	
PV-4	PV-4a	982.99	974.12	84.32	10.52	2	12	25	4.37	0.11	0.22	6	10.65	3.70	67.40	0.66	0.83	981.79	972.76	1.20	1.36	
PV-4a	PV-4b	974.12	972.28	26.05	7.06	5	26	156	321	4.07	1.31	6	5.55	2.67	48.66	1.15	1.42	972.73	971.28	1.39	1.00	
PV-C	PV-C1	977.97	975.26	56.89	4.76	1	6	12	4.41	0.06	0.11	6	8.70	3.34	60.92	0.50	0.63	976.77	971.80	1.20	3.46	
PV-C1	PV-C2	975.26	972.05	32.13	10.00	3	4	24	49	4.32	0.21	0.43	6	2.88	1.92	35.05	0.53	0.65	971.77	970.85	3.49	1.20
PV-4b	PV-C2	972.28	972.05	51.07	0.45	0	30	180	371	4.04	1.50	2.99	6	1.40	1.34	24.44	0.74	0.91	971.25	970.53	1.03	1.51
PV-C2	PV-C3	972.05	970.27	35.50	5.01	3	33	198	408	4.02	1.64	3.28	6	4.10	2.29	41.82	1.11	1.36	970.50	969.05	1.54	1.22
PV-D	PV-D1	977.99	973.08	43.91	10.48	2	2	12	25	4.37	0.11	0.22	6	12.25	3.96	72.29	0.70	0.88	976.49	971.07	1.20	2.02
PV-D1	PV-D2	973.08	973.34	11.61	-2.19	1	3	18	37	4.34	0.16	0.32	6	3.25	2.04	37.24	0.50	0.62	971.04	970.66	2.05	2.68
PV-D2	PV-D3	973.34	970.50	50.79	5.59	5	8	48	99	4.24	0.41	0.84	6	2.23	1.69	30.84	0.59	0.73	970.63	969.50	2.71	1.00
PV-D3	PV-C3	970.50	970.27	11.71	1.97	1	9	54	111	4.23	0.47	0.94	6	3.90	2.21	40.28	0.74	0.91	969.47	969.02	1.03	1.24
PV-C3	PV-C4	970.27	967.94	28.96	8.06	1	43	258	532	3.96	2.12	4.21	6	8.50	3.30	60.22	1.55	1.90	968.99	966.52	1.27	1.41
PV-C4	PV-E2	967.94	966.66	48.44	2.64	0	89	534	1100	3.77	4.23	8.30	6	0.45	0.76	13.86	0.67	0.79	966.42	965.21	2.51	1.45
PV-E	PV-E1	971.63	969.08	103.29	2.48	2	2	12	25	4.37	0.11	0.22	6	4.55	2.42	44.06	0.50	0.62	970.43	965.73	1.20	3.35
PV-E1	PV-E2	969.08	966.66	39.44	6.13	0	2	12	25	4.37	0.11	0.22	6	4.55	2.42	44.06	0.50	0.62	965.70	963.90	3.38	2.76
PV-E2	PV-E3	966.66	969.26	99.90	-2.60	3	94	564	1162	3.76	4.45	8.73	6	0.20	0.51	9.24	0.50	0.58	963.67	963.67	2.79	5.59
PV-E3	PV-E4	969.26	966.69	31.88	8.06	0	94	564	1162	3.76	4.45	8.73	6	0.20	0.51	9.24	0.50	0.58	963.64	963.58	5.62	3.11
PV-E4	PV-F2	966.69	966.14	22.66	2.40	0	94	564	1162	3.76	4.45	8.73	6	0.20	0.51	9.24	0.50	0.58	963.55	963.50	3.14	2.64
PV-F	PV-F1	974.33	969.53	38.19	12.58	3	3	18	37	4.34	0.16	0.32	6	12.47	4.00	72.94	0.90	1.00	973.13	968.33	1.20	1.20
PV-F1	PV-F2	969.53	966.14	49.46	6.84	3	6	36	74	4.28	0.31	0.63	6	6.80	2.95	53.86	0.80	0.99	968.30	964.93	1.23	1.21
PV-F2	PV-F3	966.14	964.32	21.89	8.35	0	100	600	1236	3.74	4.72	9.24	6	1.65	1.45	26.53	1.10	1.32	963.47	963.11	2.67	1.20
PV-F4	PV-F3	973.24	964.32	84.24	10.59	6	6	36	74	4.28	0.31	0.63	6	10.53	3.67	67.02	0.93	1.15	972.04	963.12	1.20	1.20
PV-F3	PV-G2	964.32	963.24	110.13	0.98	0	106	636	1310	3.72	4.98	9.75	6	1.25	1.27	23.09	1.01	1.21	963.08	961.71	1.23	1.53
PV-G	PV-G1	970.66	969.08	38.93	4.05	2	2	12	25	4.37	0.11	0.22	6	4.55	2.42	44.06	0.50	0.62	969.46	967.68	1.20	1.40
PV-G1	PV-G2	969.08	963.24	48.16	12.12	4	6	36	74	4.28	0.31	0.63	6	11.70	3.87	70.95	0.97	1.20	967.65	961.98	1.43	1.26
PV-G2	PV-G3	963.24	959.24	111.63	3.58	3	115	690	1422	3.70	5.38	10.51	6	3.30	2.06	37.52	1.46	1.76	961.68	957.99	1.56	1.25
PV-G3	PV-H1	959.24	956.80	111.63	2.18	0	115	690	1422	3.70	5.38	10.51	6	2.40	1.75	32.00	1.30	1.57	957.96	955.28	1.28	1.52

Continuación

DE	A	COTAS TERR.	DH	S%	# Casas	Hab. Servir	Qd. (l/s)	S(%)	SECC. LLENA	V (m/s)	COTA INVERT	PROF. POZC										
PV	PV	INICIO FINAL	(mts)	Terr	Loc	ACT. FUT.	ACT. FUT.	TUBO	(m/s) Q (l/s)	ACT FUT	INICIO FINAL	INICIO FINAL										
PV-H	PV-H1	964.51	956.80	8.08	10	10	60	124	4.22	0.52	1.04	6	8.10	3.22	58.78	0.99	1.23	963.31	955.56	1.20	1.24	
PV-I	PV-I1	963.22	959.07	40.10	10.35	5	30	62	4.30	0.26	0.53	6	9.80	3.54	64.66	0.86	1.07	962.02	958.07	1.20	1.00	
PV-I1	PV-I2	959.07	959.11	4.00	-1.05	0	30	62	4.30	0.26	0.53	6	2.10	1.64	29.93	0.50	0.62	958.04	957.85	1.03	1.16	
PV-I2	PV-I3	959.11	957.54	37.94	4.14	2	7	42	87	4.26	0.36	0.74	6	4.20	2.32	42.33	0.71	0.88	957.92	956.33	1.19	1.21
PV-J	PV-J1	961.69	958.67	33.65	8.98	6	36	74	4.28	0.31	0.63	6	8.35	3.27	59.68	0.86	1.06	960.49	957.67	1.20	1.00	
PV-J1	PV-J2	958.67	958.60	3.91	1.59	0	36	74	4.28	0.31	0.63	6	1.75	1.50	27.32	0.50	0.62	957.64	957.57	1.03	1.03	
PV-J2	PV-J3	958.60	958.19	24.00	1.72	1	7	42	87	4.26	0.36	0.74	6	1.60	1.43	26.13	0.51	0.63	957.54	957.16	1.06	1.03
PV-J3	PV-I3	958.19	957.54	38.95	1.67	3	10	60	124	4.22	0.52	1.04	6	1.90	1.56	28.47	0.60	0.74	957.13	956.39	1.06	1.15
PV-I3	PV-H1	957.54	956.80	31.86	2.33	1	11	66	136	4.20	0.57	1.14	6	2.38	1.75	31.86	0.66	0.82	956.36	955.60	1.18	1.20

### **2.1.21 Propuesta de tratamiento de aguas servidas.**

El propósito del tratamiento de las aguas servidas es separar la cantidad de sólidos que permita que los que queden, al ser descargados a las aguas receptoras, no interfieran con el mejor empleo de éstas y para esto el tratamiento adecuado y con eficiencia debe contar con el 85% en DBO<sub>5</sub> y DQO, según Acuerdo Ministerial No. 236-2006, “Reglamento de las descargas y reuso de aguas residuales y de la disposición de lodos”.

Para un tratamiento adecuado previo a la disposición de las aguas negras, hay que tener en cuenta factores como: espacio disponible para las instalaciones, topografía del terreno, costo de la construcción y mantenimiento requerido, para seleccionar las unidades adecuadas a la población.

Para este proyecto se propone la construcción de fosas sépticas con sus respectivos pozos de absorción. Se propone esta solución porque es la única factible para el lugar.

#### **Fosas sépticas**

Están diseñadas para retirar de las aguas servidas, los sólidos en suspensión, orgánicos e inorgánicos sedimentables, mediante el proceso físico de la sedimentación. Las fosas sépticas están diseñadas para mantener el flujo de aguas negras a una velocidad muy baja y bajo condiciones anaeróbicas, por un período de 12 a 72 horas, llamado período de retención.

El proceso de sedimentación se logra cuando el líquido está en reposo o fluye a una velocidad relativamente baja, durante el tiempo suficiente, que permita que se depositen en el fondo la mayor parte de los sólidos



sedimentables, que son principalmente sólidos orgánicos, logrando así su separación de la corriente de aguas servidas.

De los sólidos suspendidos que llegan a la fosa, se decanta la mayor parte de la materia sedimentable, la cual entra en un proceso de digestión anaeróbica con disolución, licuación y volatilización de la materia orgánica, previamente a su estabilización. Por esta razón es que la cantidad de lodo que se acumula en el estanque es pequeña, pero que con el tiempo constituye una cantidad que hace disminuir el volumen efectivo de la fosa y por consiguiente el período de retención.

### **Diseño de la fosa séptica**

En la fosa séptica, las materias en suspensión en las aguas negras sufren una sedimentación, la materia orgánica se descompone en sustancias más simples por la acción de las bacterias anaeróbicas, que pueden realizar su metabolismo sin necesidad de oxígeno.

La fosa séptica es un estanque hermético, que puede construirse de ladrillo, piedra, concreto o cualquier otro material que se considere adecuado, es un tanque de escurrimiento horizontal y continuo de un solo piso.

Las fosas pueden ser de uno o doble compartimiento. Investigaciones realizadas en fosas con uno y con dos compartimientos, han demostrado que las de dos compartimientos proporcionan una mejor eliminación de los sólidos en suspensión, lo que es beneficio para una mayor protección del sistema de absorción.

Para el diseño de la fosa séptica debe tomarse en cuenta los siguientes parámetros:

- El período de retención es como mínimo de 12 horas
- Relación largo-ancho de la fosa L/A; de 2/1 a 4/1
- Lodos acumulados por habitante y por período de limpieza, es de 30 a 60 l/hab/año
- La capacidad máxima recomendable para que la fosa sea funcional debe ser de 60 viviendas.

### **Nomenclatura y fórmulas**

$$T = V/Q \Rightarrow V=QT \quad \text{y,} \quad Q = q*N$$

Donde

T = Período de retención

V = Volumen en litros

Q = Caudal L/día

N = Número de personas servidas

Q = Gasto de aguas negras L/hab/día

q = Caudal domiciliar

### **Cálculo de volumen**

Para el cálculo del volumen se asume una altura (H), que es la altura útil, es decir, el fondo de la fosa al nivel de agua se toma una relación L/A dentro de los límites recomendados, queda el volumen como:

$$V = A*L*H$$

Donde:

A = Ancho de fosa

L = Largo de la fosa

H = Altura útil.

Se conoce la relación L/A se sustituye una de las dos en la fórmula de V y se determina el valor de la otra magnitud.

Por ejemplo. Si  $L/A$  es igual a 2, entonces  $L = 2A$ , al sustituir  $L$  en la fórmula se tiene:

$$V = 2 \cdot A^2 \cdot H \text{ de donde se obtiene el valor del ancho de la fosa}$$

### **Cálculo de las fosas para el proyecto**

Período de retención	24 horas
Gasto	120 L/hab/día
Número de habitante	360 habitantes (60 viviendas)
Lodos	30 L/hab/año
Relación largo / ancho	2/1
Período de limpieza	5 años

#### **Volumen para el líquido**

- **Cálculo del caudal**

$$Q = qN = 120 \text{ L/hab/día} \times 0.80 \times 360$$

$$Q = 34,560 \text{ L/día}$$

$$Q = 34.56 \text{ m}^3/\text{día}$$

⇒ **Volumen**

$$V = QT = 34,560 \text{ L/día} \times 24 \text{ horas} \times 1 \text{ día}/24 \text{ horas}$$

$$V = 34,560 \text{ litros}$$

$$V = 34.56 \text{ m}^3$$

#### **Volumen de lodos**

$$V = N \text{ gasto de lodos}$$

$$V = 360 \text{ hab} \times 30 \text{ l/hab/año}$$

$$V = 10,800 \text{ l}$$

$$V = 10.80 \text{ m}^3$$

$$V = 10.8 \times 5 \text{ años (período de limpieza)}$$

$$V = 54 \text{ m}^3; \text{ para período de limpieza de 5 años}$$

Volumen total:  $34.56 \text{ m}^3 + 54 \text{ m}^3 = 88.56 \text{ m}^3$

$$V = ALH$$

Como  $L/A = 2$  entonces  $L = 2A$  al sustituir  $L$  en la ecuación de  $V$

$$V = 2 \cdot A^2 \cdot H$$

Se asume  $H = 2.50$

$$A^2 = V/2H$$

$$A^2 = 88.56/2(2.50) = 17.71$$

$$A = 4.25 \text{ m}$$

Como  $L = 2A = 2(4.25) = 8.50 \text{ m}$

Entonces:

$$A = 4.25 \text{ m}$$

$$L = 8.50 \text{ m}$$

$$H = 2.50 \text{ m}$$

### **Pozos de absorción**

Para este proyecto se tomó la decisión de construir pozos de absorción y fosas sépticas, con el fin de darle un tratamiento adecuado a las aguas servidas, asegurando una infiltración de estas a los mantos permeables, evitando así la contaminación de los mismos.

### **2.1.22 Programa de operación y mantenimiento.**

En este proyecto es necesario formar un comité en la aldea, encargado de administrar correctamente las actividades de operación y mantenimiento del sistema, para poder así disminuir los costos de estas actividades. Este comité deberá ser electo anualmente, para así involucrar a toda la población en estas actividades. El sistema trabaja por gravedad y no requiere de una operación específica diaria; sin embargo, se debe contemplar limpieza y revisión anual, previa al invierno tanto de tubería y pozos de visita, porque a medida que se produce el envejecimiento de los sistemas de alcantarillado sanitario, el riesgo de deterioro, obstrucción y derrumbes se convierte en una consideración muy importante.

### **2.1.23 Planos y detalles.**

Los planos constructivos para el sistema de alcantarillado sanitario se presentan en el apéndice, están conformados por planta de densidad poblacional, plano topográfico, curvas de nivel, conjunto hidráulico, planta perfil y detalles.

### **2.1.24 Presupuesto.**

El presupuesto fue elaborado bajo las siguientes consideraciones, contempla renglones de trabajo, precios unitarios y costo por renglón. En lo que respecta a costos indirectos se aplicó un 35%, que incluye administración, utilidades y dirección técnica, para las prestaciones de este proyecto, se aplicó el 76.711%, factor que se utilizó para la mano de obra.

**Tabla IV. Presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario**

<b>CUADRO DE RENGLONES Y CANTIDADES DE TRABAJO</b> <b>SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO.</b> <b>ALDEA EL CHIPOTÓN, MUNICIPIO DE SUMPANGO, SACATEPEQUEZ</b>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

No.	Descripción de Renglón.	Cantidad	Unidad	Precio Unitario.	TOTAL
<b>1.00</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				
1.01	Levantamiento Topográfico	3,954.44	ML	Q 5.47	Q 21,630.78
1.02	Excavación	6,550.00	M3	Q 56.29	Q 368,699.50
1.03	Relleno	4,400.00	M3	Q 30.81	Q 135,564.00
1.04	Retiro de Material y Desperdicio	1,100.00	M3	Q 23.86	Q 26,246.00
<b>2.00</b>	<b>INSTALACIÓN DE TUBERIA</b>				
2.01	Instalación tubería PVC Norma 3034 $\varnothing = 6"$	3,954.44	ML	Q 142.11	Q 561,965.46
<b>3.00</b>	<b>POZOS DE VISITA</b>				
3.01	Pozos de Visita de 1.17m. de Profundidad	31.00	Unidad	Q 7,016.69	Q 217,517.39
3.02	Pozos de Visita de 1.30m. de Profundidad	24.00	Unidad	Q 7,550.44	Q 181,210.56
3.03	Pozos de Visita de 1.60m. de Profundidad	9.00	Unidad	Q 8,833.80	Q 79,504.20
3.04	Pozos de Visita de 1.88m. de Profundidad	2.00	Unidad	Q 9,982.51	Q 19,965.02
3.05	Pozos de Visita de 2.11m. de Profundidad	4.00	Unidad	Q 10,911.08	Q 43,644.32
3.06	Pozos de Visita de 2.46m. de Profundidad	1.00	Unidad	Q 12,409.77	Q 12,409.77
3.07	Pozos de Visita de 2.60m. de Profundidad	7.00	Unidad	Q 13,116.61	Q 91,816.27
3.08	Pozos de Visita de 2.78m. de Profundidad	3.00	Unidad	Q 13,928.76	Q 41,786.28
3.09	Pozos de Visita de 3.12m. de Profundidad	3.00	Unidad	Q 15,383.28	Q 46,149.84
3.10	Pozos de Visita de 3.42m. de Profundidad	1.00	Unidad	Q 16,760.06	Q 16,760.06
3.11	Pozos de Visita de 5.62m. de Profundidad	1.00	Unidad	Q 26,256.37	Q 26,256.37
<b>4.00</b>	<b>FOSA SÉPTICA</b>	3.00	Unidad	Q114,528.76	Q 343,586.28
<b>5.00</b>	<b>POZO DE ABSORCIÓN</b>	3.00	Unidad	Q 18,668.07	Q 56,004.21
<b>6.00</b>	<b>CONEXIÓN DOMICILIAR</b>	283.00	Unidad	Q 1,524.43	Q 431,413.69
	<b>TOTAL DEL PROYECTO</b>				<b>Q 2,722,130.00</b>

<b>TOTAL EN LETRAS</b>	<b>Dos millones, setecientos veintidos dos mil, ciento treinta, quetzales Exactos.</b>
------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------

### 2.1.25 Evaluación de impacto ambiental.

El proyecto será sometido a una evaluación ambiental inicial, requerida por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. La actividad a desarrollar se caracteriza como proyecto nuevo.

El movimiento de tierras, que se deriva por la utilización de maquinaria y levantamiento de polvo, sería el mayor riesgo que podría presentarse durante la ejecución del proyecto en el interior de la aldea. La siguiente tabla describe cada uno de las alteraciones y sus medidas de mitigación.

**Tabla V. Evaluación de impacto ambiental para alcantarillado.**

Alteraciones	Medidas de mitigación
<i>Sistema atmosférico</i>	
Presencia de partículas en suspensión y polvo.	Riego permanente para humedecer las fuentes de emanación de partículas suspendidas.
	Dotación de equipo de seguridad al personal.
Modificación auditiva por generación de ruidos propios de las actividades.	Realización de trabajos en horas hábiles.
<i>Sistema lítico y edáfico</i>	
Movimiento de tierra, corte y relleno, sin extracción del área de manejo.	Manejo ordenado de volúmenes extraídos.
	Compactación adecuada en áreas de relleno.
<i>Sociedad y cultura</i>	
Inconvenientes en la circulación peatonal y vehicular	Correcta señalización del área de trabajo.
	Previsión de espacio libre para circulación.
<i>Paisaje</i>	
Modificación visual al área de tratamiento de aguas residuales	Implementación de barrera visual con árboles y arbustos propios de la región, alrededor del área de tratamiento de aguas residuales.
<i>Disposición de desechos</i>	
Disposición de excretas y aguas servidas.	Instalación de letrinas móviles, solicitando el servicio de limpieza correspondiente.

## **2.1.26 Evaluación socio-económica.**

La evaluación de estos proyectos no son un atractivo económico. Sin embargo, es indispensable realizar un análisis financiero y determinar la rentabilidad del proyecto. Para ello se utilizarán los métodos del valor presente neto y la tasa interna de retorno.

### **2.1.26.1 Valor presente neto.**

Es el método más conocido a la hora de evaluar proyectos de inversión a largo plazo. También permite determinar si una inversión cumple con el objetivo básico financiero; maximizar la inversión. Así como dicha inversión puede incrementar o reducir el valor. Ese cambio en el valor estimado puede ser positivo, negativo o continuar igual. Si es positivo significará que el valor del proyecto tendrá un incremento equivalente al monto del Valor Presente Neto. Si es negativo quiere decir que el proyecto reducirá su riqueza en el valor que arroje el VPN. Si el resultado del VPN es cero, los encargados no modificarán el monto de su valor.

Es importante tener en cuenta que el valor del Valor Presente Neto depende de las siguientes variables:

La inversión inicial previa, las inversiones durante la operación, los flujos netos de efectivo, la tasa de descuento y el número de períodos que dure el proyecto. Para el presente proyecto se determinó el VPN con una tasa de interés igual a la tasa de rendimiento mínima atractiva, que en el mercado actual es del 11%. El procedimiento a realizar será:

Egresos:

Costo de ejecución (CE)

**Q 2,722,130.00**



Costo de operación y mantenimiento anual (CA)

Q 15,000.00

Costo de operación y mantenimiento

$$VP = CA * \left[ \frac{(1+i)^n - 1}{i * (1+i)^n} \right] = 15,000 * \left[ \frac{(1+0.11)^{20} - 1}{0.11 * (1+0.11)^{20}} \right] = Q 119,449.92$$

### Ingresos:

Pago de conexión domiciliar (ICD)

$$ICD = Q.1525.00 * 283 \text{ viviendas} = Q.431,575.00$$

Pago de tarifa anual (IT)

$$IT = Q.20.00 * 283 \text{ viviendas} * 12 \text{ meses} = Q67,920.00$$

El valor presente neto estará dado por:

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

$$VPN = ICD + IT - CE - CA$$

$$VPN = (Q431,575.00) + (Q67,920.00) - (Q2,722,130.00) - (Q119,449.92)$$

$$VPN = -Q2,422,084.92$$

El valor negativo indica que la inversión inicial no es recuperable, por lo tanto significa que deberá ser proporcionado por alguna institución gubernamental o no gubernamental, en caso contrario el proyecto no podrá ser autosostenible, ahora sin considerar el costo de ejecución, se tiene:

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

$$VPN = ICD + IT - CA$$

$$VPN = (Q431,575.00) + (Q67,920.00) - (Q119,449.92)$$

$$VPN = Q380,045.08$$

### **2.1.26.2 Tasa interna de retorno.**

Es la tasa que iguala el valor presente neto a cero. La tasa interna de retorno también es conocida como la tasa de rentabilidad producto de la reinversión de los flujos netos de efectivo dentro de la operación propia del proyecto y se expresa en porcentaje.

Debido a que el presente proyecto es de carácter social, es imposible obtener una tasa interna de retorno TIR atractiva; por lo que el análisis socioeconómico que se realiza a nivel municipal para este tipo de inversión es de costo/beneficio, éste se determina de la siguiente manera:

$$\text{Costo} = \text{Inversión inicial} - \text{VPN} = \text{Q}2,722,130.00 - \text{Q}380,045.08 = \text{Q}2,342,084.92$$

$$\text{Beneficio} = \text{No. de habitantes beneficiados (a futuro)}$$

$$\text{Costo/beneficio} = \text{Q}2,342,084.92 / 3,498 \text{ habitantes} = \text{Q}669.55/\text{hab.}$$

Las instituciones de inversión social, toman las decisiones con base al valor anteriormente obtenido y las disposiciones económicas que posean.

## **2.2 Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea San José Yalú.**

### **2.2.1 Descripción del proyecto.**

El proyecto consiste en diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable para beneficiar a 161 viviendas actuales, para el primer circuito y, 120 viviendas actuales para el segundo circuito, haciendo un total de 281 viviendas de toda la aldea de San José Yalú.

El sistema contará con captación, tanque de almacenamiento semienterrado con muros por gravedad de concreto ciclópeo, desinfección a base de pastillas de tricloro, red de distribución por ramales abiertos, debido a la forma en cómo están ubicadas las viviendas, en su mayoría dispersa

### **2.2.2 Localización de fuentes de abastecimiento.**

Las fuentes se localizan en las laderas de las montañas del lugar, son de tipo brote definido en ladera.

### **2.2.3 Aforo de las fuentes.**

El aforo de la fuente se realizó por el método volumétrico, obteniendo un caudal total de 1.475 l/s.

### **2.2.4 Calidad del agua.**

Está sometida a variaciones muy pronunciadas de sus características, las cuales pueden ser naturales o alteradas (contaminación hecha por el hombre),

pero el agua a suministrar debe ser sanitariamente segura es decir incolora, inodora e insabora, incapaz de transmitir enfermedades, libre de concentraciones excesivas de sustancias minerales y orgánicas, libre de agentes patógenos. Para conocer las características físicas, químicas y bacteriológicas del agua de las fuentes, se tomaron dos muestras representativas a las que se realizaron los siguientes ensayos.

#### **2.2.4.1 Análisis físico-químico sanitario.**

Este análisis determina las características físicas del agua tales como: aspecto, color, olor, sabor, pH y dureza. Para éste proyecto, el agua es apta para consumo humano, desde el punto de vista de calidad física y química. Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua, ver figura 7 en anexo.

#### **2.2.4.2 Análisis bacteriológico.**

El análisis obtenido del resultado de laboratorio, indican que el número más probable de gérmenes coliformes/100cm<sup>3</sup> tiene un Total de  $>16 \times 10^2$  y Fecal  $>16 \times 10^2$ , 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, ver figura 8 en anexo.

#### **2.2.5 Levantamiento topográfico**

El equipo topográfico utilizado fue: un teodolito marca SOKKISHA, distanciómetro y prisma marca WILD, plomadas, estacas, clavos y pintura.

### **2.2.5.1 Altimetría.**

Se utilizó el método taquimétrico, los resultados se presentan en plano topográfico, ver plano 3 en anexo.

### **2.2.5.2 Planimetría.**

Se utilizó el método de conservación de azimut, para la medición de la planimetría, ver plano 1 en anexo.

## **2.2.6 Criterios de diseño.**

### **2.2.6.1 Período de diseño.**

Tiempo durante el cual una obra va a prestar un servicio eficiente, se empieza a contar a partir de la puesta en operación del sistema, en el presente diseño se adoptó un período de diseño de 20 años.

### **2.2.6.2 Tasa de crecimiento poblacional.**

Según los datos de población del Instituto Nacional de Estadística, obtenido del censo de 2002, la tasa de crecimiento para la Aldea es de 3.68 %.

### 2.2.6.3 Estimación de la población de diseño

En este caso se da un ejemplo de un sector del sistema, según el modelo geométrico:

$$P_f = P_o / (1+r)^n$$

Donde:

$P_f$  = población futura

$P_o$  = población actual según censo realizado en el E.P.S. = 966 hab

$r$  = tasa de crecimiento poblacional con base al censo del INE = 3.68 %

$n$  = período de diseño = 20 años

Sustituyendo valores:

$$P_f = 966 * (1 + 0.0368)^{20} \quad P_f = 1990 \text{ habitantes}$$

### 2.2.6.4 Dotación.

La utilizada para el para la aldea San José Yalú es de 90 lt/hab/día, según especificaciones del INFOM, el factor que se toma en cuenta siempre depende del clima del lugar, así como el nivel de vida, en algunos casos la actividad productiva y costumbres.

## 2.2.7 Determinación de caudales.

### 2.2.7.1 Caudal medio diario(QMD)

Es la cantidad de agua que va a consumir la población durante un día , el cual se expresa también como el promedio de los consumos diarios en el período de un año.

$$QMD = Dot * Población futura / 86400$$

Donde:

**QMD** = caudal medio en L/S

**Dot** = 90 l/Hab/día

**Poblacion** = número de habitantes futuros

Sustituyendo valores:

$$QMD = \frac{(90 \text{ l/Hab/día})(1990 \text{ Hab})}{86400} = 2.073 \text{ l/s}$$

### 2.2.7.2 Caudal máximo diario(QDM).

Se define como el máximo consumo de agua durante 24 horas, en cualquier día de la semana, observado en el período de un año, el factor de caudal máximo diario que se utilizó en el diseño es de 1.2.

$$QDM = QMD * FDM$$

Donde:

$$FDM = 1.2$$

Sustituyendo valores:

$$QDM = 2.07 * 1.2 = 4.14 \text{ l/s}$$

### 2.2.7.3 Caudal máximo horario(QHM).

El caudal máximo horario, se utiliza para diseñar la red de distribución. Se define como el máximo consumo de agua observado durante una hora del día en el período de un año, el factor de caudal máximo horario utilizado, esta en el rango de 2.00.

$$QHM = QMD * FHM$$

Donde:

$$FHM = 2.0$$

Sustituyendo valores:

$$QHM = 2.07 * 2.0 = 4.15 \text{ l/s}$$

### **2.2.8 Parámetros de diseño.**

Los parámetros de diseño para el proyecto se tomaron de la guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales del Instituto de Fomento Municipal INFOM, Organización Panamericana de la Salud(OPS) y Organización Mundial de la Salud(OMS).

### **2.2.9 Diseño de los componentes del sistema.**

#### **2.2.9.1 Captación.**

Se define como obras adecuadas para la captación total o parcial de una fuente de abastecimiento, el cual puede ser: superficial, brote definido y galerías de infiltración, asimismo estarán formados por filtros de piedra y sellos sanitarios, caja de captación y válvulas, los muros se levantaron con mampostería de piedra y la losa de concreto reforzado; dispositivos de desagüe y rebalse con tuberías y accesorios de PVC; contra cuneta y muros de protección. Para este proyecto la fuente existente es de brote definido. Los detalles se presentan en los planos de construcción del apéndice 11

#### **2.2.9.2 Línea de conducción.**

La línea de conducción es un conjunto de tuberías libres o forzadas (presión), que parten de las obras de captación, al tanque de distribución del



sistema. Para el diseño de una línea de conducción por gravedad, se deben tener en cuenta lo siguiente:

- a) Capacidad suficiente para transportar el caudal de día máximo.
- b) La selección del diámetro y clase de la tubería que se empleará deberá ajustarse a la economía, pero se debe tomar en cuenta que si se utiliza tubería PVC, es conveniente usar 125 PSI mínimo, usar 100 PSI, resulta ser muy sensible y débil para sistemas de conducción, la línea de conducción diseñada para el proyecto es de seis metros, debido que la fuente captación se encuentra muy cercana al tanque de distribución. En éste proyecto no se diseñó línea de conducción, ya que el tanque de distribución está inmediato a la fuente de captación.

### **2.2.9.3 Tanque de distribución.**

En todo sistema de Agua potable siempre se diseña tanque de distribución dependiendo del tamaño de la población y la dotación del lugar, que son los factores que determinan el tamaño del mismo, en este caso se diseñaron dos tanques semienterrados, con muros de gravedad perimetrales de concreto ciclópeo.

#### **Determinación del volumen del tanque (VOL)**

En los sistemas por gravedad se debe considerar un volumen de distribución o almacenamiento de 25% al 35% del caudal medio diario o el 25% del caudal máximo diario.

$$QMD = \frac{(90 \text{ l / Hab / día})(1990 \text{ Hab})}{86400} = 2.073 \text{ l / s}$$

$Q = VOL / \text{Tiempo}$ ; en donde:  $VOL = QMD * \text{Tiempo}$

$$VOL = (QMD * 24\text{Hrs} * 3600\text{Seg} * 35\%) / 1000$$

Donde:

VOL. = Volumen del tanque

QMD = Caudal medio diario

En este proyecto se tomó un almacenamiento del 35% del caudal máximo diario.

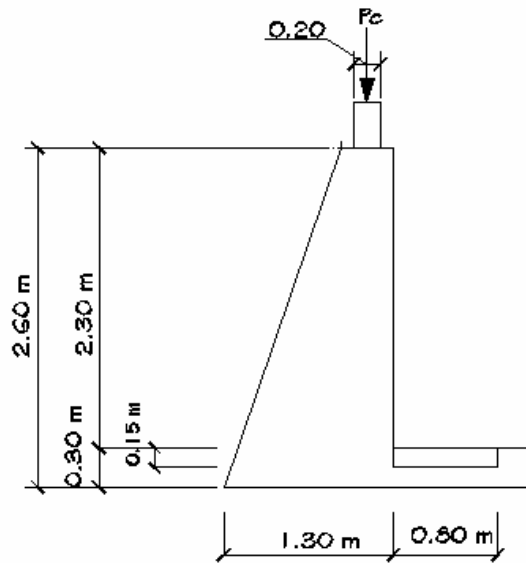
$$VOL = (2.073\text{L/s})(24\text{Hrs})(3600\text{Seg})(35\%) / 1000 = 62.70 \text{ m}^3$$

Capacidad real 70 m.<sup>3</sup> el segundo tanque con capacidad real de 50 m.<sup>3</sup> (ver detalles de tanques en apéndices 6 y 9,)

### **Diseño estructural del tanque**

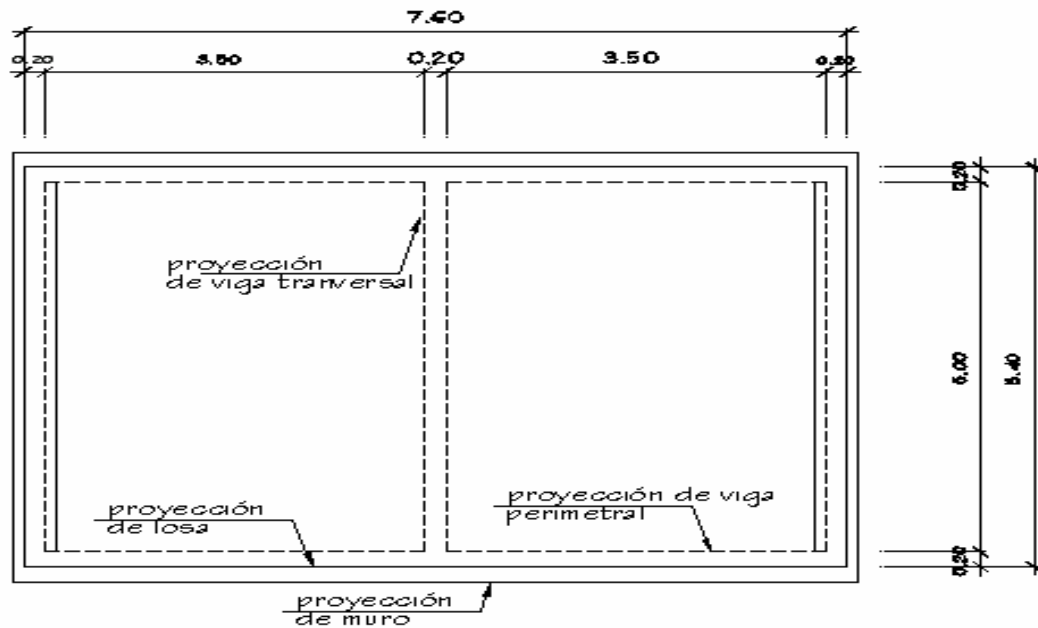
Los tanques de distribución o almacenamiento normalmente se construyen de muros de concreto ciclópeo, concreto reforzado, mampostería reforzada, y cubierta de losa de concreto reforzado, en los tanques elevados, predomina el uso de acero. Debido a las características del terreno y los requerimientos de la red de distribución, los tanques pueden estar totalmente enterrados, semienterrados, superficiales o elevados. En particular el tanque se diseñó con muros de concreto ciclópeo y cubierta de concreto reforzado, semienterrado, siendo la condición crítica cuando se encuentra completamente lleno.

Figura 2. Dimensiones del tanque (perfil)



(perfil)

Figura 3. Dimensiones del tanque (planta)



✓ **Diseño de la losa del tanque de distribución:**

Datos:

$$\begin{array}{lll} a = 3.5 & \text{Carga viva} = 200 \text{ Kg/m}^2 & f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2 \\ b = 5.00 & \gamma_{\text{conc.}} = 2400 \text{ Kg/m}^3 & \text{Peso losa} = 240 \text{ Kg/m}^2 \\ & f_y = 2810 \text{ Kg/cm}^2 & \end{array}$$

**Cálculo de espesor de losa:**

$$t = \frac{\text{Perimetro}}{180} = \frac{17.00}{180} = 0.0944 \quad \text{Se adopta } t = 0.10m$$

$$m = \frac{a}{b} = \frac{3.5}{5.00} = 0.70 > 0.5 \Rightarrow \quad \text{Losa en 2 sentidos}$$

**Integración de cargas últimas:**

$$CU = 1.7CV + 1.4CM$$

$$CU = 1.7(200) + 1.4(240) = 676.00 \text{ Kg / m}^2$$

**Momentos actuantes:**

Para Losa 1 = Losa 2

Momentos negativos

$$M(-)A = 828.10 \text{ Kg} - m$$

$$M(-)B = 626.00 \text{ Kg} - m$$

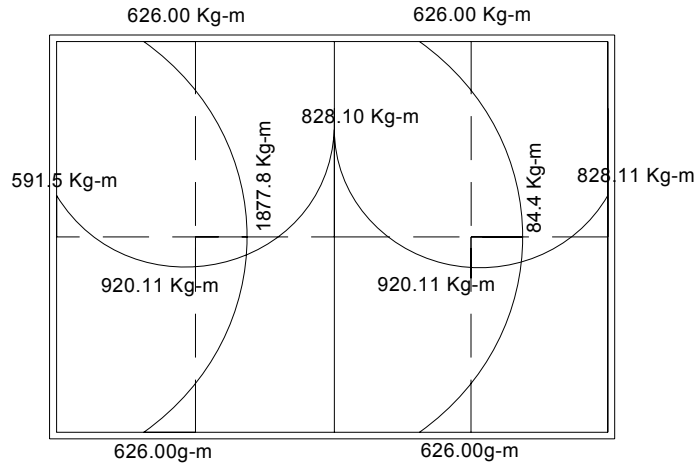
Momentos positivos

$$M(+)A = 920.11 \text{ Kg} - m$$

$$M(+)B = 1877.8 \text{ Kg} - m$$

Al calcular los momentos de la losa quedan de este modo:

**Figura 4. Diagrama de momento último en losa**



Cálculo de peralte efectivo de losa:

Si se asume acero de refuerzo  $\emptyset 3/8''$

$$d = t - Rec - \frac{\phi}{2} = 10 - 2 - 0.5 = 7.5 \text{ cm}$$

Cálculo del refuerzo requerido con los siguientes datos:

$b = 100 \text{ cm}$

$d = 7.5 \text{ cm}$

$$A_{s \min} = \rho_{\min} \times b \times d = \left( \frac{14.1}{2810} \right) \times 100 \times 7.5 = 3.76 \text{ cm}^2$$

$$A_s = \left[ bd - \sqrt{(bd)^2 - \frac{Mu * b}{0.003825 f'c}} \right] * \frac{0.85 * f'c}{f_y}$$

Sustituyendo datos:

$$A_s = \left[ 100 * 7.5 - \sqrt{(100 * 7.5)^2 - \frac{591.50 * 100}{0.003825 * 210}} \right] * \frac{0.85 * 210}{2810} = 3.23 \text{ cm}^2$$

Cálculo de espaciamiento:

$$S = \left( \frac{\text{Área de varilla x base}}{A_s} \right)$$

$$S = \left( \frac{0.71 \text{ cm}^2 \times 100 \text{ cm}}{3.23 \text{ cm}^2} \right) = 21.98 \text{ cm}$$

Utilizar varilla No. 3 @ 0.20 m, en ambos sentidos.

✓ **Diseño de viga de soporte de losas:**

**Según ACI 318-99.**

$$h_{\text{viga}} = L/18.5 = 5.80/18.5 = 0.31 \text{ m}$$

$$b = h/2 = 0.31/2 = 15.50 \text{ cm}$$

Se propone entonces una sección de 0.20 x 0.35 mts.

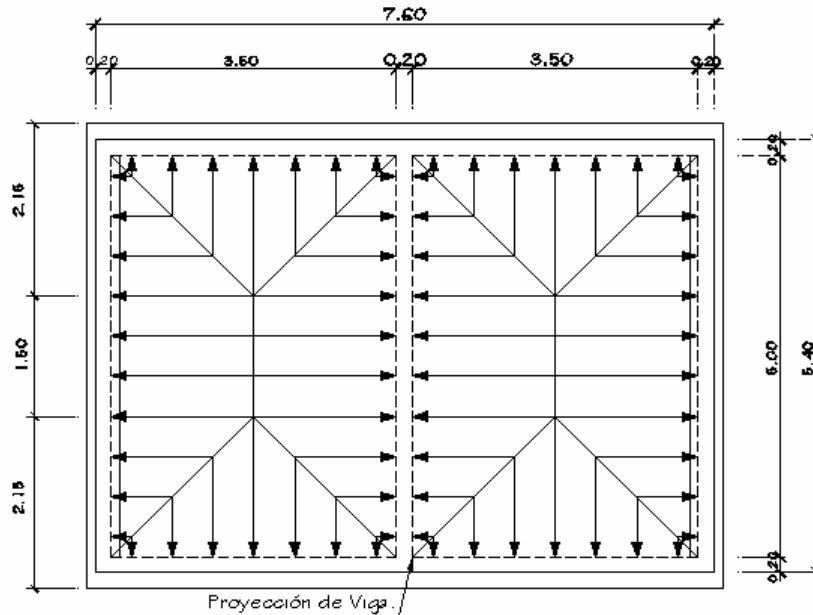
$$b = 20 \text{ cm} \quad \text{Carga de losa} = 676.00 \text{ Kg/cm}^2$$

$$h = 35 \text{ cm} \quad L = 5.80 \text{ m}$$

$$r = 2.5 \text{ cm} \quad f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Área}_1 = \text{área}_2 = 1.90 \text{ m} * 1.95 + (1/2) * 1.95 \text{ m} * 1.95 * 2 = 7.50 \text{ m}^2$$

**Figura 5. Área tributaria sobre muro y vigas**



Cargas sobre Viga:

$$\text{Carga de losa1} = ((7.50 \text{ m}^2)(675 \text{ Kg / m}^2))/(5.80\text{m}) = 874.14 \text{ kg/m.}$$

$$\text{Carga de losa2} = ((7.50 \text{ m}^2)(675 \text{ Kg / m}^2))/(5.80\text{m}) = 874.14 \text{ kg/m.}$$

$$\text{Peso propio} = (2400 \text{ Kg/m}^3)(0.20\text{m})(0.35\text{m})(1\text{m}) = 168.00 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Carga total: } \mathbf{1,916.28 \text{ Kg/m}}$$

$$\text{Momento positivo}(M+) = WL^2/9 = (1916.28\text{kg/m})(5.80\text{m})^2/9 = 2,685.98 \text{ kg-m}$$

$$\text{Momento negativo}(M-) = WL^2/14 = (1916.28\text{kg/m})(5.80\text{m})^2/14 = 5,371.97. \text{ kg-m}$$

$$\text{Corte actuante}(Vu) = WL/2 = (1916.28\text{kg/m})(5.80\text{m})/2 = 5,557.21 \text{ kg}$$

Cálculo de peralte efectivo de viga: proponiendo acero de refuerzo  $\varnothing \frac{1}{2}$  “, y estribo  $\varnothing 3/8$ ”

$$d = t - Rec - \phi_{long} / 2 - \phi_{transv} = 35 - 2.5 - 0.95 - 1.27 / 2 = 30.91 \text{ cm}$$

$$A_{S \min} = \frac{14.1}{2810} * 20 * 30.91 = 3.10 \text{ cm}^2$$

$$A_{sreq} = \left[ bd - \sqrt{(bd)^2 - \frac{Mu * b}{0.003825 f'c}} \right] * \frac{0.85 * f'c}{fy}$$

Para acero negativo = 7.61 cm<sup>2</sup>

Para acero positivo = 3.60 cm<sup>2</sup>

$$A_{S \max} = \rho_{\max} * b * d$$

$$\rho_{\max} = \frac{0.85^2 * 210}{2810} * \frac{6100}{6100 + 2810} = 0.03696$$

$$A_{S \max} = 0.03696 * 20 * 30.91 = 22.85 \text{ cm}^2$$

$$\text{Donde } A_{S \min} \leq A_{S \text{requerido}} \leq A_{S \max}$$

Luego de calcular el As, se procede a colocar varillas de acero de tal forma que el área de ellas supla lo solicitado en los cálculos de As; entonces se ordena la cama superior e inferior de la viga, según lo que indiquen los cálculos.

Para armado usar:

7.30 cm<sup>2</sup> = 3 var No. 4 + 2 var No.5 (para cama superior)

3.46 cm<sup>2</sup> = 3 var No. 4 (para cama inferior)

**Acero transversal** (estribos): El acero transversal se colocó por: armado, mantener el refuerzo longitudinal en la posición deseada y para contrarrestar los esfuerzos de corte, esto último en caso de que la sección de concreto no fuera suficiente para cumplir esta función. El procedimiento a seguir es el siguiente:



- **Cálculo del corte resistente:**

$$V_r = 0.85 * 0.53 * \sqrt{f'_c} * b * d$$

$$V_r = 0.85 * 0.53 * \sqrt{210} * 20 * 30.91 = 4047.5 \text{ Kg}$$

- **Comparar corte resistente con corte último:**

**Si  $V_R \geq V_U$**  la viga necesita estribos sólo por armado

**Si  $V_R < V_U$**  se diseñan estribos por corte

Para este caso  **$V_U > V_R$  (5,557.21 > 4047.5)** necesita estribos por corte

$$A_v = \frac{0.34 * b * S}{f_y}$$

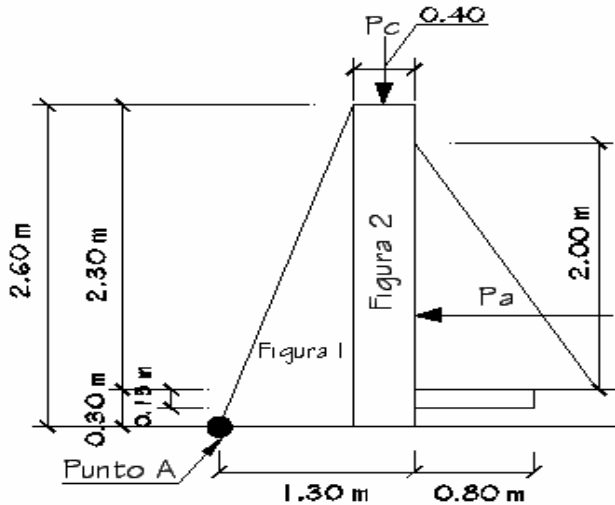
$$\Rightarrow S_{\max} = \frac{d}{2} = \frac{30.91}{2} = 15.45 \text{ cm} \quad \text{Usar No. 3 @ 15cm}$$

- **Diseño del muro del tanque**

**Datos**

- Ángulo de fricción interna ( $\varphi$ ) = 30°
- Peso específico del agua ( $\delta_a$ ) = 1,000 Kg /m<sup>3</sup>
- Peso específico del concreto ( $\delta_c$ ) = 2,400 Kg /m<sup>3</sup>
- Peso específico del concreto ciclópeo ( $\delta_{cc}$ ) = 2,500 Kg /m<sup>3</sup>
- Valor soporte del suelo ( $V_s$ ) = 15,000 Kg /m<sup>2</sup>
- $P_c$  = 1,600 Kg /m<sup>2</sup>

**Figura 6. Diagrama de fuerzas actuantes sobre el muro**



**W como carga puntual**

$$P_c = 1,600 \text{ Kg/m} \cdot 1\text{m} = 1,600.00 \text{ Kg}$$

**Momento que ejerce la carga puntual respecto al punto(A).**

$$M_C = (1,600)(0.90+0.40/2) = 1,760 \text{ Kg} - \text{m}$$

**Fuerza activa( $F_a$ ).**

$$F_a = \rho a \cdot (H^2/2) = (1,000 \text{ Kg/m}^3)((2.00\text{m})/2) = 2,000 \text{ Kg/m}$$

**Momento de volteo respecto del punto(A).**

$$M_{act.} = F_a \cdot ((H/3)+0.30) = (2,000 \text{ Kg/m})((2/3)+0.30) = 1,933.33 \text{ Kg-m}$$

**Tabla VI. Cálculo de momentos respecto al punto(A).**

Figura	W Kg	Brazo(m)	Mom(kg-m)
1	2,925.00	0.6	1,755.00
2	2,600.00	1.1	2,860.00
sumar WR	5,525.00	MR	4,615.00

**Carga total(WT) = Pc + WR.**

$$WT = (1,600 + 5,525)\text{Kg} = 7,125.00 \text{ Kg}$$

**Chequeo estabilidad contra volteo.**

$$FSV = \frac{\sum MR}{\sum Mact} = \frac{(MR+MC)}{Mact} = \frac{(4,615 + 1760)}{1933.33} = 3.297 > 1.5$$

**Chequeo estabilidad contra deslizamiento.**

$$FSD = WT/Fa = 7,125 / 2000 = 3.5625 > 1.5$$

**Verificación de la presión bajo la base del muro, Pmax < Vs, & Pmin > 0.**

$$\text{Excentricidad (ex)} = (b/s)-a$$

$$a = (MR + MC - Mact)/WT = (4,615 + 1,760 - 1,933.33)/7,125 = 0.623$$

$$ex = (\text{base}/2)+a = 0.027$$

**Módulo de sección.**

$$Sx = 1/6*\text{base}^2*\text{Long} = (1/6)(1.30\text{m})^2(1\text{m}) = 0.282 \text{ m}^3$$

**Cálculo de presiones.**

$$P = (WT/A) \pm ((WT*ex)/Sx)$$

$$P_{\text{max}} = (7,125/(2.00*.90)) + ((7,125*0.027)/0.282) = 4,631.41 \text{ Kg/m}^2 < Vs$$

$$P_{\text{min}} = (7,125/(2.00*.90)) - ((7,125*0.027)/0.282) = 3,285.26 \text{ Kg/m}^2 > 0.$$

Las dimensiones del muro resisten las cargas a que están sujetas, los detalles constructivos se muestran en los planos en el apéndice 8.

#### 2.2.9.4 Red de distribución.

Para diseñar la red de distribución, se debe tomar en cuenta algunos factores importantes como por ejemplo, densidad de vivienda, sectorización de la población, ubicación del tanque de distribución, topografía del lugar y la forma en que están ubicadas las viviendas, para determinar el tipo de red correspondiente al lugar, en este caso se utilizó el método de redes abiertas debido a que las viviendas se encuentran dispersas en la población, se tomará en cuenta que el análisis de redes abiertas, es similar al de la conducción, entonces el ejemplo es el siguiente.

Datos:

Tipo de sistema	Abastecimiento de agua
Tramo	De E-NA a E - 5
Distancia horizontal	579.51 m

Vivienda Actuales = 161

Habitante/vivienda = 6 personas

Tasa de Crecimiento = 3.68 %

F.M.H. = 2.00

Dotación = 90 lt/hab/día

Población inicial = (161)(6 personas) = 966 habitantes

Población final =  $P_f = P_o / (1+r)^n = P_f = 966 / (1+0.0368)^{20} = 1,990hab.$

Caudal medio =  $QMD = Dotación * PoblaciónFutura / 86400$

$QMD = (90lt / hab / dia) * (1,990hab) / 86400 = 2.073lt / seg$

Caudal hora máximo =  $QHM = QMD * FMH$

$QHM = (2.073lt / seg) * (2.00) = 4.15lt / seg.$

Con los datos anteriores se diseña el primer tramo del sistema de distribución.

Datos:

Cota inicial = 1001.923m

Cota final = 991.715m

Carga disponible = 1001.923 – 991.715 = 10.21 m

Longitud del tramo = 579.51 m

QHM = 4.15 lt/seg.

Para el diseño se usará tubería PVC, por lo tanto la constante C = 150

Utilizando la fórmula de Hassen & Williams:

$$H_f = \frac{(1743.811) * (L) * (Q)^{1.85}}{(C)^{1.85} * (D)^{4.87}}$$

Asumir hf = 5.21m

Con esta fórmula buscamos el diámetro de tubería.

$$D = \left[ \frac{(1743.811) * (L) * (Q)^{1.85}}{(C)^{1.85} * (H_f)} \right]^{1/4.87}$$

Sustituyendo entonces:

$$D = \left[ \frac{(1743.811) * (579.51m) * (4.15lt / Seg)^{1.85}}{(150)^{1.85} * (5.21m)^{4.87}} \right]^{1/4.87} = 3.12 \text{ pulgadas}$$

Diámetro interno nominal = 3.284 pulgadas de 125 psi

Cota piezométrica (Cp) = cota inicial(del terreno) – pérdida(hf)

Cp = 1001.923m – 4.21 = 996.72 m

Velocidad del flujo:

$$V = \frac{(Q) * (1.974)}{(D_{\text{interno}})^2}$$

$$V = \frac{(4.15 \text{ lit / Seg}) * (1.974)}{(3.284 \text{ pul})^2} = 0.75 \text{ m / s}$$

Con este primer cálculo se obtienen valores aceptables, sin embargo la presión no es la adecuada, a continuación disminuir la pérdida, con esto se aumenta la presión.

Asumir  $h_f = 1.508 \text{ m}$

Con esta fórmula buscamos el diámetro de tubería.

$$D = \left[ \frac{(1743.811) * (L) * (Q)^{1.85}}{(C)^{1.85} * (H_f)} \right]^{1/4.87}$$

Sustituyendo entonces:

$$D = \left[ \frac{(1743.811) * (597.51 \text{ m}) * (4.15 \text{ lit / Seg})^{1.85}}{(150)^{1.85} * (1.508 \text{ m})^{4.87}} \right]^{1/4.87} = 4.02 \text{ pulg adas}$$

Con este valor se puede determinar el diámetro interno Nominal.

Diámetro interno nominal = 4.224 pulgadas de 125 psi

Cota piezométrica ( $C_p$ ) = cota inicial (del terreno) – pérdida ( $h_f$ )

$$C_p = 1001.923 \text{ m} - 1.508 \text{ m} = 1000.42 \text{ m}$$

Velocidad del flujo:

$$V = \frac{(Q) * (1.974)}{(D_{interno})^2}$$

$$V = \frac{(4.15 \text{ lit / Seg}) * (1.974)}{(4.224 \text{ pul})^2} = 0.46 \text{ m / s}$$

Según datos del INFOM, el rango de velocidad debe estar comprendida entre una mínima de 0.4m/s y una máxima de 5.00m/s, también hay que tomar en cuenta que la presión dinámica tiene un rango de 10 y 40 m.c.a., excepto en algunos puntos donde exista poco desnivel, se puede tener un mínimo de 6 m.c.a., los otros tramos se trabajaron de la misma manera.

Tablas VII. Cálculo hidráulico de abastecimiento de agua

EST.	P.O.	LONG.	Cota Terreno		Hf Disponible	Presion Dinamica	hf(m)	Caudal (L/s)	Diam tub (pulg)	Clase (P.S.I.)	Cantidad Tubos	Velocidad (m/s)
			Inicio	Final								
E-NA	E-5	579.51	1001.923	991.715	10.21	8.70	1.51	4.15	4	100	97	0.4467
E-5	R-13	256.96	991.715	991.418	9.00	7.00	2.00	0.57	1 1/2	250	43	0.40
E-5	E-25	407.68	991.715	967.316	33.10	30.80	2.30	2.88	3	125	68	0.53
E-25	E-29	160.74	967.316	960.69	7.43	6.60	0.83	0.95	2	250	27	0.43
E-29	R-58	44.88	990.69	990.253	7.04	5.80	1.24	0.18	3/4	250	7	0.41
E-29	R-59	34.52	990.69	989.445	7.85	6.80	1.05	0.18	3/4	250	6	0.41
E-25	R-51	77.44	967.316	988.434	9.69	8.50	1.19	0.28	1	250	13	0.41
E-25	R-64	114.21	967.316	967.574	30.55	22.00	8.55	0.10	1/2	315	19	0.40
E-25	E-22	49.51	967.316	972.098	26.02	25.50	0.52	1.42	2	160	8	0.58
E-22	E-21	71.14	972.098	975.865	21.74	21.20	0.54	1.16	2	160	12	0.47
E-21	E-20	73.60	975.865	981.12	15.95	15.10	0.85	0.67	1 1/2	160	12	0.43
E-20	R-38	65.00	981.12	989.781	6.44	5.00	1.44	0.36	1	160	11	0.49
E-22	R-45	39.07	972.098	975.187	22.41	21.00	1.41	0.21	3/4	250	7	0.47
E-21	R-44	126.07	975.865	986.126	10.94	9.40	1.54	0.44	1 1/4	250	21	0.40
E-20	E-19	74.53	981.12	989.369	6.85	6.00	0.85	0.10	3/4	250	12	0.24



**Tablas VIII. Cálculo hidráulico de abastecimiento de agua, sector secundario**

EST.	P.O.	LONG.	Cota Terreno		Cota piezométrica		HF Disponible	Presion Dinamica	hf(m)	Caudal		Diam tub (pulg)	Clase (P.S.I.)	Cantida Tubos	Velocidad (m/s)
			Inicio	Final	Inicio	Final				(L/s)	(m³/s)				
R-Na	E-11	444.762	1022.64	1010.297	1022.64	1020.3	12.34	10.00	2.34	3.08	3	125	75	0.56	
E-11	E-12	131.98	1010.297	1005.836	1020.30	1019.34	14.46	13.50	0.96	2.14	2 1/2	160	22	0.60	
E-12	R-94	352.281	1005.836	1011.778	1019.34	1017.28	7.56	5.50	2.06	1.13	2	160	53	0.47	
R-94	R-105	350.241	1011.778	999.038	1017.28	1009.04	18.24	10.00	8.24	0.44	1	160	59	0.60	
E-11	R-15	147.142	1010.297	994.086	1020.3	1016.09	26.21	22.00	4.21	0.54	1 1/4	160	25	0.45	
E-12	E-20	178.324	1005.836	981.12	1019.34	1014.12	38.22	33.00	5.22	0.31	1	160	30	0.43	

### **2.2.9.5 Obras hidráulicas.**

#### **Caja reunidora de cuadal**

Se diseñaron cajas de 1.00 m<sup>3</sup>, para unificar los caudales antes del ingreso al tanque de distribución, son de mampostería de block, válvulas de control antes y después de la caja y rebalse.

#### **Válvulas de compuerta**

Se colocaron con el objetivo de sectorizar o aislar algún tramo del sistema, para inspección, reparación o mantenimiento y no afectar todo el diseño del sistema. Estas válvulas deben ser enterradas y protegidas con cajas de mampostería de block y tapadera de concreto.

### **2.2.9.6 Sistema de desinfección.**

Se utilizará un alimentador automático de tricloro instalado en serie con la tubería de conducción, a la entrada del tanque de distribución.

La cantidad de litros que se tratarán a través del sistema será el caudal de conducción durante un día. Este caudal es de 2.49 ts/seg,

Las tabletas de tricloro son una forma de presentación del cloro: pastillas de 200gramos de peso, 3 pulgadas de diámetro, por 1 pulgada de espesor, con una solución de cloro al 90% y 10% de estabilizador. La velocidad a la que se disuelve en agua en reposo es de 15 gramos en 24 horas. Para determinar la cantidad de tabletas necesarias para clorar el caudal se obtiene mediante la fórmula:

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

Donde: G= Gramos de tricloro  
C= Miligramos por litro deseados  
M= Litros de agua a tratarse por día  
D= Número de días  
%CL= Concentración de cloro

Para los miligramos por litros deseados se utilizó un valor del 0.1% por lo que se obtiene:

$$G = \frac{0.001 * 215,136.00\text{ts/día} * 30\text{días}}{0.9}$$

$$G = 7,171.20 \text{ gramos}$$

Lo cual significa que se necesitan 36 tabletas mensuales. Estas serán colocadas por el encargado de mantenimiento de forma gradual en el alimentador, cuidando de su limpieza una vez al mes. El gasto de operación del sistema de desinfección será tomado en cuenta para la propuesta de tarifa.

### **2.2.10 Programa de operación y mantenimiento**

La municipalidad debe tomar en cuenta este factor, ya que es de suma importancia y considerarse prioritaria, porque ningún sistema de agua potable puede funcionar por si mismo y de manera adecuada si no existiera el mantenimiento indispensable. Por tal razón, se pretende que exista un comité, con capacidad para resolver, de manera inmediata, todos los asuntos técnicos, operativos y administrativos, que se presenten durante el servicio del sistema de agua potable.

La municipalidad por medio de la O.M.P.(Oficina Municipal de Planificación), debe crear un plan que programe el mantenimiento preventivo y correctivo del sistema, que incluya el costo de mantenimiento del sistema así como la protección de la misma, del ambiente o actos de vandalismo.

En la operación y mantenimiento, el encargado debe ser preferiblemente un fontanero, que realice inspecciones periódicas a todos los componentes físicos del sistema, como detectar posibles fugas o que disminuya notablemente el caudal, así como limpieza del sistema de desinfección etc., para garantizar el adecuado funcionamiento de todo el sistema.

### 2.2.11 Propuesta de tarifa.

Para que un proyecto se mantenga en óptimas condiciones, que funcione adecuadamente y pueda cumplir con su cometido se requiere de un fondo de operación y mantenimiento. Esto implica la necesidad de contar con recursos suficientes para operar el sistema, creando una tarifa que cada vivienda deberá cancelar mensualmente.

Costo de operación (O)

Representa el pago mensual al fontanero por revisión de tubería, conexiones domiciliarias, mantenimiento y operación de los sistemas de desinfección. Estimando que recorrerá 3 kilómetros de línea, revisará 20 conexiones, atendiendo el cuidado y limpieza. Además se contempla un factor que representa las prestaciones. Por lo que se tiene:

$$O = 1.43 * \left[ \frac{L_{\text{tubería}} * \text{jornal}}{L_{\text{tubería}/\text{mes}}} + \frac{\#_{\text{conexiones}} * \text{jornal}}{20_{\text{conexiones}/\text{mes}}} + \frac{\text{Mantenimiento} * \text{Jornal}}{30_{\text{días}/\text{mes}}} \right]$$

$$O = 1.43 * \left[ \frac{3.78\text{km} * Q40}{3\text{km}} + \frac{281\text{conexiones} * Q40}{20\text{conexiones}} + \frac{Q40}{30} \right] = Q877.64 / \text{mes}$$

#### Costo de mantenimiento (M)

Este costo se utilizará para la compra de materiales del proyecto, cuando sea necesario sustituir los que estén instalados.

$$M = \frac{0.004 * \text{Costo proyecto}}{20} = \frac{0.004 * Q833,736.00}{20} = Q166.75 / \text{mes}$$

#### Costo de tratamiento (T)

Éste será el que se requiere para la compra y mantenimiento del método de desinfección, mensual.

T = Costo tableta en gramos \* Número de tabletas a utilizar en un mes

$$T = Q0.50/\text{tableta} * 36\text{tabletas} = Q18.00/\text{mes}$$

#### Costo de administración (A)

Representa el fondo que servirá para gastos de papelería, sellos, viáticos, etc. Se estima un 15% de la suma de los anteriores.

$$A = 0.15 * (O + M + T) = 0.15 * (Q877.64 + Q166.75 + Q18.00) = Q159.36 / \text{mes}$$

#### Costo de reserva (R)

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

$$R = 0.12 * (O + M + T) = 0.12 * (Q877.64 + Q166.75 + Q18.00) = Q127.49 / \text{mes}$$

Cálculo de tarifa propuesta (TAR)

$$TAR = \frac{O + M + T + A + R}{\#viviendas}$$

$$TAR = \frac{Q877.64 + Q166.75 + Q18.00 + Q159.36 + Q127.49}{281 \text{ viviendas}} = Q 4.80 / \text{mes}$$

Con estos datos se propone una tarifa mínima de Q5.00 por servicio mensual. Este es un valor accesible para la población, ya que el ingreso promedio diario oscila en Q 45.00.

### **2.2.12 Planos y detalles.**

Los planos constructivos para el sistema de abastecimiento de agua potable se presentan en el apéndice; están conformados por: densidad de vivienda, planta red de distribución, planta perfil de red de distribución, tanque de distribución, detalles estructurales y detalles generales

### **Presupuesto.**

Para el cálculo de éste presupuesto se aplicaron los mismos criterios descritos en el inciso 2.1.24

**Tabla IX. Presupuesto del sistema de abastecimiento de agua potable**

<b>CUADRO DE RENGLONES Y CANTIDADES DE TRABAJO</b> <b>SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE.</b> <b>ALDEA, SAN JOSÉ YALÚ, MUNICIPIO DE SUMPANGO, SACATÉPEQUEZ</b>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

No.	Descripcion de Renglón.	Cantidad	Unidad	Precio Unitario.	TOTAL
<b>1.00</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				
1.01	Levantamiento Topográfico	2,174.24	ML	Q 6.73	Q 14,632.63
1.02	Excavación	1,187.14	M3	Q 61.75	Q 73,305.89
1.03	Relleno	1,187.14	M3	Q 34.31	Q 40,730.77
1.04	Retiro de Material de Desperdicio	500.00	M3	Q 23.86	Q 11,930.00
<b>2.00</b>	<b>INSTALACION DE TUBERIA</b>				
2.01	Tubería PVC Ø 1/2" 315 psi ASTM D2241-00	114.00	ML	Q 14.84	Q 1,691.76
2.02	Tubería PVC Ø 3/4" 250 psi, ASTM D2241-00	192.00	ML	Q 19.32	Q 3,709.44
2.03	Tubería PVC Ø 1" 160 psi, ASTM D2241-00	150.00	ML	Q 18.96	Q 2,844.00
2.04	Tubería PVC Ø 1 1/4" 250 psi, ASTM D2241-00	132.00	ML	Q 32.20	Q 4,250.40
2.05	Tubería PVC Ø 1 1/2" 160 psi, ASTM D2241-00	330.00	ML	Q 30.56	Q 10,084.80
2.06	Tubería PVC Ø 2", 160 psi, ASTM D2241-00	288.00	ML	Q 42.82	Q 12,332.16
2.07	Tubería PVC Ø 3" 125 psi, ASTM D2241-00	414.00	ML	Q 69.97	Q 28,967.58
2.08	Tubería PVC Ø 4" 125 psi, ASTM D2241-00	588.00	ML	Q 107.14	Q 62,998.32
2.09	Accesorios para tuberías	1.00	GLOBAL	Q 5,779.29	Q 5,779.29
2.10	Valvulas de Compuerta con Caja	11.00	UNIDAD	Q 1,884.37	Q 20,728.07
2.11	Tanque de Distribución de 70 m3	1.00	UNIDAD	Q 90,477.86	Q 90,477.86
2.12	Conexión Domiciliar	161.00	UNIDAD	Q 437.15	Q 70,381.15
2.13	Hipoclorador	1.00	UNIDAD	Q 7,627.95	Q 7,627.95
2.14	Captación	1.00	UNIDAD	Q 17,667.93	Q 17,667.93
	<b>TOTAL DEL PROYECTO</b>				<b>Q 480,140.00</b>

<b>TOTAL EN LETRAS</b>	<b>Cuatrocientos ochenta mil, ciento cuarenta quetzales, Exactos</b>
------------------------	----------------------------------------------------------------------

**Tabla X. Presupuesto del sistema de abastecimiento de agua, sector secundario**

<b>CUADRO DE RENGLONES Y CANTIDADES DE TRABAJO, SECTOR SECUNDARIO                  SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE.                  ALDEA, SAN JOSÈ YALÙ. MUNICIPIO DE SUMPANGO, SACATEPÉQUEZ</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

No.	Descripcion de Renglón.	Cantidad	Unidad	Precio Unitario.	TOTAL
<b>1.00</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				
1.01	Levantamiento Topográfico	1,604.73	ML	Q 7.29	Q 11,698.48
1.02	Excavación	876.18	M3	Q 63.77	Q 55,873.99
1.03	Relleno	876.18	M3	Q 36.33	Q 31,831.61
1.04	Retiro de Material de Desperdicio	400.00	M3	Q 23.86	Q 9,544.00
<b>2.00</b>	<b>INSTALACION DE TUBERIA</b>				
2.01	Tubería PVC Ø 1" 160 psi, ASTM D2241-00	546.00	ML	Q 18.15	Q 9,909.90
2.02	Tubería PVC Ø 1 1/4" 160 psi, ASTM D2241-00	156.00	ML	Q 23.87	Q 3,723.72
2.03	Tubería PVC Ø 2", 160 psi, ASTM D2241-00	318.00	ML	Q 40.82	Q 12,980.76
2.04	Tubería PVC Ø 3" 125 psi, ASTM D2241-00	450.00	ML	Q 70.91	Q 31,909.50
2.05	Tubería PVC Ø 2 1/2" 160 psi, ASTM D2241-00	138.00	ML	Q 59.73	Q 8,242.74
2.06	Valvulas de Compuerta con Caja	9.00	UNIDAD	Q 2,068.13	Q 18,613.17
2.07	Tanque de Distribución de 50 m3	1.00	UNIDAD	Q 80,105.34	Q 80,105.34
2.08	Conexión Domiciliar	120.00	UNIDAD	Q 448.89	Q 53,866.80
2.09	Hipoclorador	1.00	UNIDAD	Q 7,627.95	Q 7,627.95
2.10	Captación	1.00	UNIDAD	Q 17,668.04	Q 17,668.04
	<b>TOTAL DEL PROYECTO</b>				<b>Q 353,596.00</b>

<b>TOTAL EN LETRAS</b>	<b>Trecientos cincuenta y tres mil, quinientos noventa y seis, Quetzales Exactos.</b>
------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------



## 2.2.14 Evaluación de impacto ambiental.

El proyecto a desarrollar se caracteriza como un proyecto nuevo. El mayor riesgo durante la ejecución corresponde al producido por movimientos de tierra.

**Tabla XI. Evaluación de impacto ambiental**

Alteraciones	Medidas de mitigación
<i>Sistema atmosférico</i>	
Presencia de partículas en suspensión y polvo.	Riego permanente para humedecer las fuentes de emanación de partículas suspendidas.
	Dotación de equipo de seguridad al personal.
Modificación auditiva por generación de ruidos propios de las actividades.	Realización de trabajos en horas hábiles.
<i>Sistema lítico y edáfico</i>	
Movimiento de tierra, corte y relleno, sin extracción del área de manejo.	Manejo ordenado de volúmenes extraídos.
	Compactación adecuada en áreas de relleno.
<i>Sociedad y cultura</i>	
Inconvenientes en la circulación peatonal y vehicular	Correcta señalización del área de trabajo.
	Previsión de espacio libre para circulación.
<i>Paisaje</i>	
Modificación visual al área de los tanques enterrados.	Implementación de barrera visual con árboles y arbustos propios de la región, alrededor del área de tratamiento de aguas residuales.
<i>Disposición de desechos</i>	
Disposición de excretas y aguas servidas.	Instalación de letrinas móviles, solicitando el servicio de limpieza correspondiente.

## 2.2.15 Evaluación socio-económica.

### 2.2.15.1 Valor presente neto.

Costo de ejecución = Q833,736.00, debido a la característica del proyecto, esta inversión no es recuperable y deberá ser proporcionada por alguna institución, sea o no gubernamental. Para el análisis de VPN, este rubro no se considerará debido a que se analiza si el proyecto es auto sostenible.

Costo de operación y mantenimiento anual (CA)

$$CA=(O+M+T+A+R)*12\text{mese}=(Q877.64+Q116.54+Q18+Q151.83+Q121.46)*12=$$
$$CA = (O+M+T+A+R)*12\text{mese} = Q1,285.47*12\text{meses} = Q15,425.64$$

Tarifa poblacional anual (IA)

$$IA = Q15/\text{vivienda}*281\text{vivienda}*12\text{meses} = Q50,580.00$$

Costo de operación y mantenimiento

$$VP = CA * \left[ \frac{(1+i)^n - 1}{i * (1+i)^n} \right] = 15,425.64 * \left[ \frac{(1+0.11)^{20} - 1}{0.11 * (1+0.11)^{20}} \right] = Q122,839.43$$

Tarifa poblacional

$$VP = IA * \left[ \frac{(1+i)^n - 1}{i * (1+i)^n} \right] = 50,580.00 * \left[ \frac{(1+0.11)^{20} - 1}{0.11 * (1+0.11)^{20}} \right] = Q402,785.14$$

El valor presente neto es el resultado de la sumatoria de ingresos menos egresos, que se realizaran durante el periodo de funcionamiento del sistema.

VPN = ingresos – egresos

VPN = Q402,785.14 – Q122,839.43

VPN = Q279,945.71

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

### **2.2.15.2 Tasa interna de retorno.**

Siendo este proyecto similar al del alcantarillado sanitario, es decir de carácter social no es posible obtener una tasa interna de retorno TIR atractiva; por lo que el análisis socioeconómico que se realiza a nivel municipal para este tipo de inversión es de costo/beneficio, éste se determina de la siguiente manera:

Costo=Inversión inicial – VPN = Q833,736.00 – Q279,945.71 = Q553,790.29

Beneficio = No. de habitantes beneficiados (a futuro)

Costo/beneficio = Q553,790.29 /3,473 habitantes = Q159.45/hab.

Con el dato obtenido anteriormente, el proyecto podrá considerarse favorable para las instituciones que trabajen con la municipalidad.



## CONCLUSIONES

1. La aldea El Chipotón carece de alcantarillado sanitario, las aguas negras corren a flor de tierra, generando olores muy desagradables y provocando contaminación y proliferación de enfermedades de tipo gastro intestinal, sobre todo a la población infantil que es la más afectada, por esta razón, el proyecto sistema de alcantarillado sanitario es de suma importancia, para mejorar el nivel y calidad de vida de los pobladores.
2. El sistema de alcantarillado sanitario de la aldea El Chipotón, es un proyecto que beneficiará a 283 familias, con un costo de Q2,722,130.00, con este proyecto la población estaría solucionando uno de sus mayores problemas de contaminación y presentación.
3. El sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea San José Yalú beneficiará a 281 familias, el proyecto mejorará la calidad de vida de la población por hacer uso de una fuente adecuada y tratada, disminuyendo así los focos de enfermedades que se provocan por el uso de fuentes inadecuadas.
4. A través del Ejercicio Profesional Supervisado, el estudiante superará una etapa más en la carrera, ya que le permite adquirir madurez y experiencia, factores fundamentales para tomar decisiones en el desempeño de la profesión.



## RECOMENDACIONES

A la municipalidad de Sumpango.

1. Llevar a la realidad en el menor tiempo posible, los proyectos de alcantarillado sanitario y abastecimiento de agua, por los beneficios que representa para los pobladores.
2. Capacitar a los miembros del Consejo Comunitario de Desarrollo de cada uno de las aldeas, para el mantenimiento y el buen funcionamiento de ambos proyectos.
3. Todo proyecto de alcantarillado sanitario deberá incluir dentro del sistema, un tratamiento para aguas residuales, para evitar situaciones contrarias a la ley del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.





## BIBLIOGRAFÍA

1. Cabrera, Ricardo Antonio. Apuntes de ingeniería sanitaria 2. Tesis de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala. Mayo 1989.
2. Orozco Hernández, Otto Nery. Diseño de la red de alcantarillado sanitario para la aldea la estancia de la Virgen, el progreso. Tesis de graduación de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala. Octubre 1992.
3. Guía para el sistema de abastecimiento de agua potable a zonas rurales. Instituto de Fomento Municipal - INFOM. Ciudad de Guatemala, junio 1997.
4. Inventario de tecnologías de agua y saneamiento en Guatemala utilizadas en comunidades rurales e indígenas. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Organización Mundial de la Salud.
5. Normas generales para diseño de alcantarillado. Instituto de Fomento Municipal - INFOM. Ciudad de Guatemala, 2001.
6. Normas para exámenes bacteriológico y físico-químico sanitario. Norma COGUANOR 29001 Comisión Guatemalteca de Normas.



## **APÉNDICE**

- RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO SANITARIO Y BACTERIOLÓGICO
- PLANOS DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO
- PLANOS DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE



**Tabla XII. Relaciones Hidráulicas**

q/Q	v/V	a/A	d/D
0.000001	0.019224	0.000054	0.001
0.000005	0.030507	0.000164	0.002
0.000011	0.039963	0.000275	0.003
0.000021	0.048396	0.000434	0.004
0.000034	0.056141	0.000606	0.005
0.000050	0.063377	0.000789	0.006
0.000070	0.070215	0.000997	0.007
0.000093	0.076728	0.001212	0.008
0.000120	0.082970	0.001446	0.009
0.000151	0.088980	0.001697	0.01
0.000185	0.094787	0.001952	0.011
0.000223	0.100417	0.002221	0.012
0.000265	0.105887	0.002503	0.013
0.000311	0.111215	0.002796	0.014
0.000361	0.116413	0.003101	0.015
0.000415	0.121493	0.003416	0.016
0.000473	0.126464	0.003740	0.017
0.000536	0.131335	0.004081	0.018
0.000602	0.136112	0.004423	0.019
0.000672	0.140803	0.004773	0.02
0.000746	0.145412	0.005130	0.021
0.000825	0.149945	0.005502	0.022
0.000908	0.154406	0.005881	0.023
0.000995	0.158800	0.006266	0.024
0.001086	0.163129	0.006657	0.025
0.001182	0.167398	0.007061	0.026
0.001282	0.171609	0.007470	0.027
0.001386	0.175765	0.007886	0.028
0.001495	0.179868	0.008312	0.029
0.001608	0.183921	0.008743	0.03
0.001725	0.187926	0.009179	0.031
0.001847	0.191885	0.009626	0.032
0.001973	0.195800	0.010077	0.033
0.002103	0.199672	0.010532	0.034
0.002238	0.203503	0.010997	0.035
0.002378	0.207295	0.011472	0.036
0.002521	0.211049	0.011945	0.037
0.002670	0.214766	0.012432	0.038
0.002823	0.218448	0.012923	0.039
0.002980	0.222095	0.013418	0.04
0.003142	0.225709	0.013921	0.041
0.003308	0.229291	0.014427	0.042
0.003479	0.232842	0.014941	0.043
0.003654	0.236362	0.015459	0.044
0.003834	0.239853	0.015985	0.045
0.004019	0.243315	0.016518	0.046
0.004208	0.246749	0.017054	0.047
0.004401	0.250157	0.017593	0.048
0.004599	0.253537	0.018139	0.049
0.004802	0.256893	0.018693	0.05

### Continuación.

q/Q	v/V	a/A	d/D
0.005009	0.260223	0.019249	0.051
0.005221	0.263528	0.019812	0.052
0.005438	0.266810	0.020382	0.053
0.005659	0.270068	0.020954	0.054
0.005885	0.273304	0.021533	0.055
0.006115	0.276517	0.022114	0.056
0.006350	0.279709	0.022702	0.057
0.006590	0.282879	0.023296	0.058
0.006834	0.286029	0.023893	0.059
0.007083	0.289158	0.024495	0.06
0.007337	0.292267	0.025104	0.061
0.007595	0.295356	0.025715	0.062
0.007858	0.298427	0.026331	0.063
0.008126	0.301479	0.026954	0.064
0.008398	0.304512	0.027579	0.065
0.008675	0.307527	0.028209	0.066
0.008956	0.310524	0.028842	0.067
0.009243	0.313504	0.029483	0.068
0.009533	0.316466	0.030123	0.069
0.009829	0.319412	0.030772	0.07
0.010129	0.322342	0.031423	0.071
0.010434	0.325255	0.032079	0.072
0.010744	0.328152	0.032741	0.073
0.011058	0.331034	0.033404	0.074
0.011377	0.333900	0.034073	0.075
0.011701	0.336751	0.034747	0.076
0.012029	0.339587	0.035422	0.077
0.012362	0.342408	0.036103	0.078
0.012700	0.345215	0.036789	0.079
0.013043	0.348007	0.037479	0.08
0.013390	0.350786	0.038171	0.081
0.013742	0.353551	0.038869	0.082
0.014098	0.356302	0.039568	0.083
0.014459	0.359039	0.040271	0.084
0.014825	0.361764	0.040980	0.085
0.015196	0.364475	0.041693	0.086
0.015571	0.367173	0.042408	0.087
0.015951	0.369859	0.043127	0.088
0.016336	0.372532	0.043851	0.089
0.016726	0.375193	0.044580	0.09
0.017120	0.377842	0.045310	0.091
0.017518	0.380479	0.046042	0.092
0.017922	0.383103	0.046781	0.093
0.018330	0.385717	0.047522	0.094
0.018746	0.388318	0.048275	0.095
0.019161	0.390908	0.049017	0.096
0.019583	0.393487	0.049768	0.097
0.020010	0.396055	0.050523	0.098
0.020441	0.398611	0.051281	0.099
0.020878	0.401157	0.052044	0.1

## Continuación.

q/Q	v/V	a/A	d/D
0.021319	0.403692	0.052810	0.101
0.021765	0.406216	0.053580	0.102
0.022215	0.408730	0.054351	0.103
0.022670	0.411234	0.055127	0.104
0.023130	0.413727	0.055906	0.105
0.023594	0.416210	0.056688	0.106
0.024063	0.418683	0.057473	0.107
0.024537	0.421146	0.058262	0.108
0.025015	0.423599	0.059053	0.109
0.025498	0.426042	0.059849	0.11
0.025986	0.428476	0.060648	0.111
0.026479	0.430901	0.061450	0.112
0.026976	0.433316	0.062255	0.113
0.027477	0.435721	0.063061	0.114
0.027984	0.438117	0.063873	0.115
0.028495	0.440505	0.064687	0.116
0.029010	0.442883	0.065503	0.117
0.029531	0.445252	0.066324	0.118
0.030056	0.447612	0.067147	0.119
0.030585	0.449964	0.067972	0.12
0.031119	0.452307	0.068801	0.121
0.031658	0.454641	0.069633	0.122
0.032202	0.456967	0.070469	0.123
0.032750	0.459284	0.071307	0.124
0.033302	0.461593	0.072146	0.125
0.033860	0.463893	0.072991	0.126
0.034422	0.466185	0.073838	0.127
0.034988	0.468470	0.074686	0.128
0.035559	0.470746	0.075538	0.129
0.036135	0.473014	0.076393	0.13
0.036715	0.475274	0.077250	0.131
0.037300	0.477526	0.078111	0.132
0.037890	0.479770	0.078975	0.133
0.038484	0.482007	0.079841	0.134
0.039083	0.484236	0.080711	0.135
0.039686	0.486457	0.081582	0.136
0.040294	0.488671	0.082456	0.137
0.040906	0.490877	0.083332	0.138
0.041523	0.493076	0.084212	0.139
0.042145	0.495268	0.085095	0.14
0.042771	0.497452	0.085980	0.141
0.043401	0.499629	0.086866	0.142
0.044036	0.501799	0.087756	0.143
0.044676	0.503961	0.088650	0.144
0.045320	0.506117	0.089545	0.145
0.045969	0.508265	0.090443	0.146
0.046622	0.510407	0.091343	0.147
0.047280	0.512541	0.092246	0.148
0.047943	0.514669	0.093153	0.149
0.048609	0.516790	0.094059	0.15

## Continuación.

q/Q	v/V	a/A	d/D
0.049281	0.518904	0.094971	0.151
0.049956	0.521011	0.095883	0.152
0.050637	0.523112	0.096800	0.153
0.051322	0.525206	0.097718	0.154
0.052011	0.527293	0.098638	0.155
0.052705	0.529374	0.099561	0.156
0.053403	0.531449	0.100486	0.157
0.054106	0.533517	0.101414	0.158
0.054813	0.535578	0.102344	0.159
0.055524	0.537633	0.103275	0.16
0.056240	0.539682	0.104210	0.161
0.056961	0.541725	0.105147	0.162
0.057686	0.543761	0.106087	0.163
0.058415	0.545792	0.107028	0.164
0.059149	0.547816	0.107972	0.165
0.059887	0.549834	0.108918	0.166
0.060630	0.551845	0.109868	0.167
0.061377	0.553851	0.110819	0.168
0.062128	0.555851	0.111771	0.169
0.062884	0.557845	0.112727	0.17
0.063644	0.559833	0.113684	0.171
0.064409	0.561815	0.114645	0.172
0.065178	0.563791	0.115607	0.173
0.065951	0.565762	0.116570	0.174
0.066729	0.567726	0.117537	0.175
0.067511	0.569685	0.118506	0.176
0.068298	0.571638	0.119478	0.177
0.069088	0.573586	0.120449	0.178
0.069883	0.575528	0.121424	0.179
0.070683	0.577464	0.122402	0.18
0.071487	0.579395	0.123382	0.181
0.072295	0.581320	0.124364	0.182
0.073107	0.583240	0.125346	0.183
0.073924	0.585154	0.126333	0.184
0.074745	0.587063	0.127320	0.185
0.075570	0.588966	0.128310	0.186
0.076400	0.590864	0.129302	0.187
0.077234	0.592756	0.130296	0.188
0.078072	0.594644	0.131292	0.189
0.078914	0.596526	0.132289	0.19
0.079761	0.598402	0.133290	0.191
0.080612	0.600274	0.134292	0.192
0.081467	0.602140	0.135296	0.193
0.082326	0.604001	0.136301	0.194
0.083190	0.605857	0.137310	0.195
0.084058	0.607708	0.138320	0.196
0.084930	0.609553	0.139332	0.197
0.085806	0.611394	0.140345	0.198
0.086687	0.613230	0.141361	0.199
0.087571	0.615060	0.142378	0.2



## Figura 7. Análisis físico químico sanitario



**LABORATORIO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA**  
**ESCUELA REGIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y RECURSOS HIDRÁULICOS (ERIS) -CENTRO**  
**DE INVESTIGACIONES ( CII )**  
**DE LA FACULTAD DE INGENIERIA**  
**CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12**

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO				INF. No. 23028	
O.T. No. 22 470					
INTERESADO:	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>	PROYECTO:	<b>CONTROL DE CALIDAD</b>		
RECOLECTADA POR:	<u>Edgar Zapeta</u>	DEPENDENCIA:	USAC		
LUGAR DE RECOLECCIÓN:	<u>San José Yalú</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	2007-11-13; 11 h 45 min.		
FUENTE:	<u>Nacimiento de agua</u>		2007-11-13; 13 h 55 min.		
MUNICIPIO:	<u>Sumpango</u>	CONDICIÓN DEL TRANSPORTE:	<u>Sin refrigeración</u>		
DEPARTAMENTO:	<u>Sacatepéquez</u>				
RESULTADOS					
1. ASPECTO:	<u>Claro</u>	4. OLOR:	<u>Inodora</u>	7. TEMPERATURA: (En el momento de recolección) <u>-- ° C</u>	
2. COLOR:	<u>07,00 Unidades</u>	5. SABOR:	<u>-----</u>	8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA <u>155,00 µmhos/cm</u>	
3. TURBIEDAD:	<u>03,79 UNT</u>	6.potencial de Hidrógeno (pH):	<u>07,40 unidades</u>		
SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/l.	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONIACO (NH <sub>3</sub> )	00,22	6. CLORUROS (Cl)	06,00	11. SOLIDOS TOTALES	100,00
2. NITRITOS (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	00,0036	7. FLUORUROS ( F )	00,10	12. SOLIDOS VOLÁTILES	12,00
3. NITRATOS (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	04,84	8. SULFATOS (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	07,00	13. SOLIDOS FJOS	88,00
4. CLORO RESIDUAL	----	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,07	14. SOLIDOS EN SUSPENSIÓN	06,00
5. MANGANESO (Mn)	00,010	10. DUREZA TOTAL	64,00	15. SOLIDOS DISUELTOS	82,00
ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)					
HIDROXIDOS mg/L	CARBONATOS mg/L	BICARBONATOS mg/L	ALCALINIDAD TOTAL mg/L		
00,00	00,00	78,00	78,00		

**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, 2007-11-16

Vo.Bo.

Ing. Oswaldo Romeo Escobar Álvarez  
**DIRECTOR CII/USAC**

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



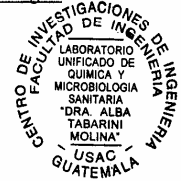


## Figura 8. Examen bacteriológico

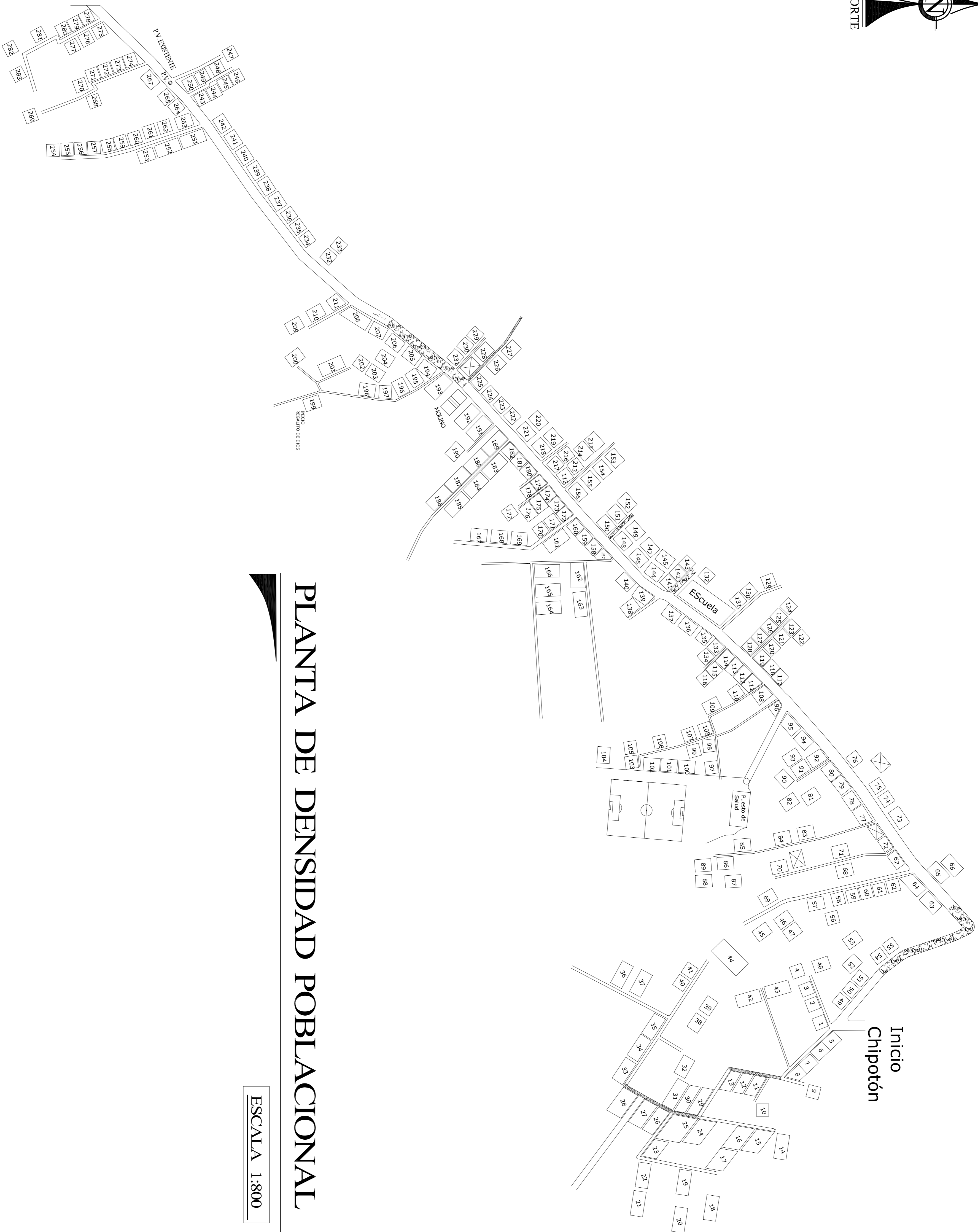
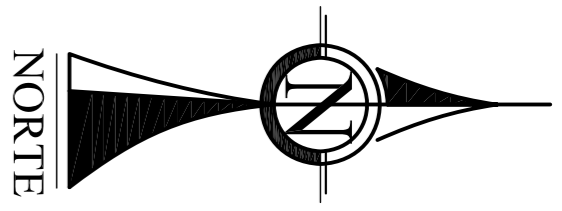


LABORATORIO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA  
 "DOCTORA ALBA TABARINI MOLINA"  
 CENTRO DE INVESTIGACIONES (CI)  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12

EXAMEN BACTERIOLOGICO			
<b>O.T. No.22470</b>		<b>INF. No.A-294 859</b>	
INTERESADO	<u>FACULTAD DE INGENIERÍA</u>	PROYECTO:	<u>CONTROL DE CALIDAD DE AGUA</u>
MUESTRA RECOLECTADA POR	<u>Edgar Zapeta</u>	DEPENDENCIA:	<u>USAC</u>
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:	<u>San José Yalú</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	<u>2007-11-13; 11 h 45 min.</u>
FUENTE:	<u>Nacimiento de agua</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	<u>2007-11-13; 13 h 55 min</u>
MUNICIPIO:	<u>Sumpango</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE:	<u>En refrigeración</u>
DEPARTAMENTO:	<u>Sacatepéquez</u>	SABOR:	<u>-----</u> SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN <u>Lig. cantidad</u>
ASPECTO:	<u>Clara</u>	CLORO RESIDUAL	<u>-----</u>
OLOR:	<u>Inodora</u>		
INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)			
		PRUEBA CONFIRMATIVA	
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION 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>	+++++	+++++	+++++
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm <sup>3</sup>		≥ 16 x 10 <sup>2</sup>	≥ 16 x 10 <sup>2</sup>
<b>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.</b>			
<b>CONCLUSIÓN:</b> <u>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.</u>			
Guatemala, <u>2007-11-16</u>			
Vo.Bo.  Ing. Oswaldo Romeo Escobar Alvarez DIRECTOR CIUSAC	 Zenón Muck Santos Ing. Químico Col. No. 420 M. Sc. en Ingeniería Sanitaria Jefe Técnico Laboratorio		







# PLANTA DE DENSIDAD POBLACIONAL

ESCALA 1:800

## SIMBOLOGIA.

	ESCUELA
	IGLESIA EVANGÉLICA
	MOLINO DE MIXTAMAL
	VIVIENDAS
	PUESTO DE SALUD
	CANCHA DEPORTIVA
	POZO DE VISTA EXISTENTE
	SECTOR DE CONCRETO
	SECTOR DE EMPERADO

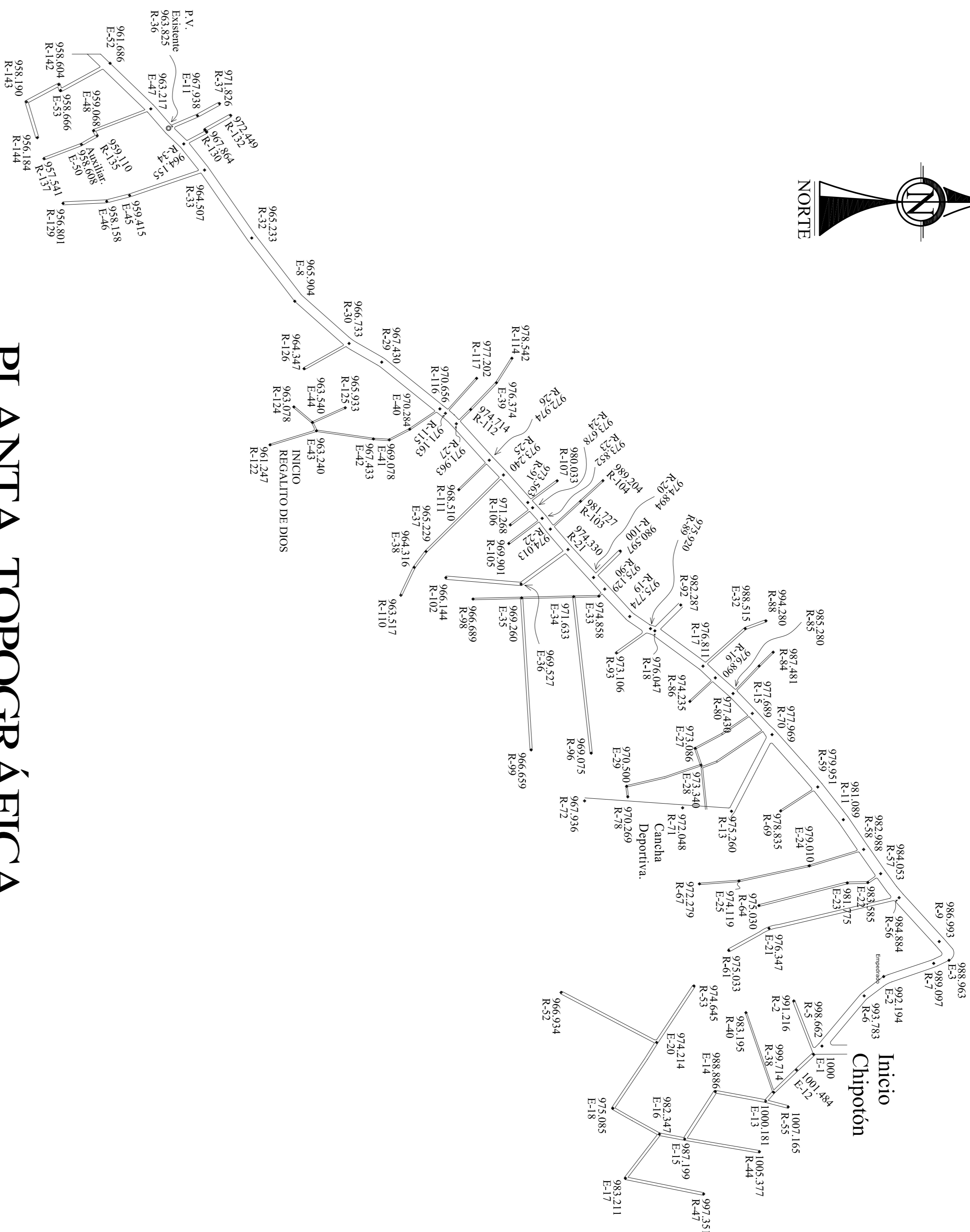
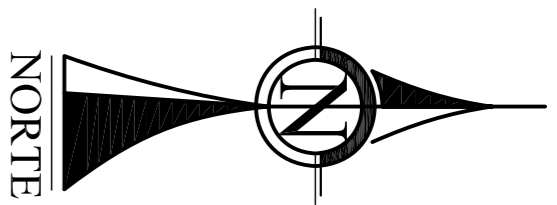
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
 MUNICIPALIDAD DE SUMPANCO SACATEPEQUEZ

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ACANTARILLADO SANITARIO  
 PARA LA ALDEA EL CHIPOTÓN

CONVENIO: PLANTA DE DENSIDAD POBLACIONAL

CALCULO Y DISEÑO	EXCAR ZARATEA REYNOSO	ESCALA	INDICADA
DIBUJO	EXCAR ZARATEA REYNOSO	FECHA	
SUPERVISOR	ING. JUAN MERCK COS.	CARTEL	196 - 21654

F.) ING. JUAN MERCK COS. V. G. B. MUNICIPALIDAD DE SUMPANCO		HOJA	1
			15



# PLANTA TOPOGRÁFICA.

ESCALA 1:2.000

EST.	P.O.	DISTANCIA HORIZONTAL	AZIMUTH
E-1	E-12	15.16	136° 58' 01"
E-12	R-38	20.958	136° 07' 59"
R-38	E-13	7.8	131° 27' 48"
E-13	R-41	7.830	190° 57' 00"
R-41	E-14	27.750	190° 29' 37"
E-14	E-15	36.990	122° 54' 00"
E-15	E-16	16.892	190° 48' 00"
E-16	E-51	21.893	208° 48' 00"
E-51	E-18	13.00	303° 58' 59"
E-18	E-19	37.894	303° 21' 00"
E-19	E-20	13.932	302° 30' 00"
E-20	R-53	44.393	303° 30' 00"

EST.	P.O.	DISTANCIA HORIZONTAL	AZIMUTH
E-15	R-44	49.71	09° 39' 00"

EST.	P.O.	DISTANCIA HORIZONTAL	AZIMUTH
E-16	E-17	36.44	127° 38' 00"
E-17	R-47	52.28	11° 22' 59"

EST.	P.O.	DISTANCIA HORIZONTAL	AZIMUTH
E-20	R-52	70.67	207° 37' 00"
E-20	R-72	126.56	276° 58' 55"

EST.	P.O.	DISTANCIA HORIZONTAL	AZIMUTH
E-1	R-5	7.736	315° 55' 1"
R-5	R-6	43.01	310° 03' 28"
R-6	E-2	18.02	315° 20' 16"
E-2	R-7	33.916	345° 16' 01"
R-7	E-3	10.24	348° 34' 23"
E-3	R-9	13.889	242° 27' 00"
R-9	R-96	48.37	227° 48' 10"
R-96	R-57	19.88	232° 28' 53"
R-57	R-58	19.42	234° 57' 49"
R-58	R-59	50.85	233° 40' 44"
R-59	R-70	45.57	228° 53' 05"
R-70	R-79	5.6	226° 54' 07"
R-79	R-15	13.36	227° 01' 47"
R-15	R-80	18.17	225° 58' 02"
R-80	R-16	15.53	221° 26' 50"
R-16	R-17	11.12	223° 33' 24"
R-17	R-18	39.19	216° 16' 03"
R-18	R-89	3.18	205° 32' 42"
R-89	R-19	15.79	210° 12' 42"
R-19	R-90	24.33	227° 37' 13"
R-90	R-20	10.57	226° 24' 51"
R-20	R-21	24.84	227° 26' 56"
R-21	R-22	17.73	229° 12' 10"
R-22	R-23	8.86	232° 44' 16"
R-23	R-24	9.37	228° 01' 17"
R-24	R-91	4.66	227° 38' 09"
R-91	R-25	24.12	228° 28' 47"
R-25	R-26	13.43	226° 13' 46"
R-26	R-27	32.21	227° 50' 42"
R-27	R-115	9.92	223° 47' 11"
R-115	R-116	4.63	218° 41' 03"
R-116	R-29	48.94	218° 46' 25"
R-29	R-30	24.66	209° 47' 42"
R-30	E-08	45.12	217° 52' 05"
E-08	R-32	50.16	235° 46' 01"
R-32	R-33	54.27	235° 13' 16"
R-33	R-34	24.88	231° 32' 15"
R-34	R-36	14.33	225° 47' 46"

EST.	P.O.	DISTANCIA HORIZONTAL	AZIMUTH
R-36	E-47	17.23	227° 33' 28"
E-47	E-52	40.08	228° 12' 14"
E-52	E-53	37.006	151° 19' 59"
E-53	R-142	3.91	252° 58' 01"
R-142	R-143	24.00	151° 52' 42"
R-143	R-144	24.49	73° 15' 16"

EST.	P.O.	DISTANCIA HORIZONTAL	AZIMUTH
E-47	E-48	40.099	159° 05' 00"
E-48	R-135	4.001	056° 13' 01"
R-135	E-50	11.760	150° 42' 41"
E-50	R-137	26.277	159° 42' 41"

EST.	P.O.	DISTANCIA HORIZONTAL	AZIMUTH
R-56	E-21	87.666	166° 43' 59"
E-21	R-51	30.098	151° 19' 1"

EST.	P.O.	DISTANCIA HORIZONTAL	AZIMUTH
R-57	E-22	10.224	145° 12' 00"
E-22	E-23	13.523	179° 07' 00"
E-23	R-64	59.829	166° 36' 29"

EST.	P.O.	DISTANCIA HORIZONTAL	AZIMUTH
R-59	R-69	29.00	147° 04' 01"

EST.	P.O.	DISTANCIA HORIZONTAL	AZIMUTH
R-70	R-13	56.89	117° 53' 31"
R-13	R-71	32.125	183° 58' 31"
R-71	R-72	64.46	184° 02' 29"

EST.	P.O.	DISTANCIA HORIZONTAL	AZIMUTH
R-15	E-26	24.02	146° 47' 00"
E-26	E-27	19.95	151° 56' 60"
E-27	E-28	11.61	70° 40' 59"
E-28	R-76	24.74	161° 07' 59"
R-76	E-29	26.12	168° 52' 40"
E-29	R-78	6.951	83° 25' 59"

EST.	P.O.	DISTANCIA HORIZONTAL	AZIMUTH
R-80	R-95	24.848	133° 58' 13"
R-95	R-94	12.96	315° 32' 29"

EST.	P.O.	DISTANCIA HORIZONTAL	AZIMUTH
R-16	R-96	22.741	137° 08' 00"

EST.	P.O.	DISTANCIA HORIZONTAL	AZIMUTH
R-17	E-32	37.055	318° 10' 59"
E-32	R-88	14.556	339° 49' 01"

EST.	P.O.	DISTANCIA HORIZONTAL	AZIMUTH
R-18	R-82	23.988	315° 05' 00"

EST.	P.O.	DISTANCIA HORIZONTAL	AZIMUTH
R-89	R-93	27.469	144° 34' 01"

EST.	P.O.	DISTANCIA HORIZONTAL	AZIMUTH
R-90	E-33	5.955	129° 19' 59"
E-33	E-34	16.551	178° 56' 00"
E-34	E-35	34.177	178° 38' 00"
E-35	R-98	31.882	178° 37' 59"

EST.	P.O.	DISTANCIA HORIZONTAL	AZIMUTH
E-34	R-96	103.294	83° 37' 58"

EST.	P.O.	DISTANCIA HORIZONTAL	AZIMUTH
E-35	R-99	99.898	86° 25' 01"

EST.	P.O.	DISTANCIA HORIZONTAL	AZIMUTH
R-20	R-100	24.616	315° 22' 01"

EST.	P.O.	DISTANCIA HORIZONTAL	AZIMUTH
R-21	E-36	38.187	143° 47' 00"
E-36	R-102	49.456	184° 48' 00"

EST.	P.O.	DISTANCIA HORIZONTAL	AZIMUTH
R-22	R-103	26.909	317° 21' 00"
R-103	R-104	20.01	317° 25' 39"

EST.	P.O.	DISTANCIA HORIZONTAL	AZIMUTH
R-23	R-105	27.39	142° 58' 59"

EST.	P.O.	DISTANCIA HORIZONTAL	AZIMUTH
R-24	R-106	18.484	142° 25' 59"

EST.	P.O.	DISTANCIA HORIZONTAL	AZIMUTH
R-91	R-107	23.928	323° 30' 00"

EST.	P.O.	DISTANCIA HORIZONTAL	AZIMUTH
R-25	E-37	71.428	135° 22' 01"
E-37	E-38	12.939	129° 44' 00"
E-38	R-110	20.294	115° 24' 00"

EST.	P.O.	DISTANCIA HORIZONTAL	AZIMUTH
R-26	R-111	27.820	135° 54' 00"

EST.	P.O.	DISTANCIA HORIZONTAL	AZIMUTH
R-27	E-39	13.261	315° 69' 00"
E-39	R-112	24.39	313° 54' 54"
R-112	R-114	18.988	302° 16' 59"

EST.	P.O.	DISTANCIA HORIZONTAL	AZIMUTH
R-115	R-117	30.748	311° 45' 00"

EST.	P.O.	DISTANCIA HORIZONTAL	AZIMUTH
R-116	E-40	23.851	148° 01' 00"
E-40	E-41	15.134	152° 27' 00"
E-41	E-42	10.415	183° 25' 01"
E-42	E-43	37.771	188° 12' 00"
E-43	E-44	6.021	243° 40' 00"
E-44	R-125	23.679	339° 49' 01"

EST.	P.O.	DISTANCIA HORIZONTAL	AZIMUTH
R-43	R-122	31.792	163° 60' 00"

EST.	P.O.	DISTANCIA HORIZONTAL	AZIMUTH
R-44	R-124	15.862	220° 10' 01"

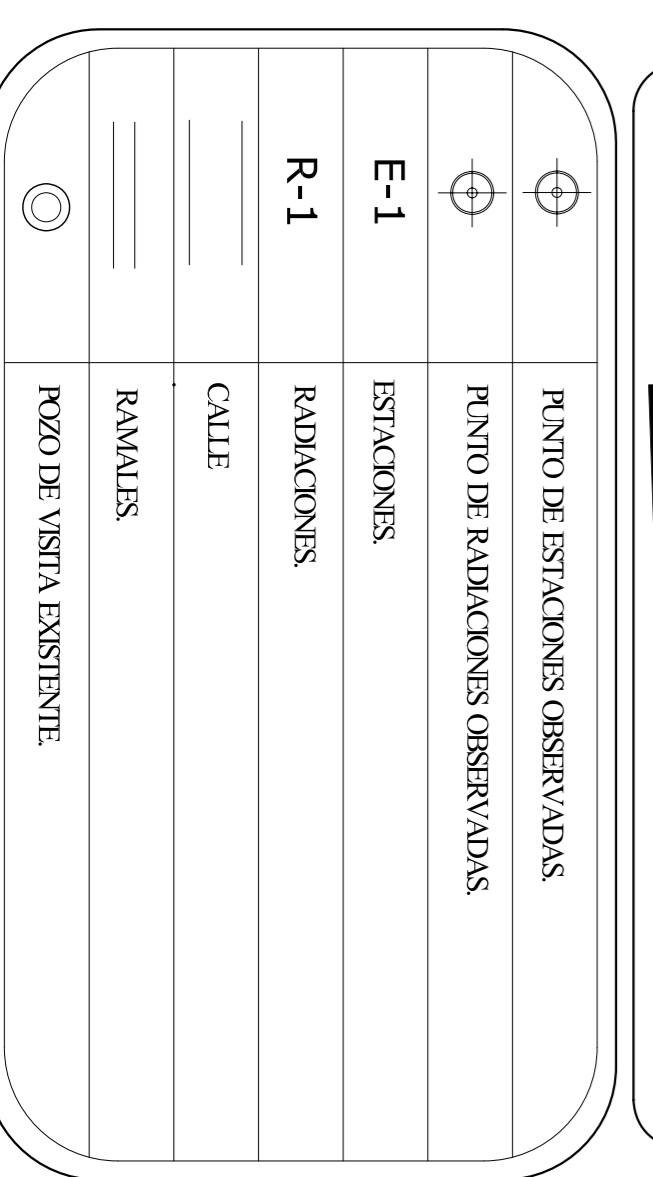
EST.	P.O.	DISTANCIA HORIZONTAL	AZIMUTH
R-30	R-126	33.829	150° 42' 00"

EST.	P.O.	DISTANCIA HORIZONTAL	AZIMUTH
R-33	E-45	51.903	161° 17' 00"
E-45	E-46	15.483	165° 34' 00"
E-46	R-129	28.675	177° 18' 00"

EST.	P.O.	DISTANCIA HORIZONTAL	AZIMUTH
R-34	R-130	16.790	332° 07' 59"
R-130	R-131	1.680	239° 58' 55"
R-131	R-132	19.230	330° 45' 26"

EST.	P.O.	DISTANCIA HORIZONTAL	AZIMUTH
R-36	E-11	20.680	339° 29' 05"
E-11	R-37	16.470	331° 19' 59"

## SIMBOLOGIA.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.  
 FACULTAD DE INGENIERIA.  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISOR.  
 MUNICIPALIDAD DE SIMPANGO SACATEPEQUEZ.

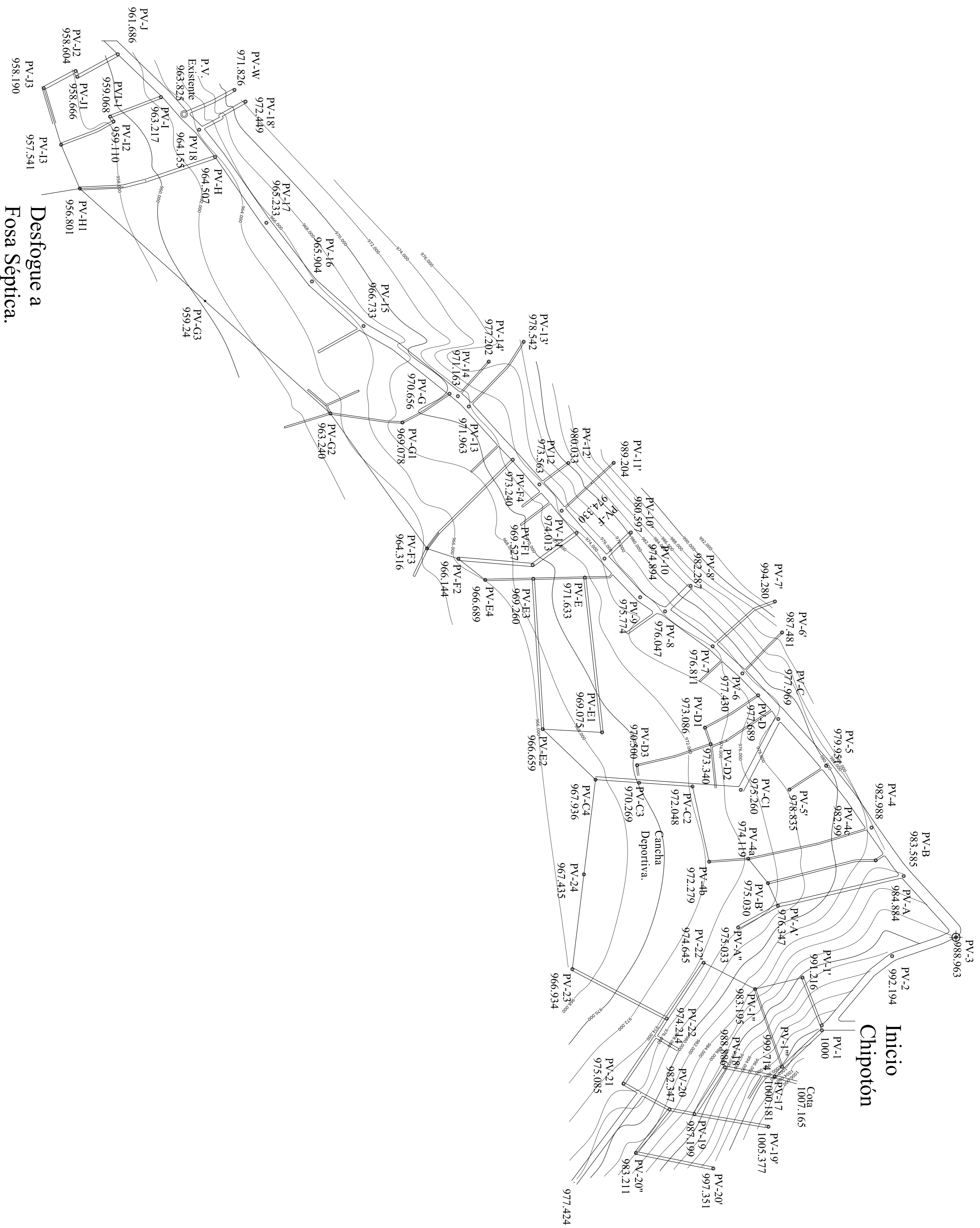
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA EL CHIPOTÓN.

CONTENIDO		PLANTA TOPOGRÁFICA.	
CALCULO Y BARRIO	EDGAR ZAVETA REYNOSO	ESCALA	INDICADA
DEBUTA	EDGAR ZAVETA REYNOSO	FECHA	
SUPERVISOR	ING. JUAN MAREK COS.	CORRETE	196 - 2164
		HOJA	2
			15

(1) ING. JUAN MAREK COS. V.A.B. MUNICIPALIDAD DE SIMPANGO

### SIMBOLOGIA.

	SISTEMA TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
	TUBERÍA PVC
	POZOS DE VISITA (PV)
	SENTIDO DEL FLUIJO
	CALLE
	INICIO DE RAMAL
	NÚMERO DE POZO DE VISITA
	COTA DEL TERRENO
	LONGITUD DE TUBERÍA METROS



# PLANTA DE CURVAS DE NIVEL.

ESCALA 1:1,500

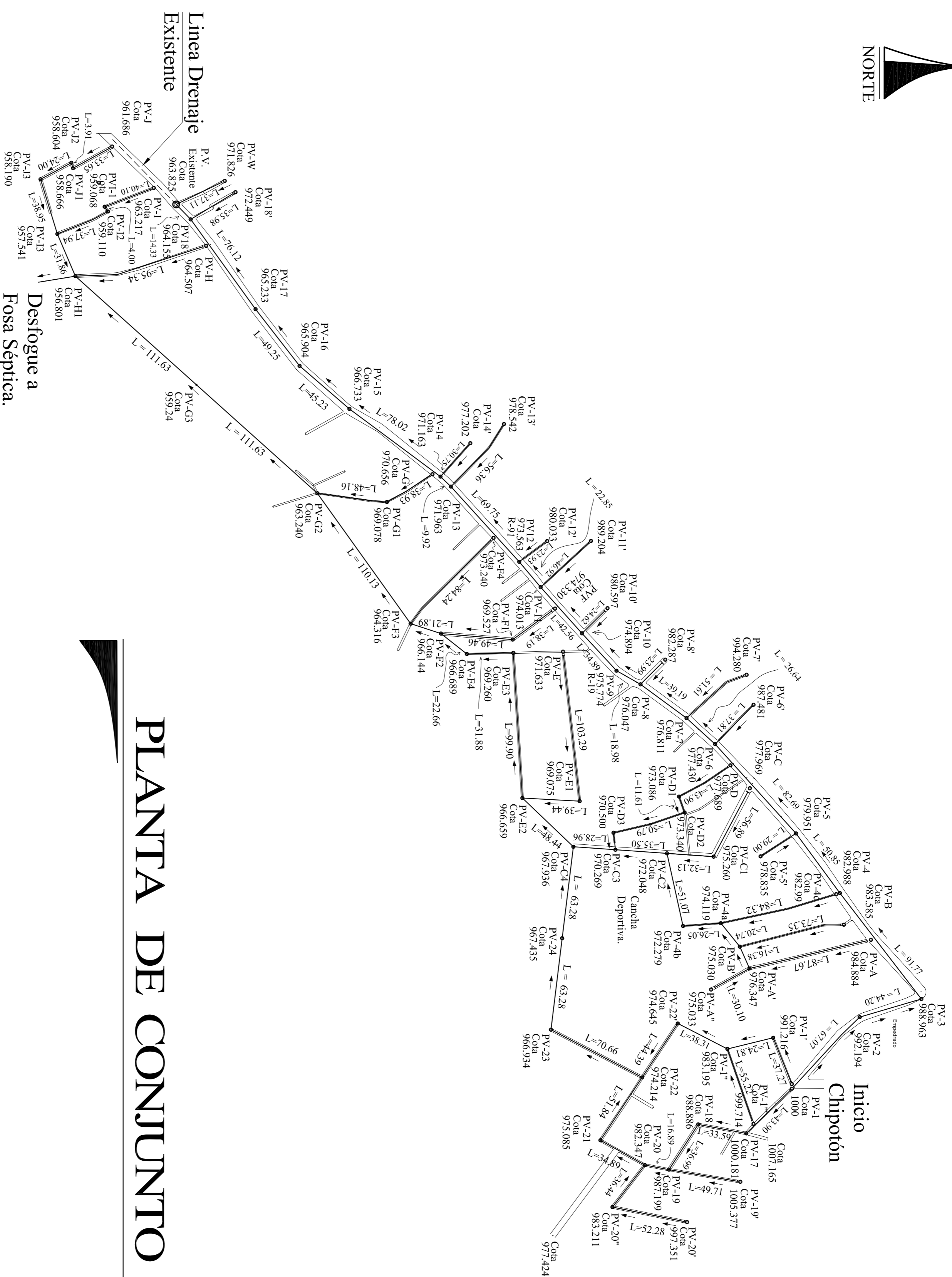
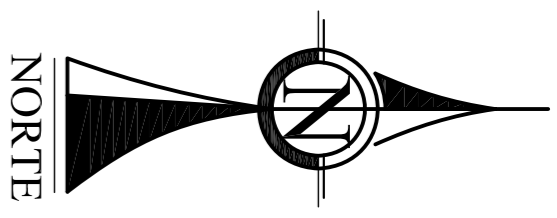
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FAKULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERIOR  
MUNICIPALIDAD DE SUMPANCO SACATEBQUEZ

PROYECTO  
DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO  
PARA LA ALDEA EL CHIPOTÓN.

CONTENIDO	PLANTA DE CURVAS DE NIVEL.	ESCALA	INDICADA
CALCULO Y TRAZADO	EDGAR ZARTEA REVINOSO.	FECHA	
DEBIDO	EDGAR ZARTEA REVINOSO.	CARTEL	196-2168
SUPERVISOR	ING. JUAN MERCK COS		
		HOJA	3
			15

(1) ING. JUAN MERCK COS. No. de MUNICIPALIDAD: SUMPANCO



# PLANTA DE CONJUNTO HIDRÁULICO.

ESCALA 1:2.000

## SIMBOLOGIA.

	SISTEMA TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
	TUBERÍA PVC
	POZOS DE VISITA (PV)
	SENTIDO DEL FLUIJO
	CALLE
	INICIO DE RAMAL
	NÚMERO DE POZO DE VISITA
	COJA DEL TERRENO
	LONGITUD DE TUBERÍA METROS

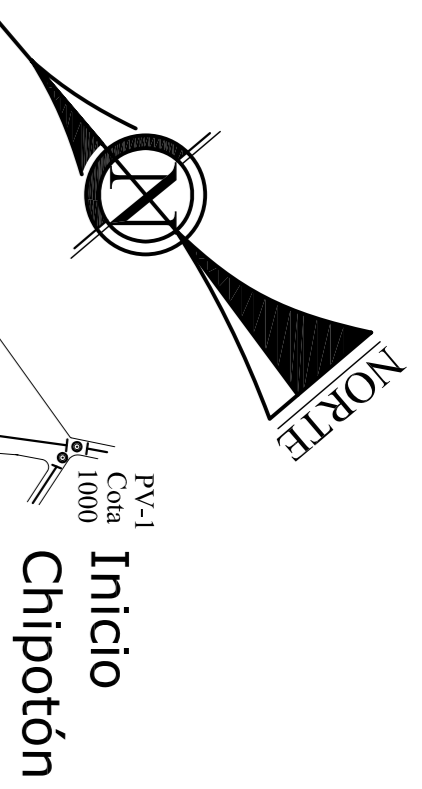
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FAKULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
MUNICIPALIDAD DE SUMPANCO SACATEPEQUEZ

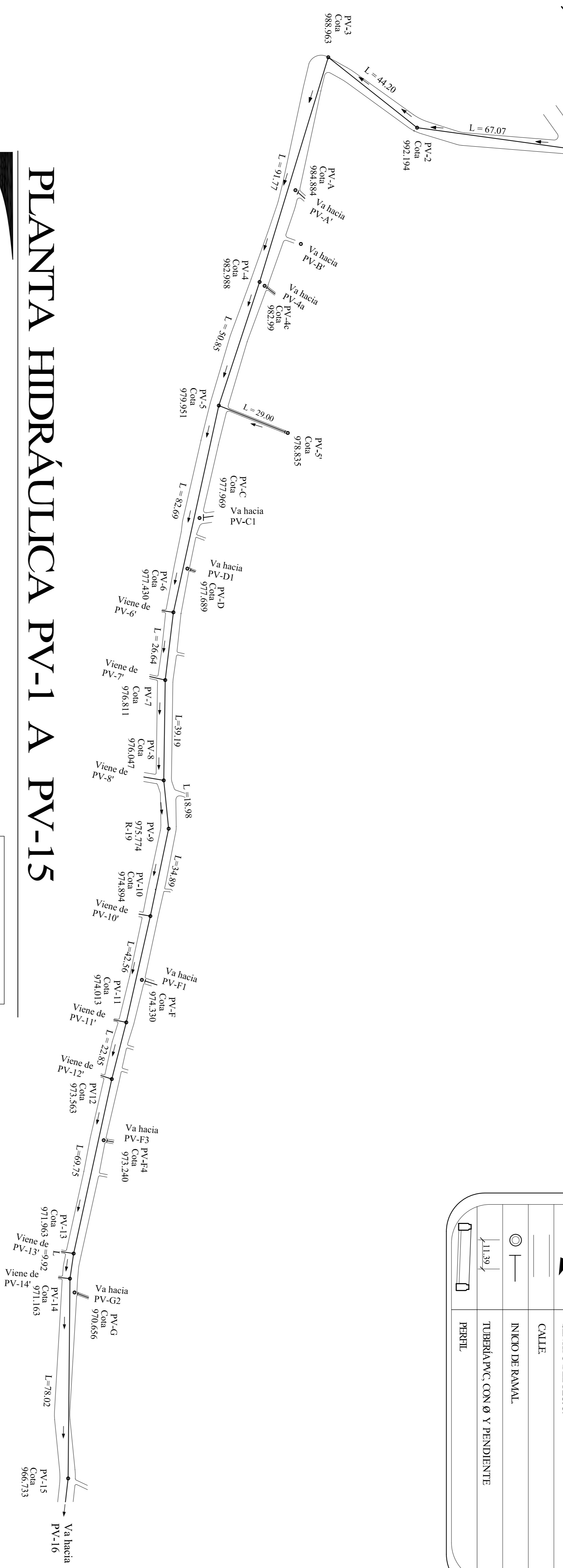
PROYECTO  
DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO  
PARA LA ALDEA EL CHIPOTÓN

CONTENIDO	PLANTA DE CONJUNTO HIDRÁULICO.	ESCALA	INDICADA
CALCULO Y TIRSENIO	EDGAR ZARTEA REYNOSO.	FECHA	
DEBIDO	EDGAR ZARTEA REYNOSO.	CARTEL	196 - 2064
SUPERVISOR	ING. JUAN MERCK COS		
PROYECTO	ING. JUAN MERCK COS	HOJA	4
ANSORR DE EPS	MUNICIPALIDAD DE SUMPANCO		15





Inicio  
Chipotón



# PLANTA HIDRÁULICA PV-1 A PV-15

ESCALA 1:1.000

## SIMBOLOGIA.

	COTA DE TERRENO
	TUBERÍA PVC CON Ø INDICADO
	POZOS DE VISTA (PV)
	SENTIDO DEL FLUJO
	CALLE
	INICIO DE RAMAL
	TUBERÍA PVC CON Ø Y PENDIENTE
	PERFIL

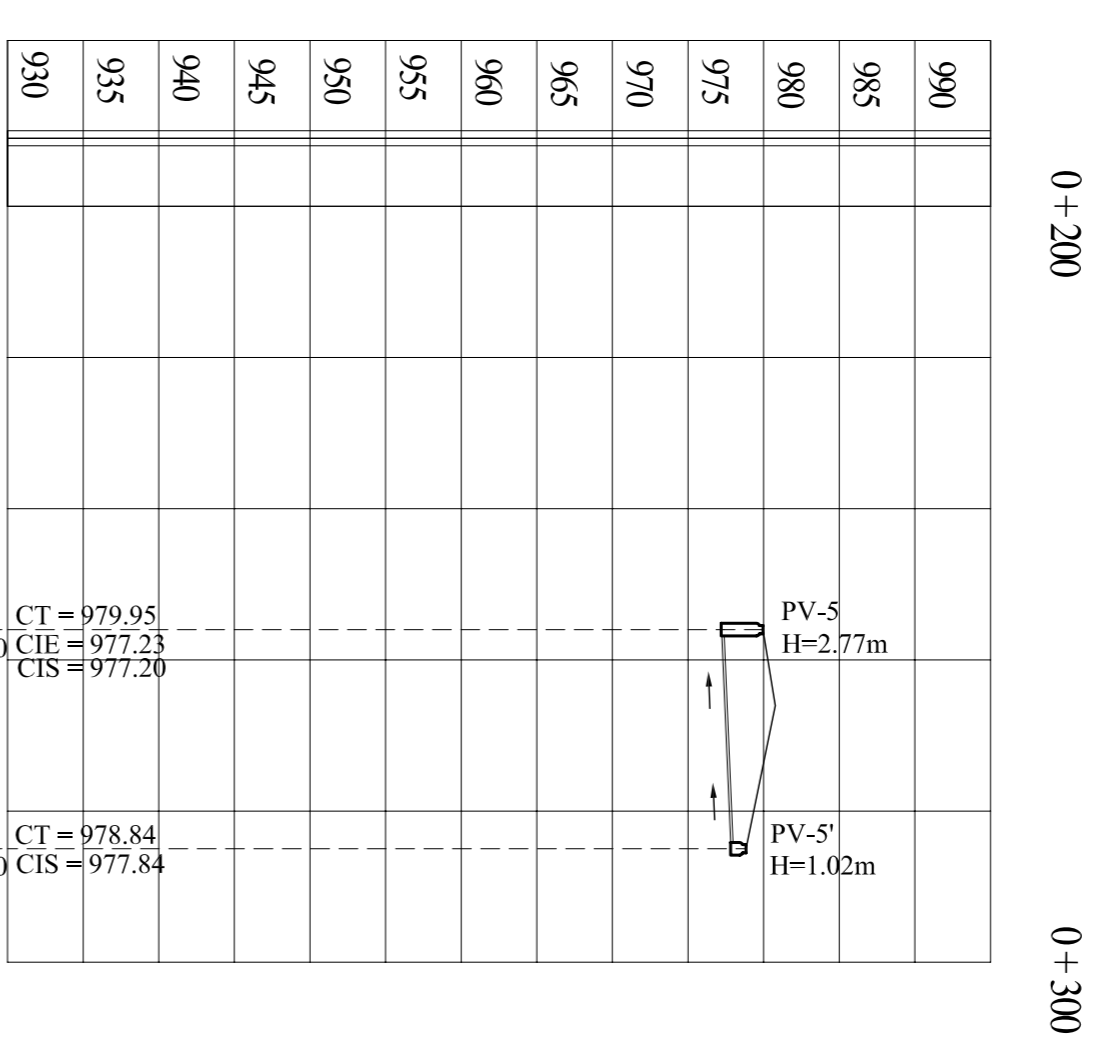
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE SUMPAÑO SACATEPEQUEZ

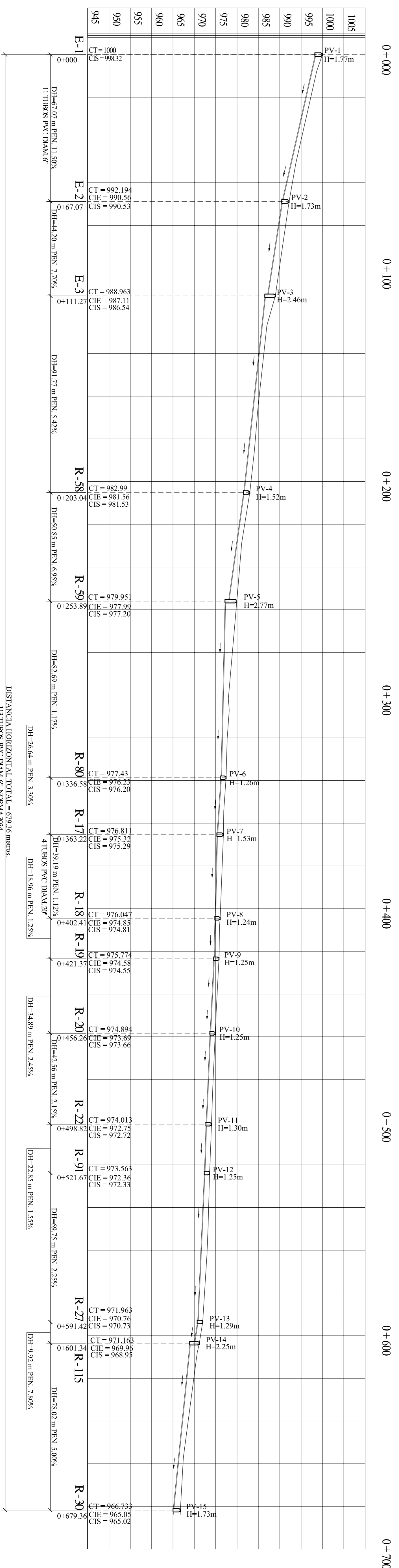
PARA LA ALDEA EL CHIPOTÓN.

PROYECTO:	PLANTA HIDRÁULICA PV-1 A PV-15
CONTRATISTA:	ING. JUAN MERCK COS.
CLIENTE:	MUNICIPALIDAD DE SUMPAÑO SACATEPEQUEZ
ELABORADO POR:	ING. JUAN MERCK COS.
REVISADO POR:	ING. JUAN MERCK COS.
FECHA:	1996-2016
HOJA:	5
DE TOTAL:	15



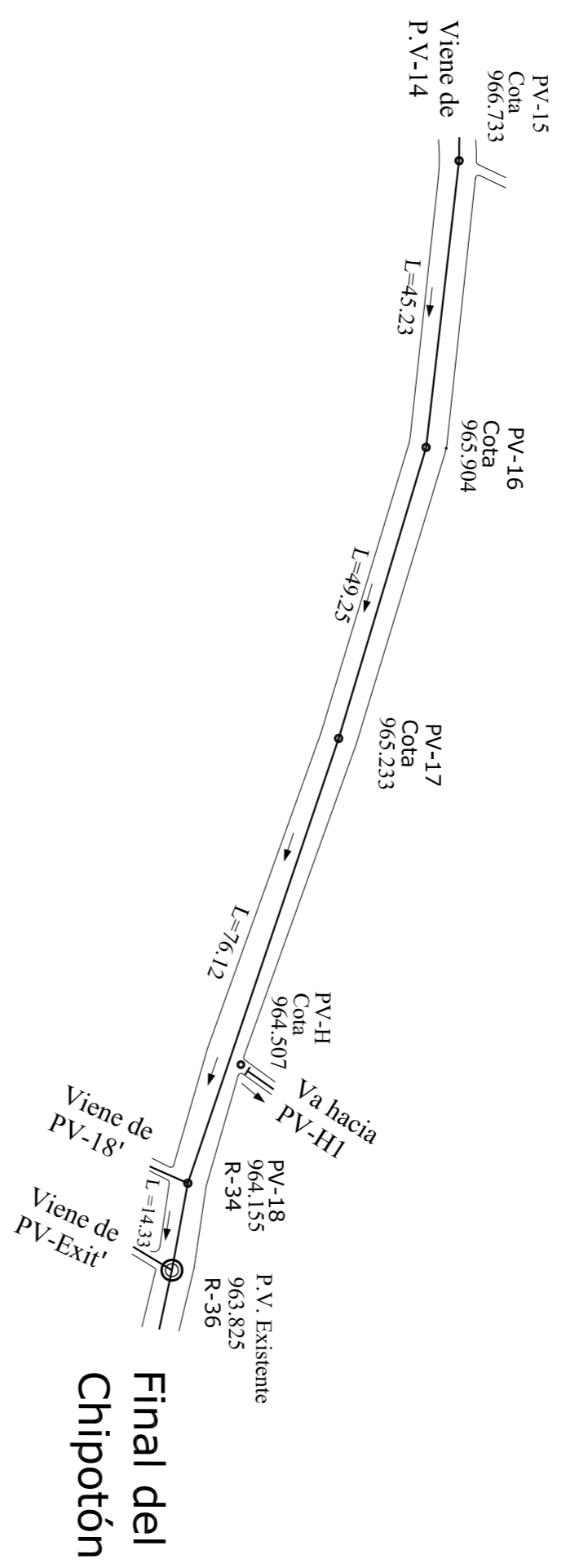
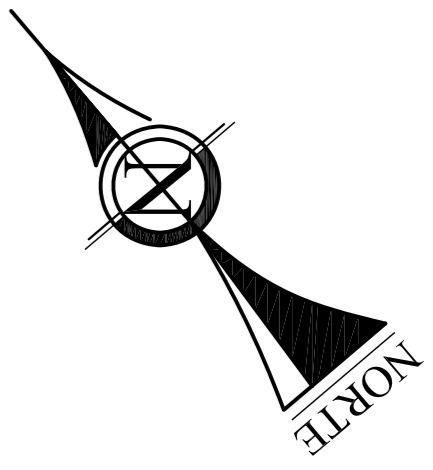
## PERFIL RAMAL PV-5' PV-5

ESCALA HORIZONTAL 1:1.000  
ESCALA VERTICAL 1:500



# PERFIL HIDRÁULICO PV-1 PV-15

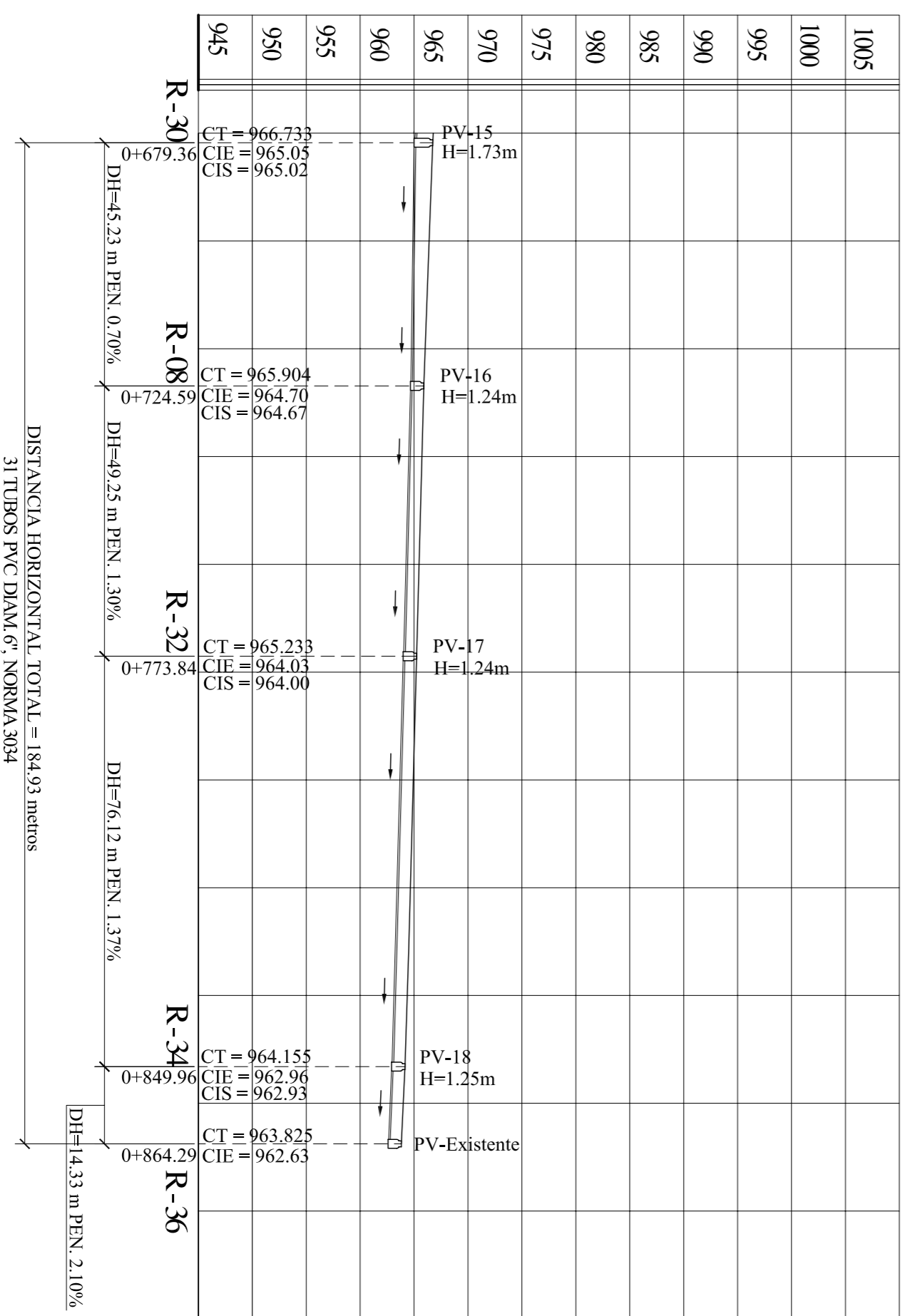
ESCALA HORIZONTAL 1:1.000  
ESCALA VERTICAL 1:500



### PLANTA HIDRÁULICA PV-15 A PV-EXISTENTE

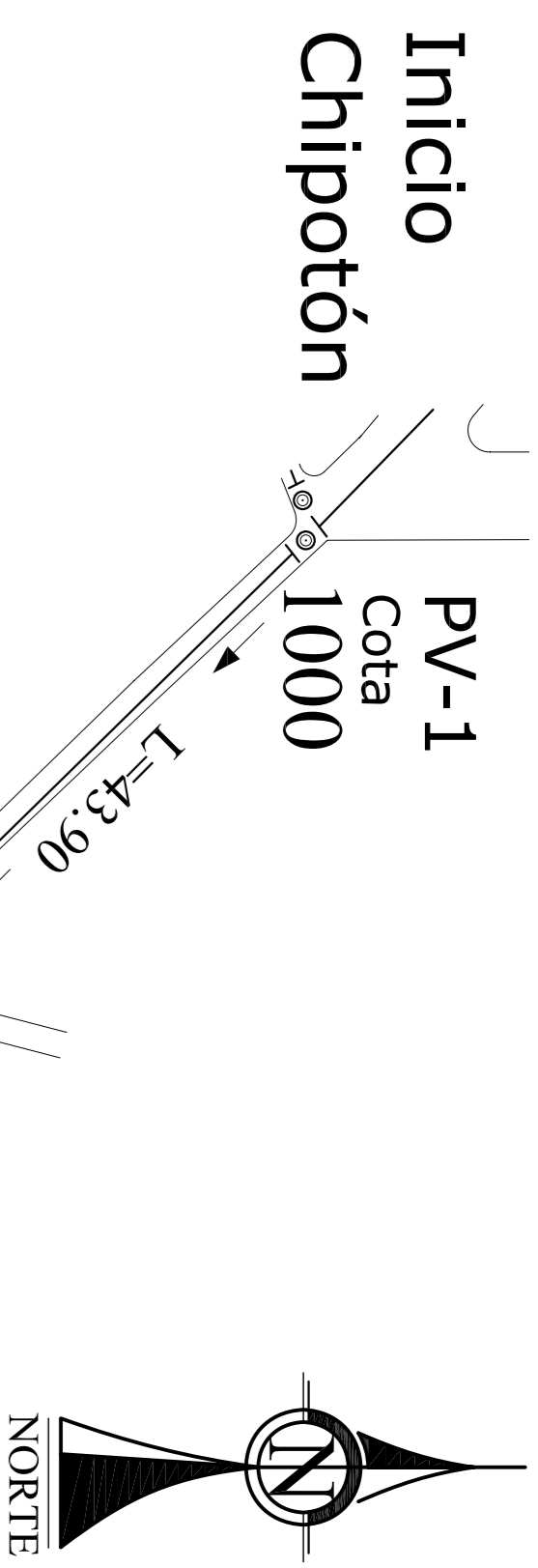
ESCALA 1:1,000

0+680 0+700 0+800 0+900



### PERFIL PV-15 PV-EXISTENTE

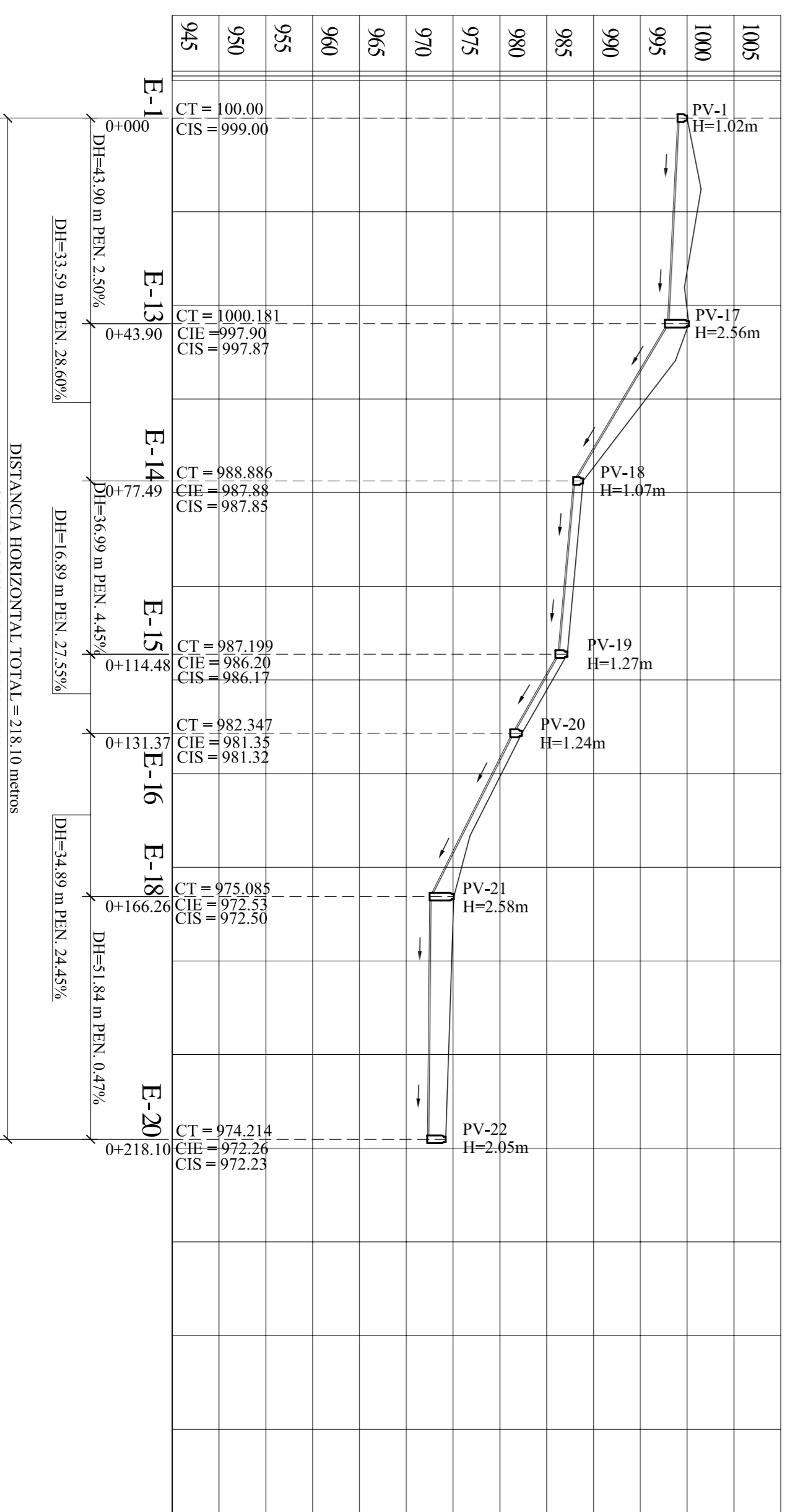
ESCALA HORIZONTAL 1:1,000  
ESCALA VERTICAL 1:500



### PLANTA HIDRÁULICA PV-1 A PV - 22

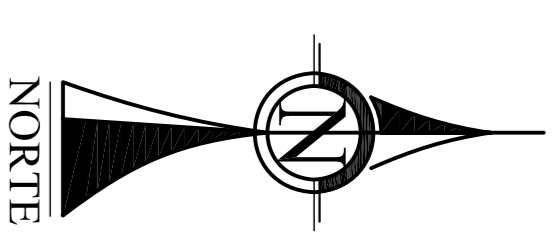
ESCALA 1:500

0+000 0+100 0+200 0+300

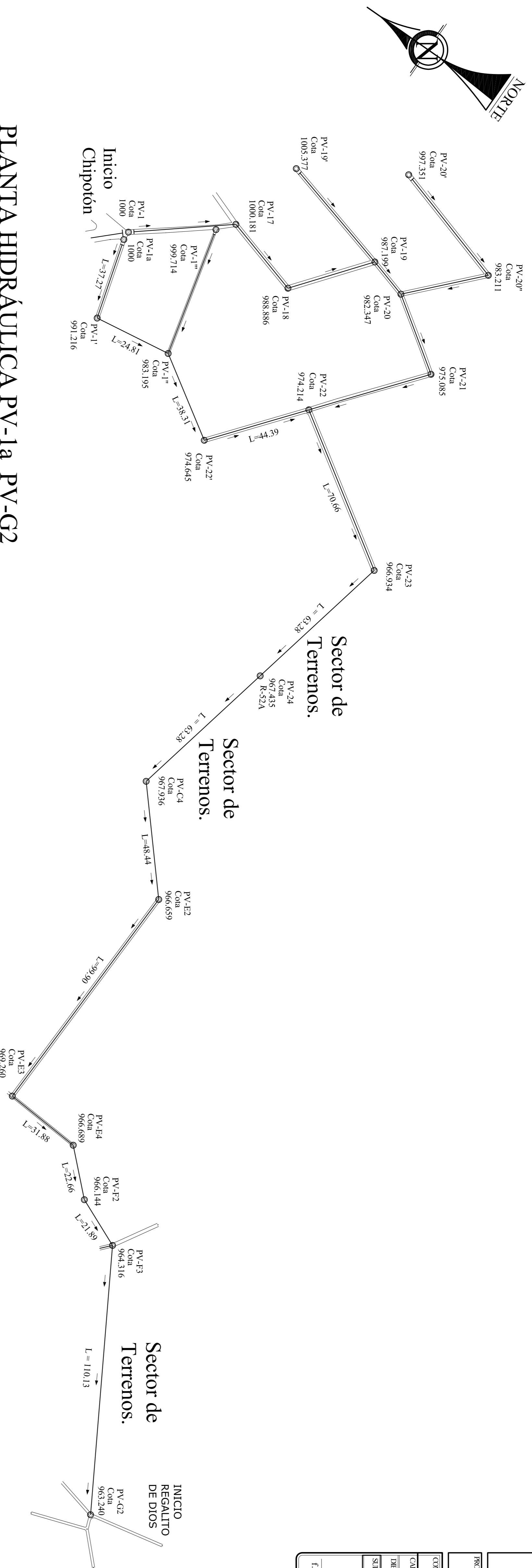
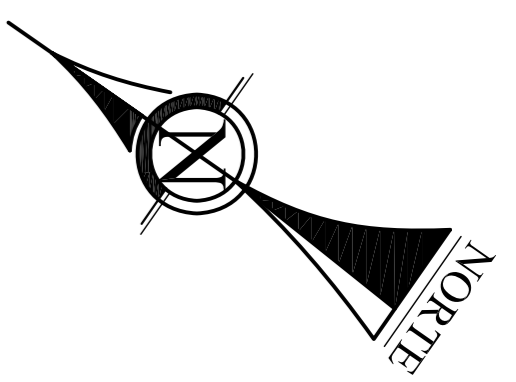


### PERFIL PV-1 PV-22

ESCALA HORIZONTAL 1:1,000  
ESCALA VERTICAL 1:500

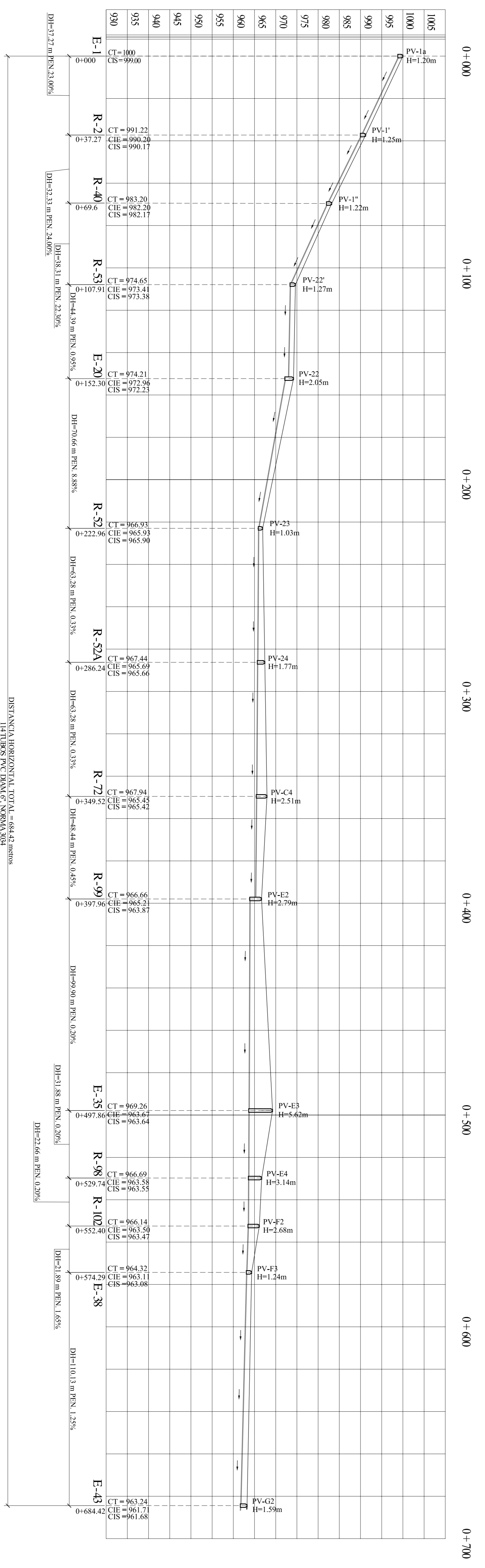


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA			
FACULTAD DE INGENIERIA			
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			
MUNICIPALIDAD DE SUMPAUNCO SACATEPEQUEZ			
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA EL CHIPOTÓN			
CONTENIDO: PLANTA PERFIL		ESCALA: INDEFINIDA	
CALCULO Y DISEÑO: EDGAR ZAPETA REYNOSO		FECHA: JUNIO 2016	
DIBUJO: EDGAR ZAPETA REYNOSO		CURSOS: 196 - 2064	
SUPERVISOR: ING. JUAN MERCK COS		HOJA: 6	
ING. JUAN MERCK COS		VISTA MUNICIPALIDAD DE SUMPAUNCO	
ASISOR DE ETS		15	



PLANTA HIDRÁULICA PV-1a PV-G2

ESCALA 1:1.000

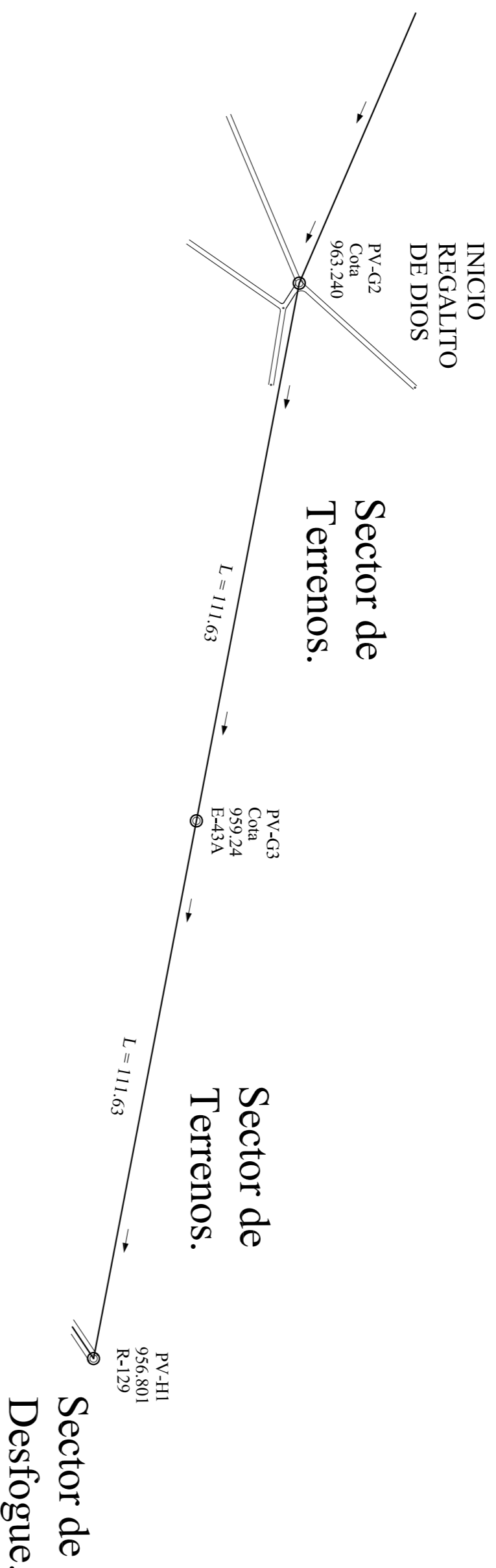
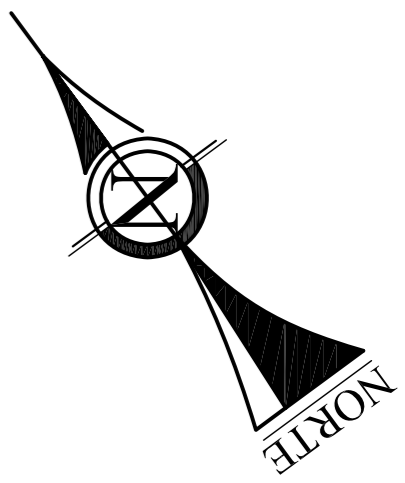


DISTANCIA HORIZONTAL TOTAL = 684.42 metros  
14 TUBOS PVC DIAM. 6" NORMA 3054

# PERFIL HIDRÁULICO SEGUNDO DESFOGUE PV-1a PV-G2

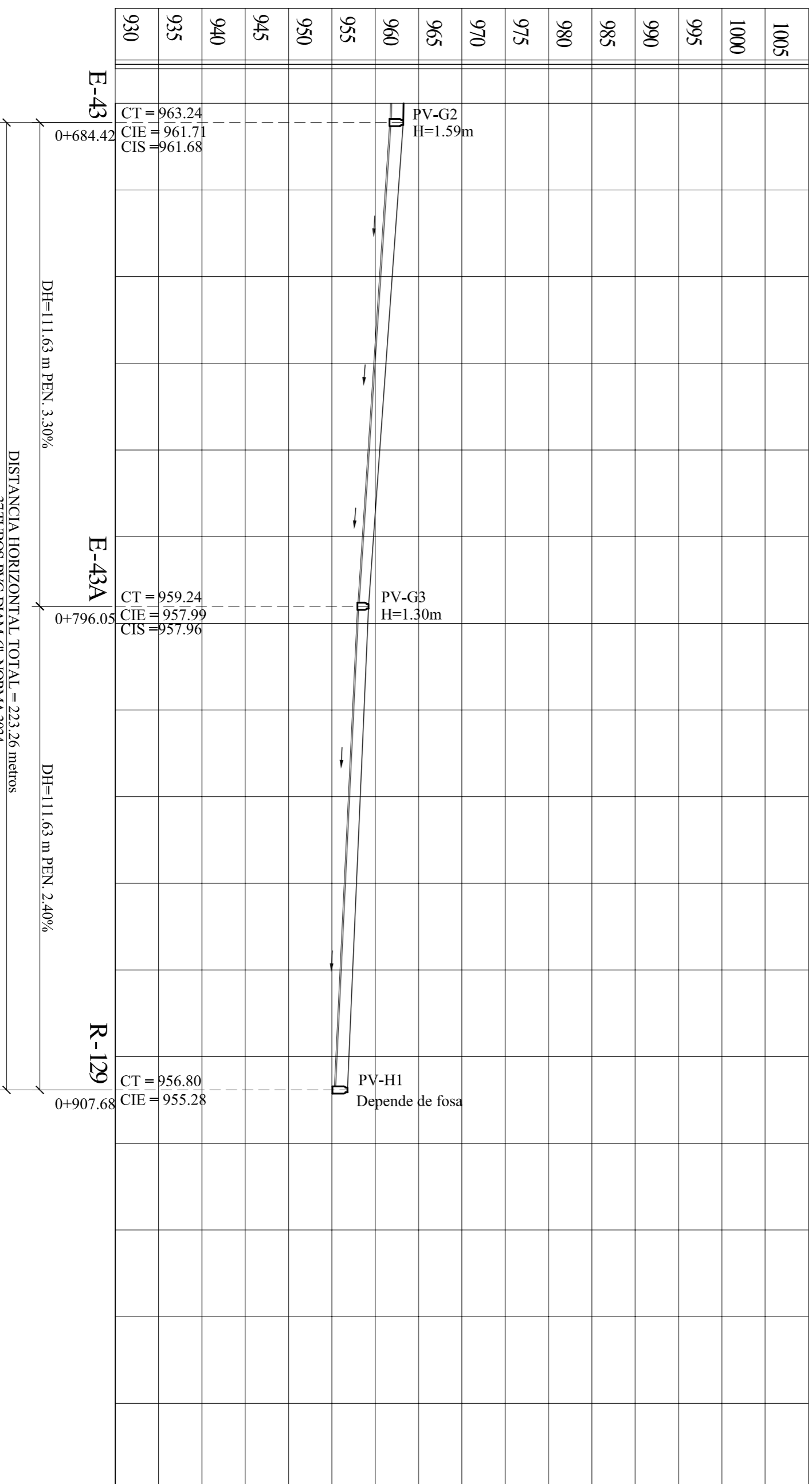
ESCALA HORIZONTAL 1:1.000  
ESCALA VERTICAL 1:500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
MUNICIPALIDAD DE SUMAPANGO SACATEBÉQUEZ	
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA EL CHIPOTÓN	
CONTENIDO: PLANTA PERFIL	
CALCULO Y DISEÑO	EDGAR ZARATEA REYNOSO
REVISOR	HÉCIBAR ZARATEA REYNOSO
SUPERVISOR	ING. JUAN MERCK COS
ESCALA	INDICADA
FECHA	
CANTON	196 - 2064
HOLA	7
	15
(1) ING. JUAN MERCK COS VAB. MUNICIPALIDAD DE SUMAPANGO ANSOSOR DE EPS	



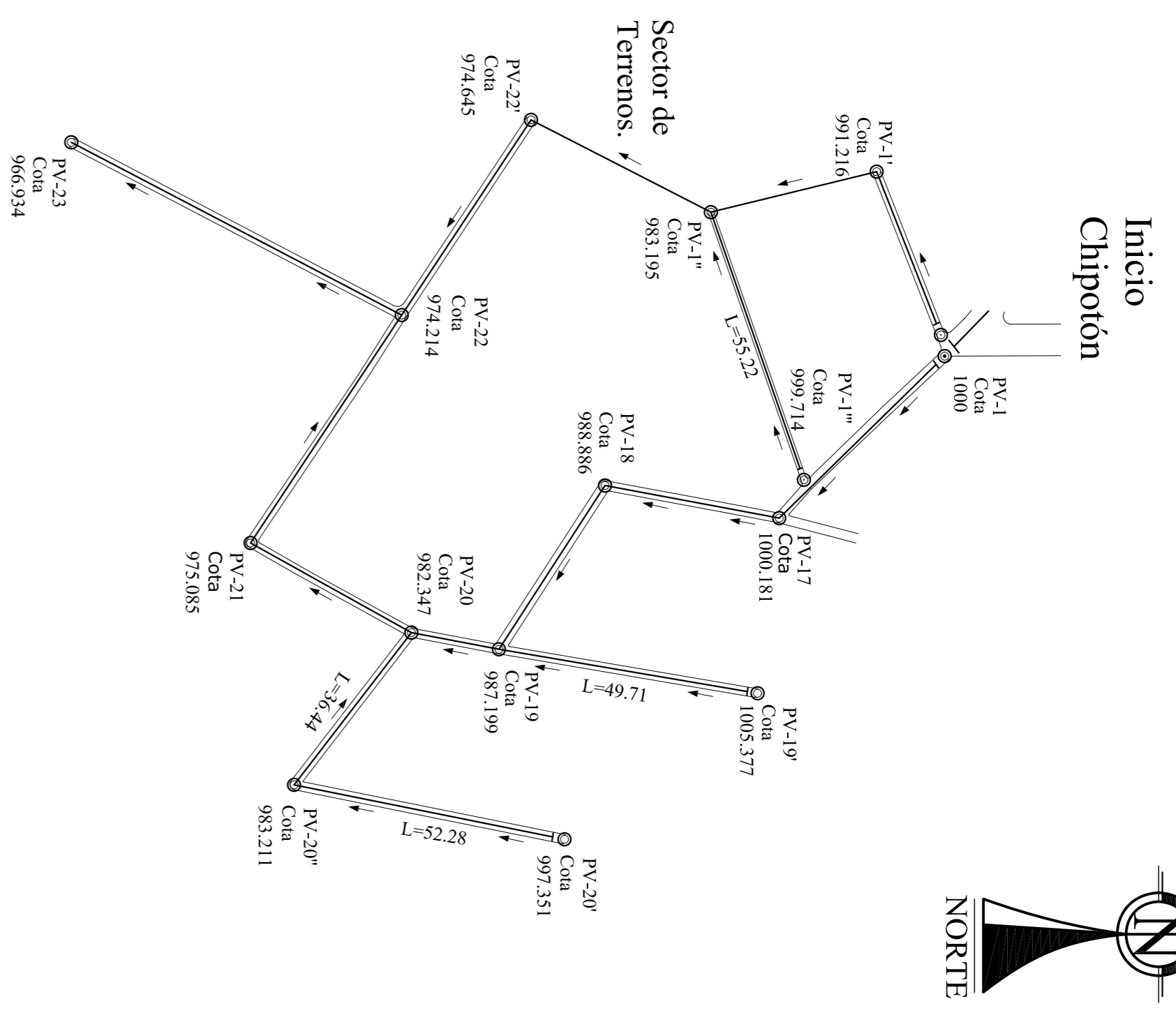
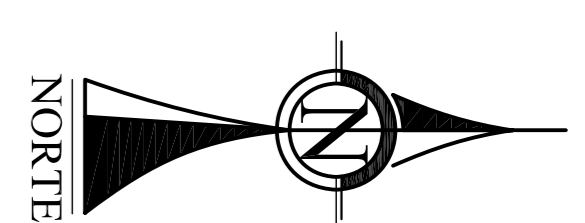
**PLANTA HIDRÁULICA PV-G2 A PV-H1**

ESCALA 1:1,000



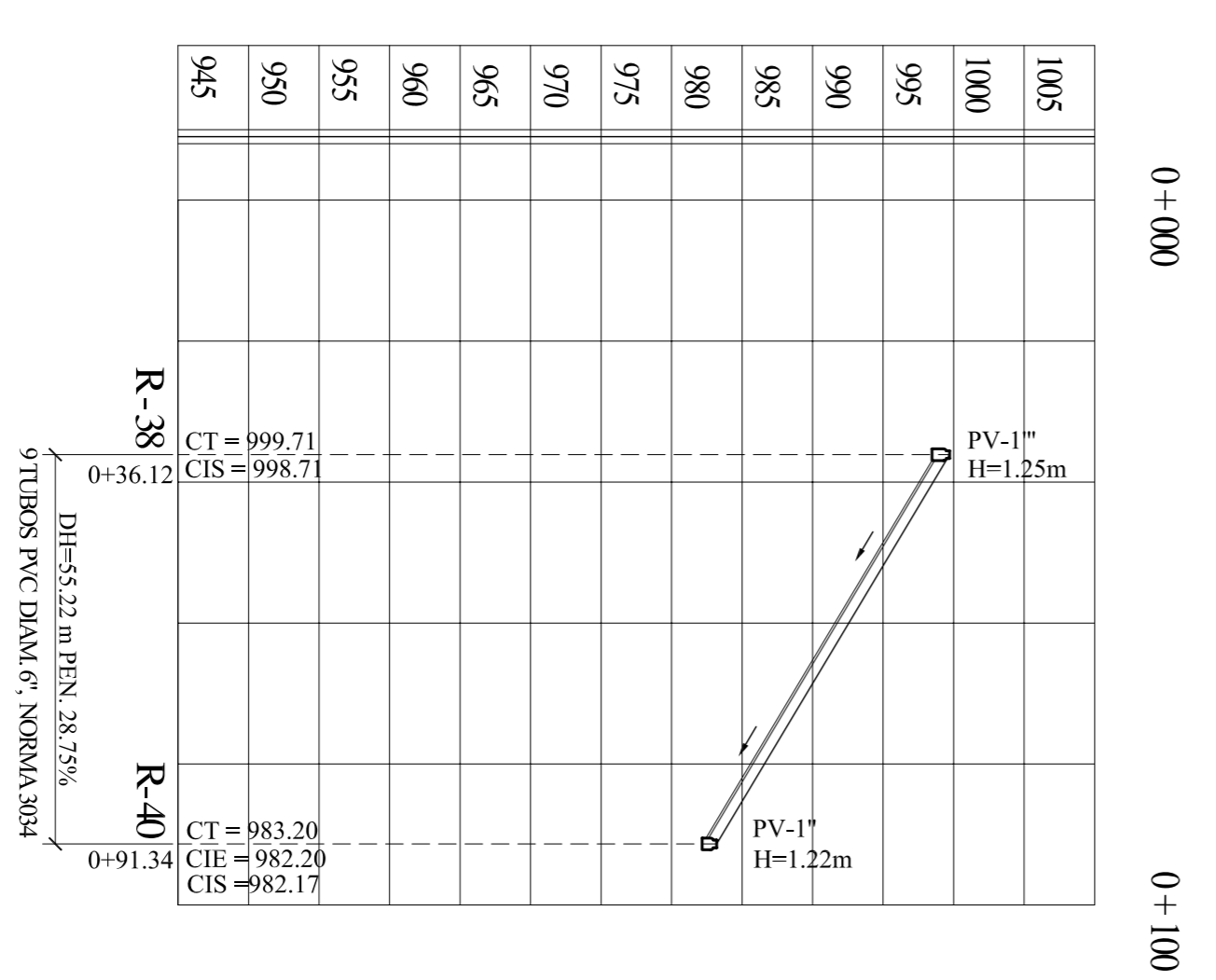
**PERFIL SEGUNDO DESFOGUE PV-G2 PV-H1**

ESCALA HORIZONTAL 1:1,000  
ESCALA VERTICAL 1:500



**PLANTA CON RAMALES**

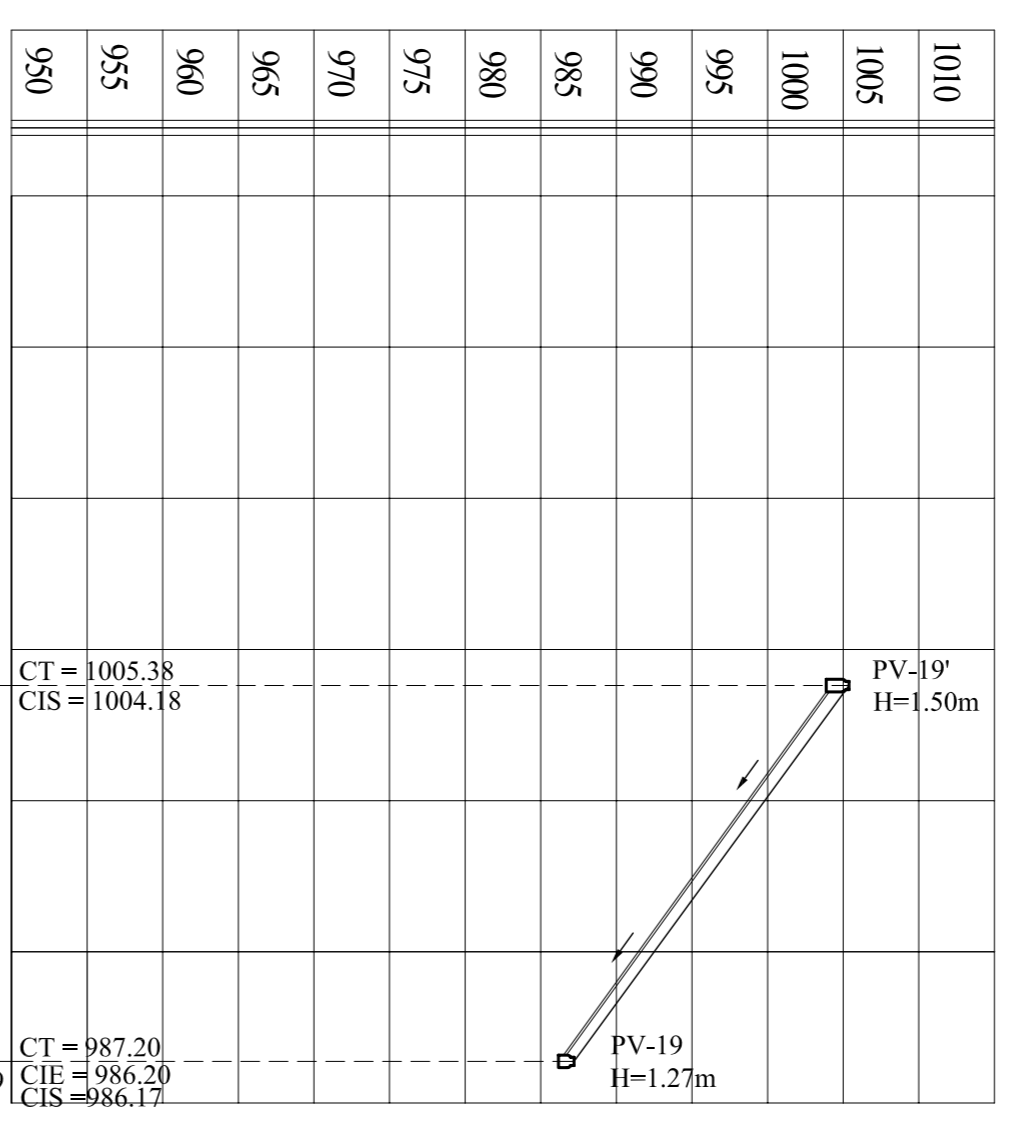
ESCALA 1:1,000



**PERFIL RAMAL PV-1'' PV-1'**

ESCALA HORIZONTAL 1:1,000  
ESCALA VERTICAL 1:500

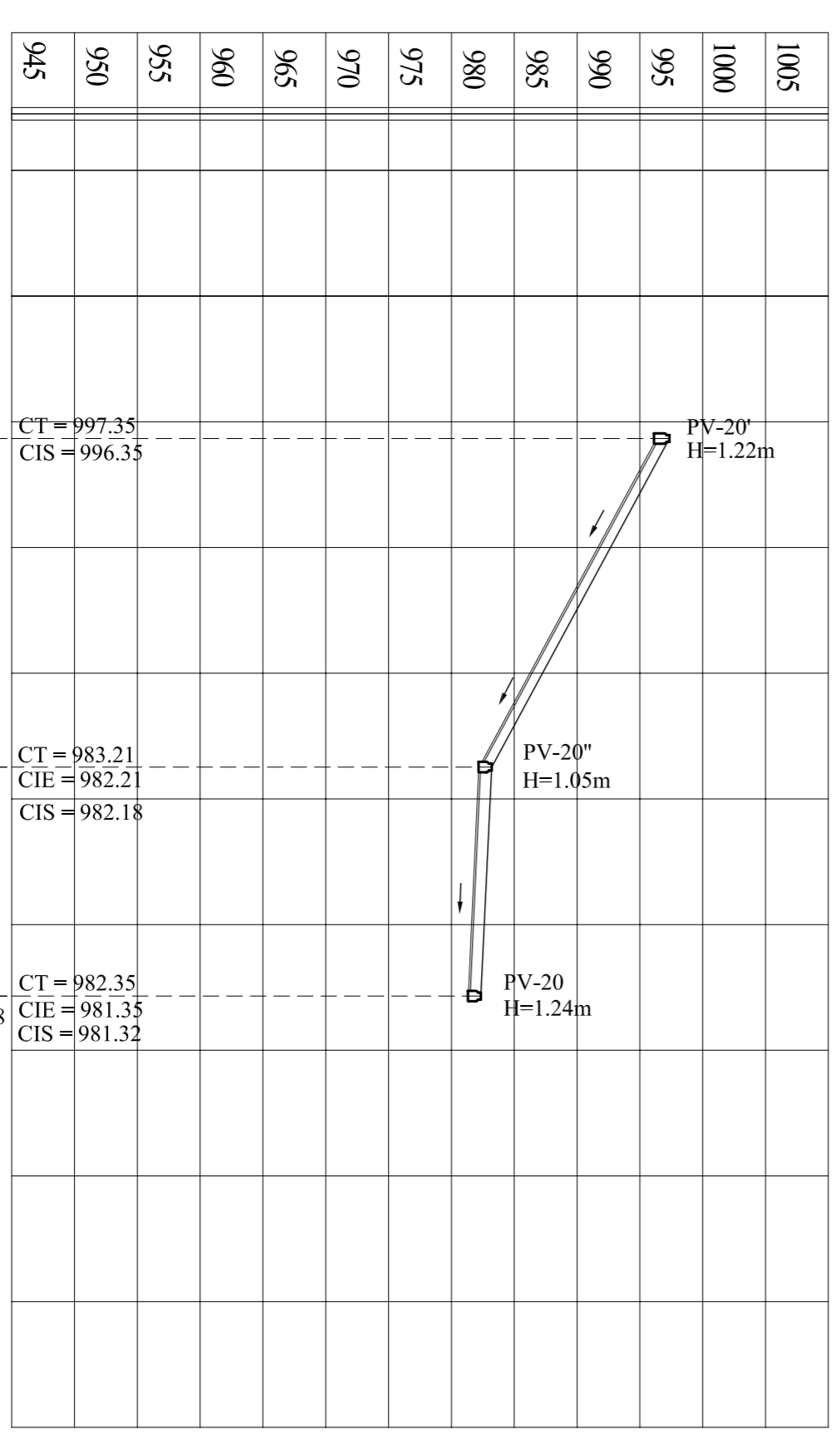
0+000 0+100 0+120



**PERFIL RAMAL PV-19' PV-19**

ESCALA HORIZONTAL 1:1,000  
ESCALA VERTICAL 1:500

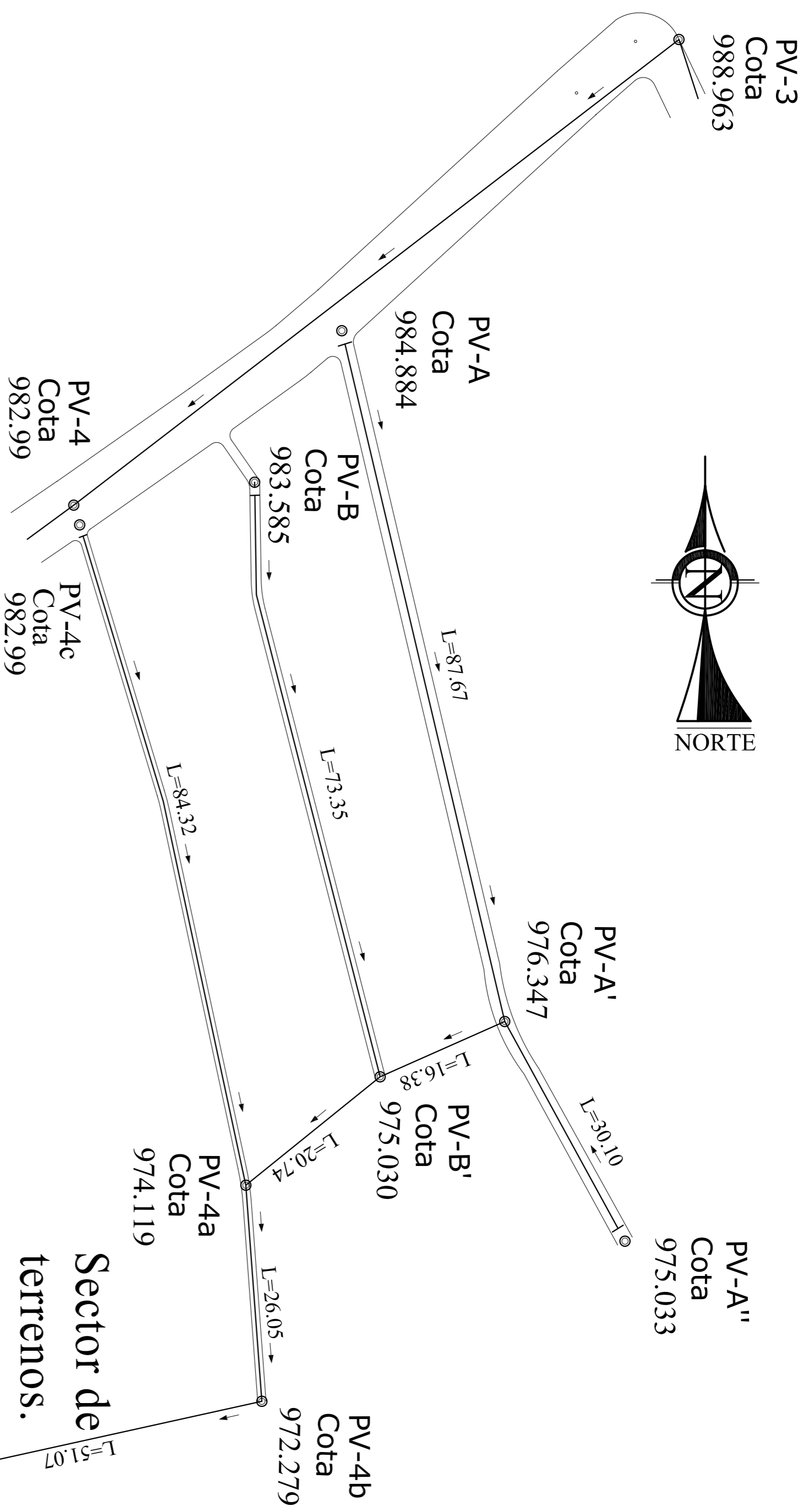
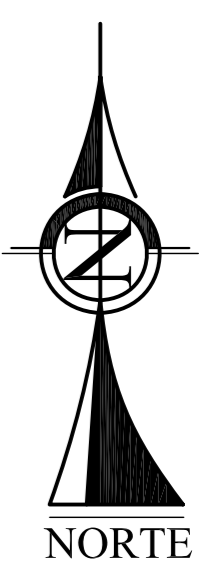
0+000 0+100 0+200



**PERFIL RAMAL PV-20' PV-20**

ESCALA HORIZONTAL 1:1,000  
ESCALA VERTICAL 1:500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
MUNICIPALIDAD DE SIMPANGO SACATEPEQUEZ	
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA EL CHIPOTÓN.	
CONTENIDO: PLANTA PERFIL	
CALCULO Y DISEÑO:	ESGAR ZAPETA REYNOSO
REVISOR:	ESGAR ZAPETA REYNOSO
SUPERVISOR:	ING. JUAN MERCK COS
PROYECTO: E.J. JUAN MERCK COS. V.A. BA. MUNICIPALIDAD DE SIMPANGO. ASISOR DE EPS.	
ESCALA:	INDICADA
FOLIO:	196 - 216/4
HOJA:	8
15	

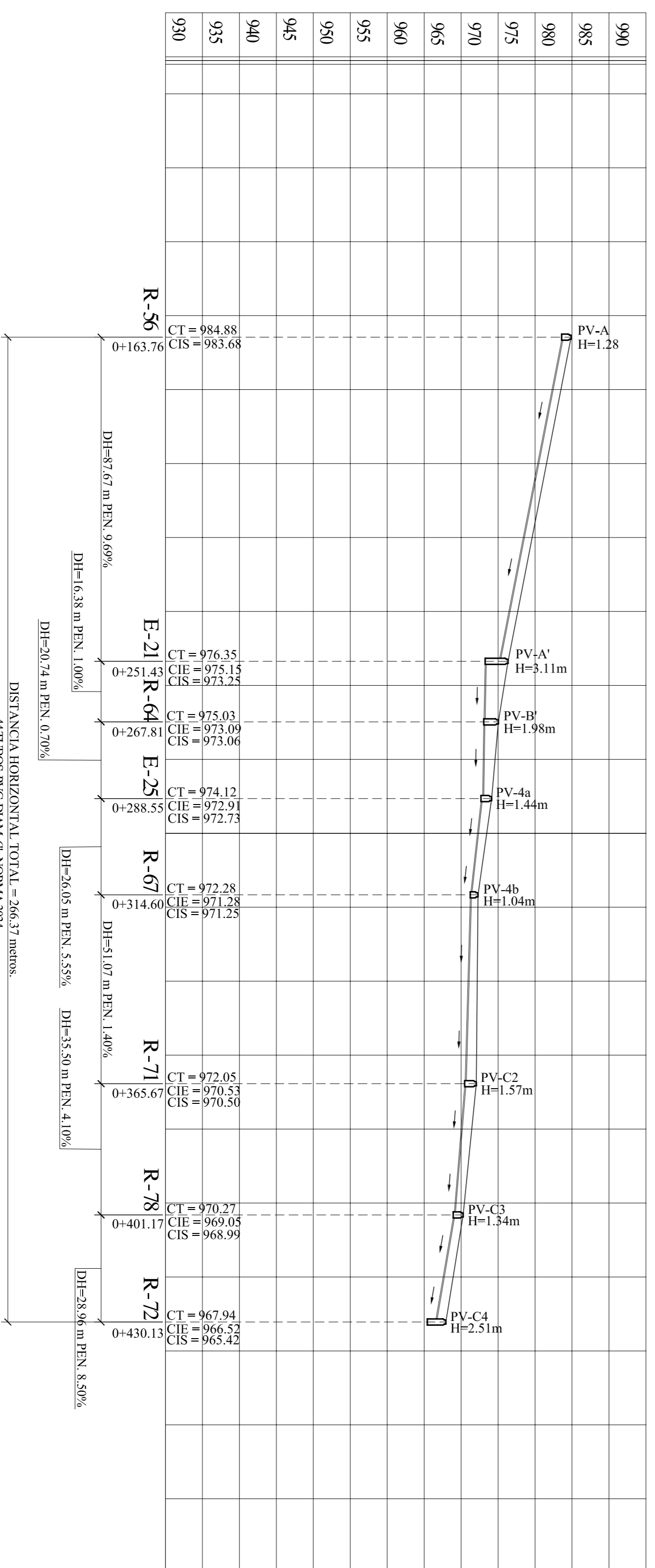


### PLANTA HIDRÁULICA CON SUS RAMALES

ESCALA 1:500

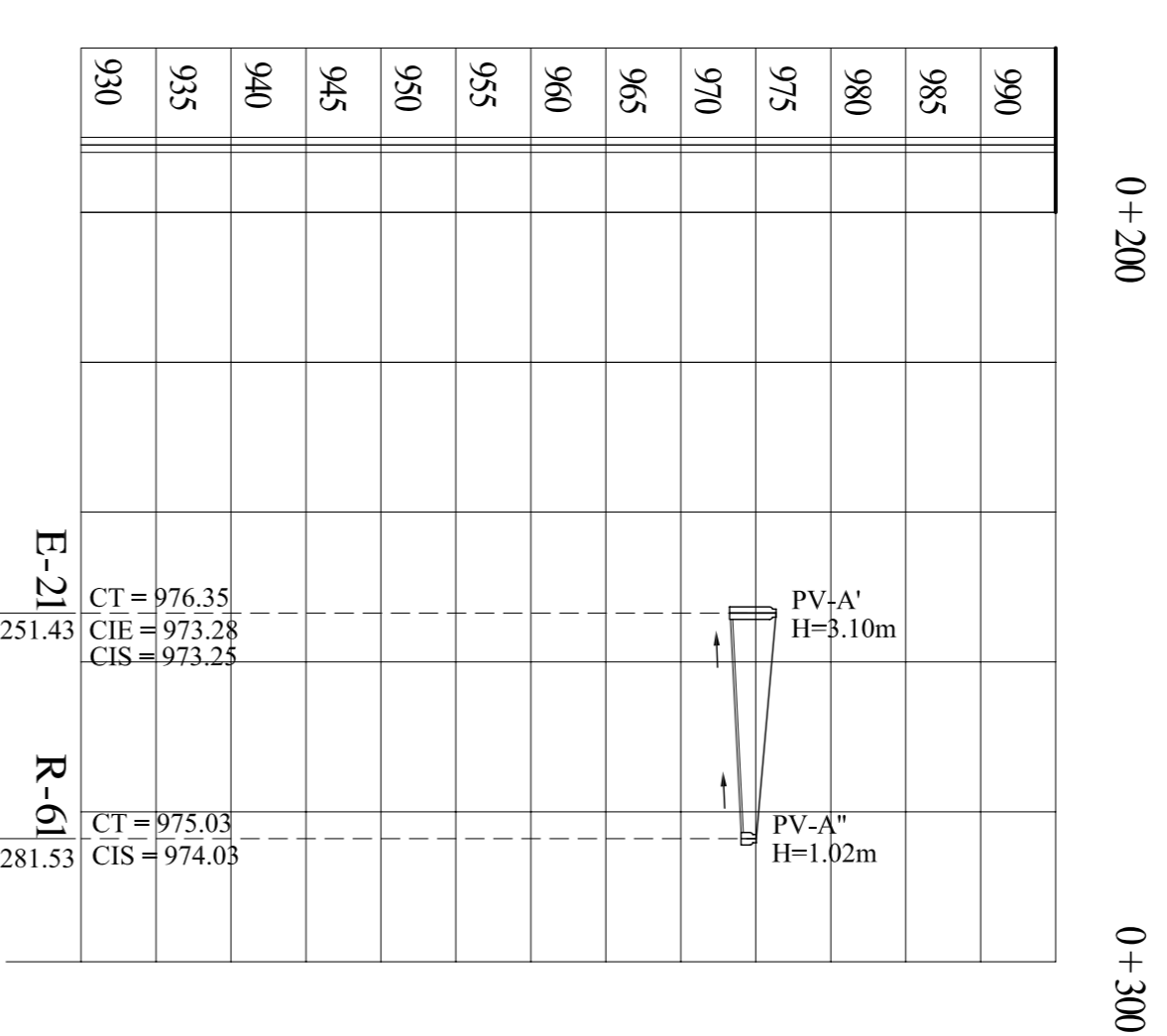
Sector de terrenos.  
Cancha Deportiva.

0+100      0+200      0+300      0+400      0+500



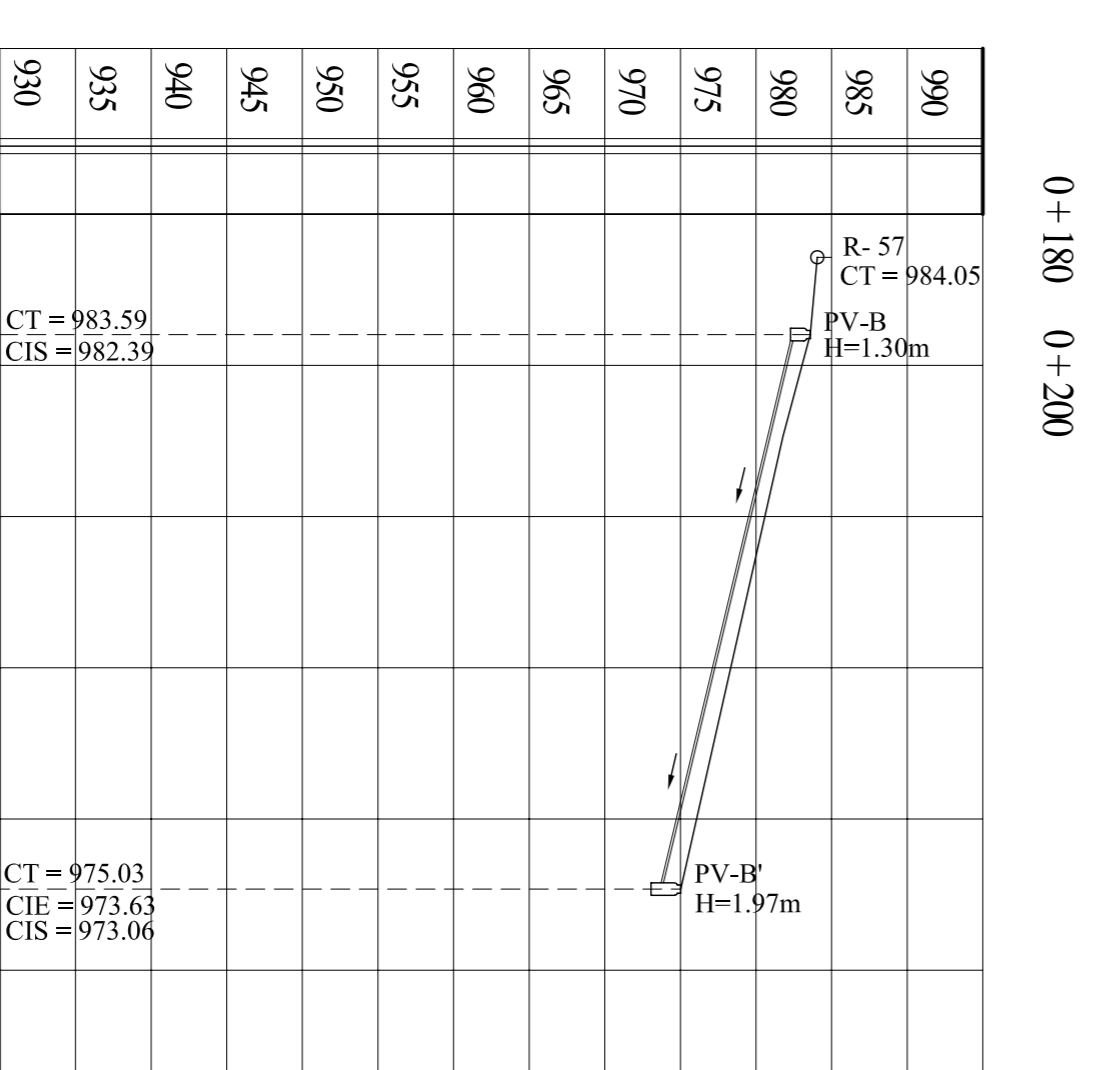
### PERFIL HIDRÁULICO PV-A PV-C4

ESCALA HORIZONTAL 1:1,000  
ESCALA VERTICAL 1:500



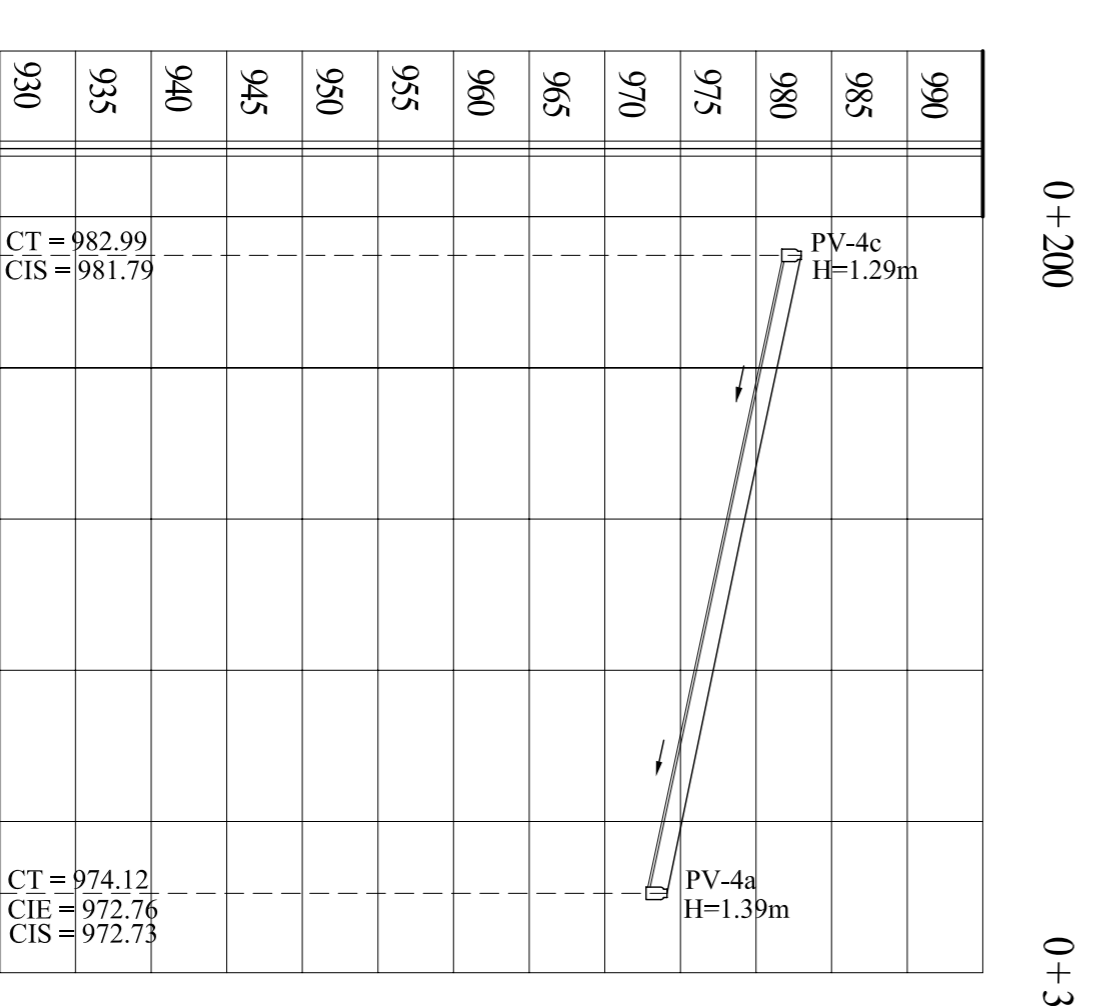
### PERFIL RAMAL PV-A' PV-A''

ESCALA HORIZONTAL 1:1,000  
ESCALA VERTICAL 1:500



### PERFIL RAMAL PV-B PV-B'

ESCALA HORIZONTAL 1:1,000  
ESCALA VERTICAL 1:500

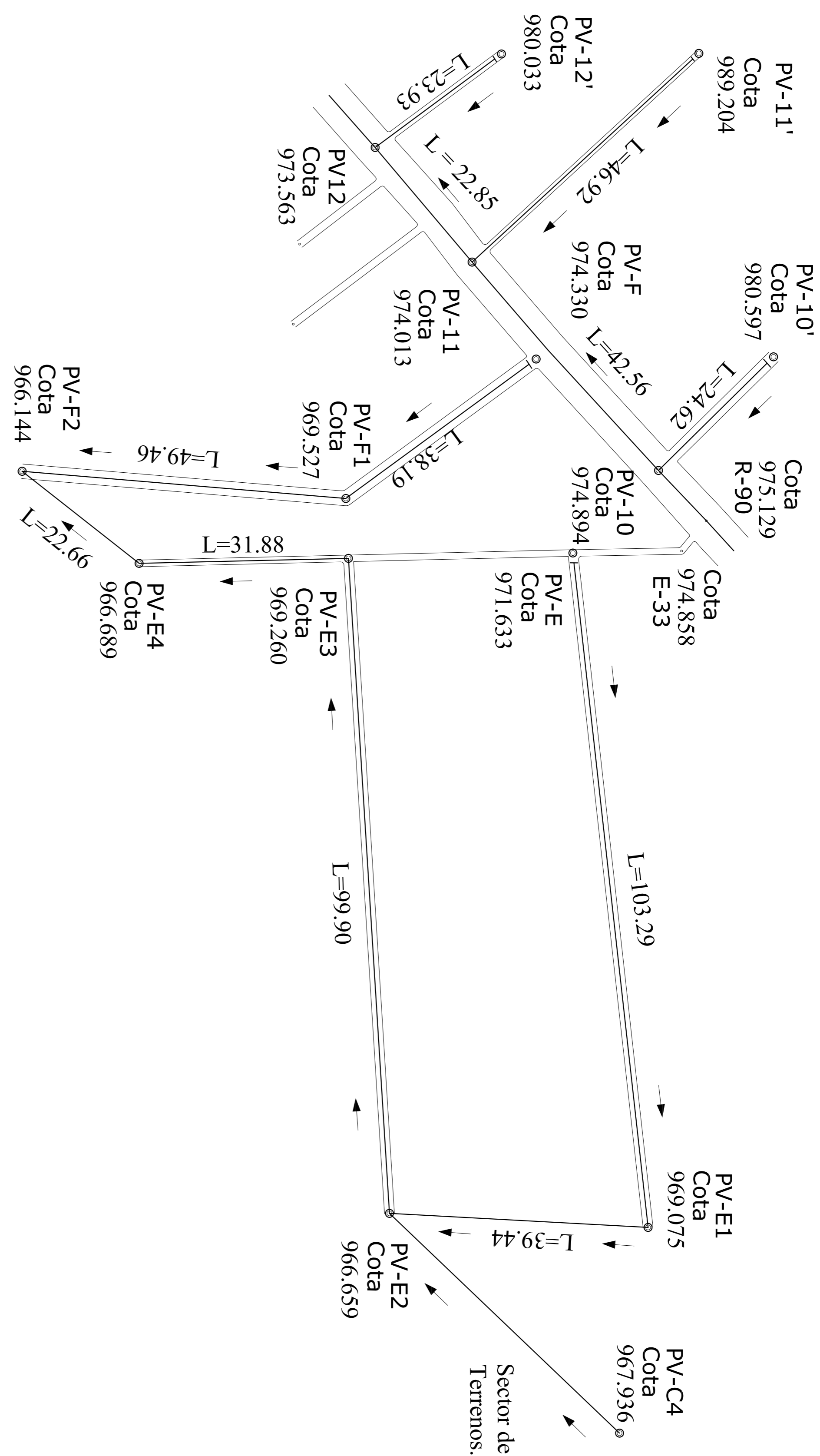
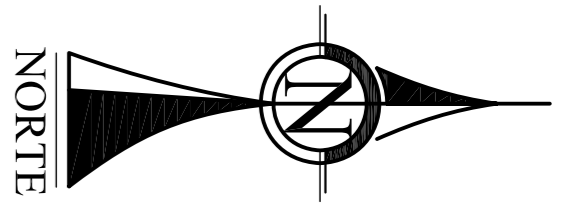


### PERFIL RAMAL PV-4c PV-4a

ESCALA HORIZONTAL 1:1,000  
ESCALA VERTICAL 1:500

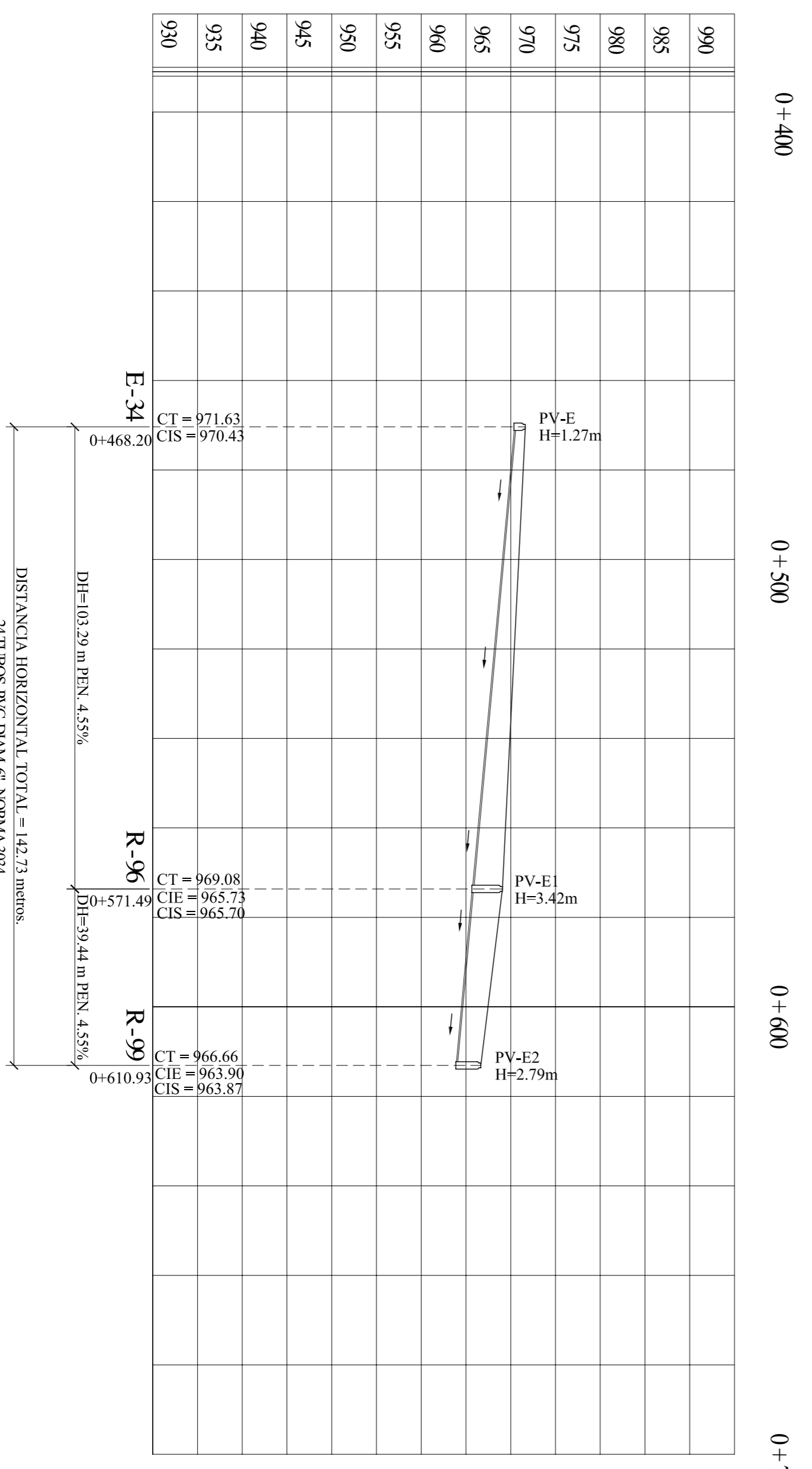
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		FACULTAD DE INGENIERÍA	
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		MUNICIPALIDAD DE SIMPANGO SACATEBQUEZ	
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA EL CHIPOTON.			
CONTENIDO: PLANTA PERFIL		ESCALA: INMEDIADA	
CALCULO Y DISEÑO:	EDGAR ZAPETA REYNOSO	REVISOR:	HELEN
SUPERVISOR:	ING. JUAN MIERCK COS.	CARNE:	196-2164
E) ING. JUAN MIERCK COS. ASesor DE ERS		V.O.B. MUNICIPALIDAD DE SIMPANGO	
HOJA		9	
		15	





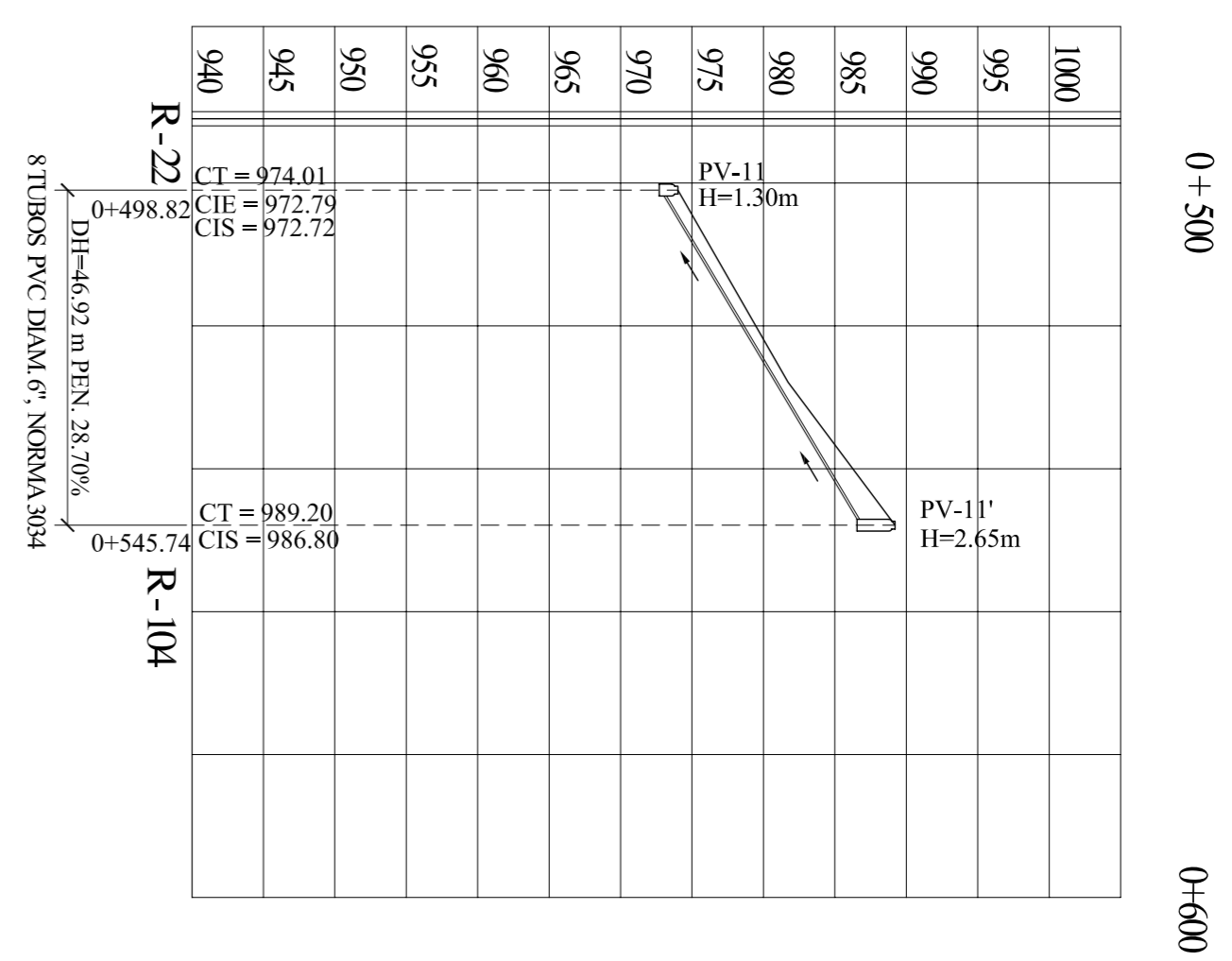
**PLANTA PERFIL.**

ESCALA 1:500



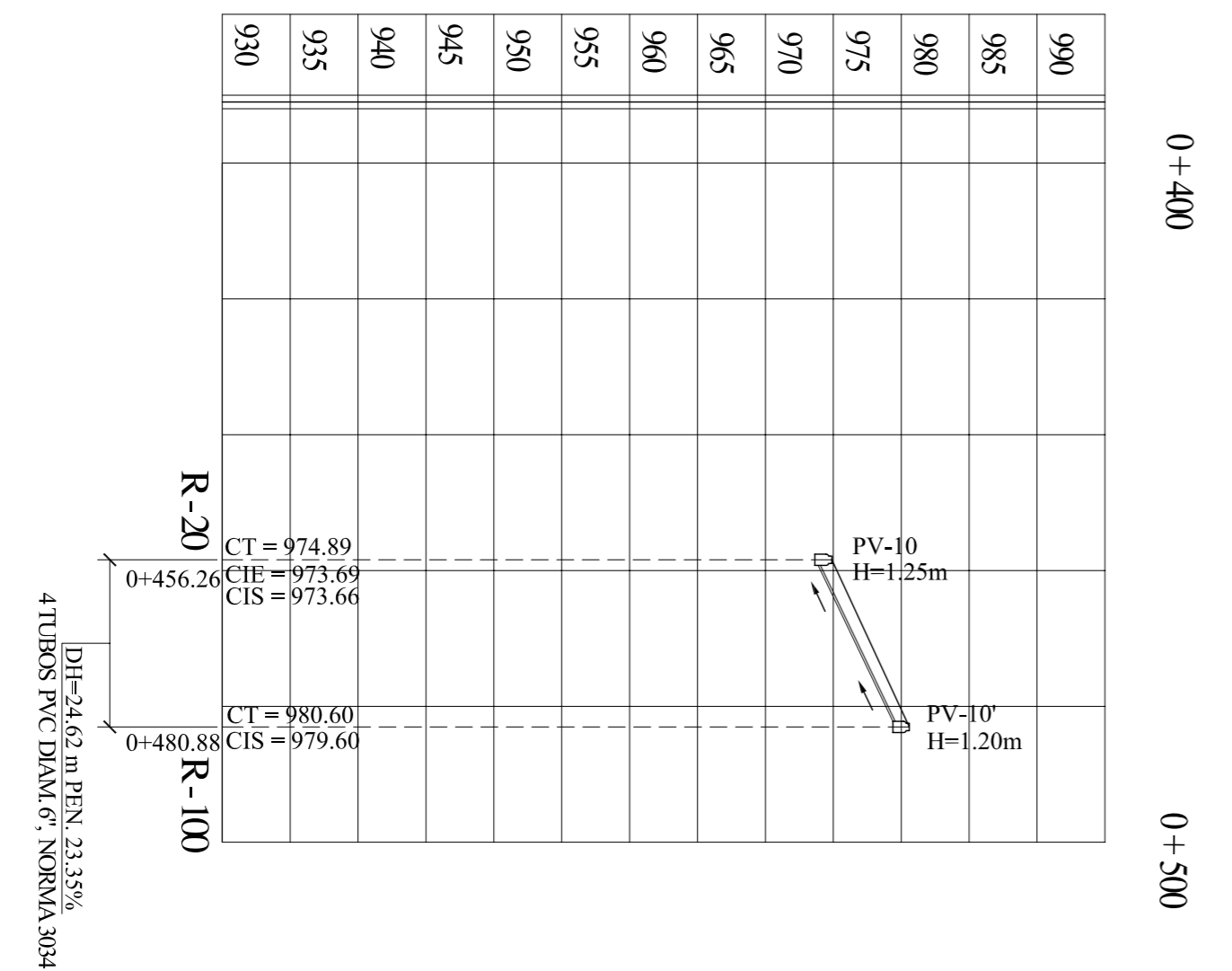
**PERFIL RAMAL PV-E PV-E2**

ESCALA HORIZONTAL 1:1,000  
ESCALA VERTICAL 1:500



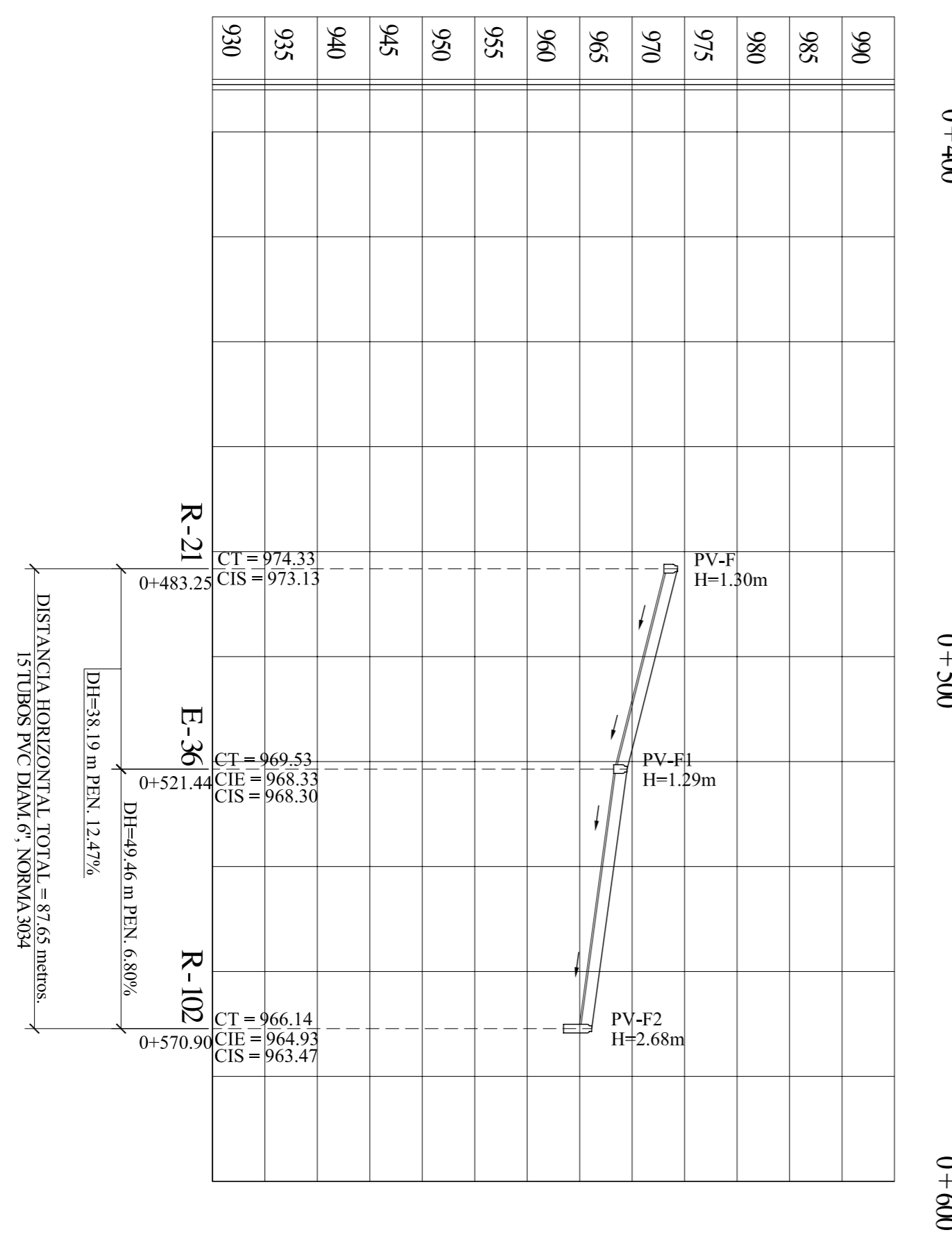
**PERFIL RAMAL PV-11' PV-11**

ESCALA HORIZONTAL 1:1,000  
ESCALA VERTICAL 1:500



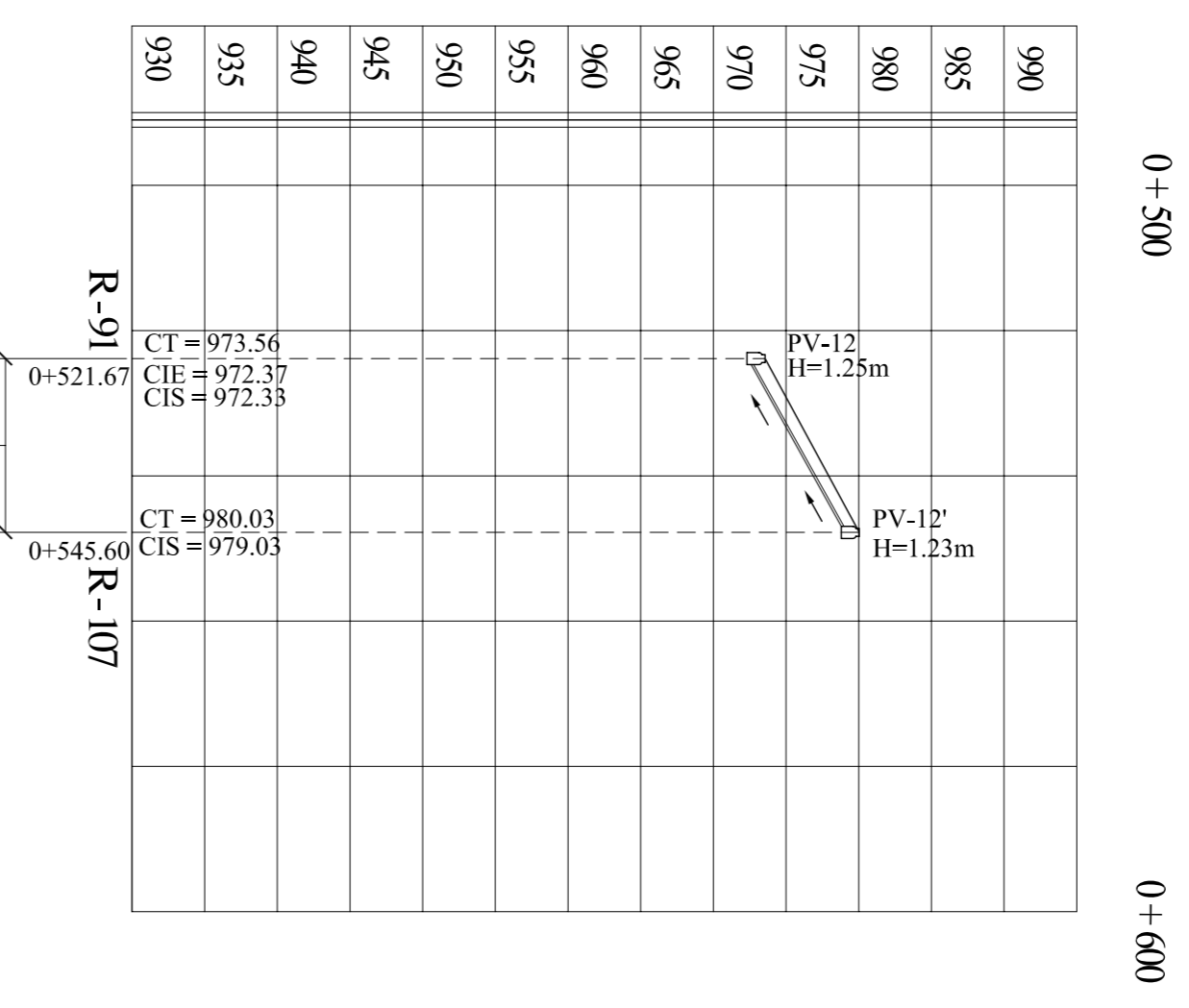
**PERFIL RAMAL PV-10' PV-10**

ESCALA HORIZONTAL 1:1,000  
ESCALA VERTICAL 1:500



**PERFIL RAMAL PV-F PV-F2**

ESCALA HORIZONTAL 1:1,000  
ESCALA VERTICAL 1:500



**PERFIL RAMAL PV-12' PV-12**

ESCALA HORIZONTAL 1:1,000  
ESCALA VERTICAL 1:500

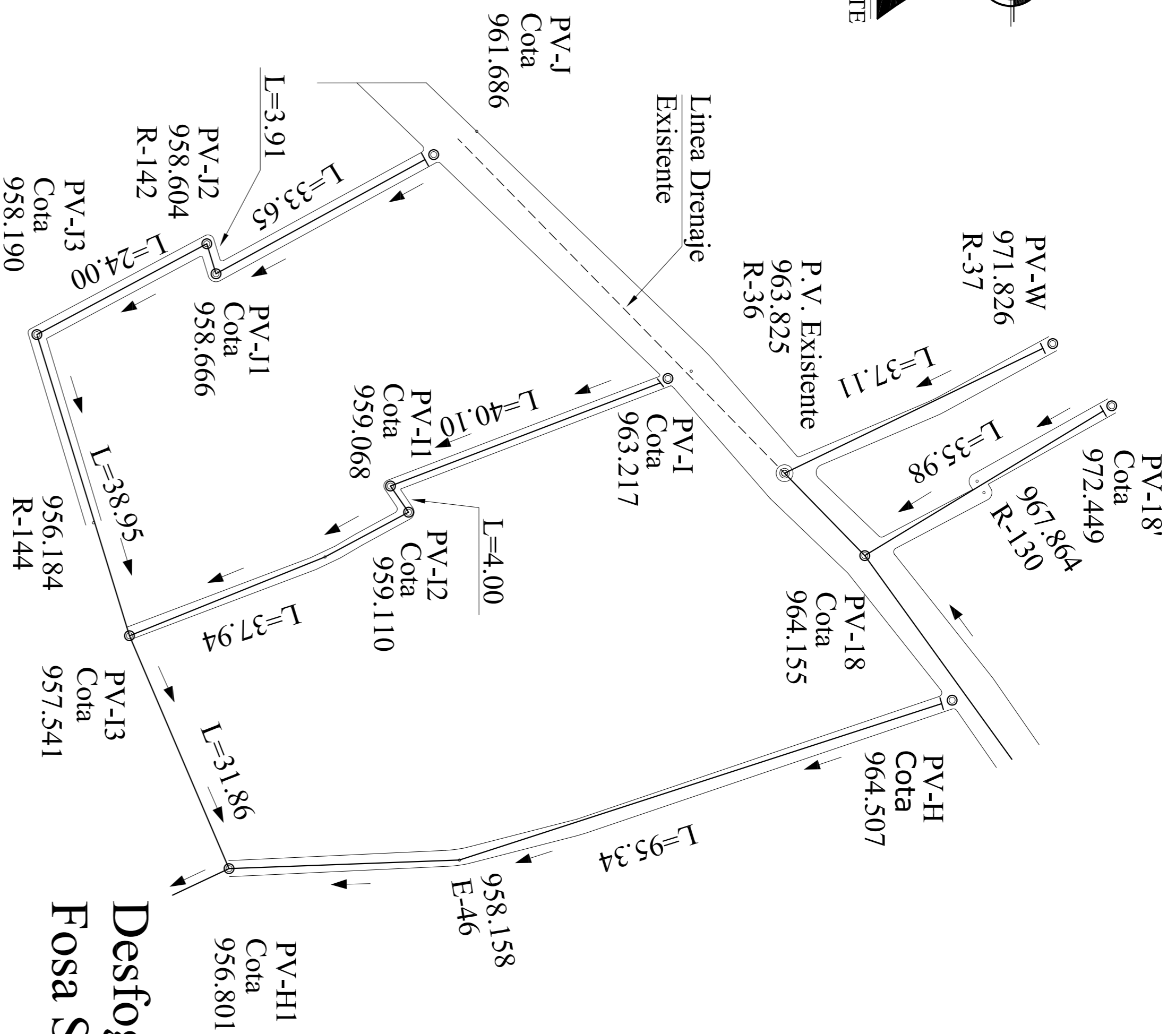
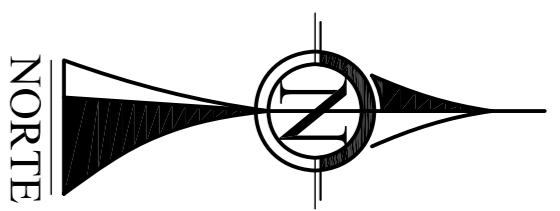
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
MUNICIPALIDAD DE SUMPANCO SACATEQUEZ.

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA EL CHIBOTON.

CONTENIDO	PLANTA PERFIL	ESCALA	INSCRIBIDA
CALCULO Y DISEÑO	EDGAR ZAPETA REYNOSO	HECHA	
DEBIDO A	EDGAR ZAPETA REYNOSO	CORRECCION	1996 - 2164
SUPERVISOR	ING. JUAN MERCK COS		
ELABORADO POR	ING. JUAN MERCK COS	VALIA MUNICIPALIDAD DE SUMPANCO	HOJA 11 DE 15







**Desfogue a  
Fosa Séptica.**

**PLANTA PERFIL.**

0+800

0+900

0+800

0+900

1+000

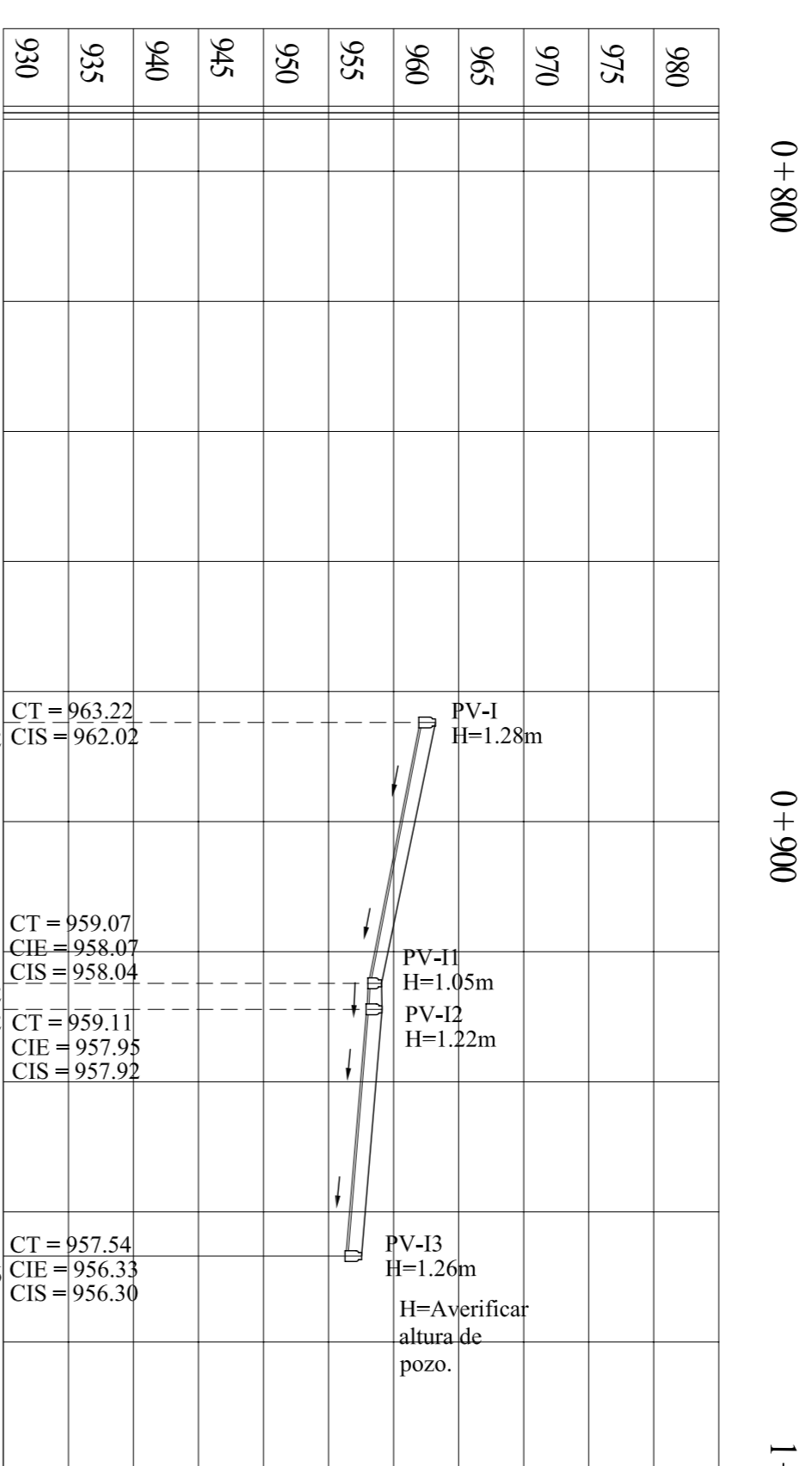
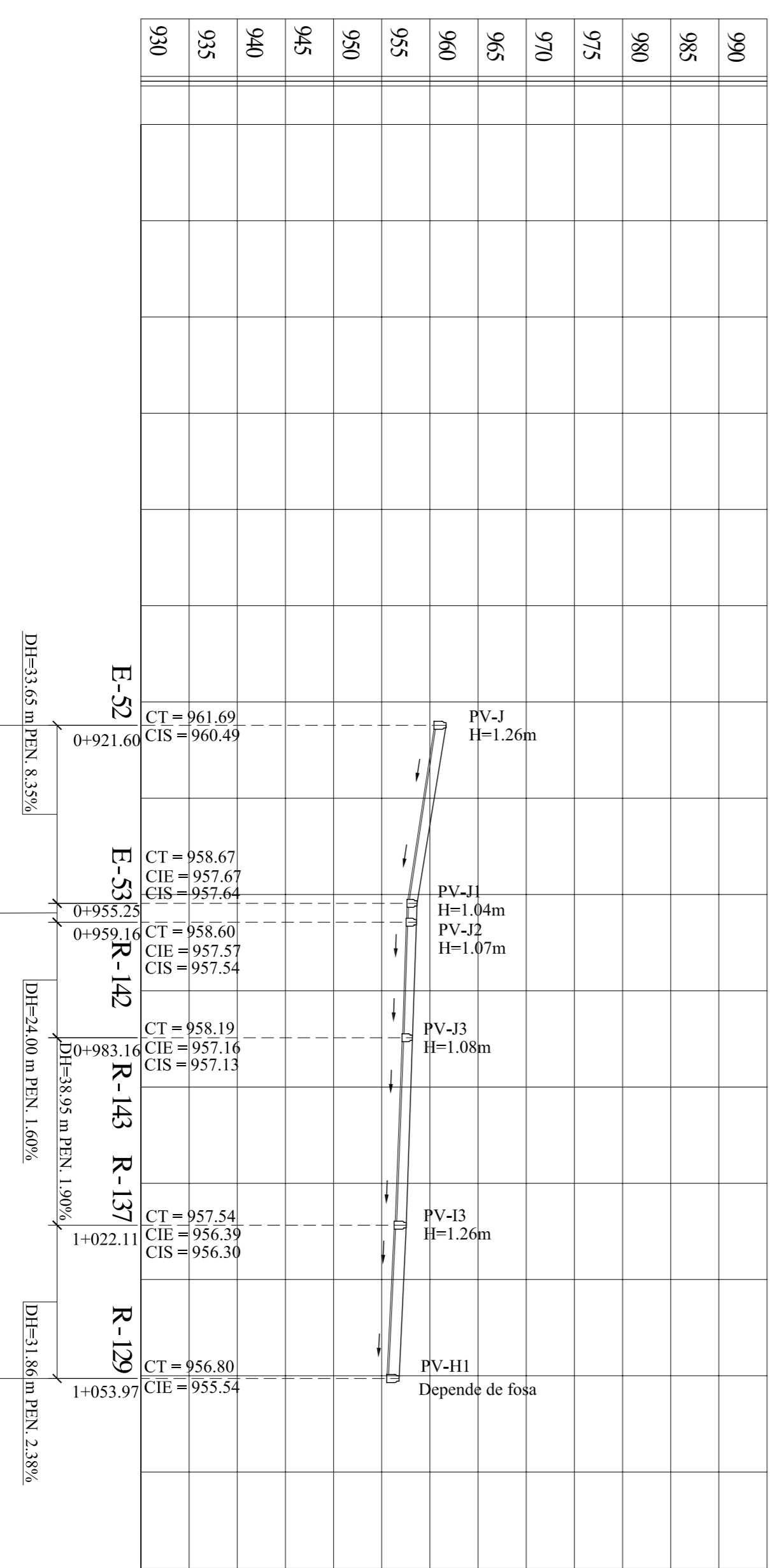
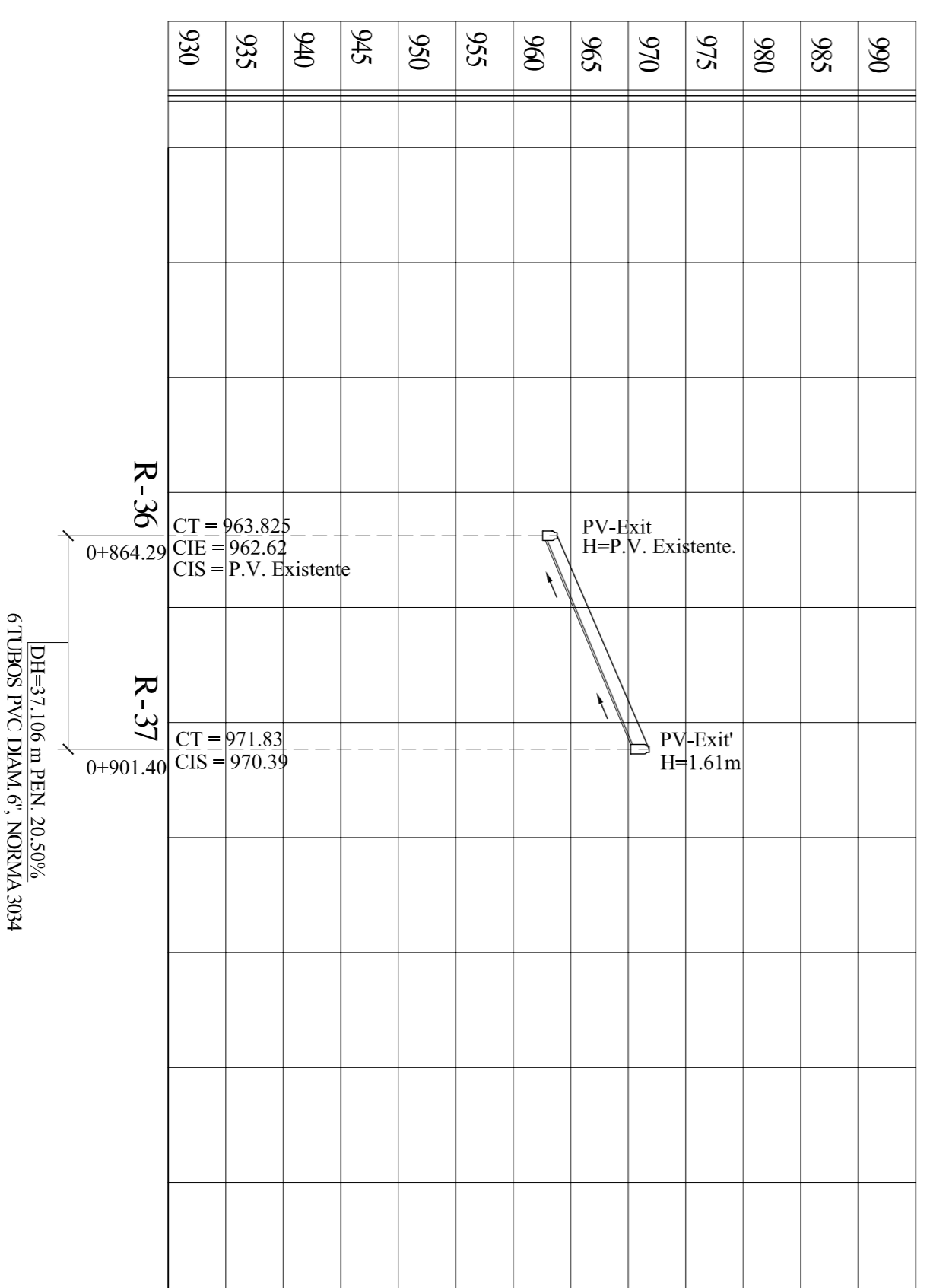
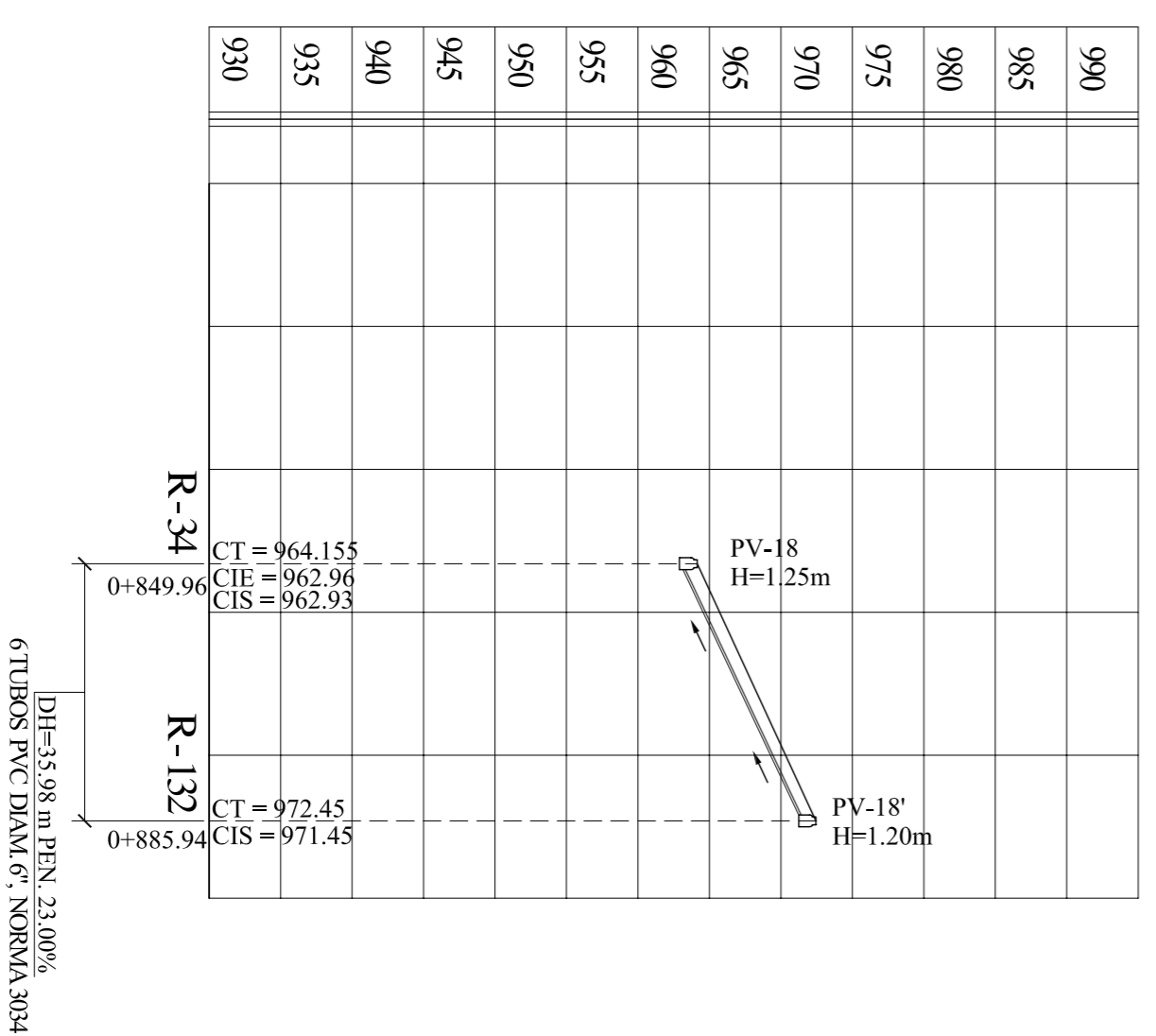
0+800

0+900

1+000

1+100

ESCALA 1:500



**PERFIL RAMAL R - 36 R - 137**

ESCALA HORIZONTAL 1:1,000  
ESCALA VERTICAL 1:500

**PERFIL RAMAL PV-18' PV-18**

ESCALA HORIZONTAL 1:1,000  
ESCALA VERTICAL 1:500

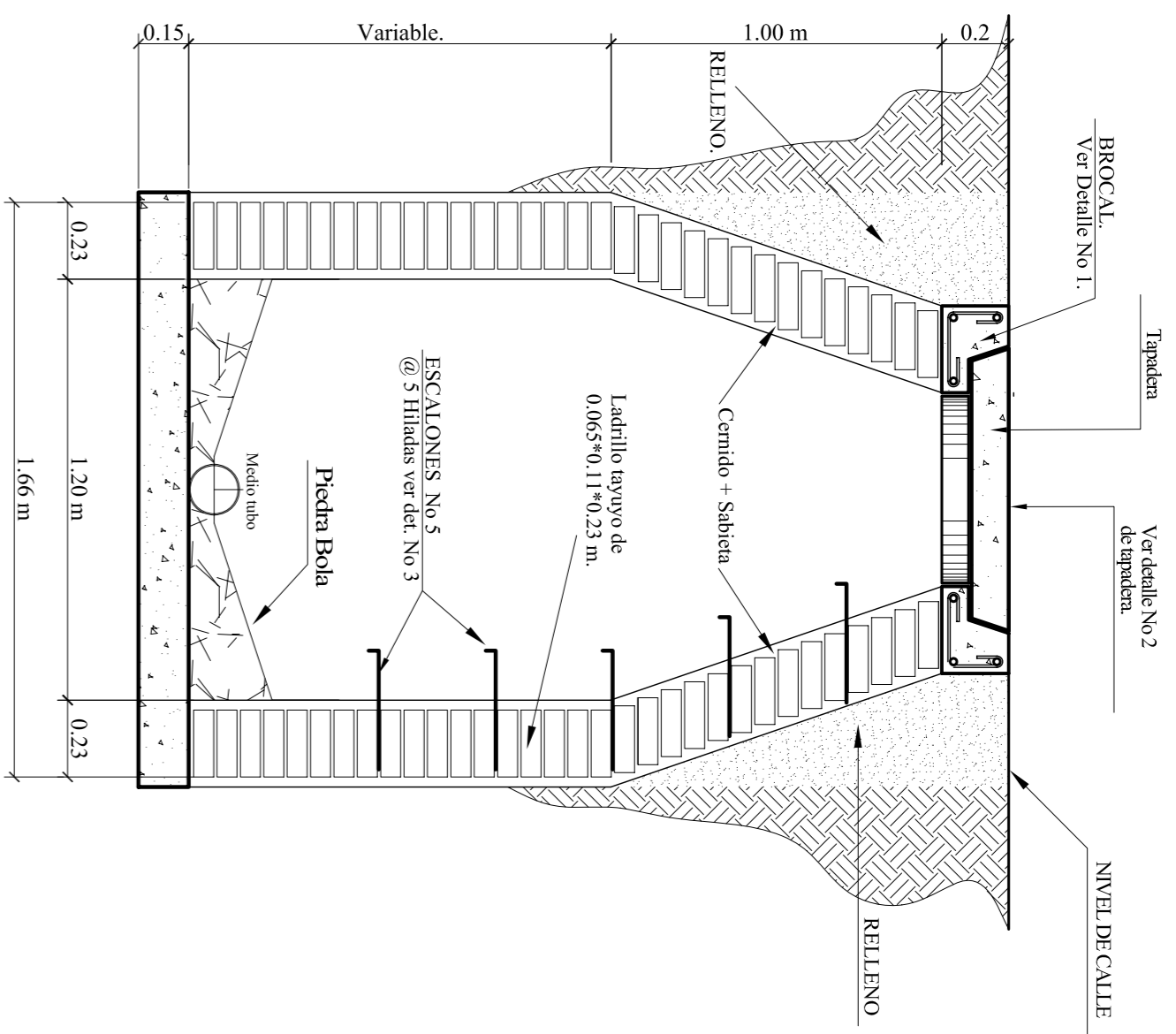
**PERFIL RAMAL R - 37 R - 36**

ESCALA HORIZONTAL 1:1,000  
ESCALA VERTICAL 1:500

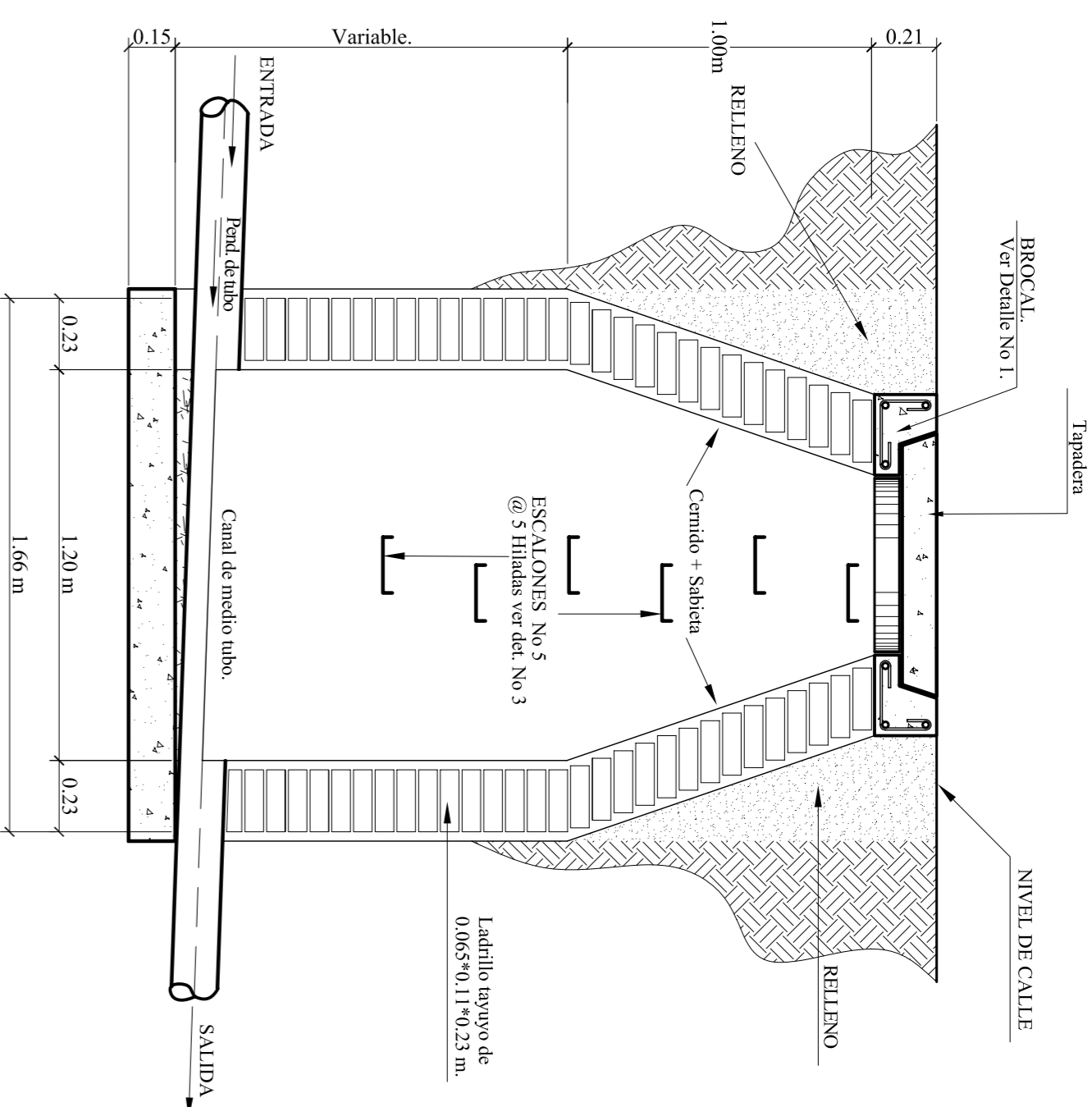
**PERFIL RAMAL PV-J PV-HI**

ESCALA HORIZONTAL 1:1,000  
ESCALA VERTICAL 1:500

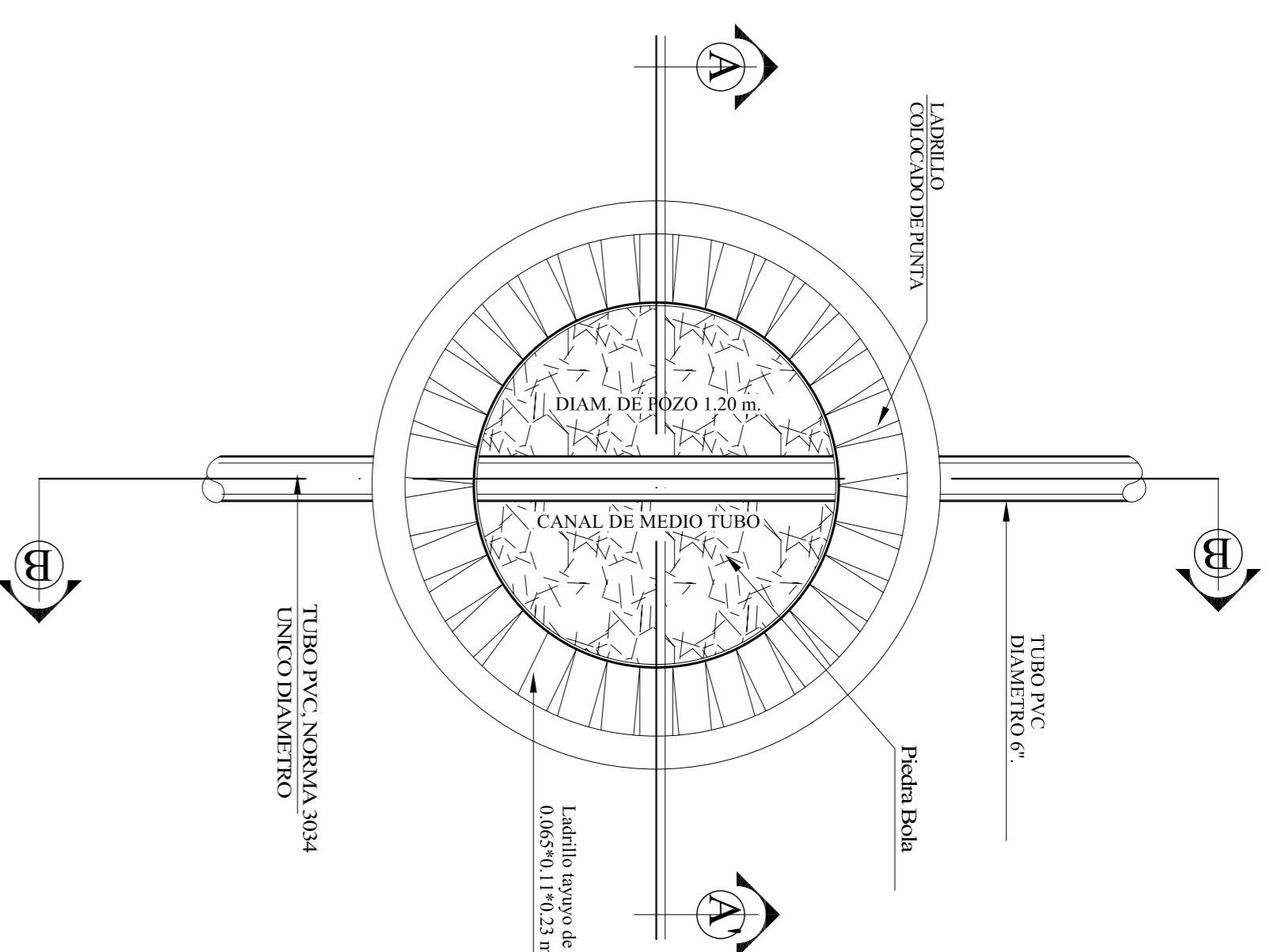
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA			
FACULTAD DE INGENIERIA			
EREGICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			
MUNICIPALIDAD DE SUMPANGO SACATEPEQUEZ			
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA EL CHIBOTÓN.			
CONTENIDO: PLANTA PERFIL			
CALCULO Y DISEÑO:	EGGAR ZAPETA REYNOSO	ESCALA:	ENFOCADA
DIRIGIDO:	EGGAR ZAPETA REYNOSO	FECHA:	
SUPERVISOR:	ING. JUAN MERCK COS	CANTON:	1998 - 21664
AUTOR: ING. JUAN MERCK COS		HOJA: 13	
ASISOR DE EPS: VALER MONTENEGRO DE SAMPANGO		15	



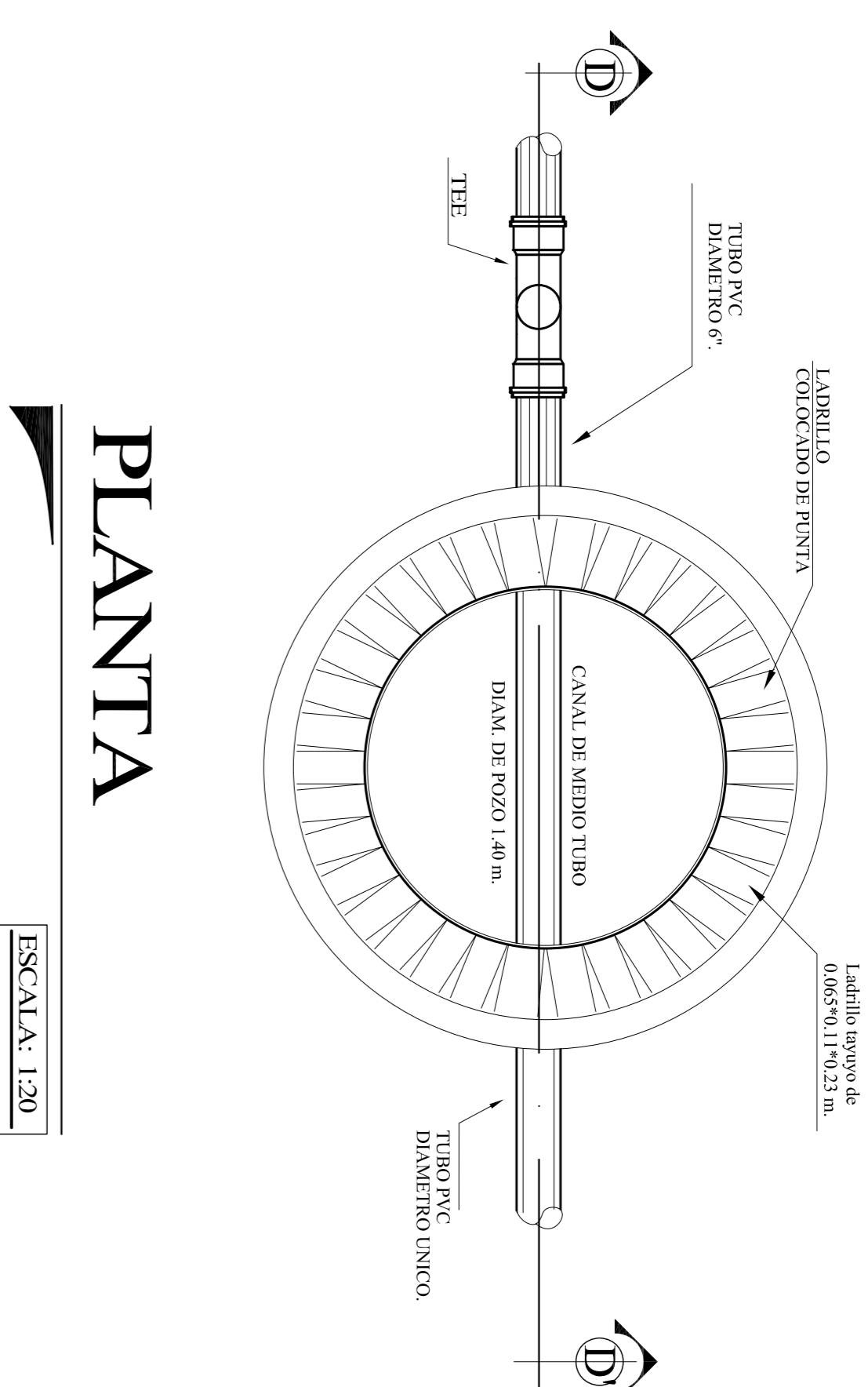
**SECCION A - A'**  
POZO DE VISITA TÍPICO ESCALA: 1:20



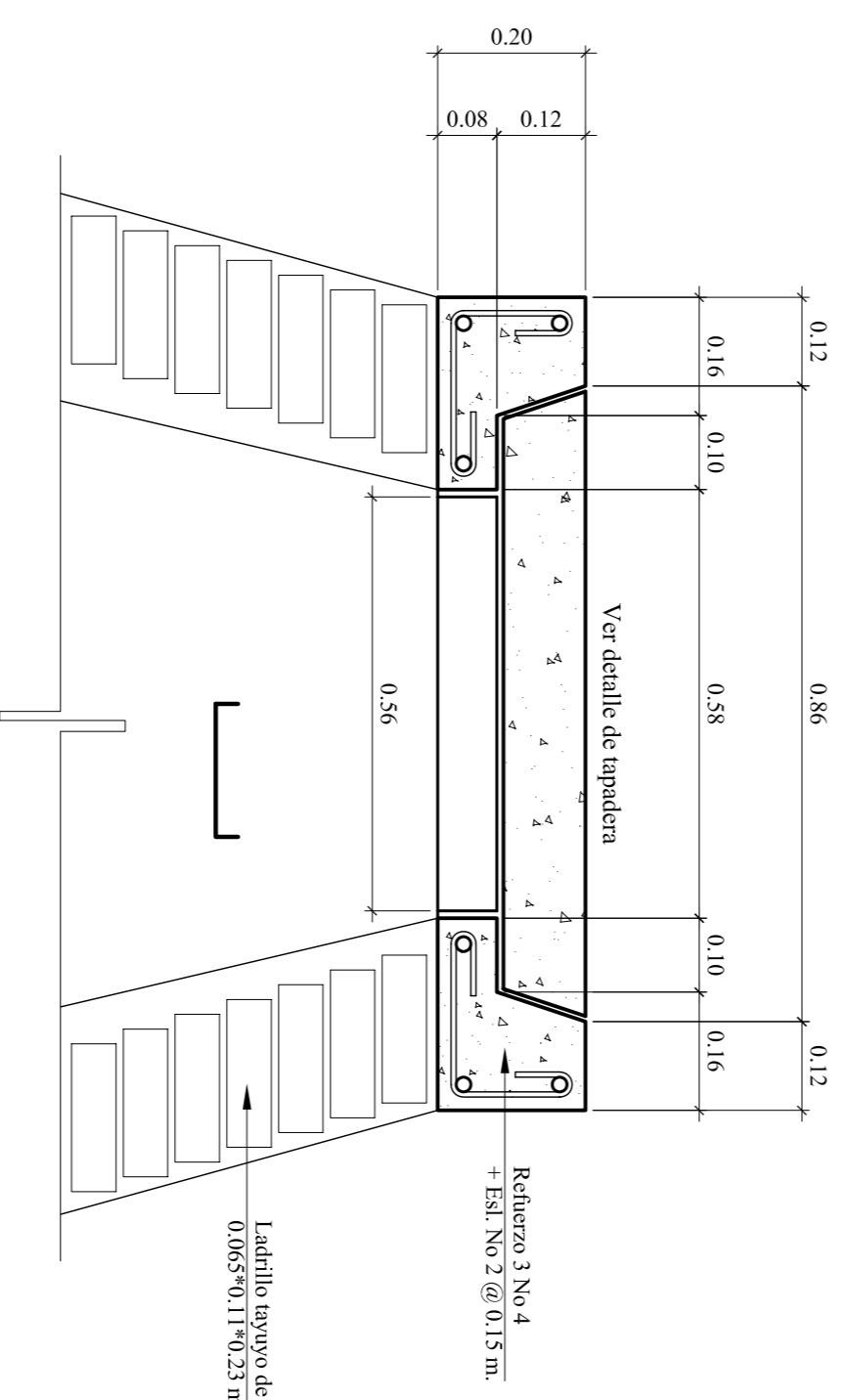
**SECCION B - B'**  
POZO DE VISITA TÍPICO ESCALA: 1:20



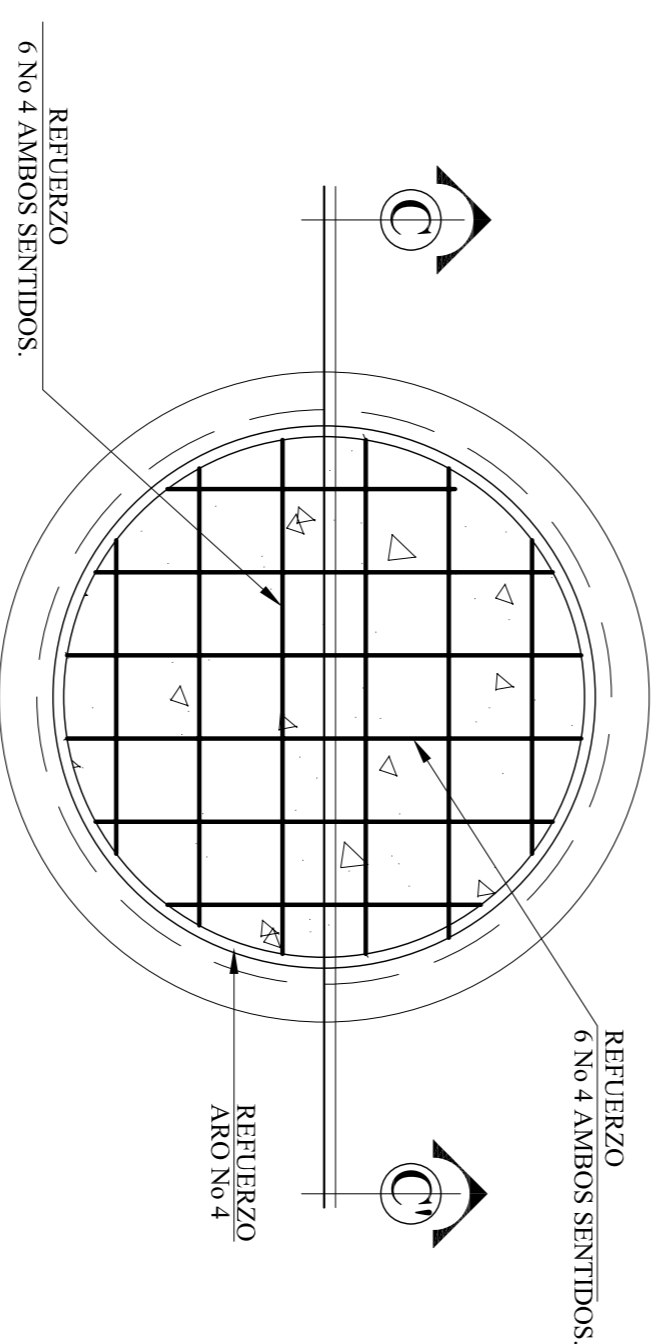
**PLANTA**  
POZO DE VISITA TÍPICO ESCALA: 1:20



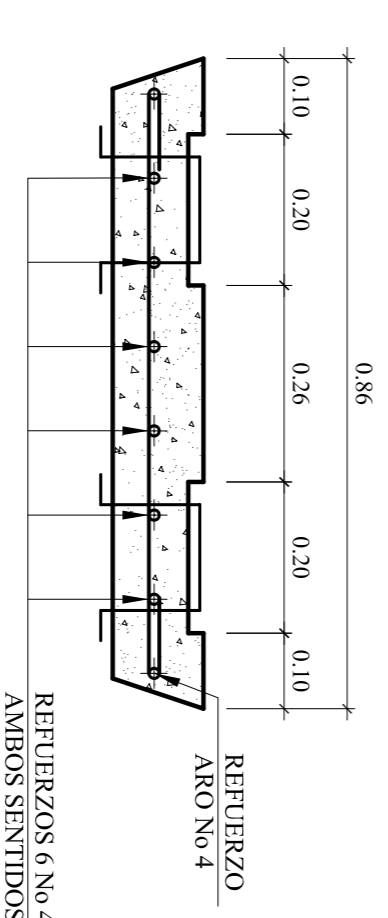
**PLANTA**  
POZO DE VISITA CON CAIDA A 90 ESCALA: 1:20



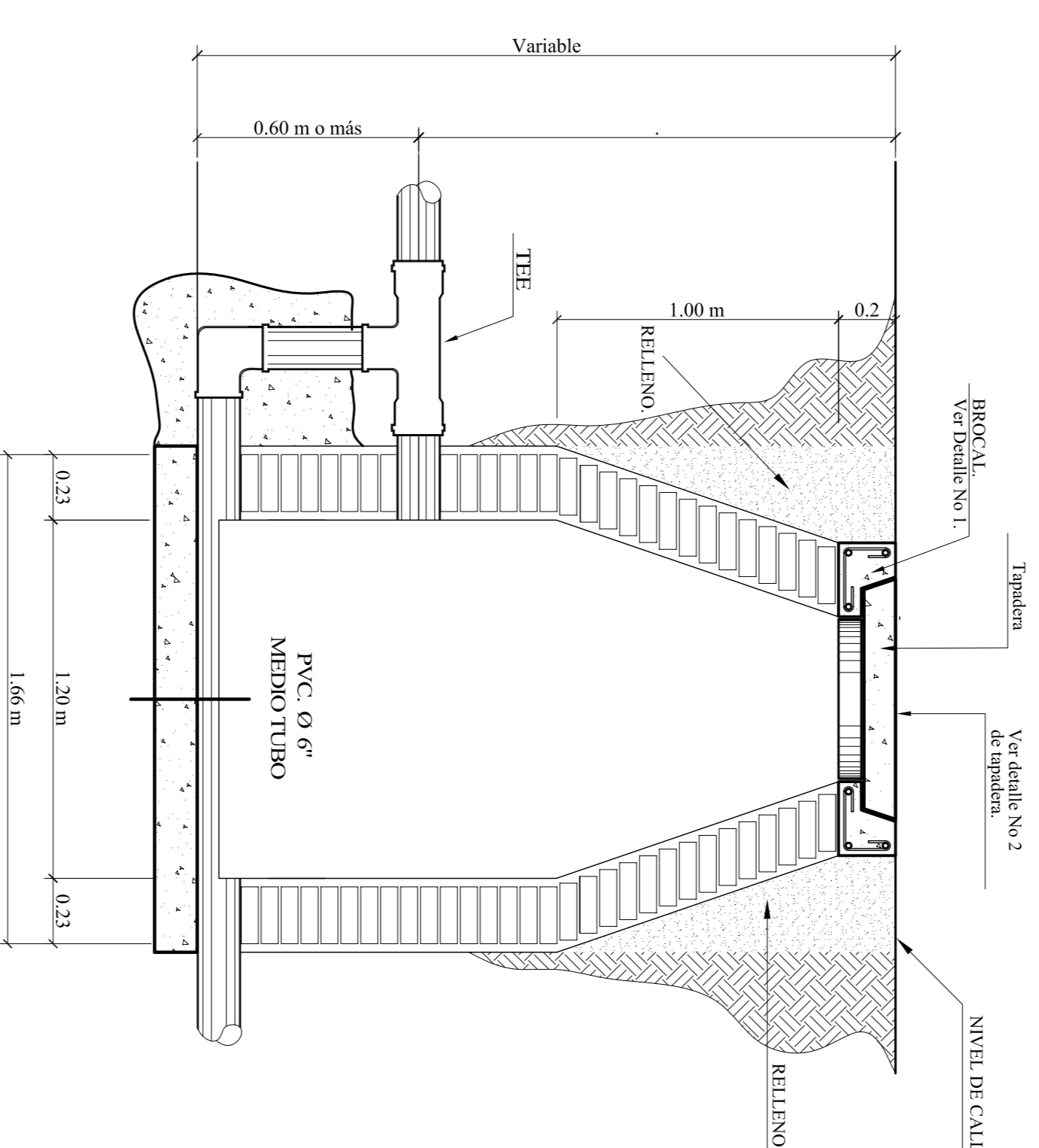
**DETALLE No 1**  
BROCAL DE POZO ESCALA: 1:20



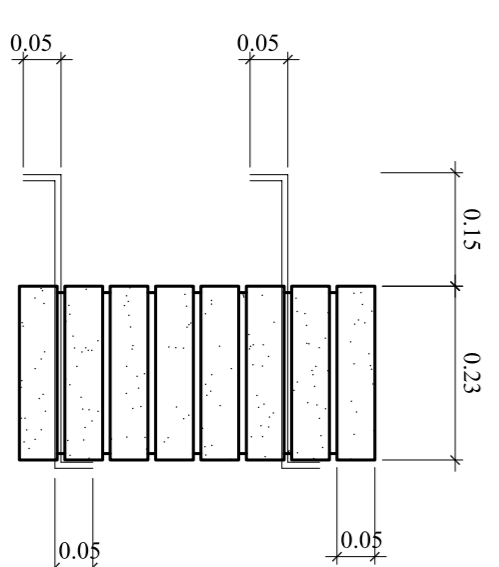
**DETALLE No 2**  
ARMADO DE TAPADERA ESCALA: 1:20



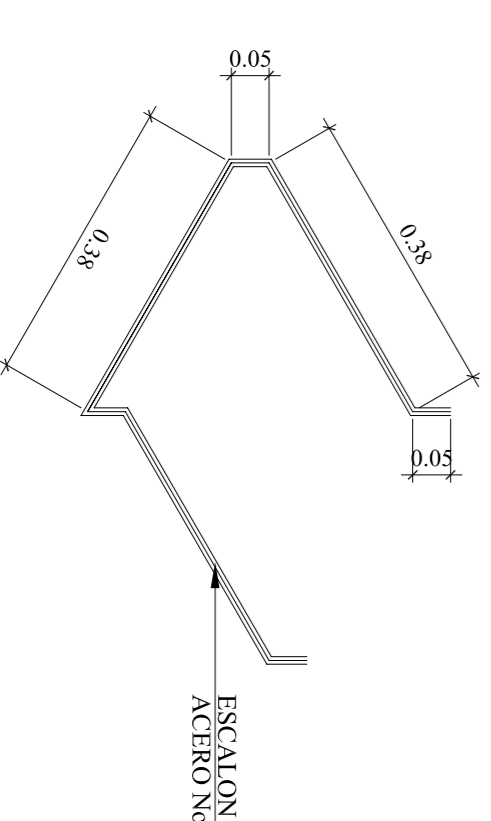
**SECCION C - C'**  
ARMADO DE TAPADERA ESCALA: 1:20



**SECCION D - D'**  
POZO DE VISITA CON CAIDA A 90 ESCALA: 1:20



**DETALLE No 3**  
ANCLAJE DE ESCALON ESCALA: 1:20



**DETALLE No 3**  
ESCALON ESCALA: 1:20

NOTA:  
EL DIAMETRO DE LOS POZOS SERA CONSTANTE

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
MUNICIPALIDAD DE SUMAPANGO SACATEPEQUEZ

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA EL CHEPOTON

CONTENIDO: DETALLE DE POZOS

CALCULO Y DISEÑO: EUGEN ZARITA REYNOSO ESCALA: INGENIERIA

DEBIDO: EUGEN ZARITA REYNOSO HECHA

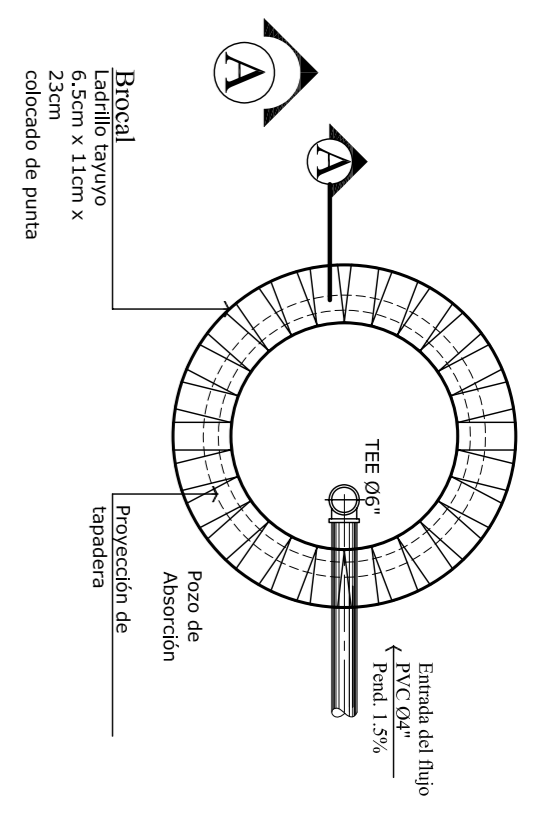
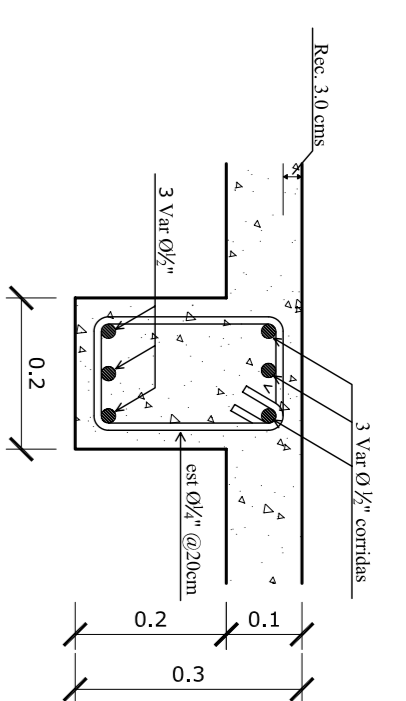
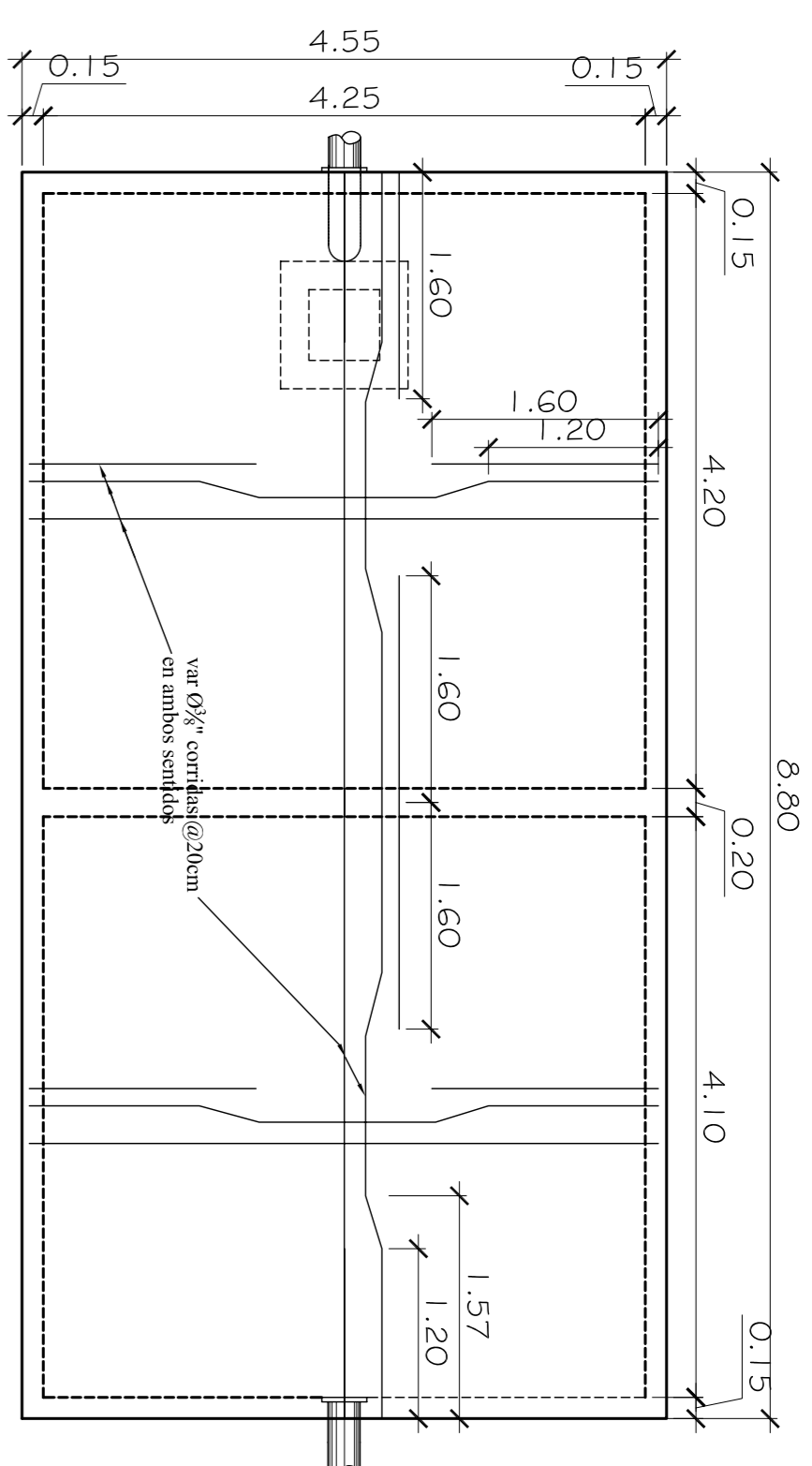
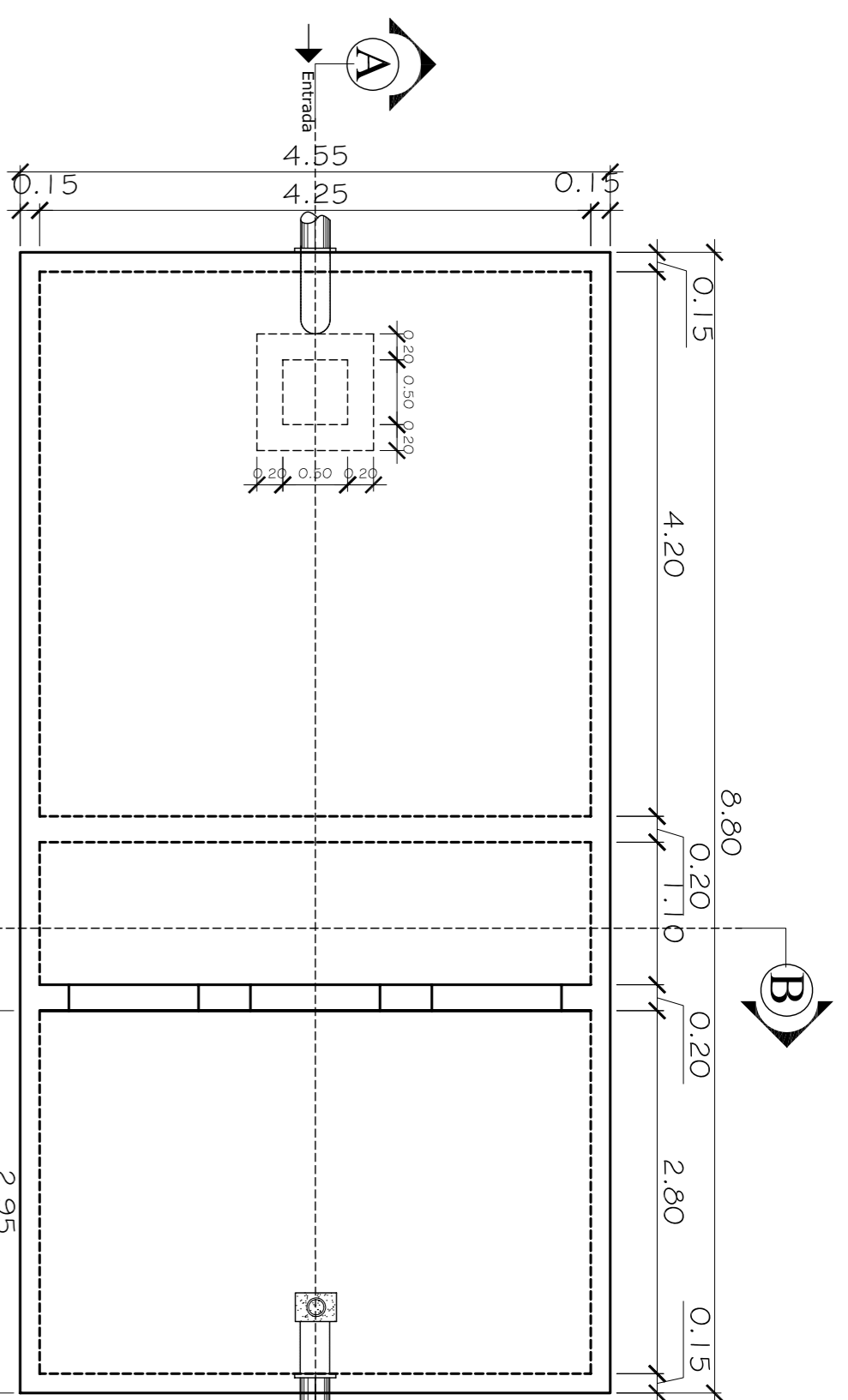
SUPERVISAR: ING. JUAN MERCK COS. CARNE: 196-21064

FECHA: 14

HOJA: 15

ING. JUAN MERCK COS. VABA MUNICIPALIDAD DE SUMAPANGO

ASSOR DE EPS

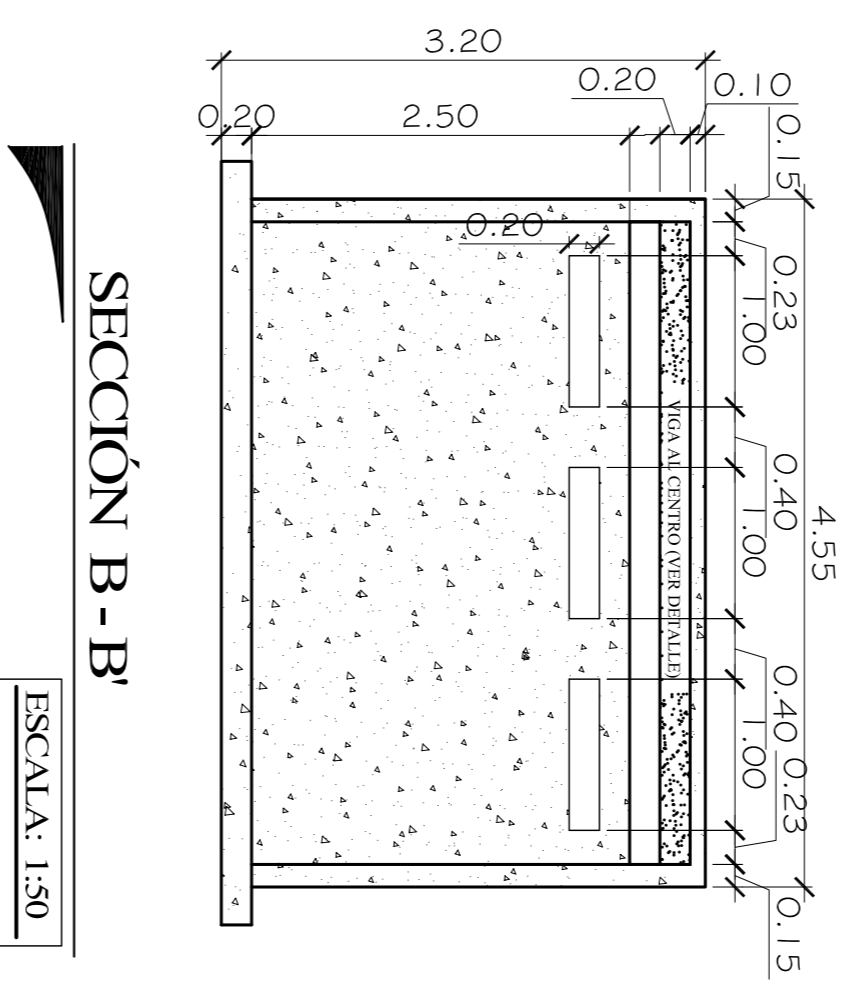
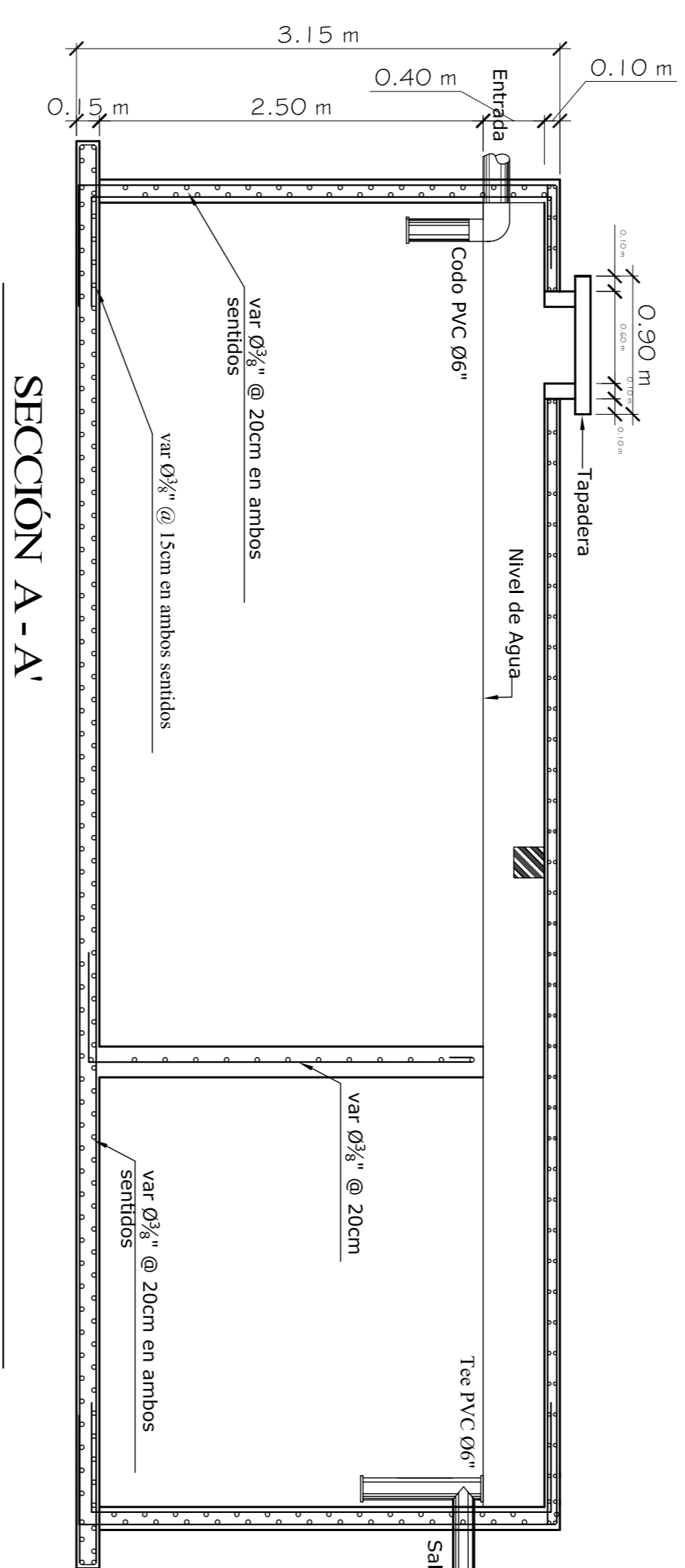


PLANTA FOSA SÉPTICA  
ESCALA: 1:50

PLANTA ARMADO DE LOSA SUPERIOR  
ESCALA: 1:50

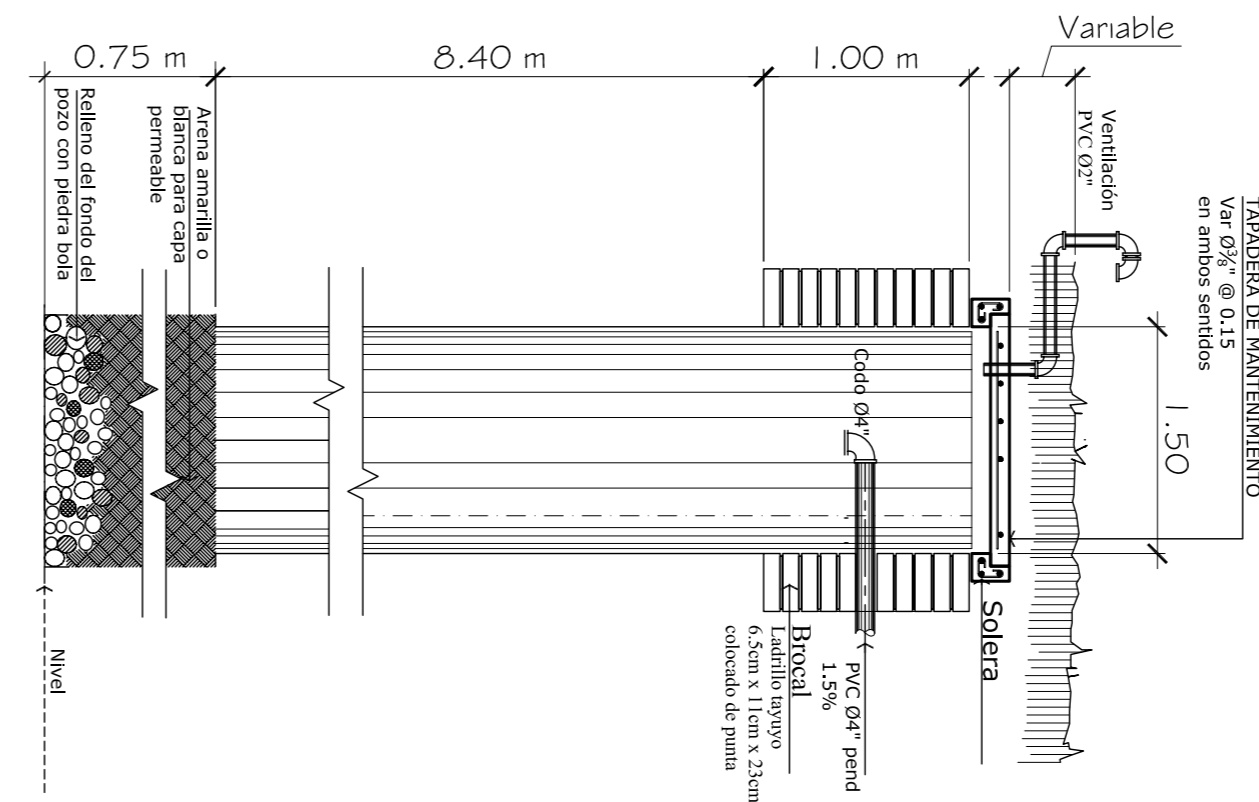
DETALLE DE VIGA AL CENTRO  
ESCALA: 1:10

PLANTA POZO DE ABSORCIÓN  
ESCALA: 1:50



ESQUEMA DE DESFOGUE

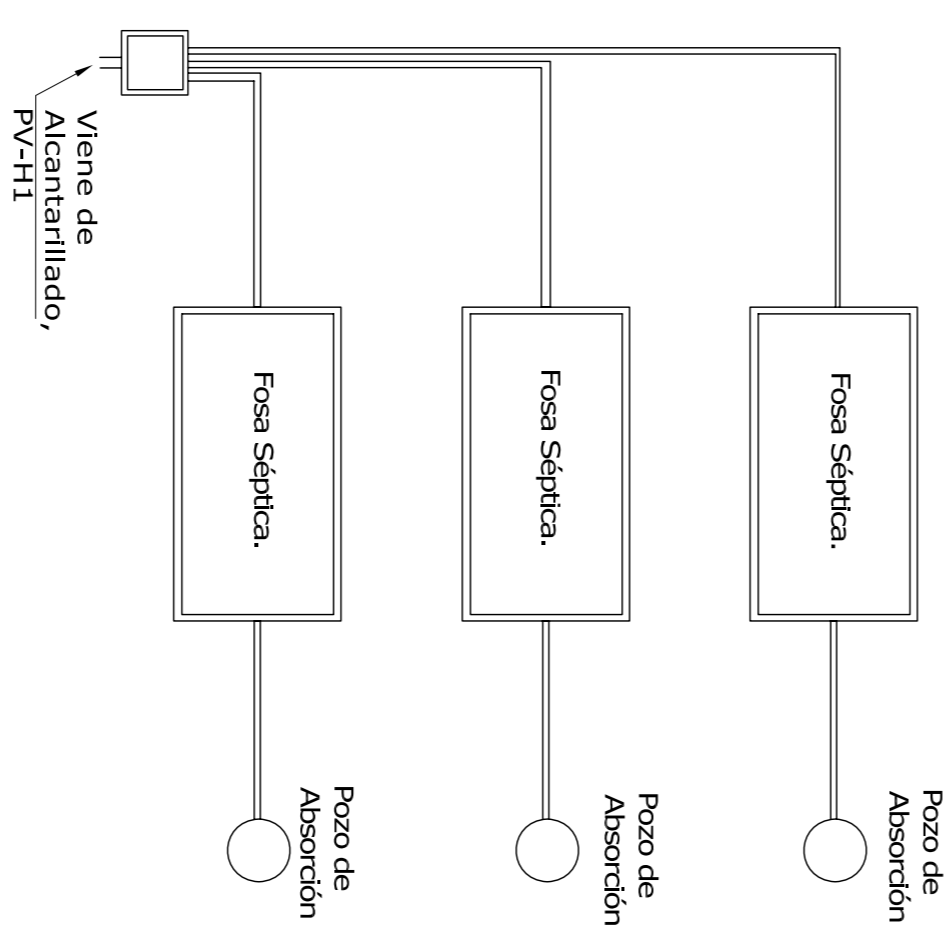
SECCIÓN A POZO DE ABSORCIÓN  
SIN ESCALA



PLANTA TANQUE DERIVADOR DE CAUDAL  
ESCALA: 1:25

PLANTA ARMADO DE LOSA SUPERIOR  
ESCALA: 1:25

ESQUEMA DE DESFOGUE

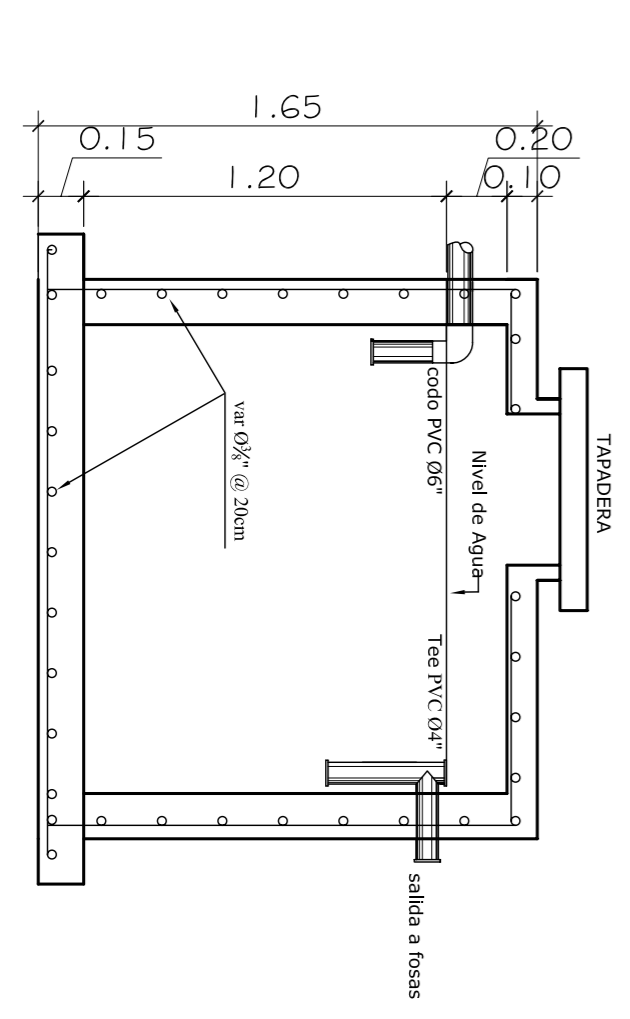


PLANTA TANQUE DERIVADOR DE CAUDAL  
ESCALA: 1:25

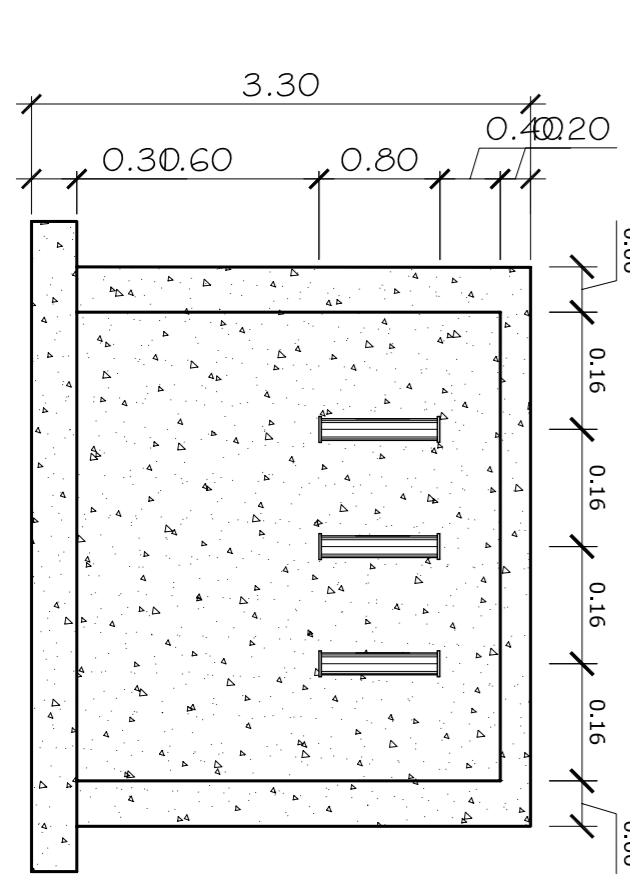
PLANTA ARMADO DE LOSA SUPERIOR  
ESCALA: 1:25

ESQUEMA DE DESFOGUE

SECCIÓN C-C'  
ESCALA: 1:25



SECCIÓN D-D'  
ESCALA: 1:25



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- Tubería y accesorios para las instalaciones de la fosa, deben ser de PVC de Ø 6"
- El espaciamiento entre pozos de absorción es como mínimo de 4 mts.
- Concreto a utilizar en las fosas debe tener un f'c de 210 Kg/cm²
- Acero deberá tener un fy de 2810 Kg/cm²
- Se deben construir 3 fosas sépticas con 3 pozos de absorción cada uno.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		FOLIO 15	
FACULTAD DE INGENIERÍA		FOLIO 15	
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			
MUNICIPALIDAD DE SUMAPANGO SACATEBÉQUEZ			
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA EL CHIROTÓN			
CONTENIDO: FOSA SÉPTICA Y POZO DE ABSORCIÓN			
CALCULO Y DISEÑO	ING. ZARITA RINOSO	ESCALA	INDEFINIDA
DEBIDO	ING. ZARITA RINOSO	FECHA	
SUPERVISOR	ING. JUAN MERCK COS	CANTON	196 - 21064
AUTOR: ING. JUAN MERCK COS		HOJA 15	
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA EL CHIROTÓN		HOJA 15	

CENTENIO:	PLANTA DENSIDAD DE VIVIENDA	ESCALA:	INDICADA
DISEÑO:	EDGAR ZARTEA BENOSO	FECHA:	1996 - 2068
SUPERVISOR:	ING. JUAN MERCK COS	CARTEL:	11
F) ING. JUAN MERCK COS ASesor DE EPS VABA, MUNICIPALIDAD DE SUMPANGO		HOJA:	1

**SIMBOLOGIA.**

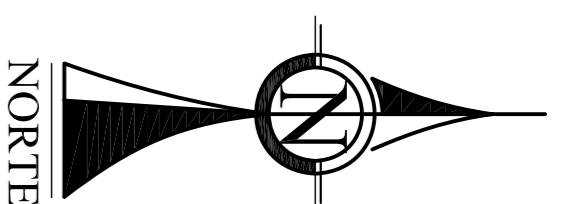
	ESCUELA
	IGLESIA
	FUENTE
	VIVIENDAS
	CLINICA
	CANCHA DEPORTIVA
	MURO
	SECTOR DE CONCRETO
	PILA COMUNAL
	FUENTE DE CAPTACION



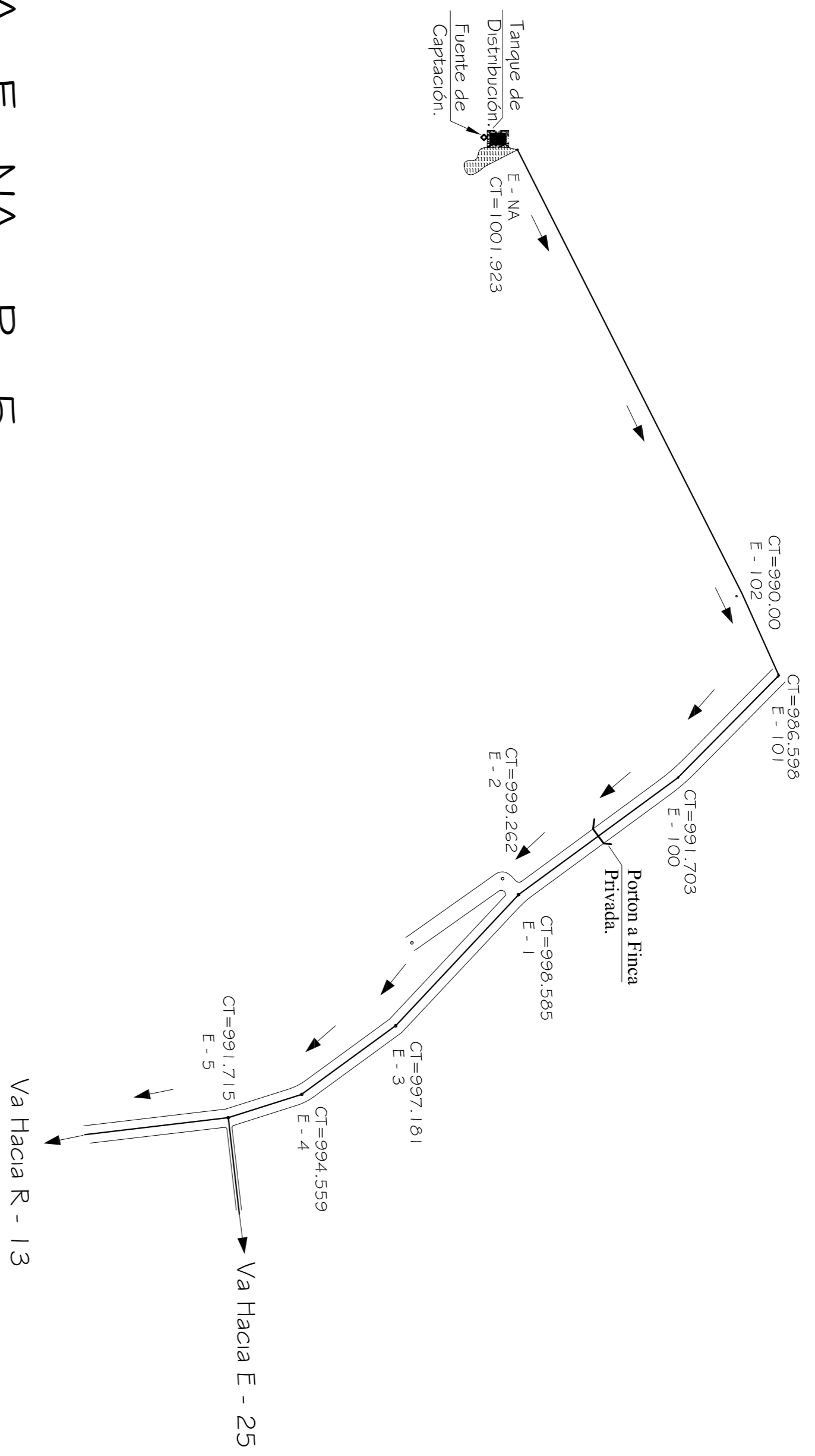
PLANTA DENSIDAD DE VIVIENDA.

ESCALA 1:2000





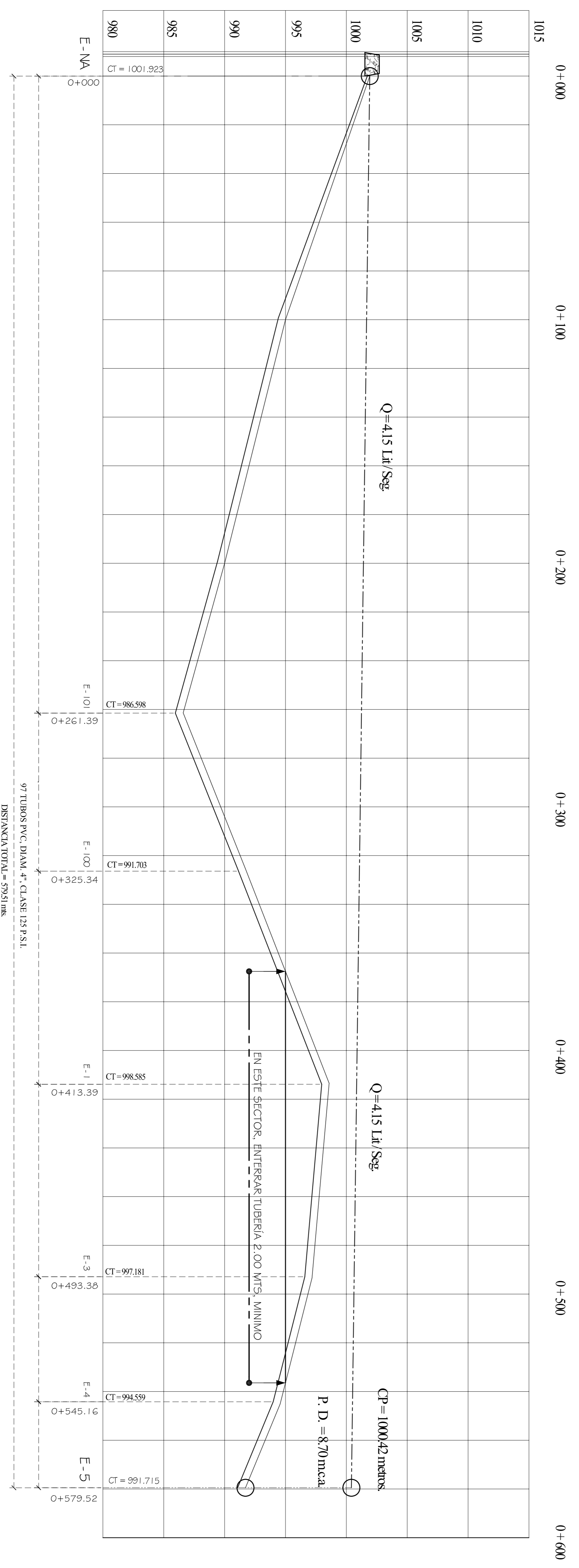
CONTENIDO		PLANTA PERFIL	
CALCULO Y DISEÑO	EDGAR ZAPETA BENOSO	ESCALA	INDICADA
DIBUJO	EDGAR ZAPETA BENOSO	FECHA	
SUPERVISOR	ING. JUAN MERCK COS	CARTEL	196 - 2164
F) ING. JUAN MERCK COS ASISOR DE EDS		HOJA	3
			11



PLANTA E - NA R - 5

ESCALA 1:2,000

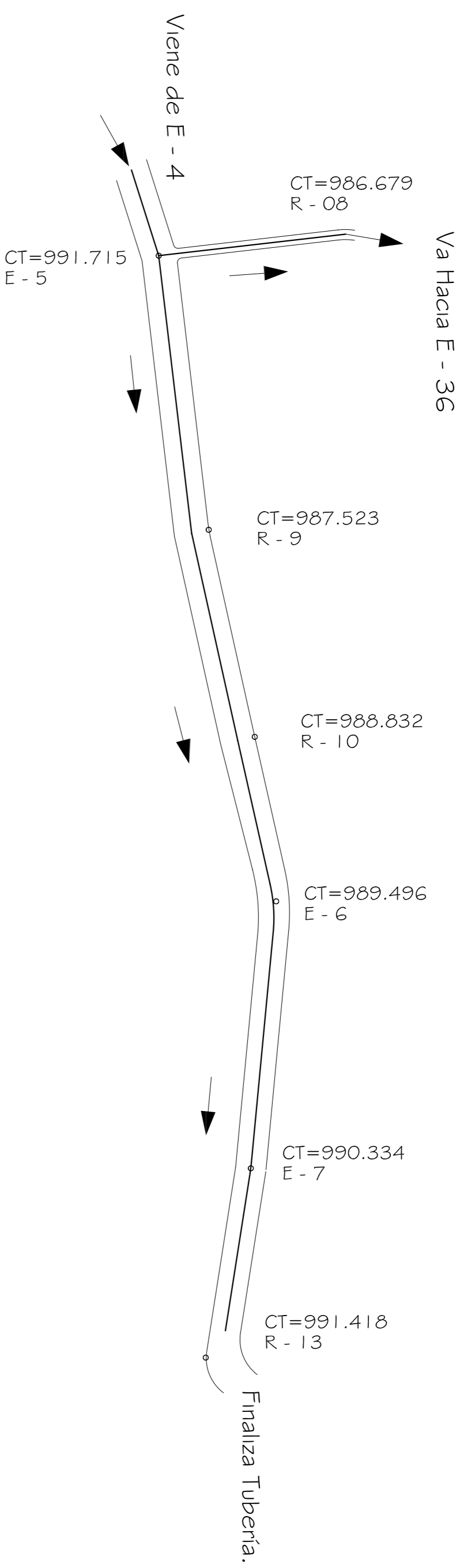
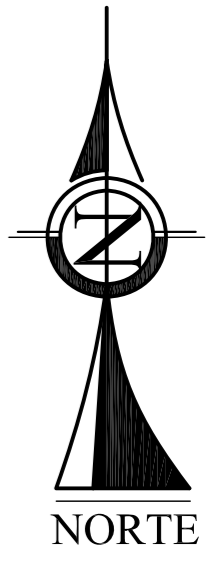
SIMBOLOGIA.	
	LINEA PIEZOMETRICA
	VALVULA DE COMPUERTA
	CALLE CAMINO
	ESTACIONES RADIAONES
	TUBERIA LINEA DE DISTRIBUCION, Ø INDICADO
	CODO 90°, 45°
	TEE, CRUZ Y YEE
	TAPON HERBIA
	REDUCTOR BUSINGA
	FUENTE DE CAPTACION



PERFIL E - NA E - 5

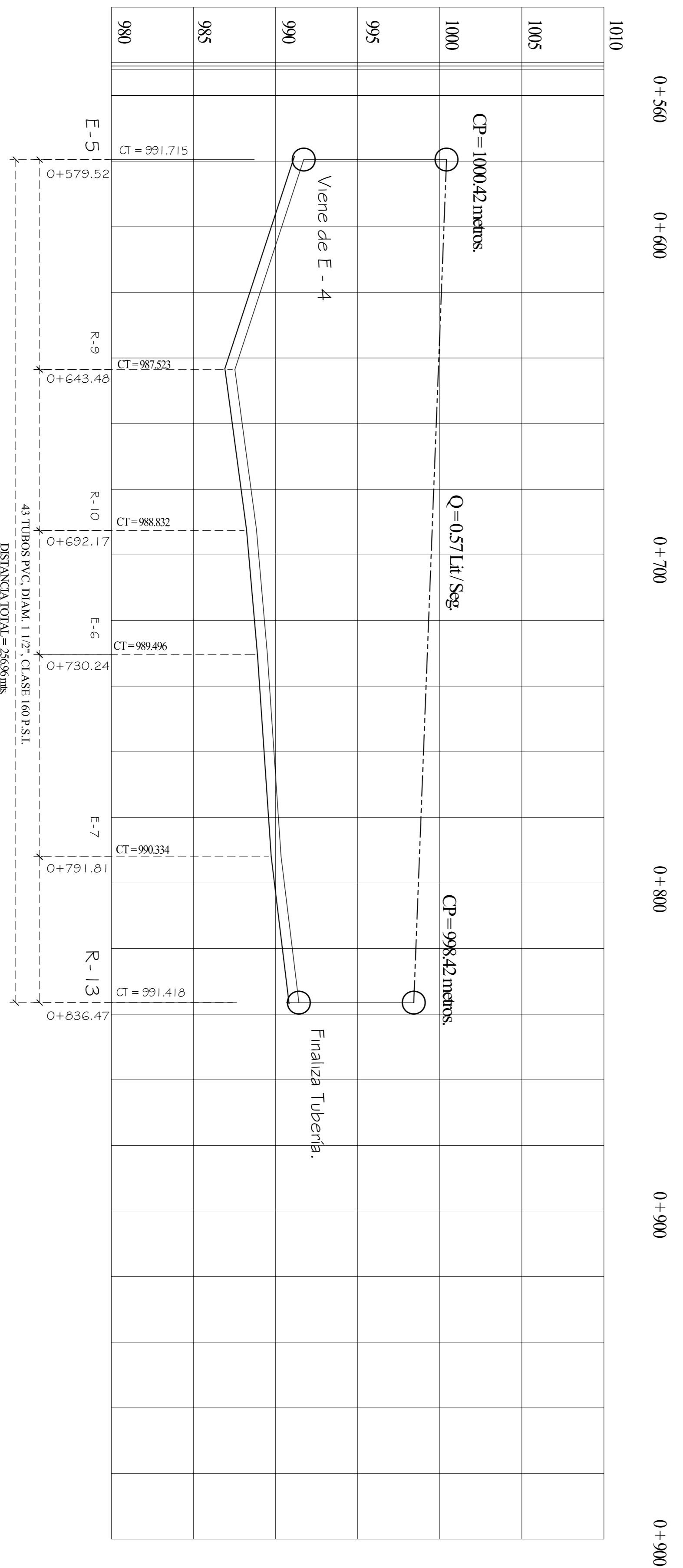
ESCALA HORIZONTAL 1:1,000  
 ESCALA VERTICAL 1:200

97 TUBOS PVC. DIAM. 4" CLASE 151 F.S.I.  
 DISTANCIA TOTAL = 579.51 mts.



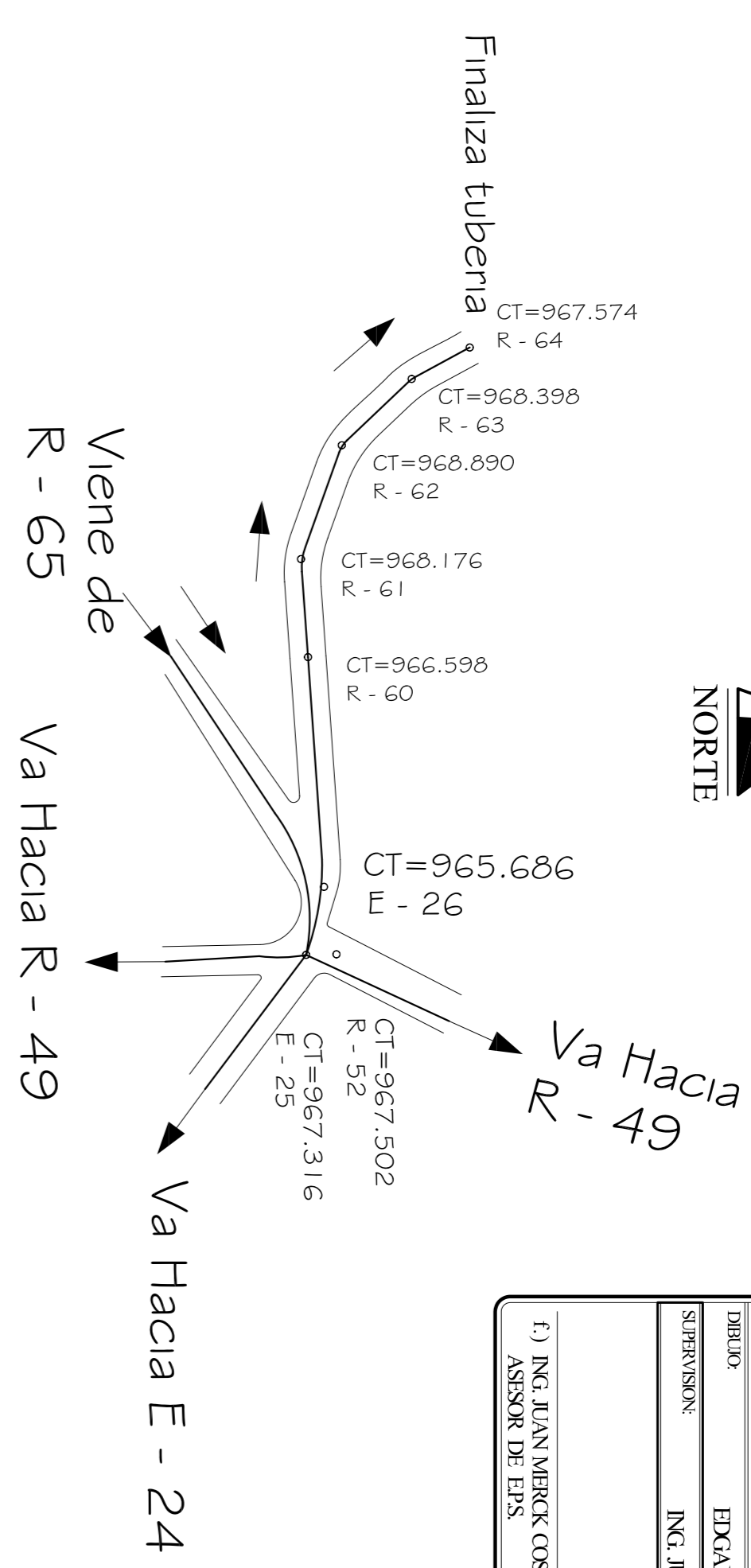
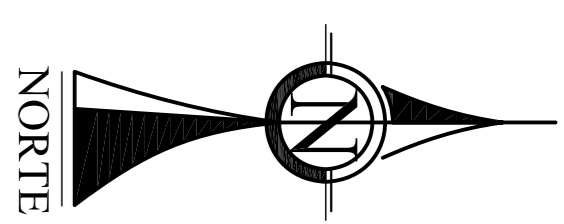
PLANTA E-5 R-13

ESCALA 1:1,000



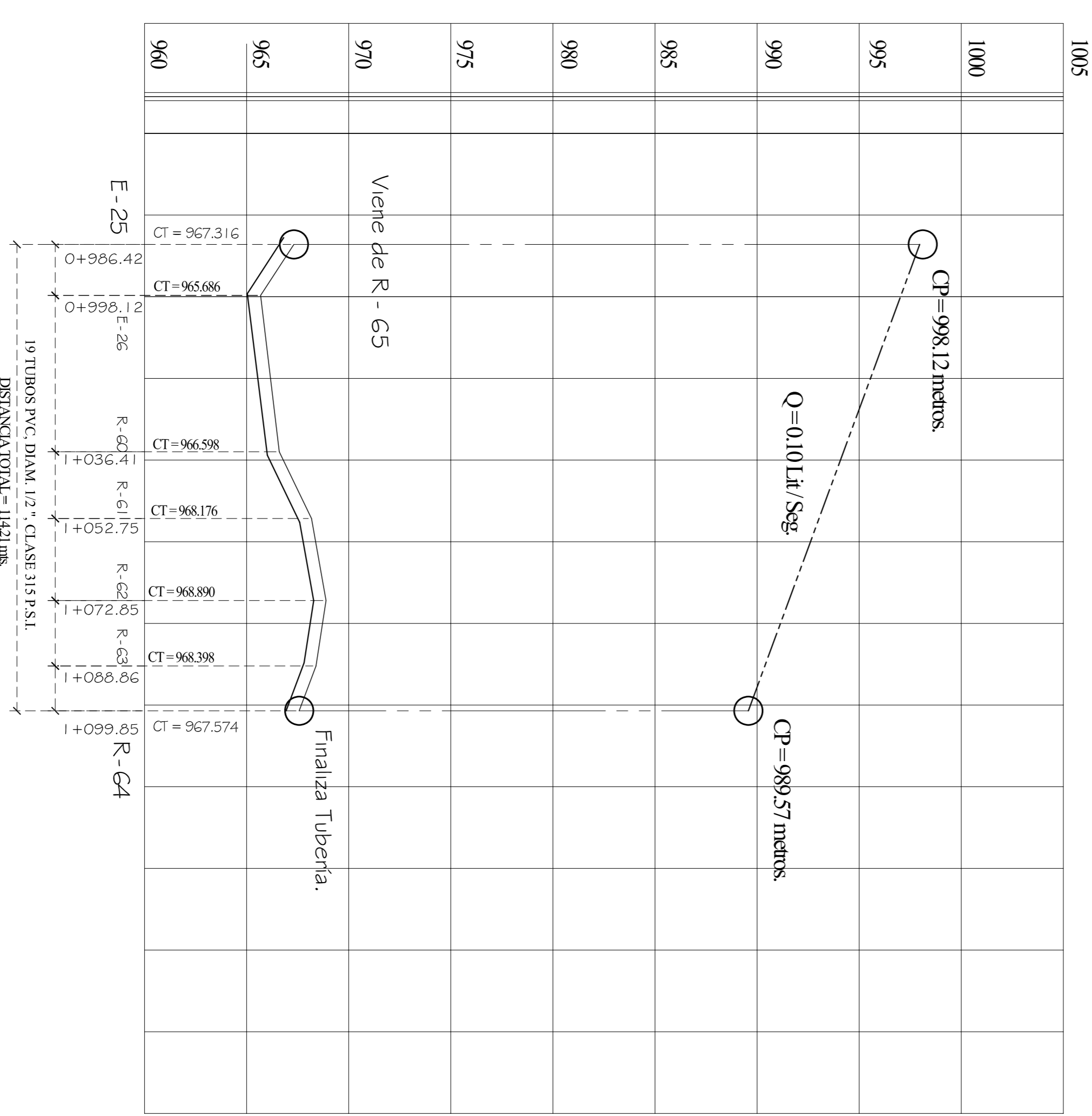
PERFIL E-5 R-13

ESCALA HORIZONTAL 1:1,000  
ESCALA VERTICAL 1:200



PERFIL E-25 R-64

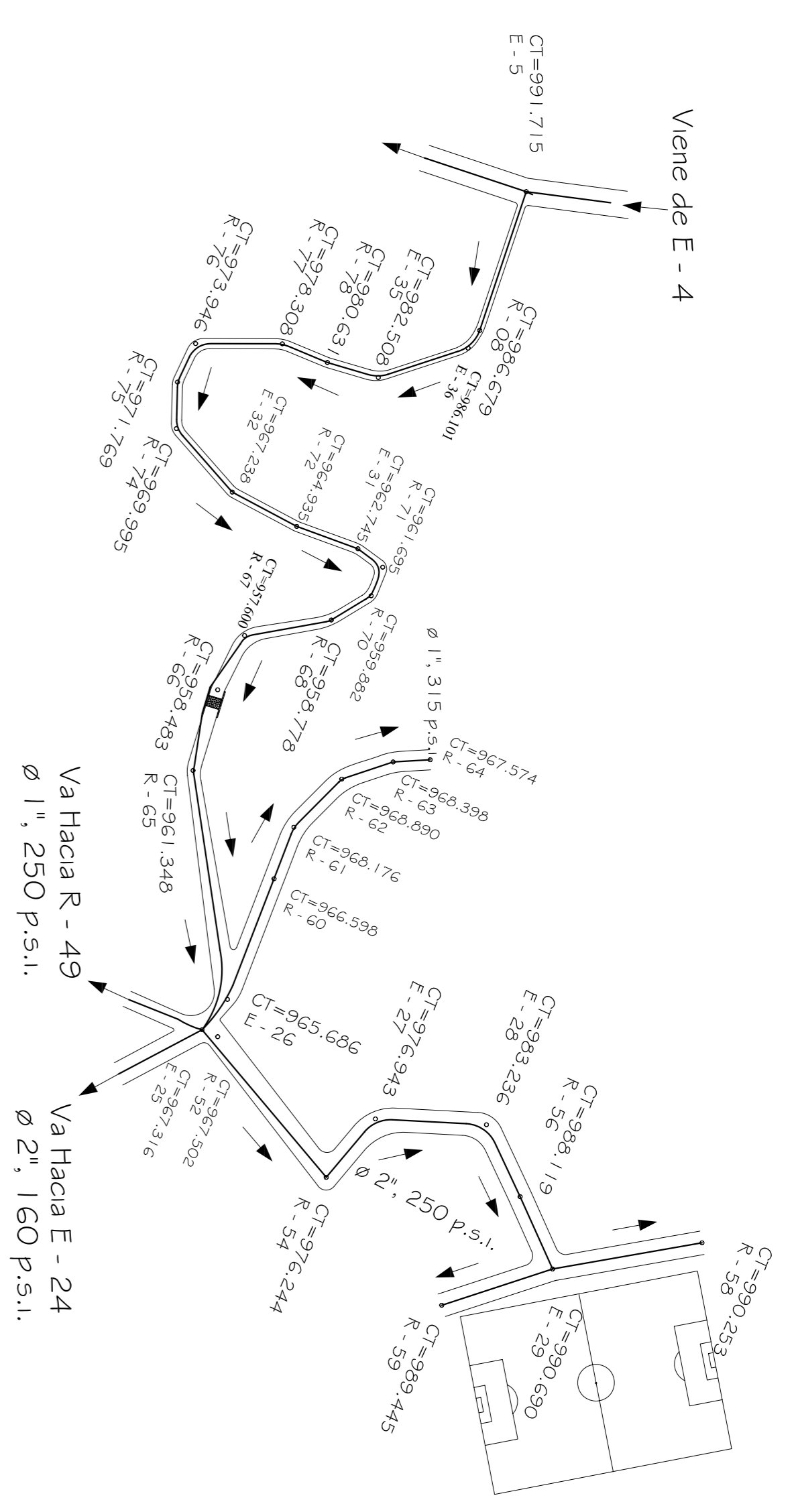
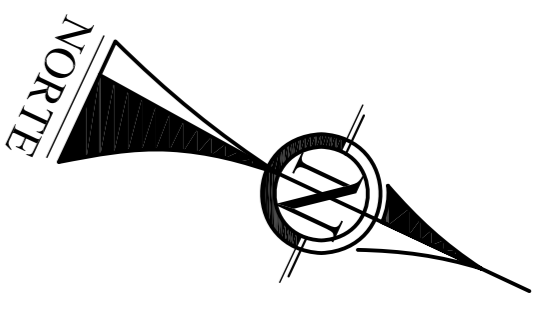
ESCALA 1:1,000



PERFIL E-25 R-64

ESCALA HORIZONTAL 1:1,000  
ESCALA VERTICAL 1:200

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		FACULTAD DE INGENIERIA	
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		MUNICIPALIDAD DE SUBABANCO SACATEPEQUEZ	
PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SAN JOSE YALI.		HOJA 4	
CONTENIDO: PLANTA PERFIL		INDICADA	
CALCULO Y DISEÑO:	EDGAR ZAPETA REVENOSO.	ESCALA:	INDICADA
DEBIDO:	EDGAR ZAPETA REVENOSO.	FECHA:	1996-2004
SUPERVISOR:	ING. JUAN MERCK COS.	CARTEL:	1996-2004
EJECUTIVO: ING. JUAN MERCK COS. V. ALBA, MUNICIPALIDAD DE SUBABANCO		HOJA 4	
PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SAN JOSE YALI.		HOJA 4	

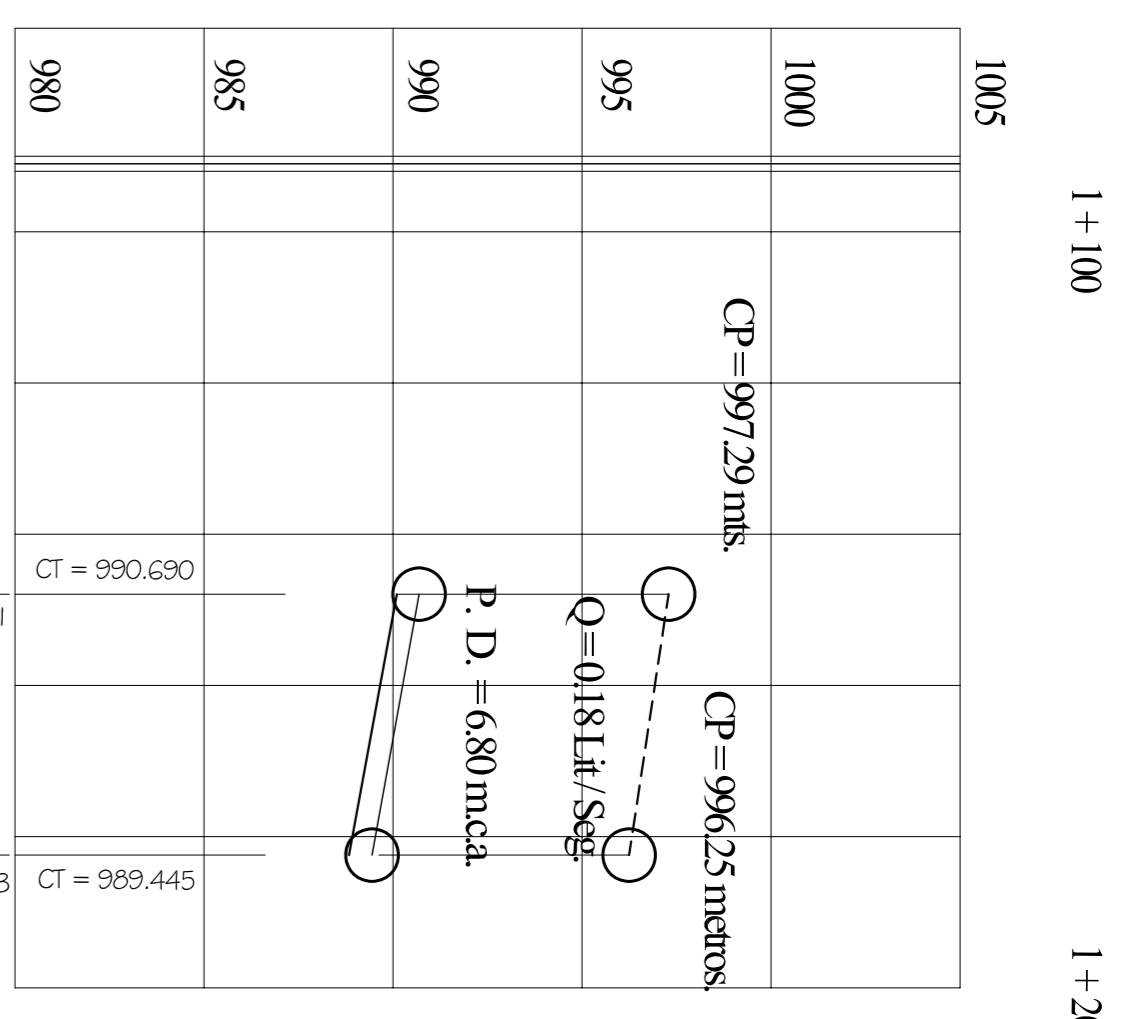


PLANTA E-5 R-58 Y E-29 R-59

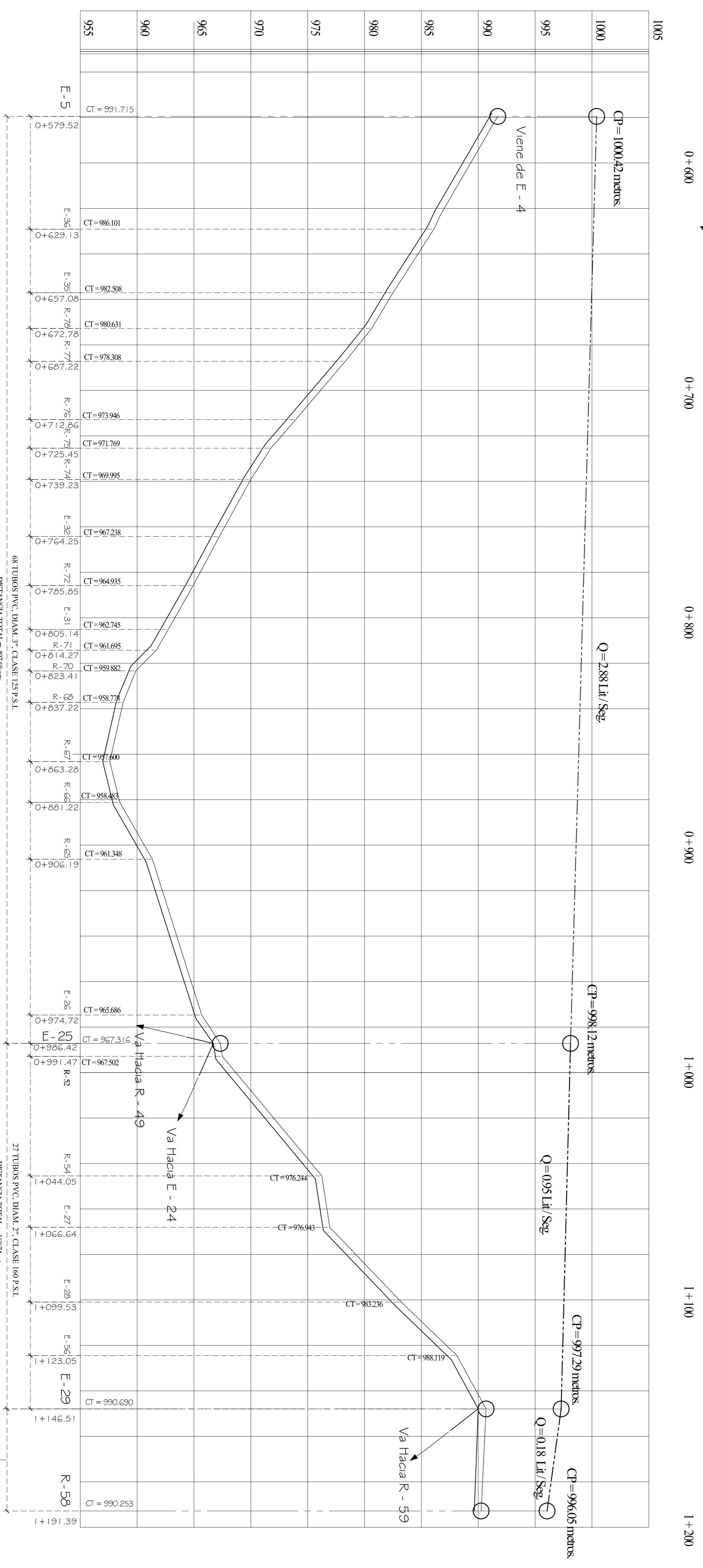
ESCALA 1:1,500

PERFIL E-29 R-59

ESCALA HORIZONTAL 1:1,000  
ESCALA VERTICAL 1:200



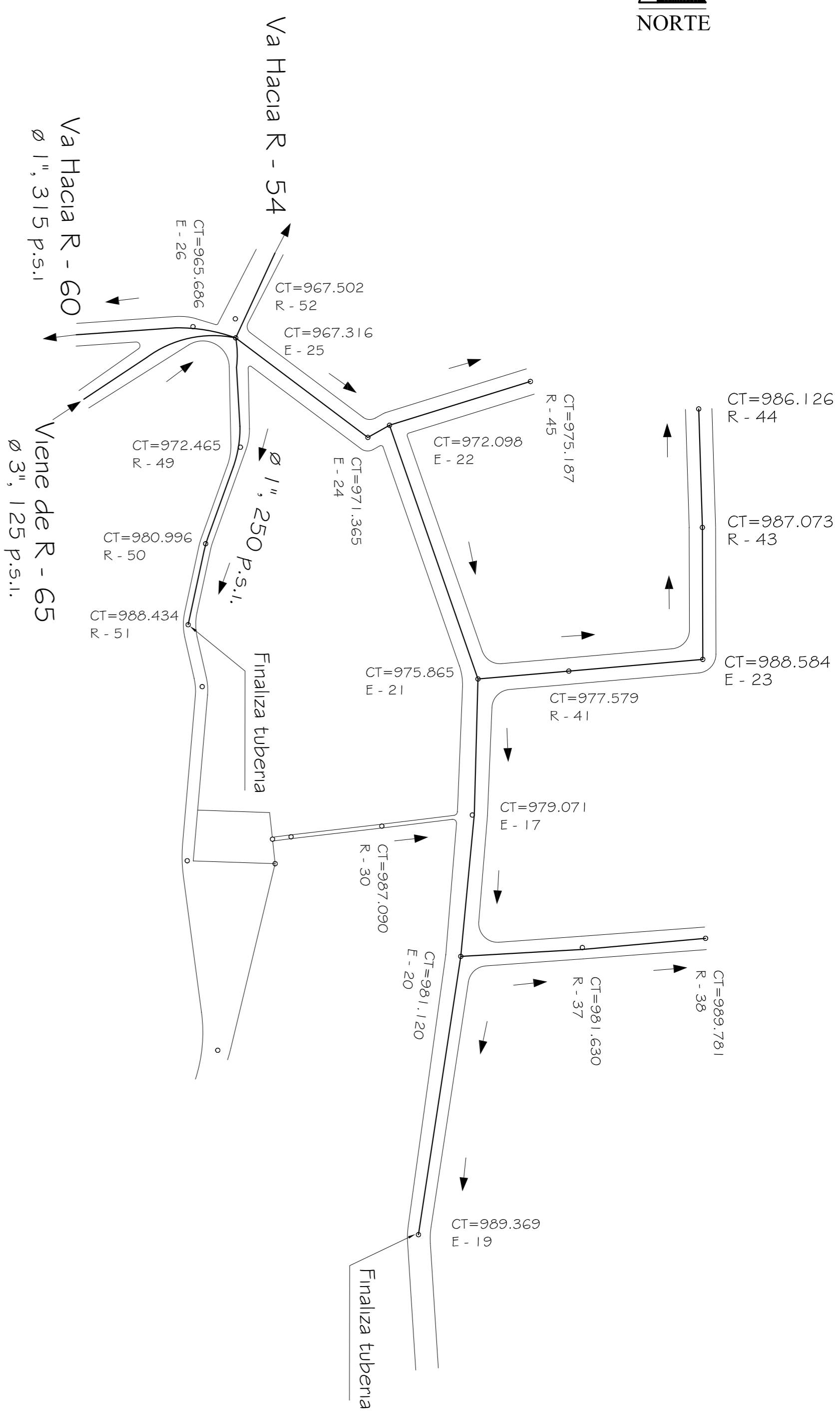
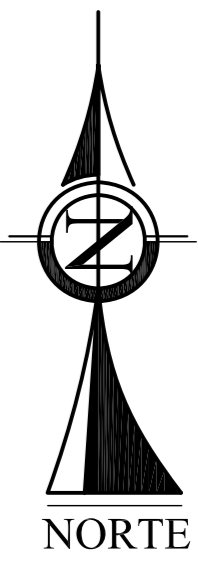
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
MUNICIPALIDAD DE SUMAPANCO SACATEPEQUEZ	
PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SAN JOSE YALU.	
CONTENIDO	PLANTA PERFIL
CALCULOTRIBUNSO	EXCAR ZAPETA REYNOSO
DISEÑO	EXCAR ZAPETA REYNOSO
ELABORACION	ING. JUAN MERCK COS
ASISOR DE EPS	ING. JUAN MERCK COS
ASISOR DE EPS	VABA MUNICIPALIDAD DE SUMAPANCO
HOJA	5
DE	11



PERFIL E-5 R-58

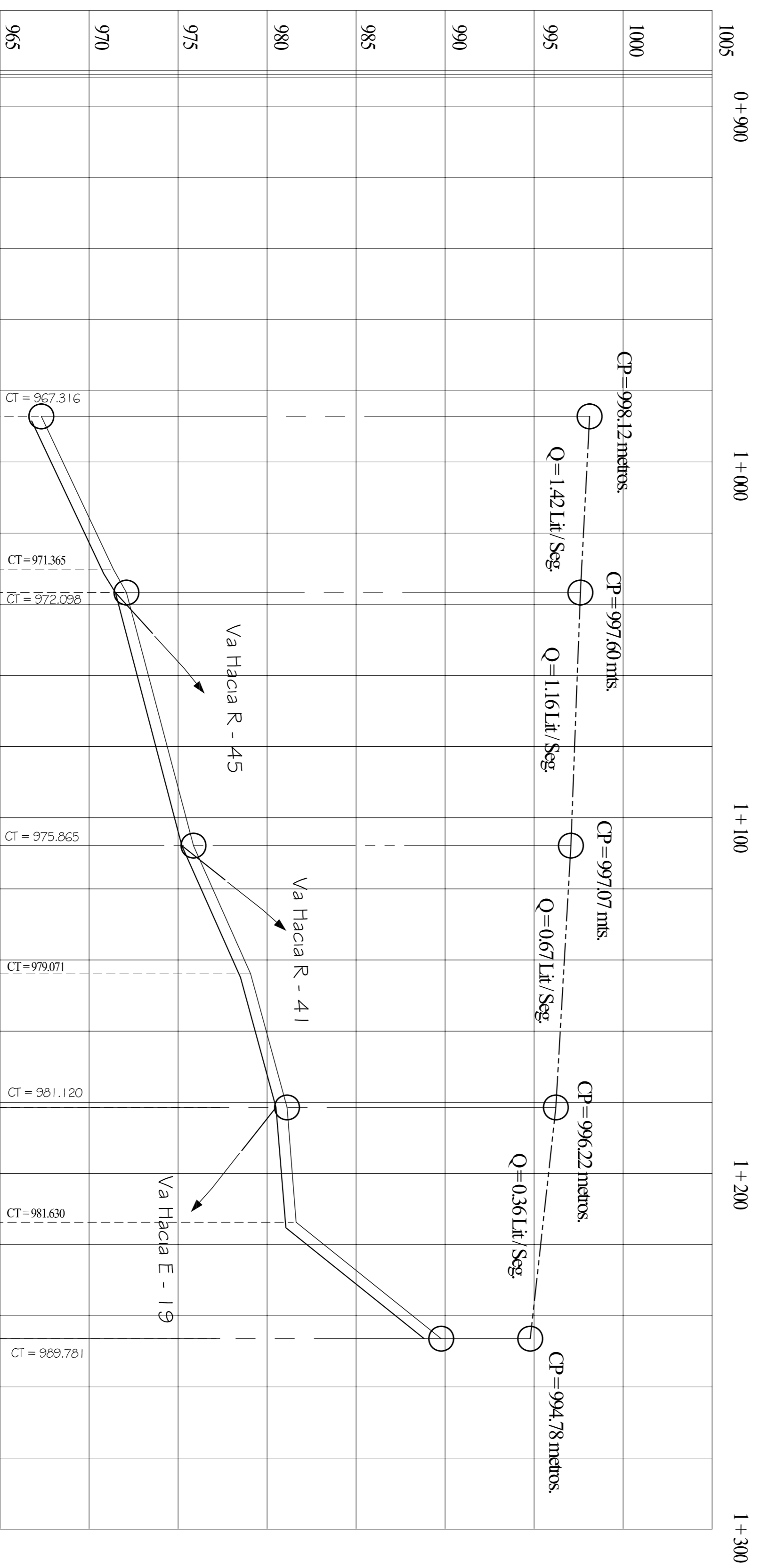
ESCALA HORIZONTAL 1:1,000  
ESCALA VERTICAL 1:200





PLANTA E - 25 R - 38, E - 25 E - 51

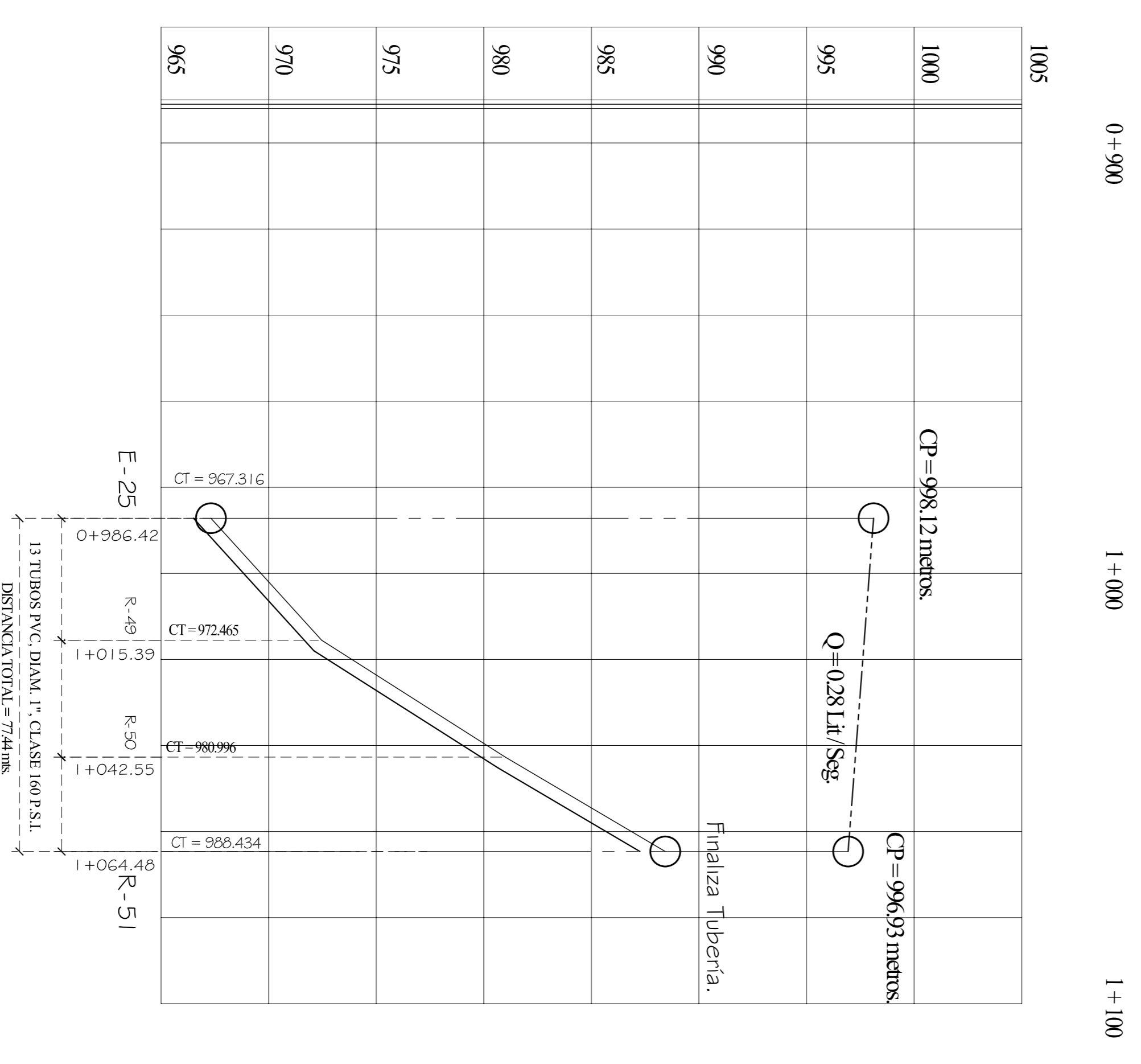
ESCALA 1:1,000



PERFIL E - 25 R - 38

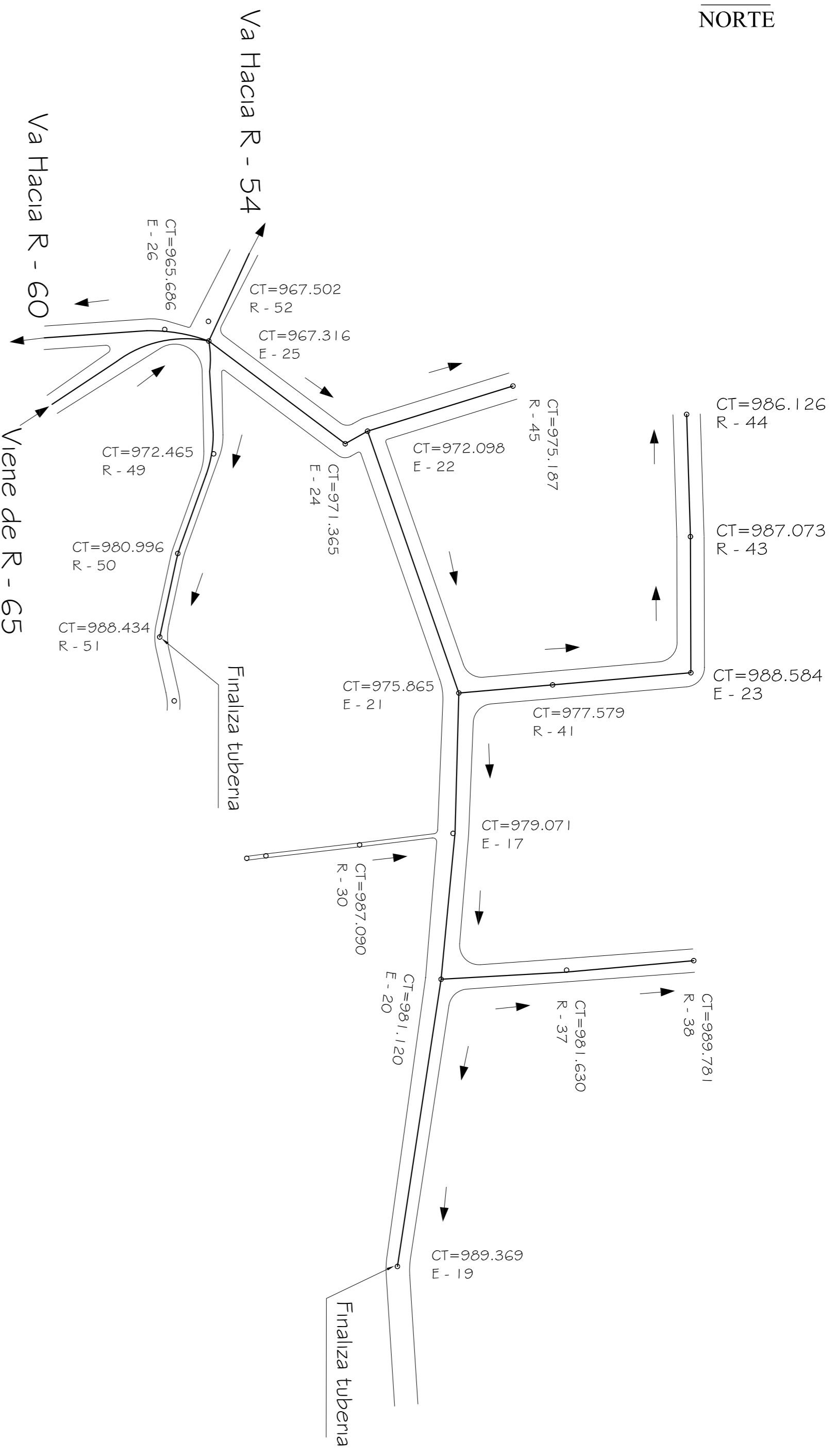
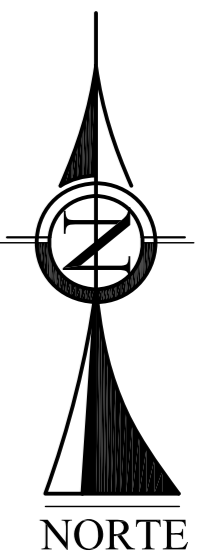
ESCALA HORIZONTAL 1:1,000  
ESCALA VERTICAL 1:200

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
MUNICIPALIDAD DE SAN PABLO SACATEPEQUEZ	
PROYECTO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SAN JOSE YALI	
CONTENIDO PLANTA PERFIL	
CALCULO Y DISEÑO	EDGAR ZAPETA BENOSO
DEBIDO	EDGAR ZAPETA BENOSO
SUPERVISOR	ING. JUAN MERCK COS
ESCALA INDICADA	
FECHA	
CANTON	
1996 - 2068	
HOJA 6	
11	
F) ING. JUAN MERCK COS	
ASISOR DE EDS	
VABA. MUNICIPALIDAD DE SAN PABLO	



PERFIL E - 25 E - 51

ESCALA HORIZONTAL 1:1,000  
ESCALA VERTICAL 1:200

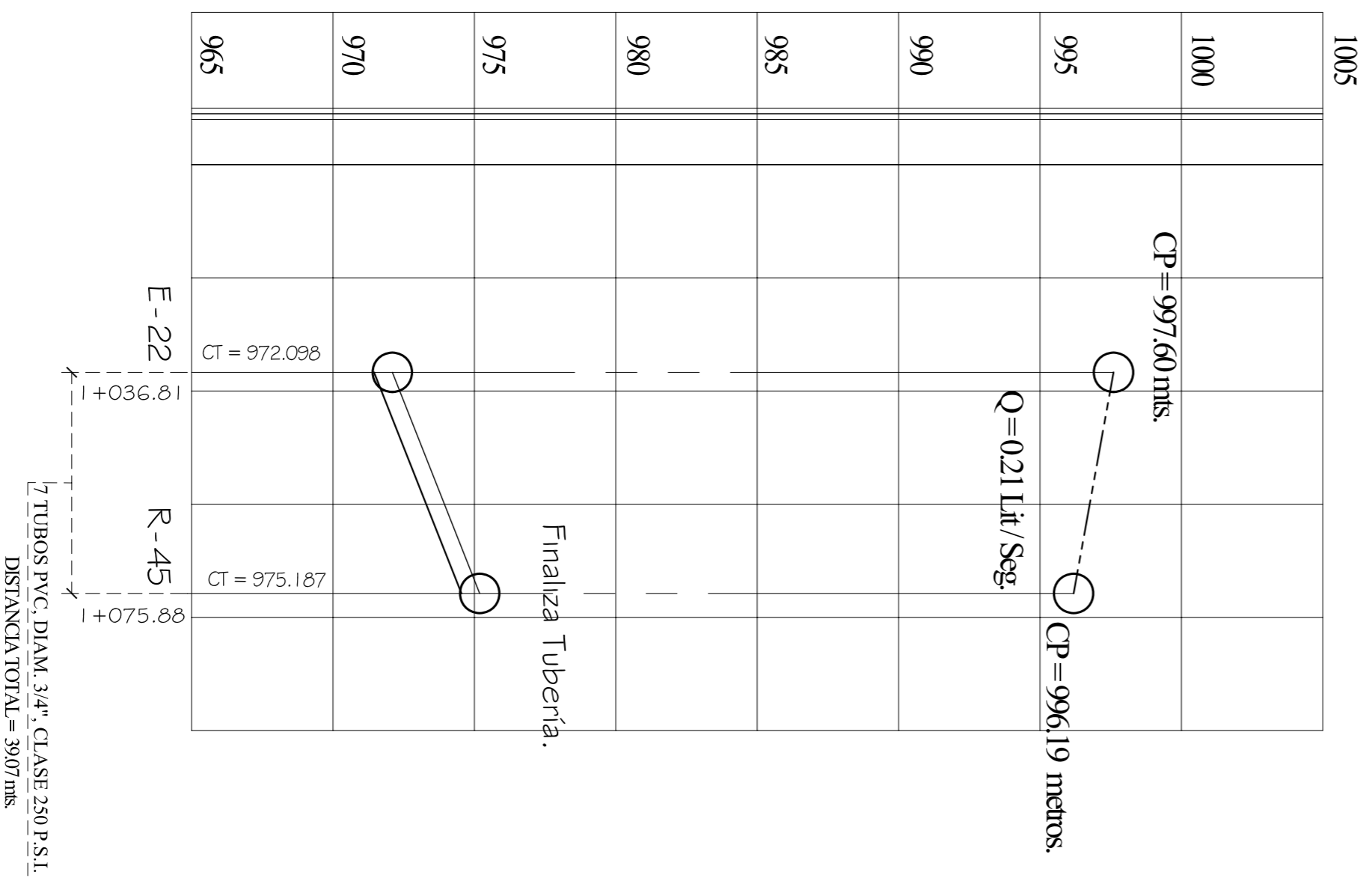


PLANTA

1+000

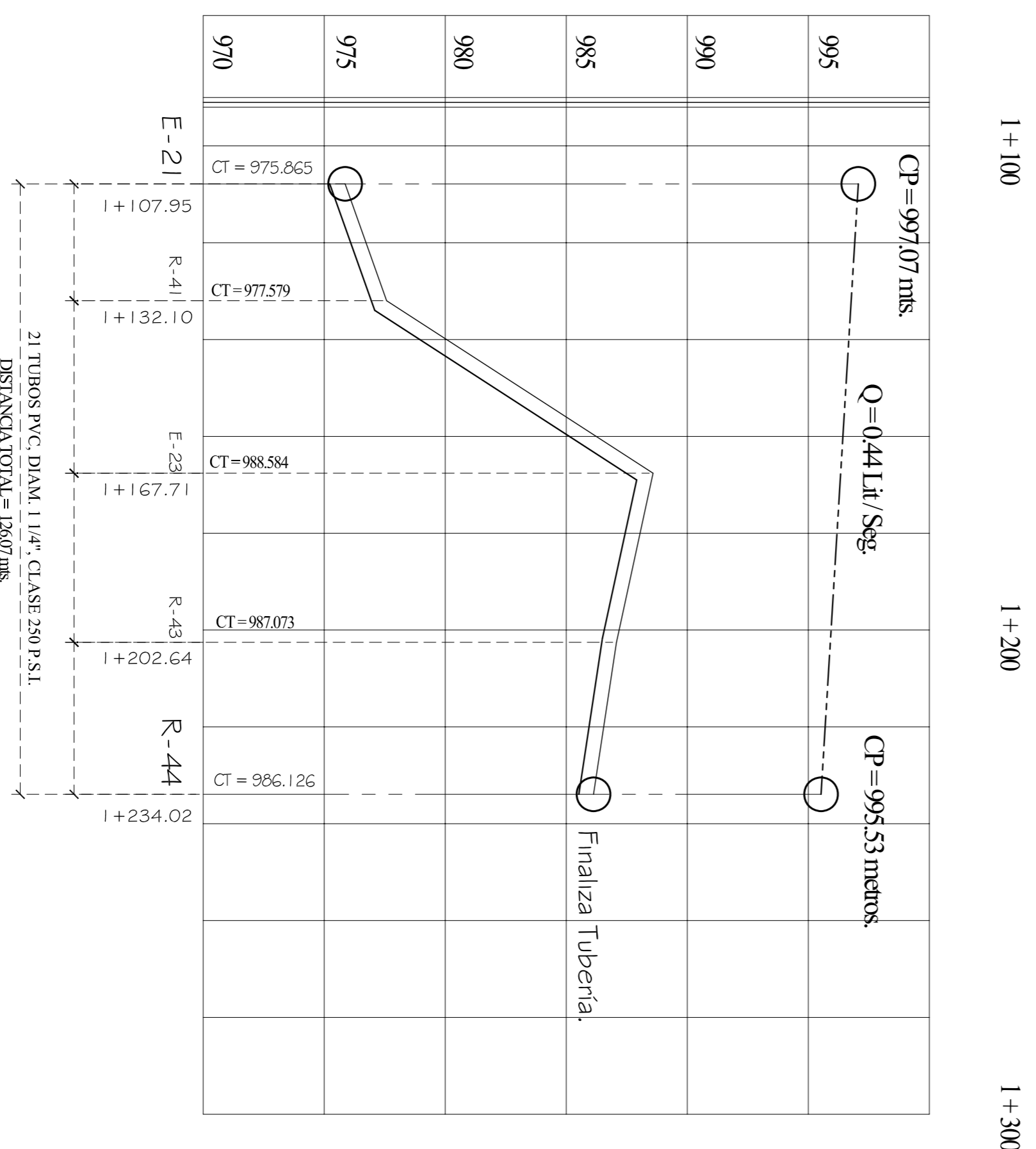
1+100

ESCALA 1:1.000



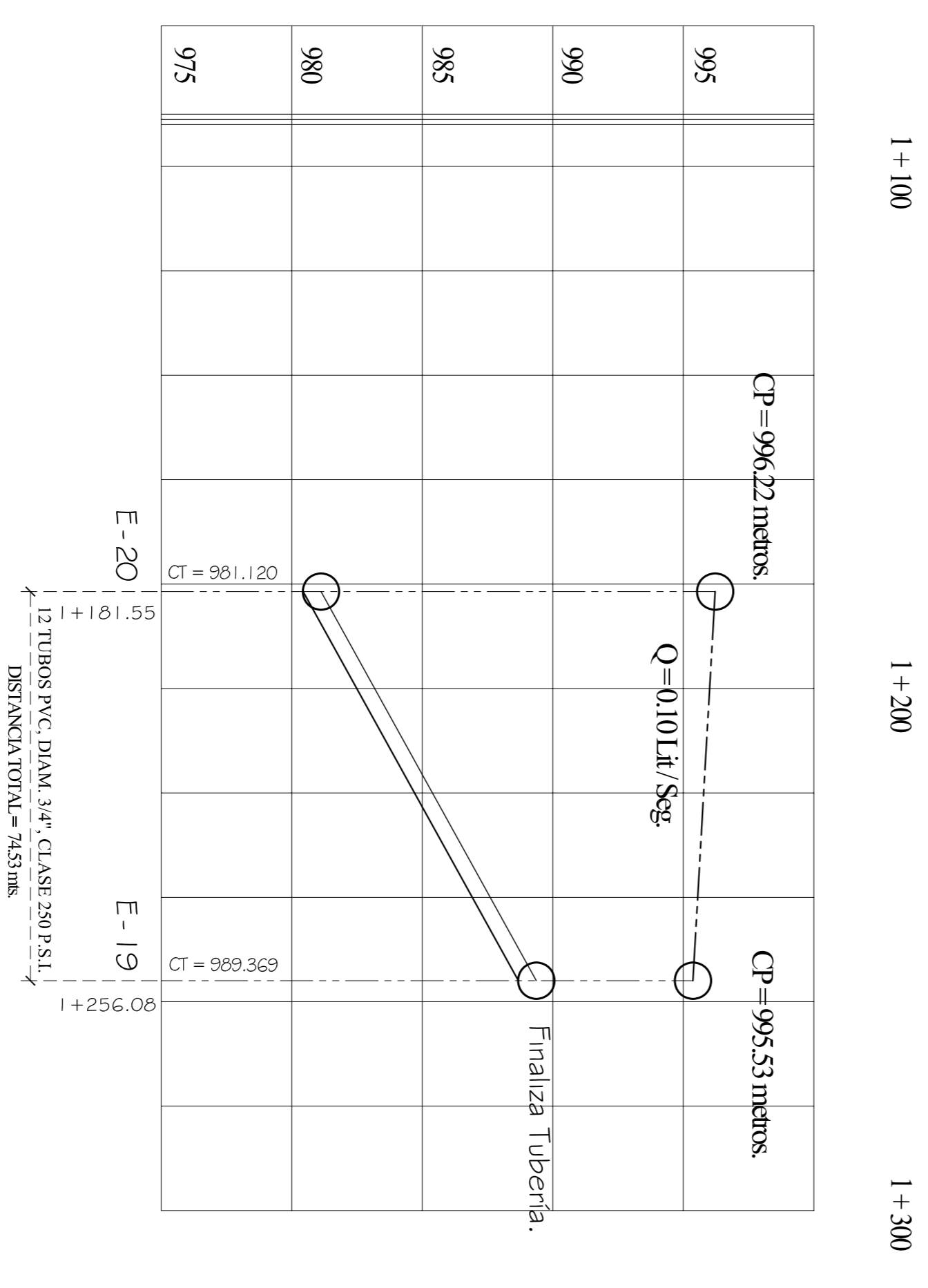
PERFIL E - 22 R - 45

ESCALA HORIZONTAL 1:1.000  
ESCALA VERTICAL 1:200



PERFIL E - 21 R - 44

ESCALA HORIZONTAL 1:1.000  
ESCALA VERTICAL 1:200



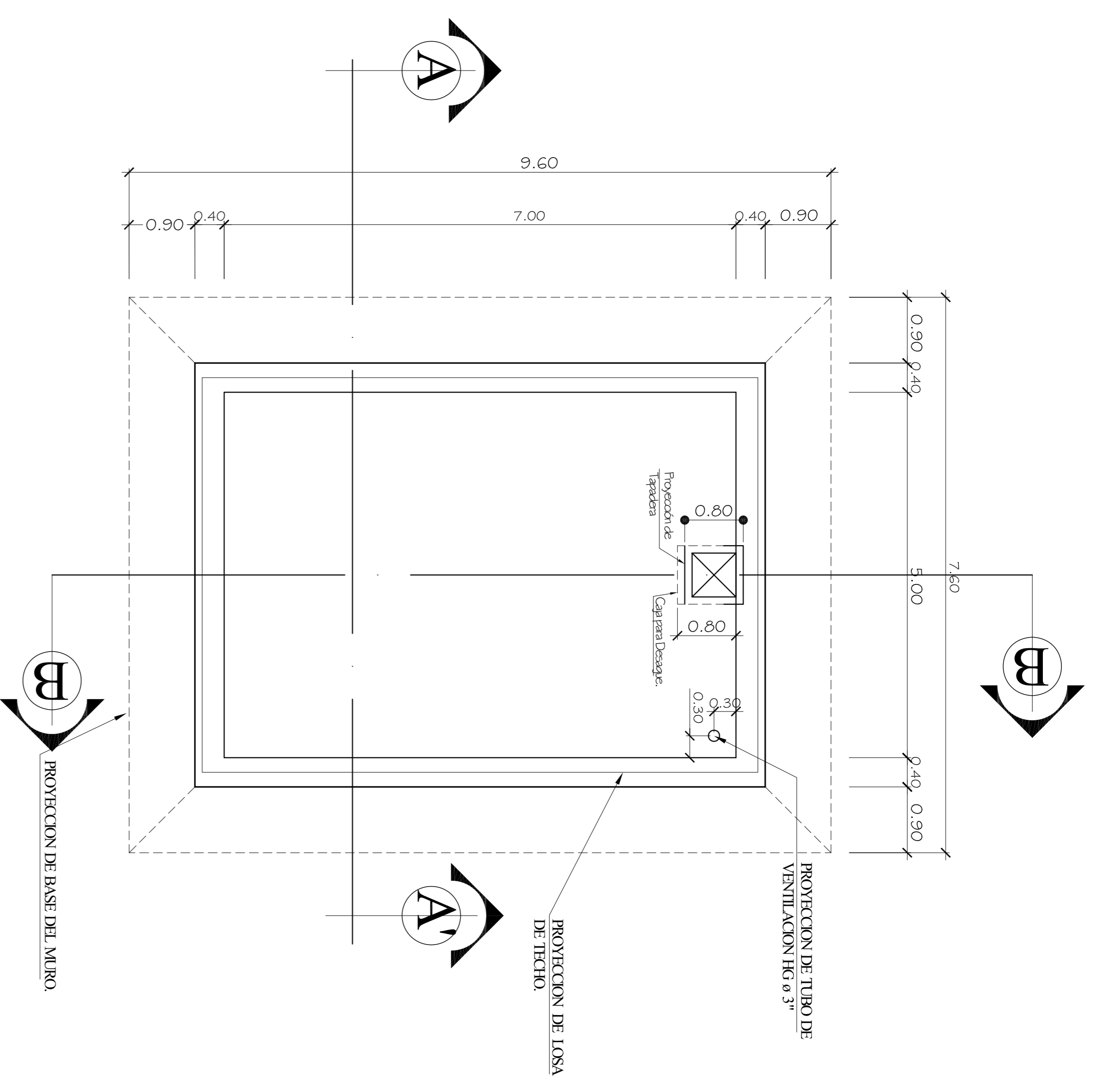
PERFIL E - 20 E - 19

ESCALA HORIZONTAL 1:1.000  
ESCALA VERTICAL 1:200

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EREGIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
MUNICIPALIDAD DE SUMPANGO SACATEPEQUEZ  
PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
PARA LA ALDEA SAN JOSÉ YALÚ.

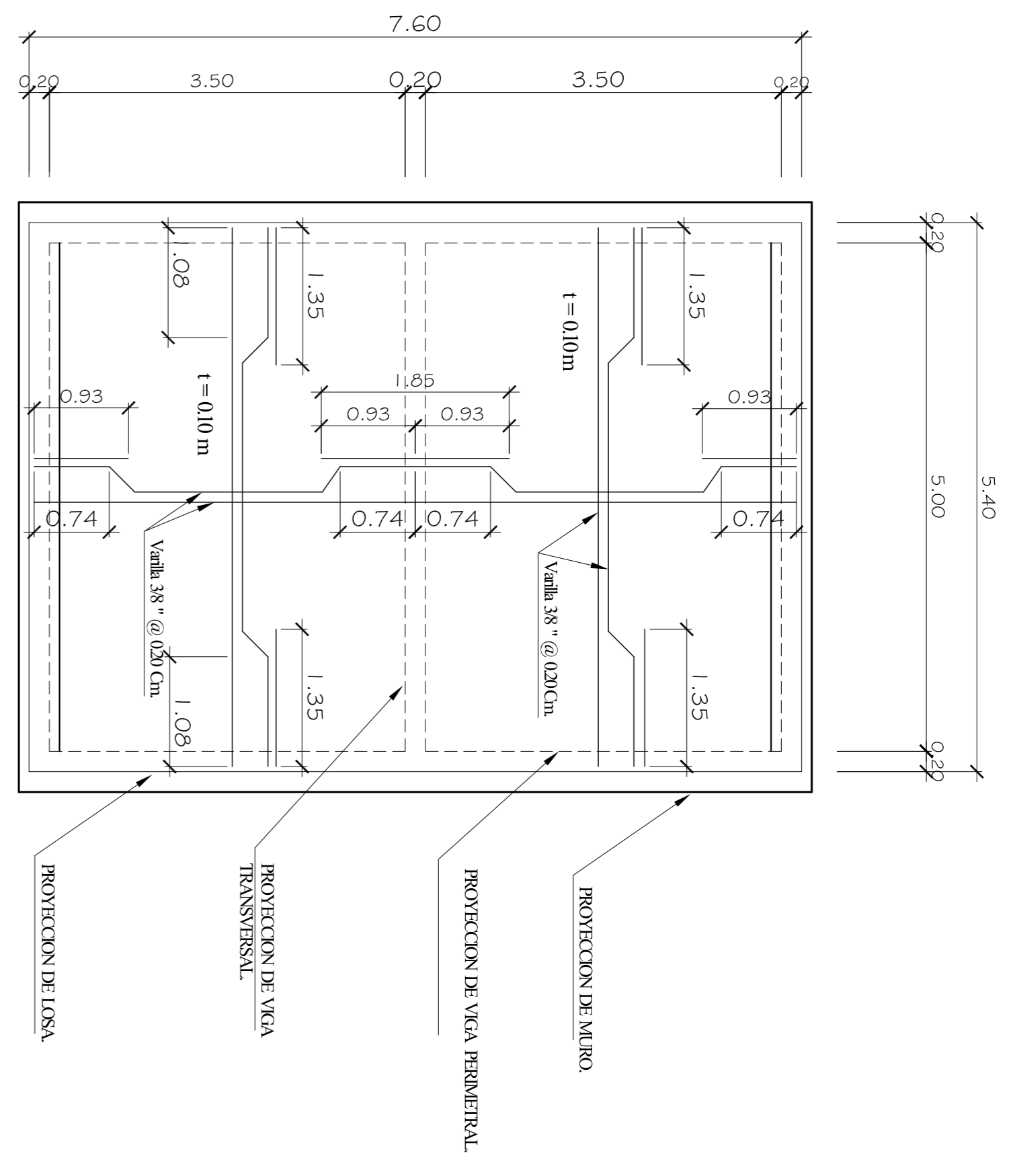
CONTENIDO		PLANTA PERFIL	
CALCULO Y DISEÑO	EDEGAR ZAPETA REYNOSO	ESCALA	INDICADA
DIBUJO	EDEGAR ZAPETA REYNOSO	FECHA	
SUPERVISOR	ING. JUAN MERCK COS.	CARTEL	1996 - 21664
AUTOR: ING. JUAN MERCK COS. ASISOR DE EPS: VALBA MUNICIPALIDAD DE SUMPANGO		HOJA	7

CALCULO Y DISEÑO	EDGAR ZAPETA BENOSO	ESCALA	INDICADA
DIBUJO	EDGAR ZAPETA BENOSO	FECHA	
SUPERVISOR	ING. JUAN MERCK COS	CARTEL	196 - 2/68
F) ING. JUAN MERCK COS ASISOR DE EPS	VABA MUNICIPALIDAD DE SUMPANGO	HOJA	8 11



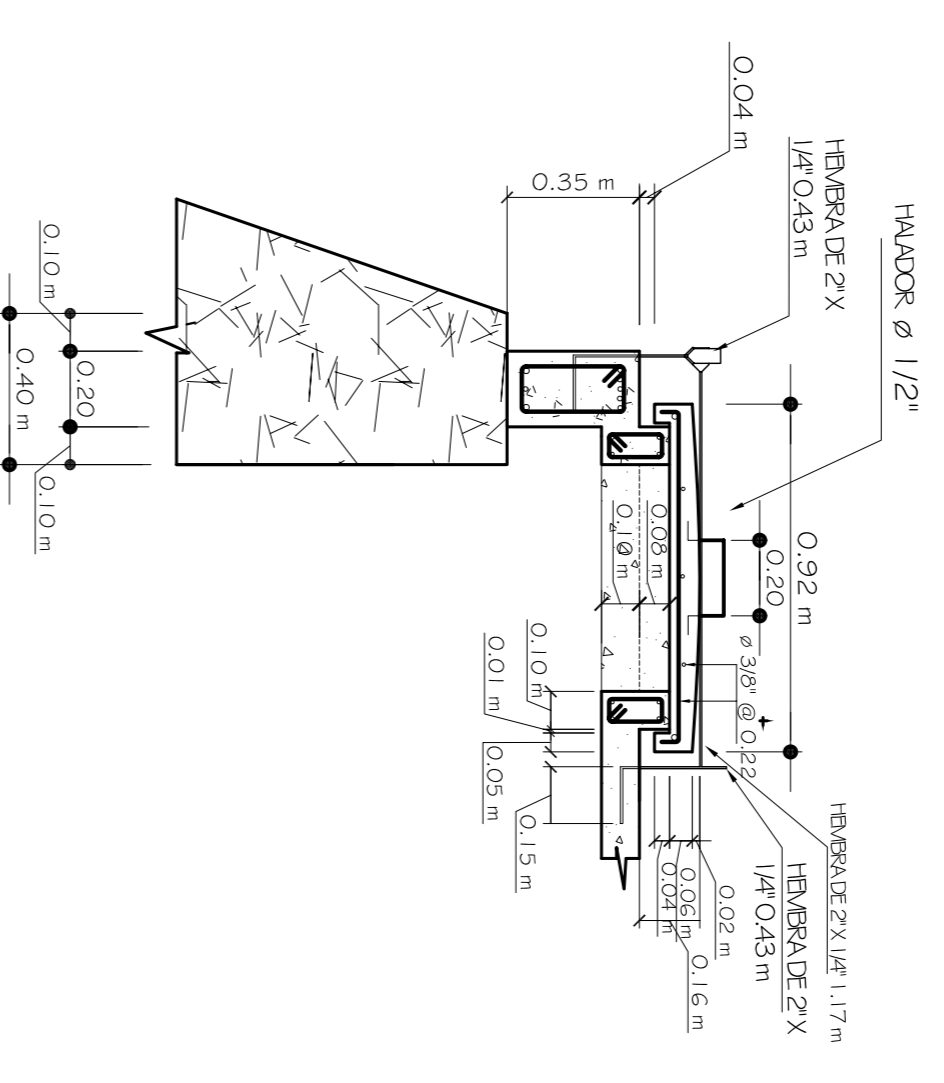
PLANTA DE TANQUE

ESCALA: 1:50



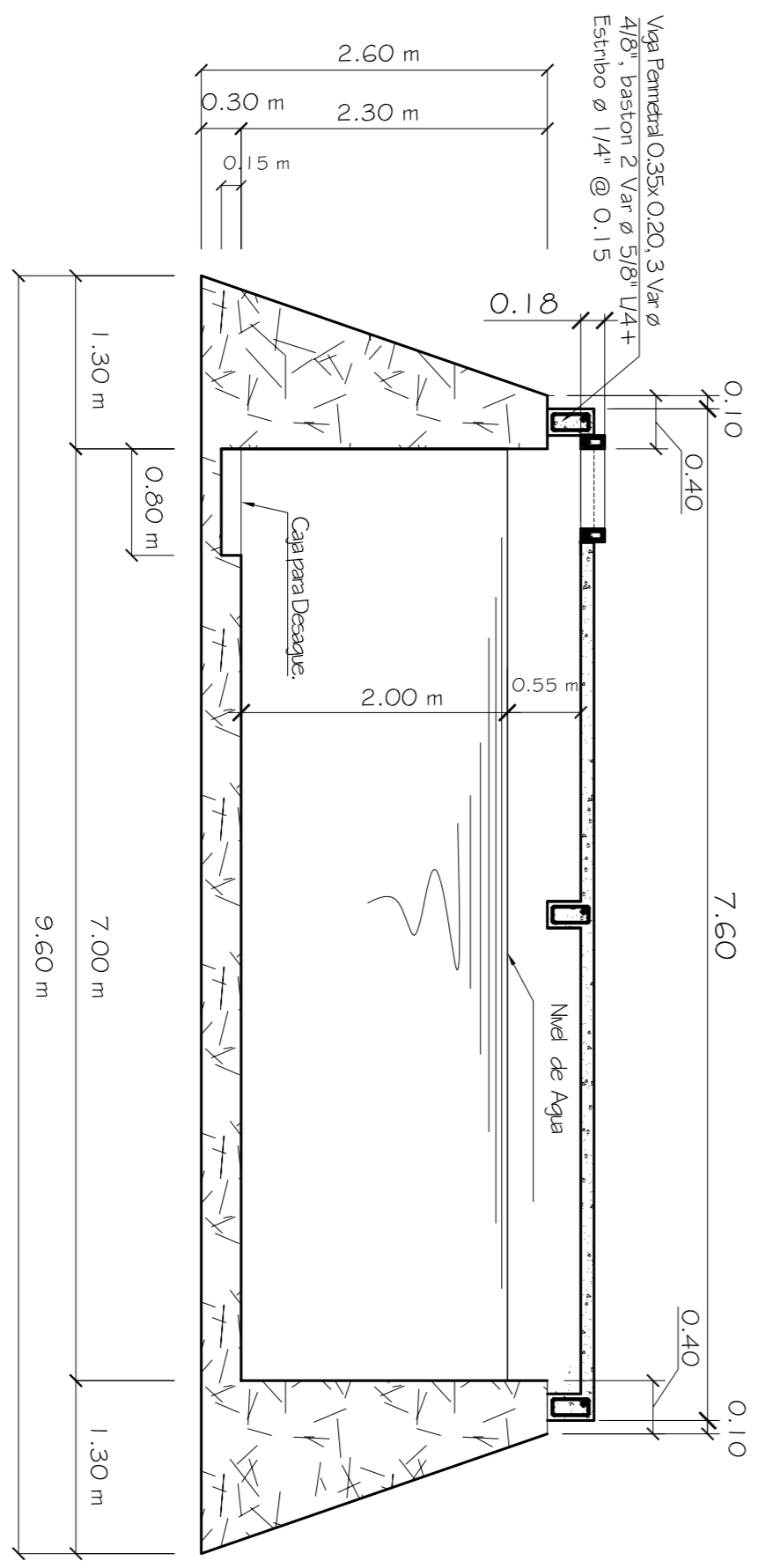
PLANTA DE LOSA DE TECHO.

ESCALA: 1:50



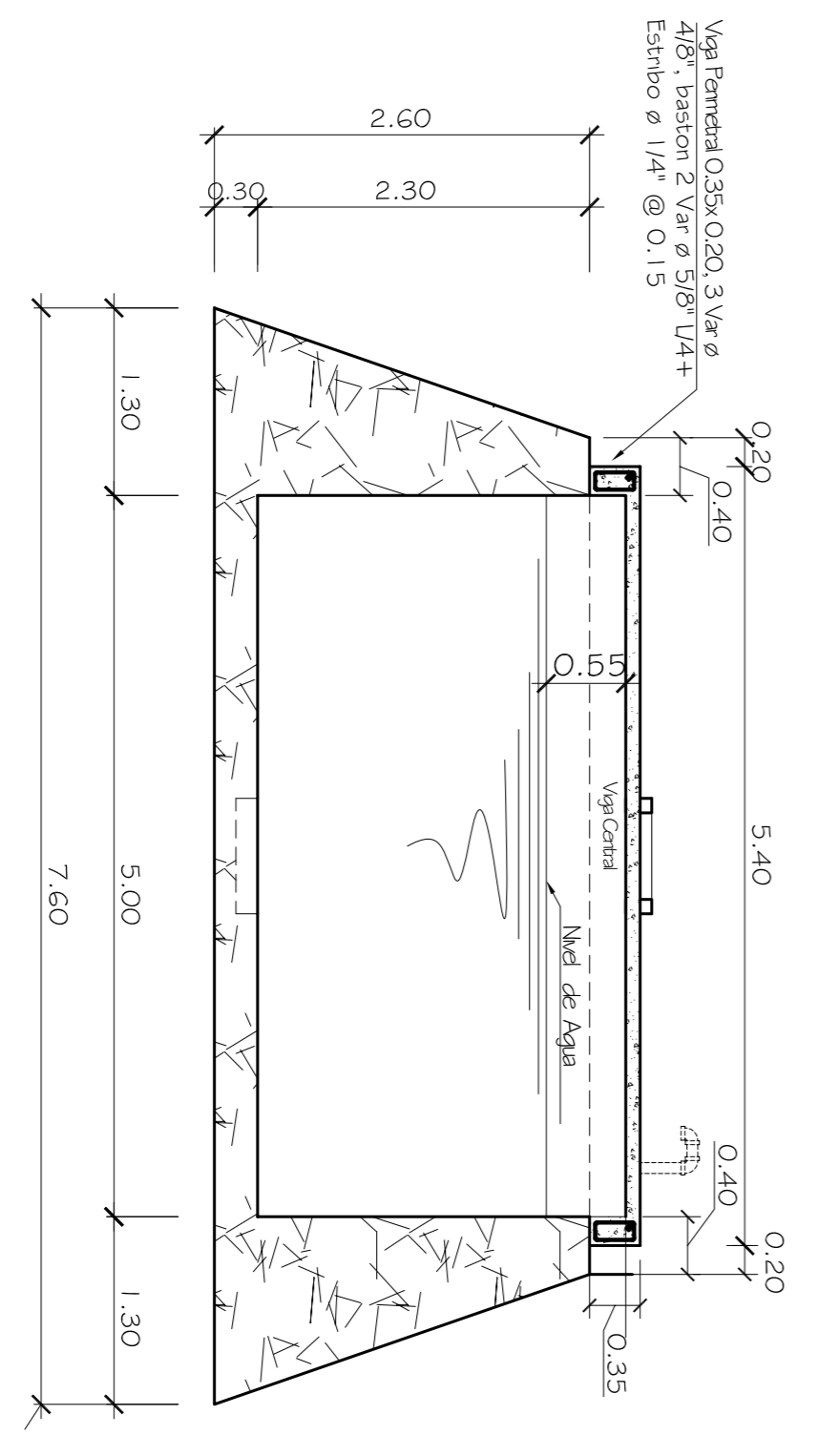
DETALLE DE TAPADERA

ESCALA: 1:20



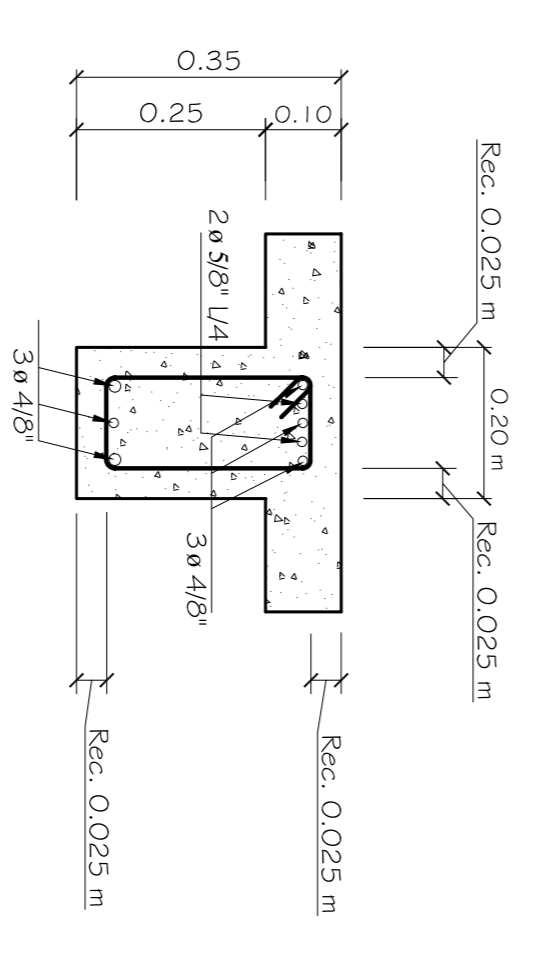
SECCION B-B

ESCALA: 1:50



SECCION A-A

ESCALA: 1:50

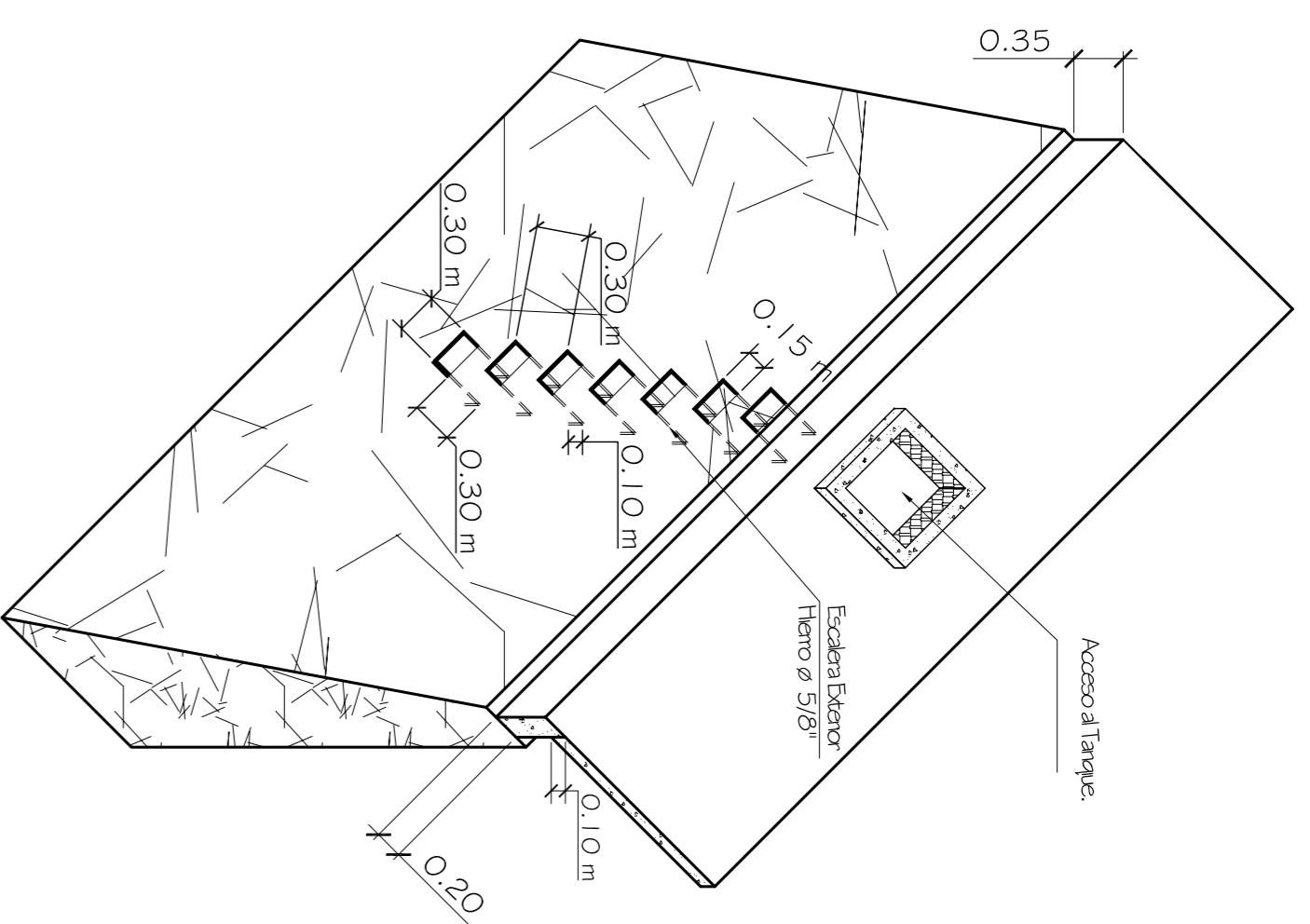


DETALLE DE VIGA.

ESCALA: 1:10

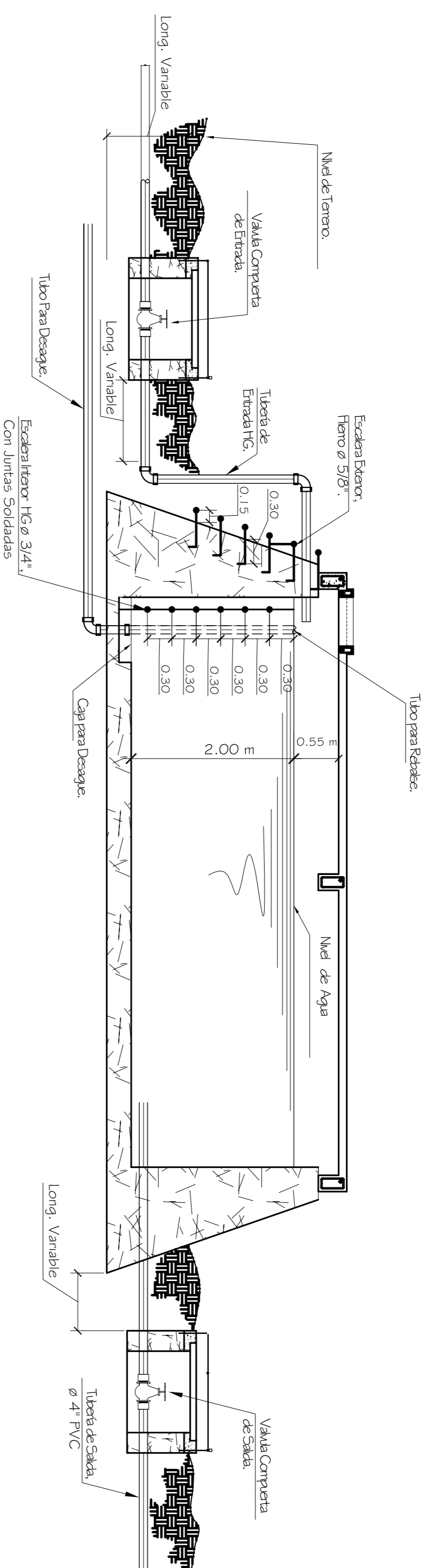
ESPECIFICACIONES.

- 1.) CONCRETO: SE USARA CONCRETO CON ESFUERZO DE RUPURA A COMPRESION DE 210 kg/cm<sup>2</sup> (3000 libras/pulg<sup>2</sup>) A LOS 28 DIAS.
- 2.) ACERO DE REFUERZO: SE USARA ACERO DE fy = 2,810 kg/cm<sup>2</sup> (GRADO 40)
- 3.) LOS MUROS DEBERAN IMPERMEABILIZARSE EN SUS CARAS INTERIORES, POR MEDIO DE UNA CAPA DE SABIETA DE CEMENTO ARENA, PROPORCION(1:2), ALSADA.
- 4.) EL SUELO BAJO LA LOSA DEL PISO DEBERA SER BIEN COMPACTADO.
- 5.) RECUBRIMIENTO DE LOSA ES DE 0.025m.
- 6.) LA LOSA DEL TECHO DEBERA TENER CON PENDIENTE DE 1% HACIA LOS LADOS.
- 7.) LA SUPERFICIE DE LOSA DE CONCRETO, DEBERA QUEDAR CON SABIETA.
- 8.) LOS MUROS DEL TANQUE SERAN DE CONCRETO CICLOPEO.
- 9.) RECUBRIMIENTO DE VIGA ES DE 0.025m.
- 10.) TUBO DE VENTILACION DE HG Ø 3", CON REJILLA DE VENTILACION EN SAUDA.



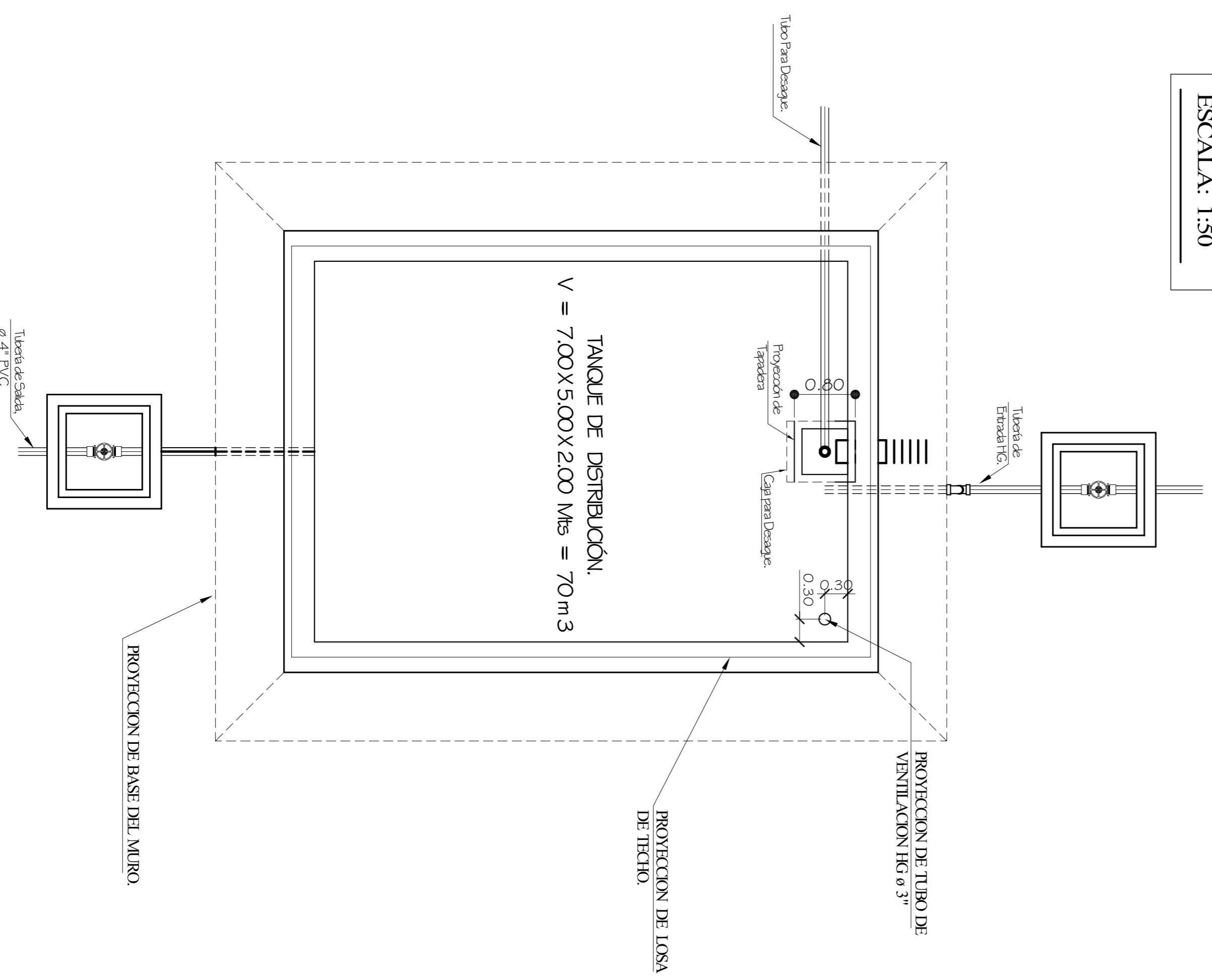
Isométrico de Escalera Exterior

ESCALA: 1:50



SECCION B-B

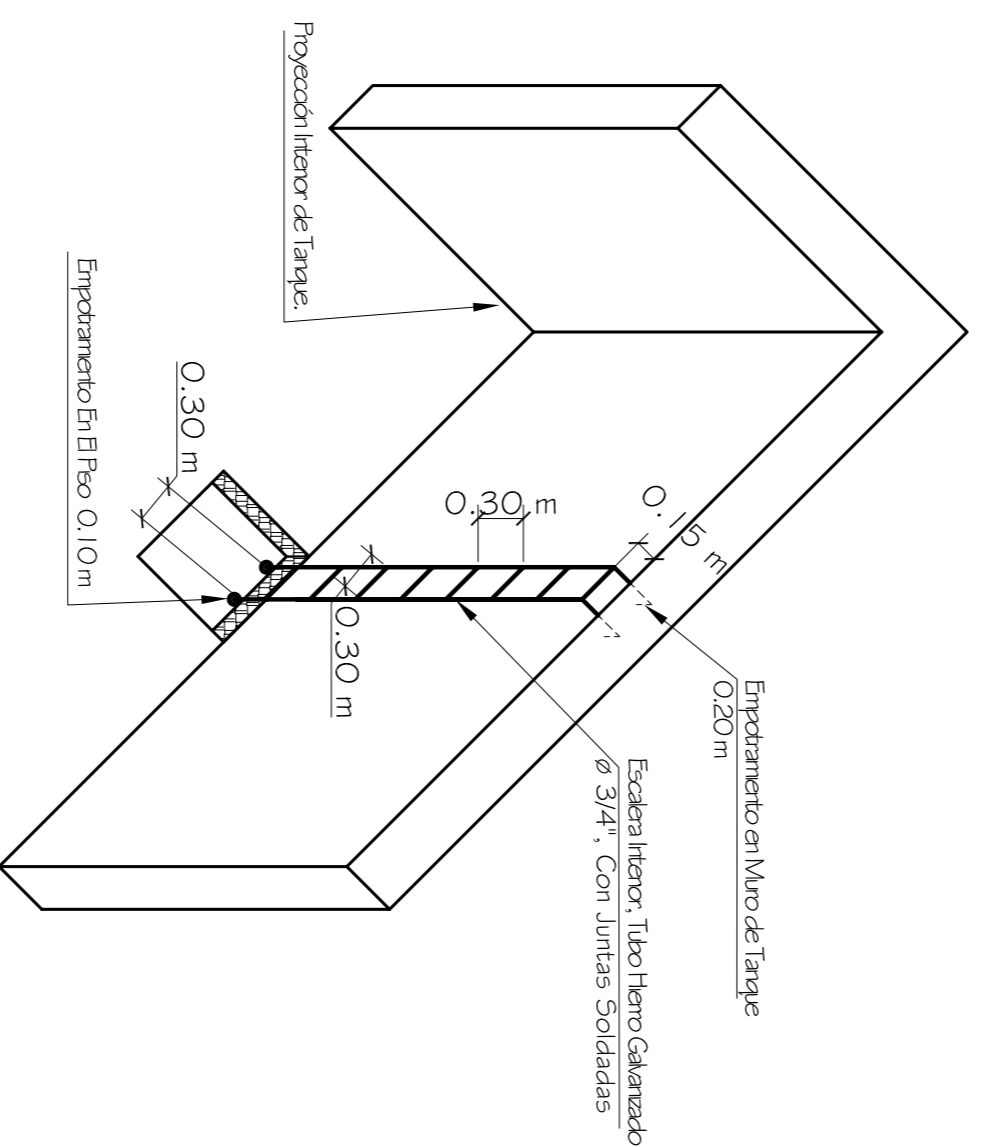
ESCALA: 1:50

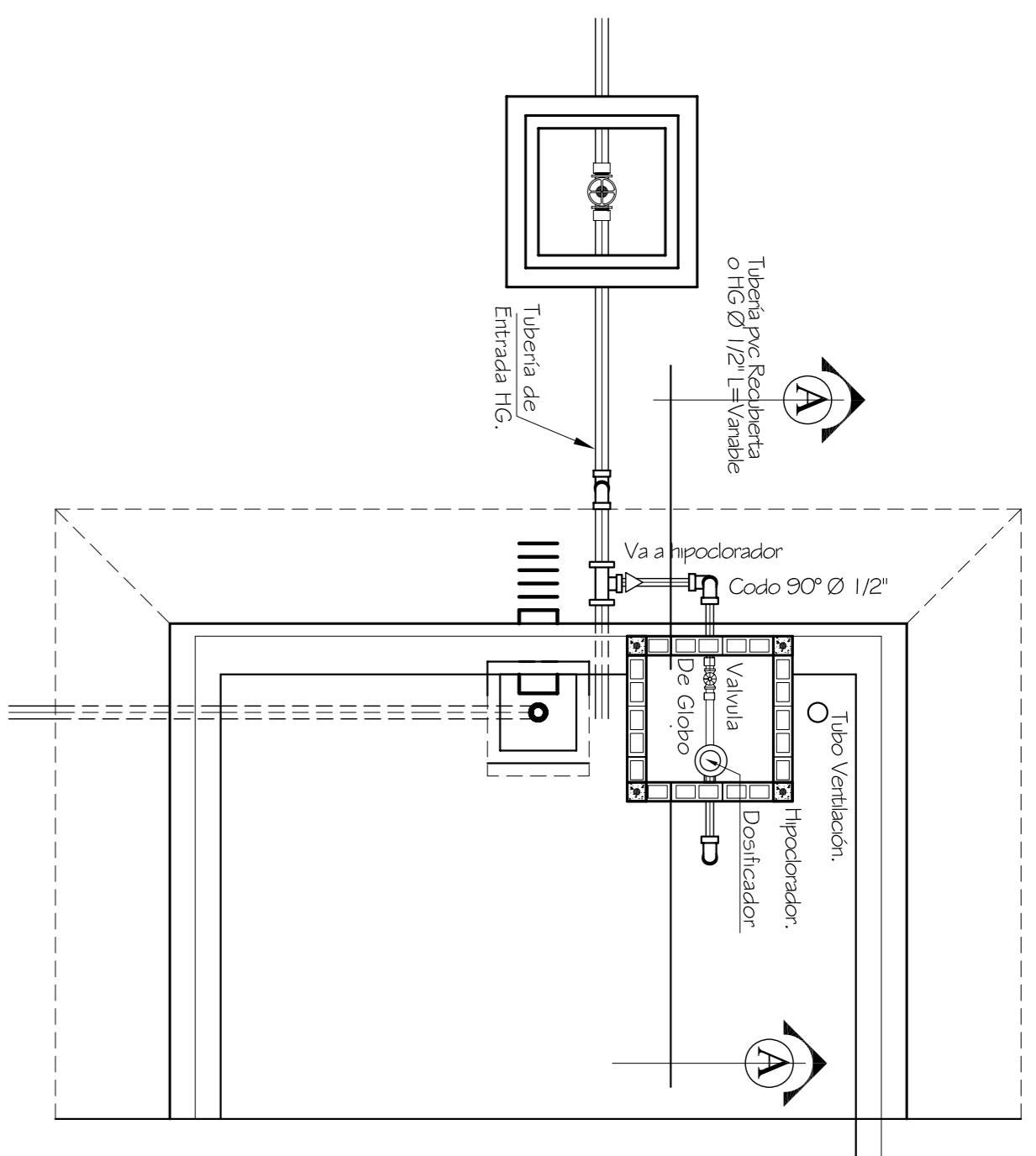


TANQUE DE DISTRIBUCIÓN  
 $V = 7.00 \times 5.00 \times 2.00 \text{ Mts} = 70 \text{ m}^3$

Isométrico de Escalera Interior

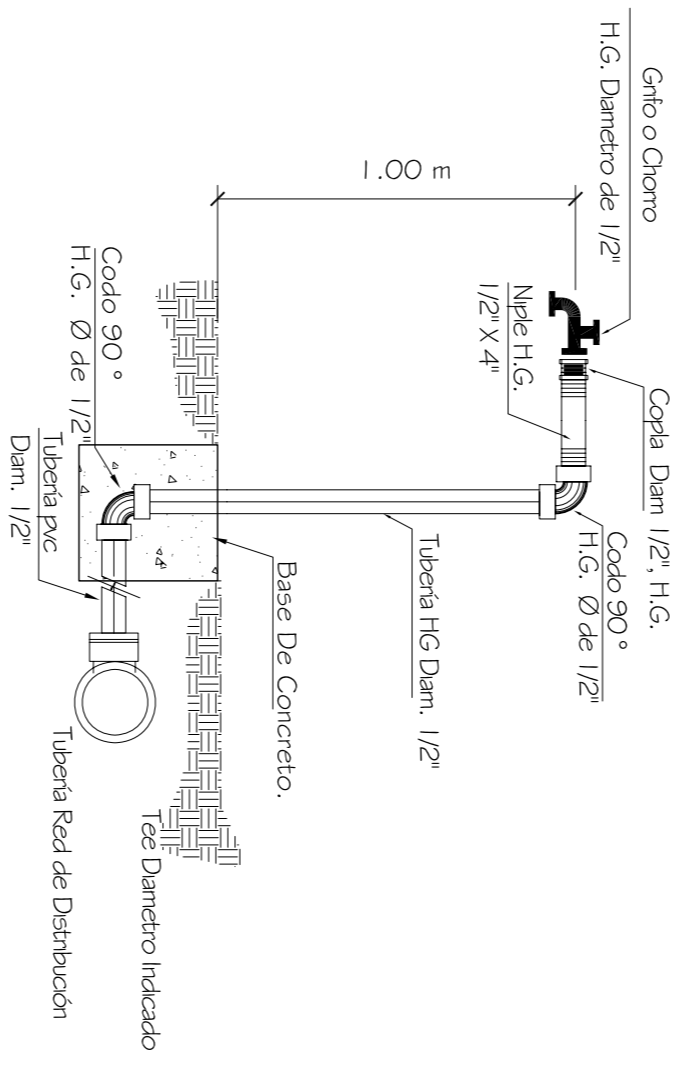
ESCALA: 1:50





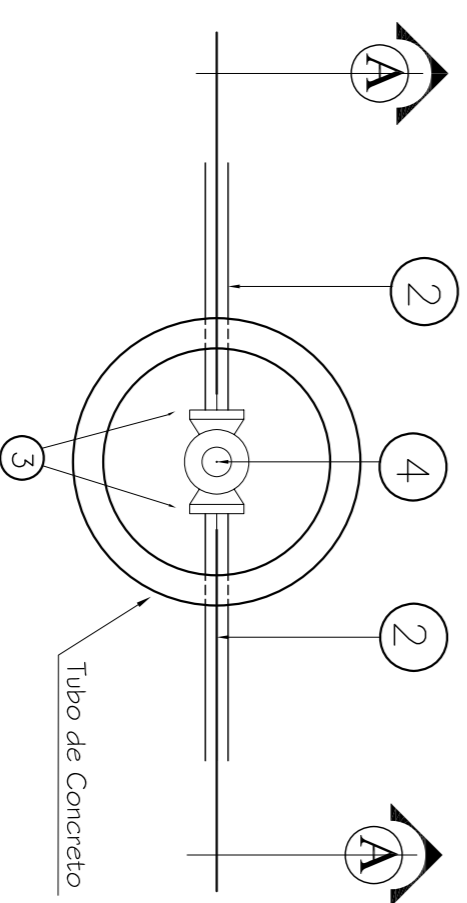
Detalle de Hipoclorador.

ESCALA: 1:50



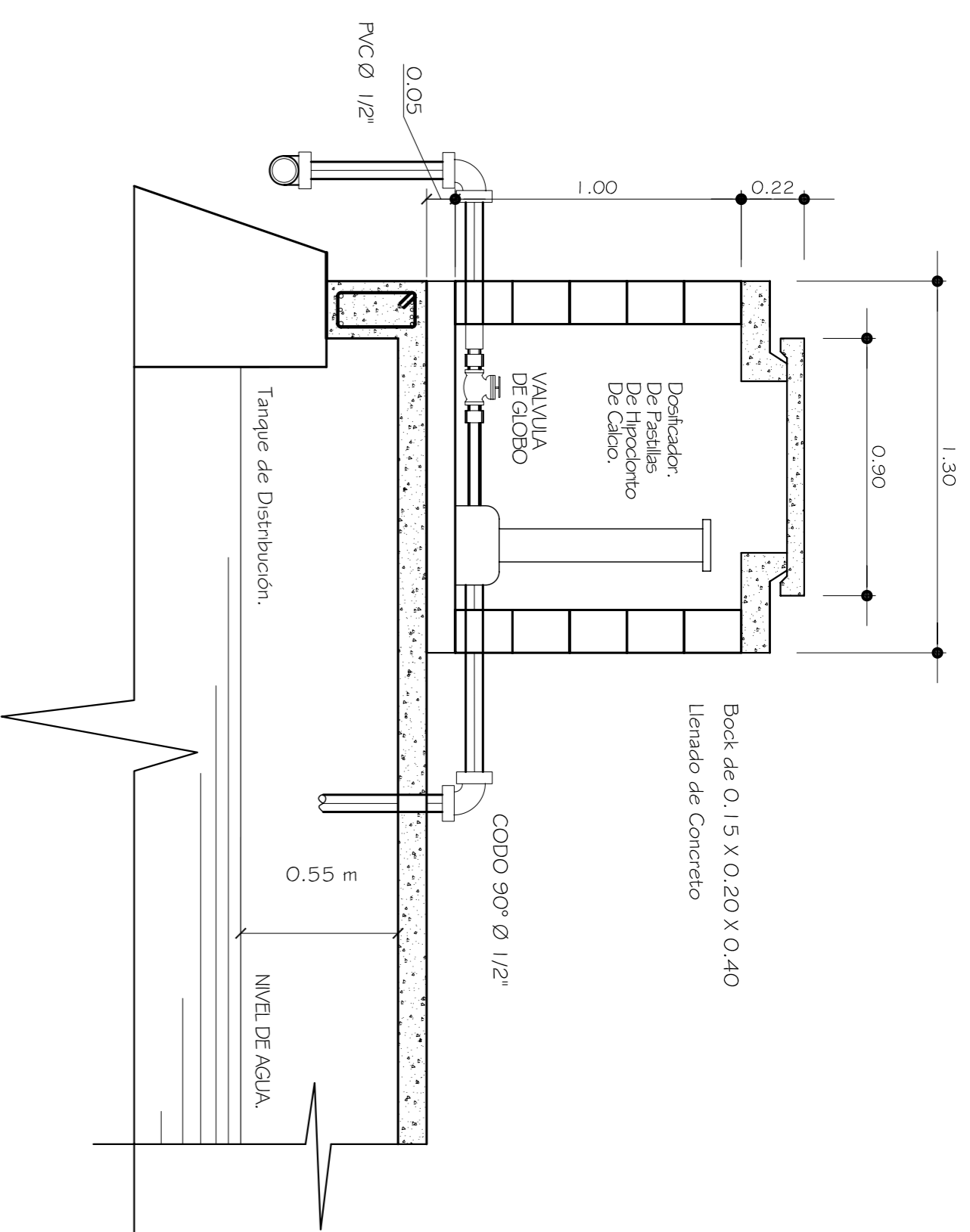
Detalle de Toma Domiciliar.

ESCALA: 1:50



Detalle Planta Tipico de Conexión Domiciliar.

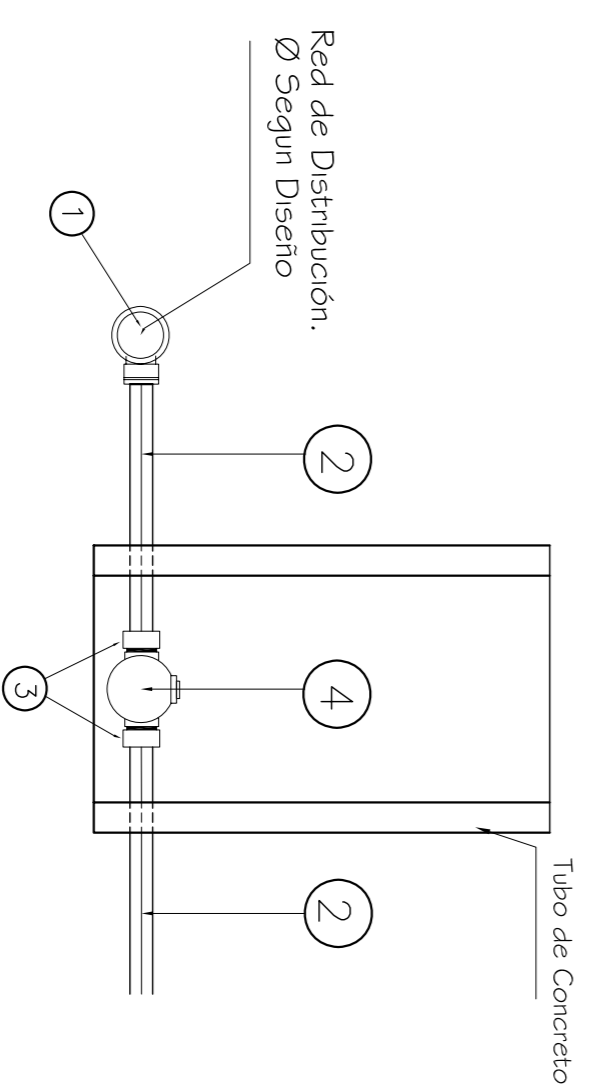
ESCALA: 1:5



Detalle de Hipoclorador al Tanque y Caja de Valvula A A'

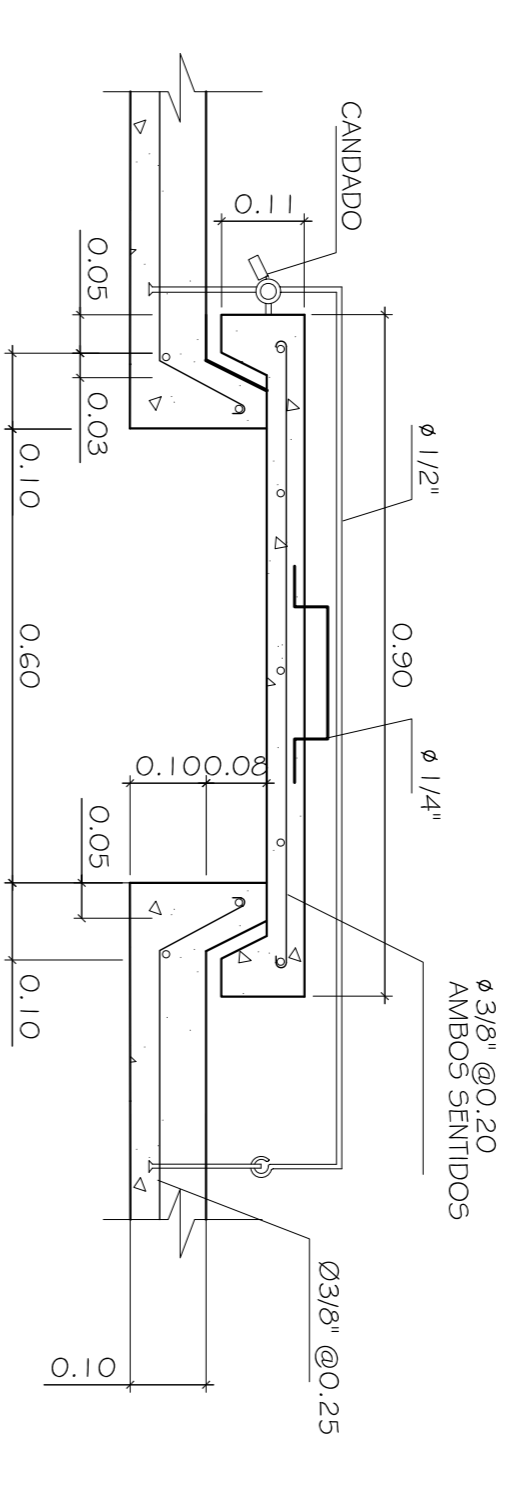
ESCALA: 1:20

1. TEE RED O ABRAZADERA DOMICILIAR Ø SEGUN DISEÑO A 1/2" P.V.C.
2. TUBERIA P.V.C. Ø 1/2"
3. ADAPTADOR MACHO P.V.C. Ø 1/2"
4. LLAVE DE PASO. Ø 1/2" BRONCE.



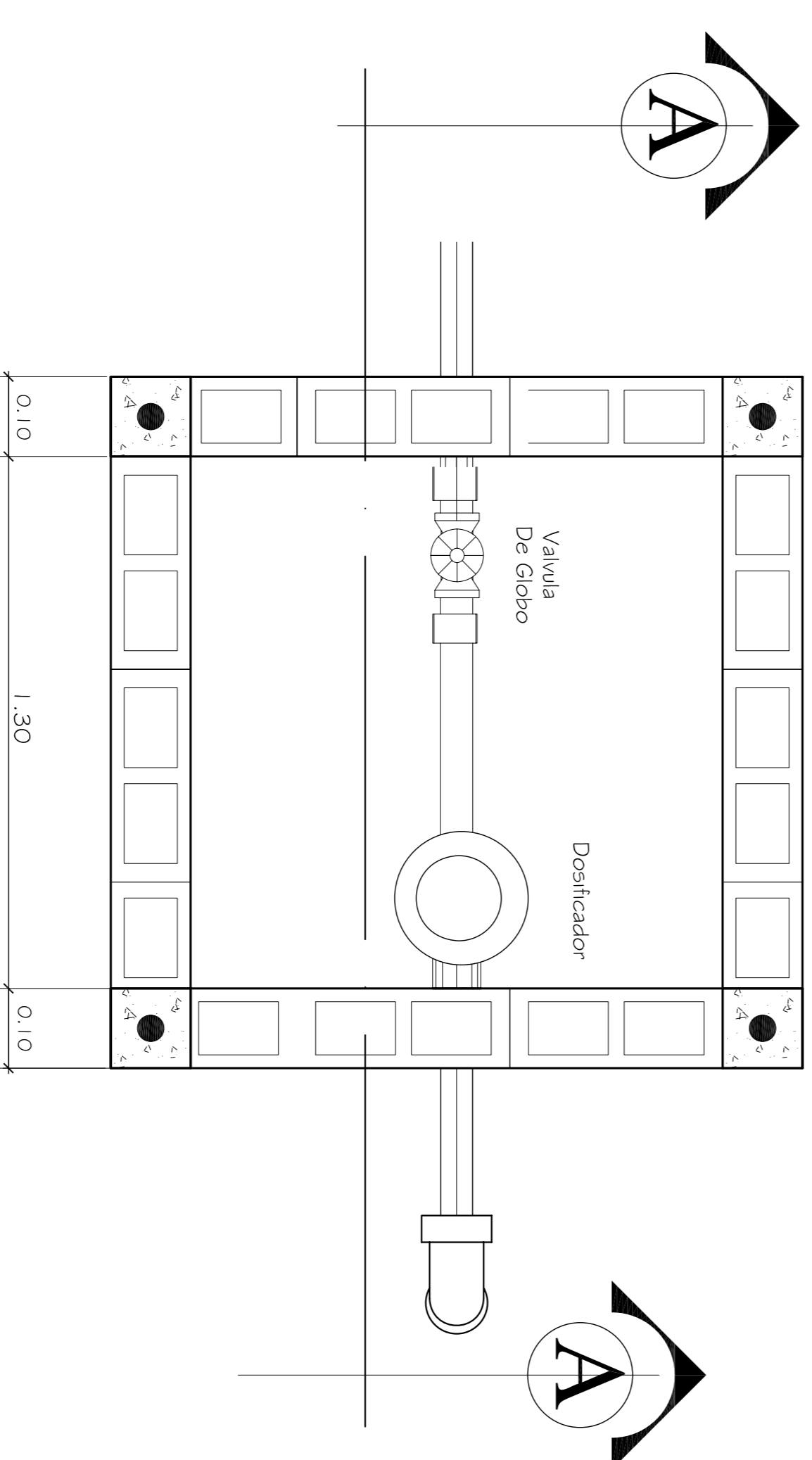
Detalle Tipico de Conexión Domiciliar A A

ESCALA: 1:5



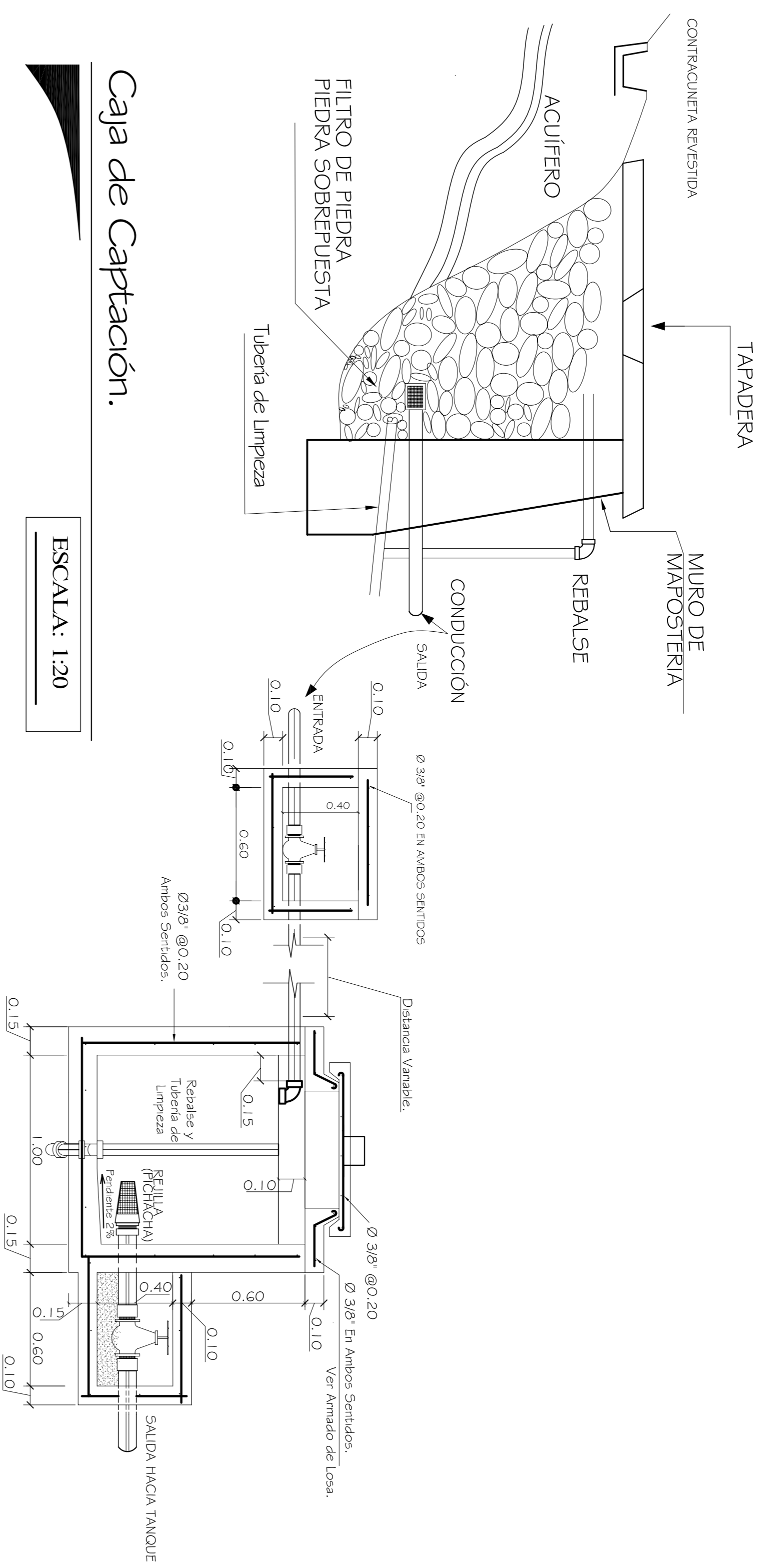
Detalle de Tapadera.

ESCALA: 1:10

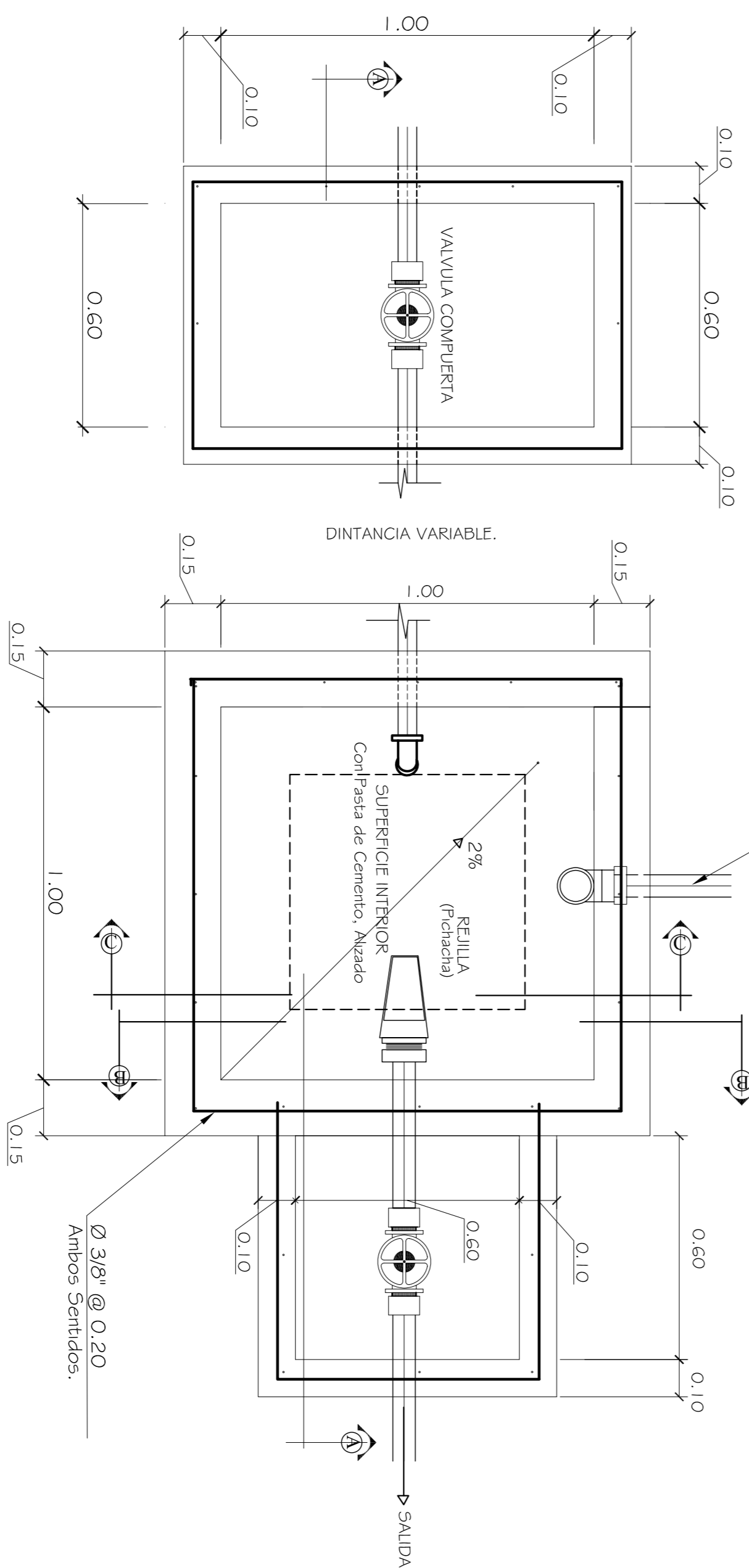


Planta Detalle de Hipoclorador.

ESCALA: 1:10

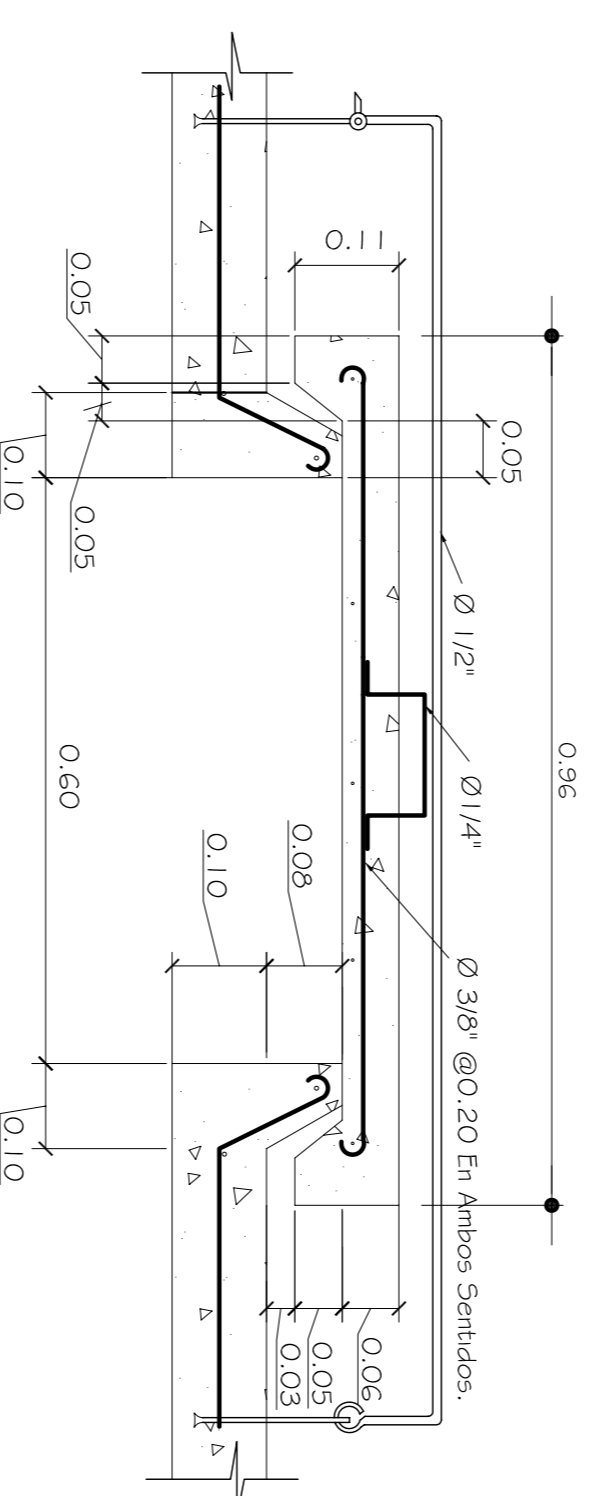


Caja de Captación.

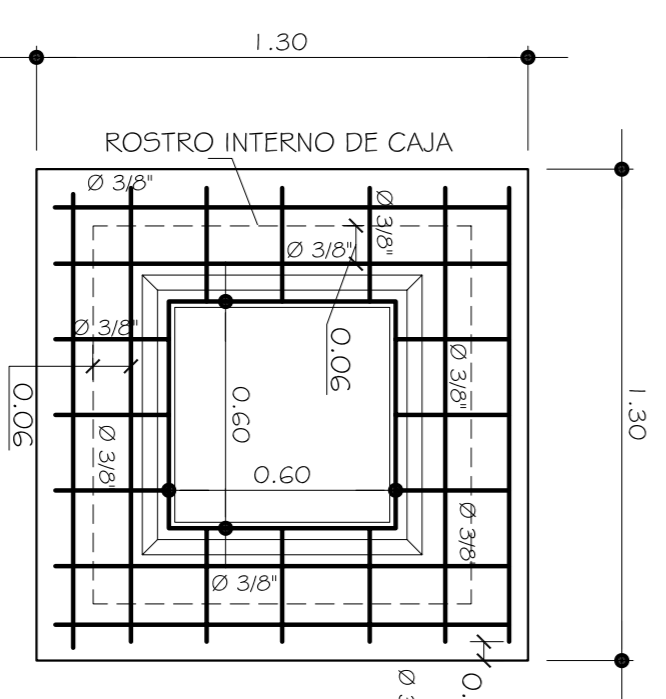


Planta Tanque de Captación, Concreto Reforzado.

SIN ESCALA:

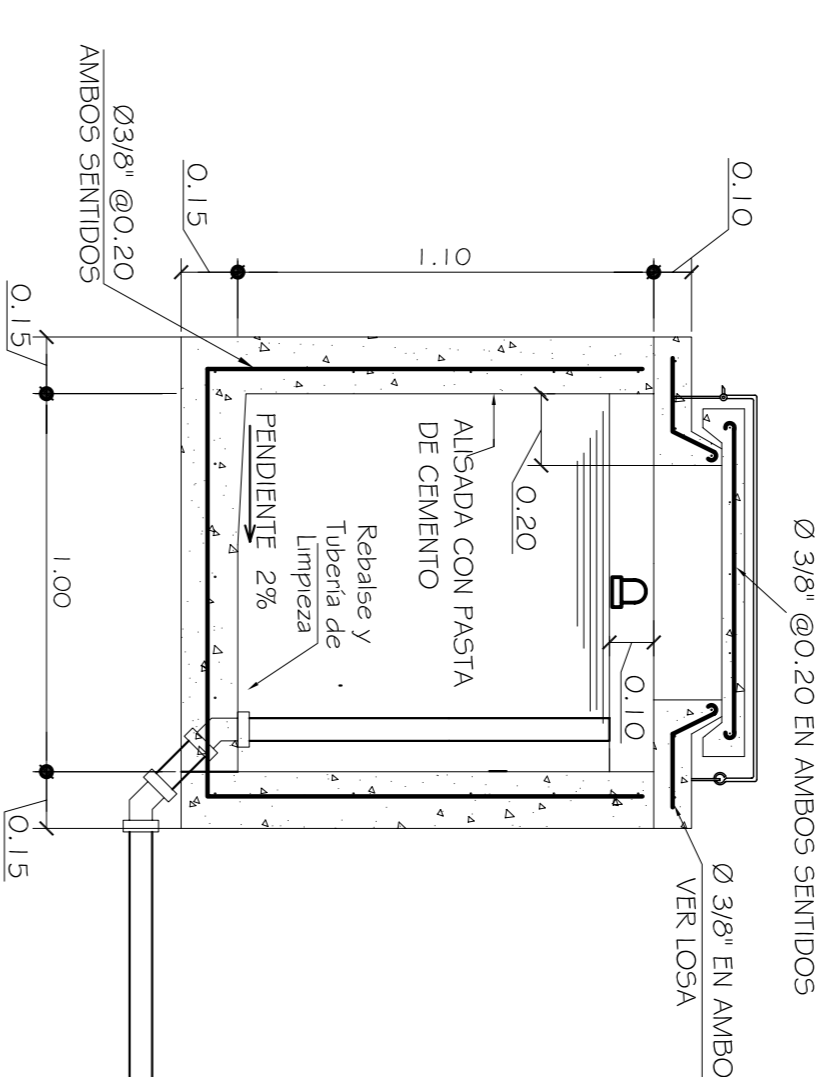


Detalle de Tapadera.



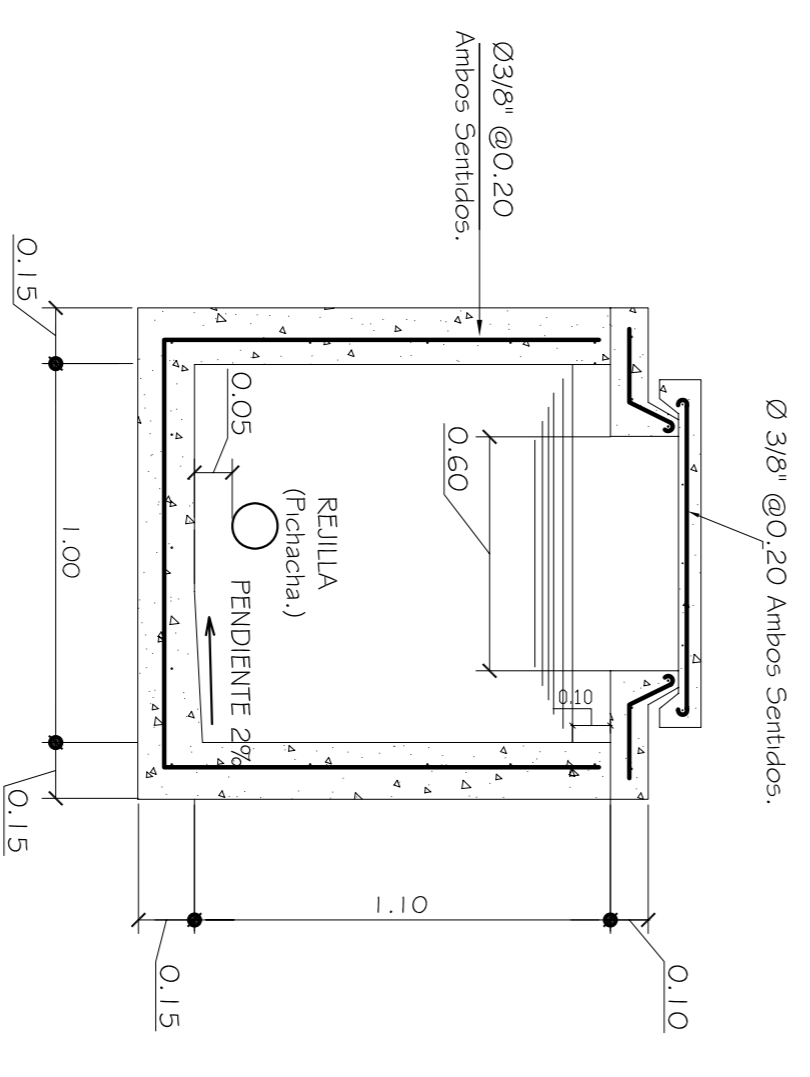
Detalle de Losa.

ESCALA: 1:20



Sección B B

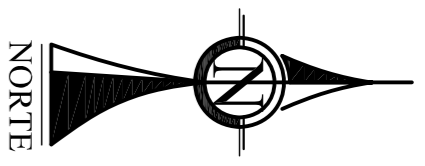
ESCALA: 1:20



Sección C C

ESCALA: 1:20

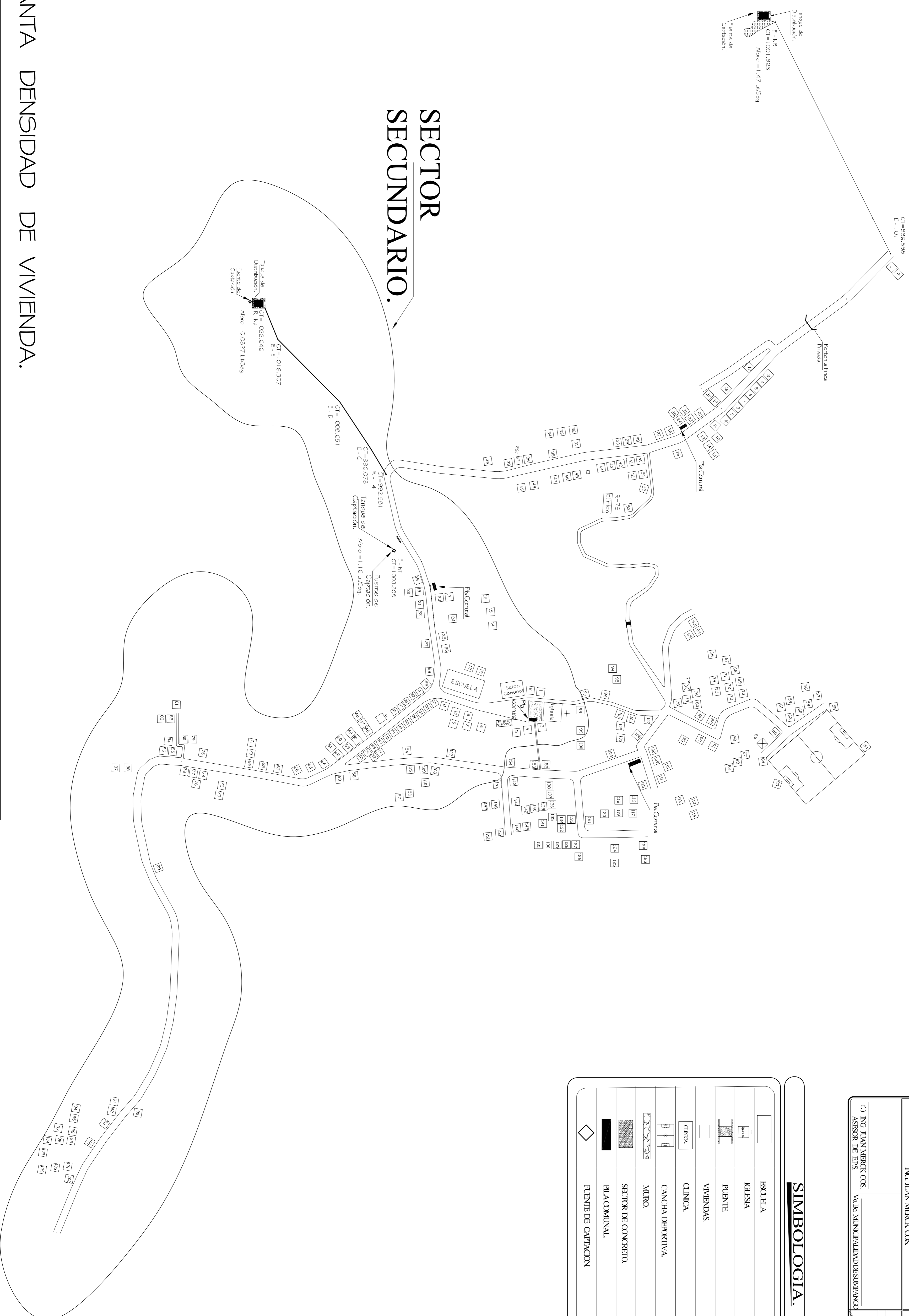
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		FACULTAD DE INGENIERIA	
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		MUNICIPALIDAD DE SAN PABLO SACATEPEQUEZ	
PROYECTO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SAN JOSE YALU.			
CONTENIDO	CAPTACION		
CALCULO Y DISEÑO	EDGAR ZARTEA REVINOSO.	ESCALA	INDICADA
DEBIDO	EDGAR ZARTEA REVINOSO.	FECHA	
SUPERVISOR	ING. JUAN MERCK COO.	CARTEL	199- 21684
ING. JUAN MERCK COO.	MABA. MUNICIPALIDAD DE SAN PABLO	HOJA	11
ING. JUAN MERCK COO.	ANEXO DE EPS		11



CONTENIDO:	PLANTA DENSIDAD DE VIVIENDA.
CALCULO Y DISEÑO:	EDGAR ZARTEA BENOSO.
DIBUJO:	EDGAR ZARTEA BENOSO.
SUPERVISOR:	ING. JUAN MERCK COS.
FECHA:	2018
CARTEL:	196 - 2168
HOJA:	1
DE:	5

### SIMBOLOGIA.

	ESCUELA
	IGLESIA
	FUENTE
	VIVIENDAS
	CLINICA
	CANCHA DEPORTIVA
	MURO
	SECTOR DE CONCRETO.
	PILA COMUNAL
	FUENTE DE CAPTACION

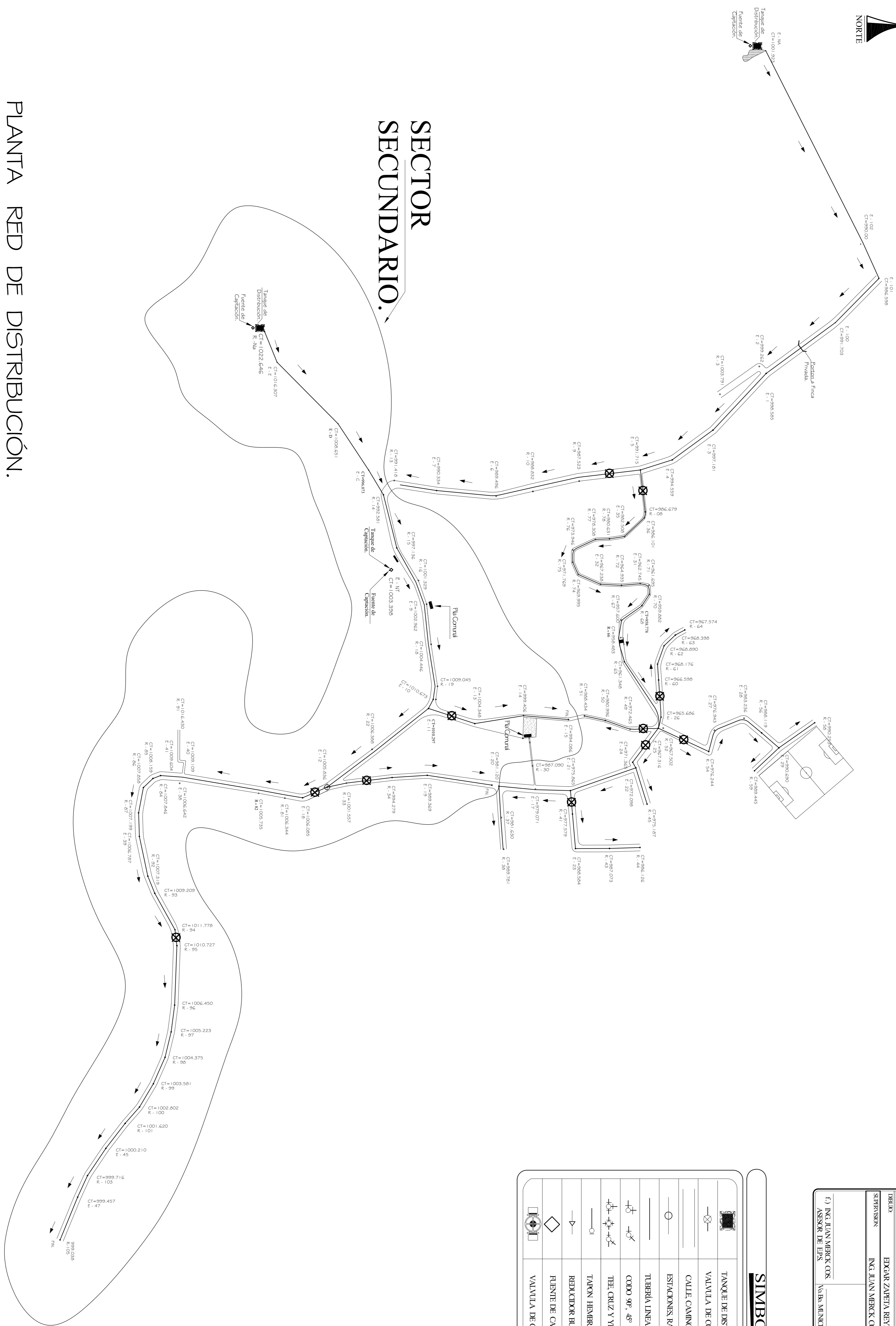
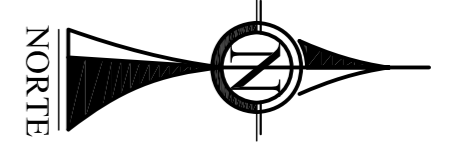


PLANTA DENSIDAD DE VIVIENDA.

ESCALA 1:2,000

CANTON	PLANTA RED DE DISTRIBUCION	ESCALA	INDICADA
CALCULO Y TIRADO	EDGAR ZARTEA BENOSO	FECHA	2018
DIBUJO	EDGAR ZARTEA BENOSO	CARTEL	196 - 2164
SUPERVISOR	ING. JUAN MERCK COS		
		HOJA	2
			5

F) ING. JUAN MERCK COS  
 NABA, MUNICIPALIDAD DE SUMPANCO  
 ASOSOR DE EPS



## SECTOR SECUNDARIO.

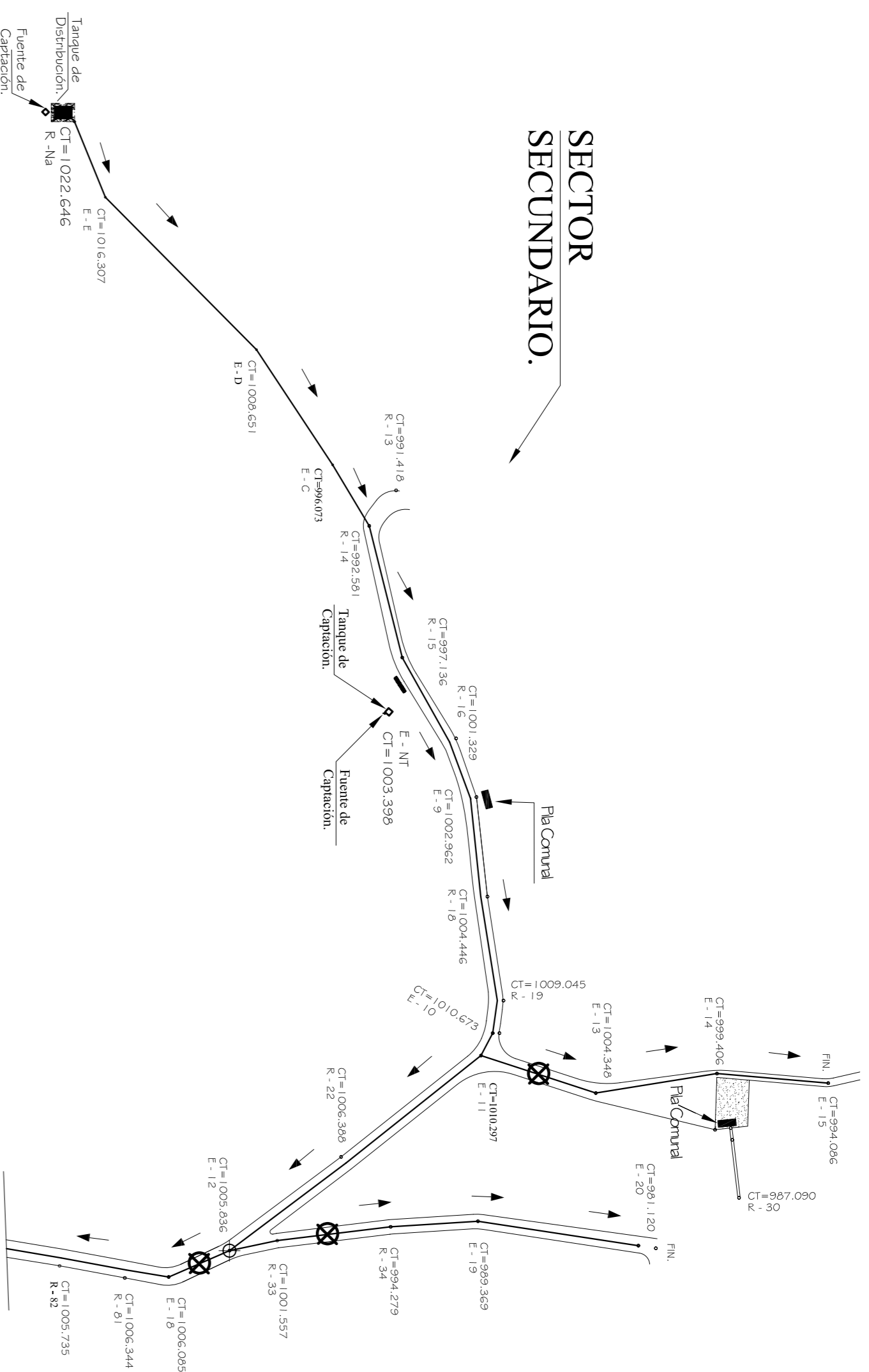
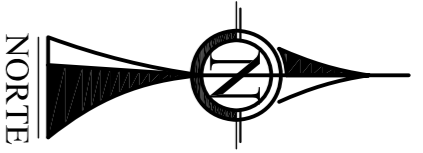
# PLANTA RED DE DISTRIBUCION.

ESCALA 1:2,000

### SIMBOLOGIA.

	TANQUE DE DISTRIBUCION
	VALVULA DE CUBIERTA
	CALLE CAMINO
	ESTACIONES RADIACIONES
	TUBERIA LINEA DE DISTRIBUCION, Ø INDICADO
	COMO 90°, 45°
	TEL CRUZ Y TEE
	TAPON HEMBRA
	REDUCTOR BUSHING.
	FUENTE DE CAPTACION
	VALVULA DE CUBIERTA



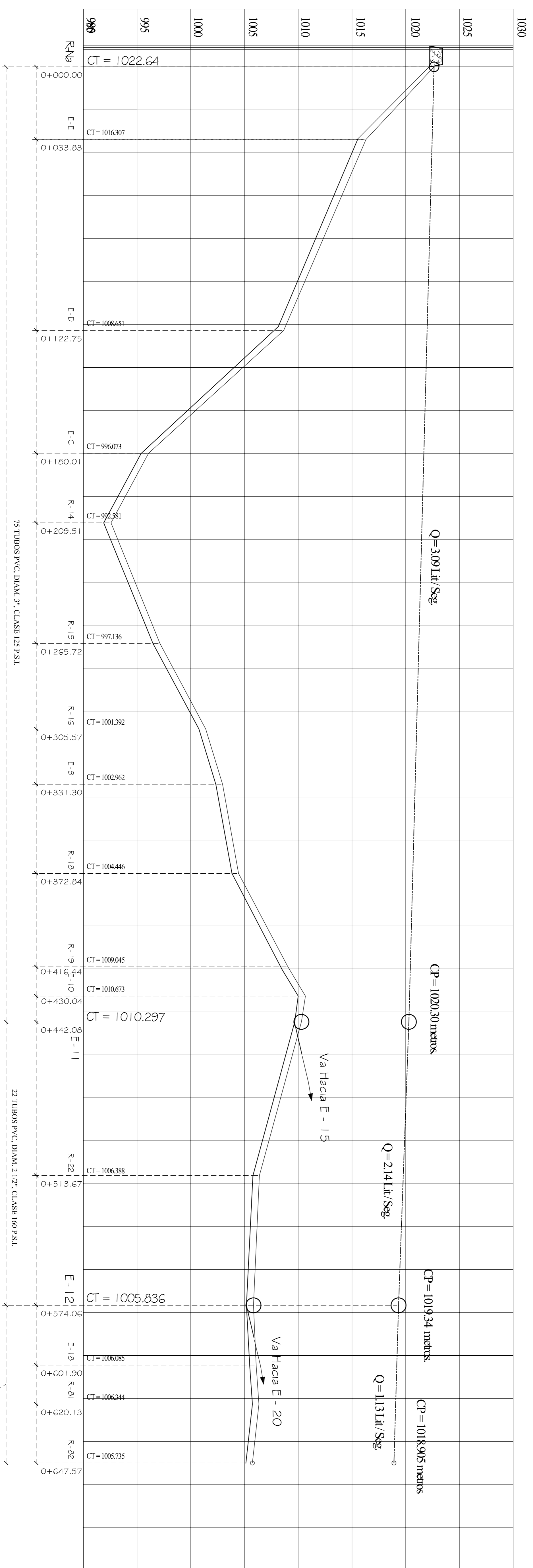


SECTOR  
SECUNDARIO.

# PLANTA R - Na R - 82

ESCALA 1:2.000

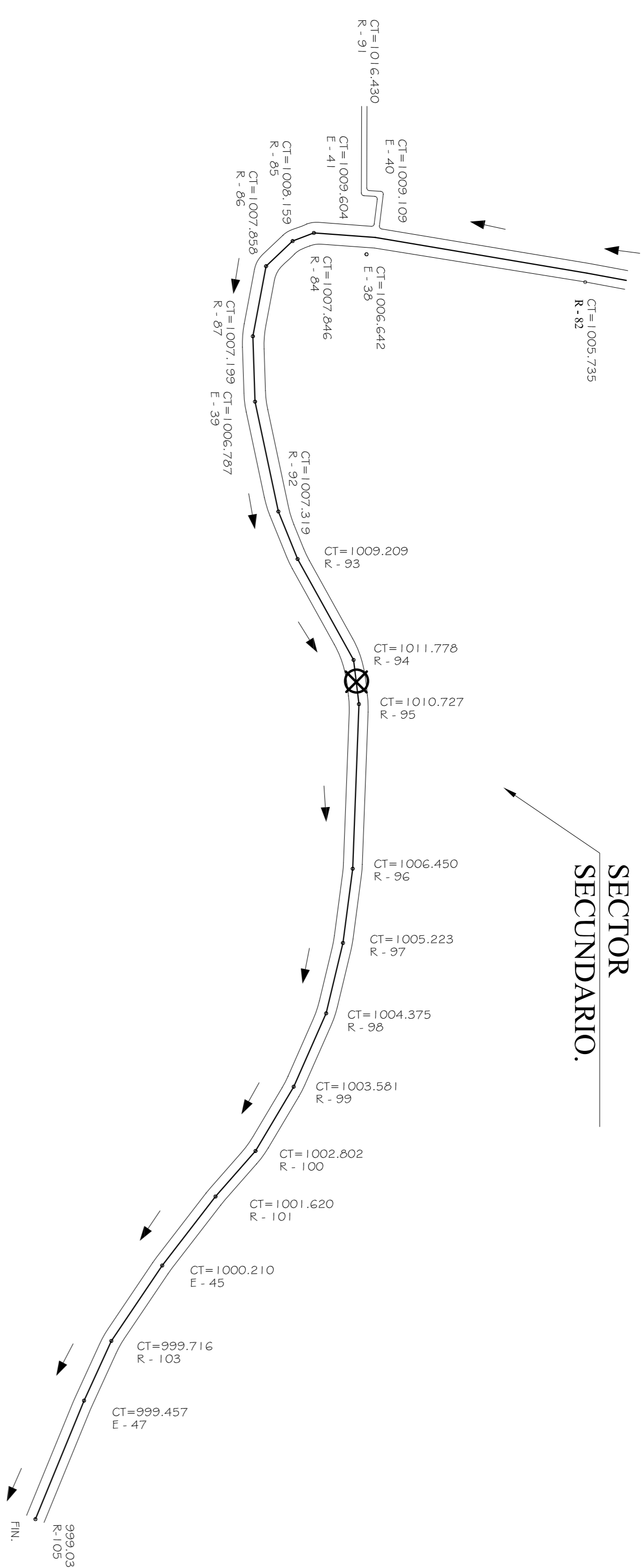
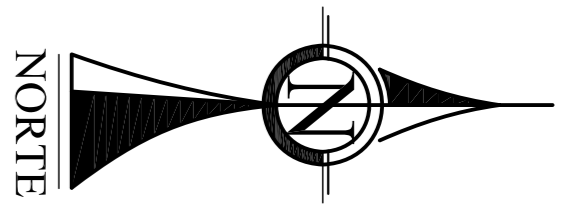
0+000      0+100      0+200      0+300      0+400      0+500      0+600      0+700



# PERFIL R - Na R - 82

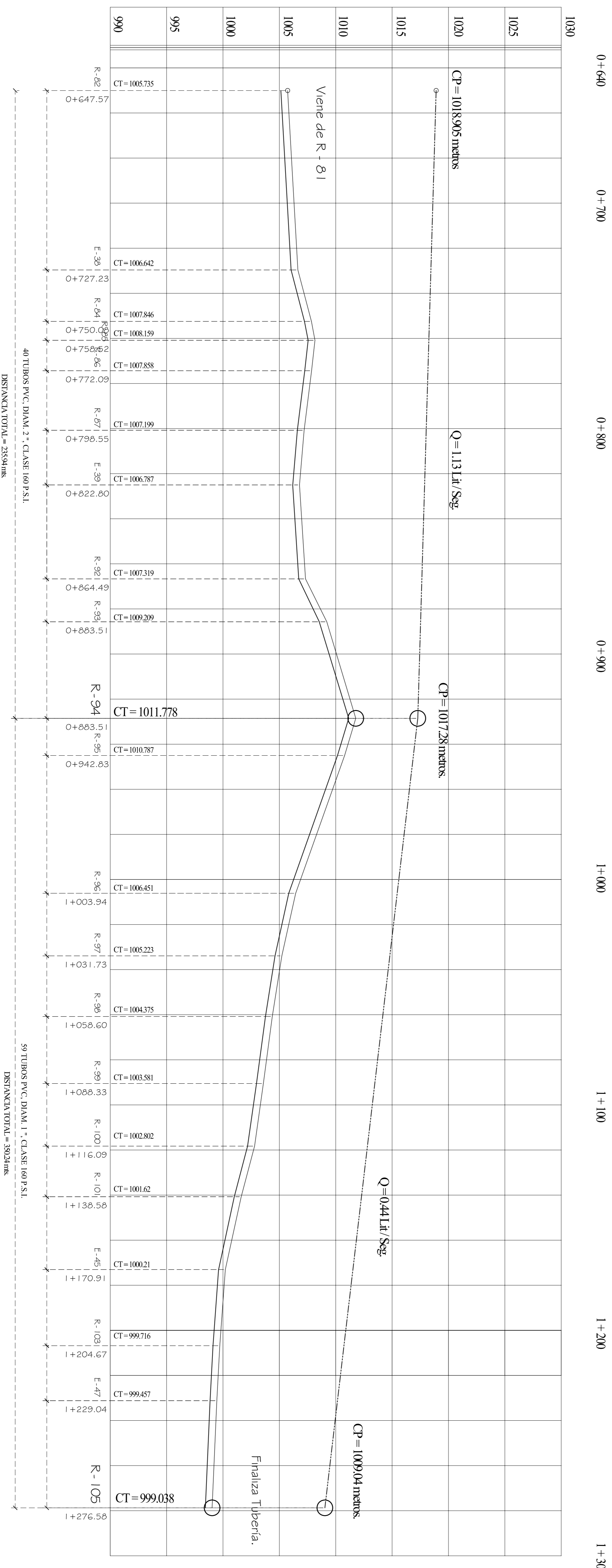
ESCALA HORIZONTAL 1:1.000  
ESCALA VERTICAL 1:200

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
MUNICIPALIDAD DE SAN PABLO SACATEPEQUEZ	
PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SAN JOSE YALU, SECTOR SECUNDARIO	
CENTINOD:	PLANTA PERFIL
CALCULO Y DISEÑO:	EDGAR ZAPETA BENOSO.
DEBIDO:	EDGAR ZAPETA BENOSO.
SUPERVISOR:	ING. JUAN MERCK COO.
F) ING. JUAN MERCK COO. VABA, MUNICIPALIDAD DE SAN PABLO	
ESCALA:	INDICADA
FECHA:	2018
CARTEL:	196 - 2168
HOJA:	3
5	



# PLANTA R - 82 R - 105

ESCALA 1:1.500



# PERFIL R - 82 R - 105

ESCALA HORIZONTAL 1:1.000  
ESCALA VERTICAL 1:200

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		FACULTAD DE INGENIERIA	
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		INGENIERIA	
MUNICIPALIDAD DE SAN PABLO SACATEPEQUEZ		INDICADA	
PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SAN JOSE YALU, SECTOR SECUNDARIO		FECHA: 2018	
CENTRO: PLANTA PERIL		CARGA: 196 - 2064	
CALCULO Y DISEÑO: EDGAR ZAPETA REVOSO		HOJA: 4	
DIBUJO: EDGAR ZAPETA REVOSO		5	
SUPERVISOR: ING. JUAN MERCK COS			
PROYECTO: ING. JUAN MERCK COS			
ASISOR DE EPS: VALBA MUNICIPALIDAD DE SAN PABLO			



