



Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Civil

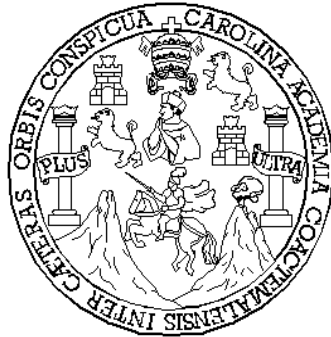
**DISEÑO DE RED DE DISTRIBUCIÓN Y CONEXIONES DOMICILIARES DE
AGUA POTABLE, EN LA ALDEA SIGÜILÁ, MUNICIPIO DE SAN JUAN
OSTUNCALCO, DEPARTAMENTO DE QUETZALTENANGO**

Norma Verónica Monroy Rodríguez

Asesorado por la Inga. Christa Classon de Pinto

Guatemala, noviembre de 2008.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE RED DE DISTRIBUCIÓN Y CONEXIONES DOMICILIARES DE
AGUA POTABLE, EN LA ALDEA SIGÜILÁ, MUNICIPIO DE SAN JUAN
OSTUNCALCO, DEPARTAMENTO DE QUETZALTENANGO.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

NORMA VERÓNICA MONROY RODRÍGUEZ

ASESORADO POR: INGA. CHRISTA CLASSON DE PINTO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA CIVIL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero Espínola de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. José Milton de León Bran
VOCAL V	Br. Isaac Sultán Mejía
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Christa Classon de Pinto
EXAMINADORA	Inga. Mayra García de Sierra
EXAMINADOR	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

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 graduación titulado:

DISEÑO DE RED DE DISTRIBUCIÓN Y CONEXIONES DOMICILIARES DE AGUA POTABLE, EN LA ALDEA SIGÜILÁ, MUNICIPIO DE SAN JUAN OSTUNCALCO, DEPARTAMENTO DE QUETZALTENANGO,

tema que me fue asignado por la Dirección de Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 20 de agosto de 2007.



Norma Verónica Monroy Rodríguez



Guatemala, 13 de octubre de 2008.
REF:EPS.D.932.10.08.

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

Estimada Ingeniera Sarmiento Zecceña,

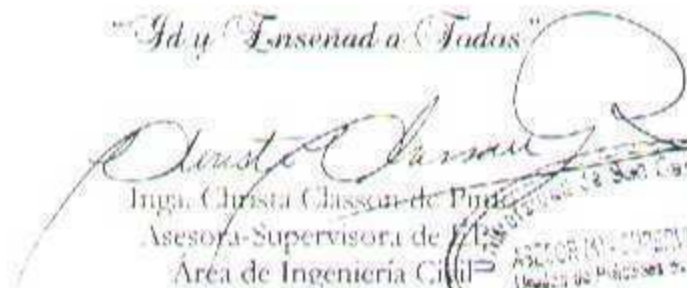
Por este medio atentamente le informo que como Asesora Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), de la estudiante universitaria **NORMA VERÓNICA MONROY RODRÍGUEZ** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **199811390**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"DISEÑO DE RED DE DISTRIBUCIÓN Y CONEXIONES DOMICILIARES DE AGUA POTABLE EN LA ALDEA SIGÜILÁ, MUNICIPIO DE SAN JUAN OSTUNCALCO, DEPARTAMENTO DE QUETZALTENANGO"**.

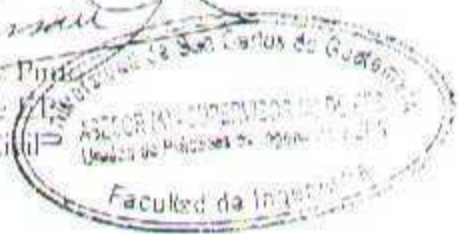
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Christa Classen de Pineda
Asesora-Supervisora de
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo
CCDP/ra



Guatemala, 13 de octubre de 2008.
REF.EPS.D.932.10.08.

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 DE RED DE DISTRIBUCIÓN Y CONEXIONES DOMICILIARES DE AGUA POTABLE EN LA ALDEA SIGÜILÁ, MUNICIPIO DE SAN JUAN OSTUNCALCO, DEPARTAMENTO DE QUETZALTENANGO"** que fue desarrollado por la estudiante universitaria **NORMA VERÓNICA MONROY RODRÍGUEZ**, quien fue debidamente asesorada y supervisada por la **Ingeniera Christa Classon de Pinto**.

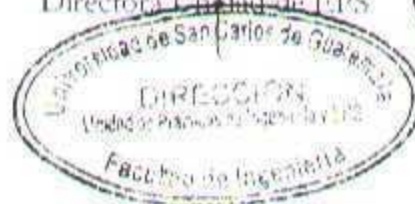
Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte de la Asesora-Supervisora de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

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



NISZ/ta



FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala,
24 de octubre de 2008

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 DE RED DE DISTRIBUCIÓN Y CONEXIONES DOMICILIARES DE AGUA POTABLE EN LA ALDEA SIGUILÁ, MUNICIPIO DE SAN JUAN OSTUNCALCO, DEPARTAMENTO DE QUETZALTENANGO**, desarrollado por la estudiante de Ingeniería Civil Norma Verónica Monroy Rodríguez, quien contó con la asesoría de la Inga. Christa Classon de Pinto.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

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



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/bbdeb.



El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen de la Asesora Inga. Christa Classon de Pinto y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación de la estudiante Norma Verónica Monroy Rodríguez, titulado DISEÑO DE RED DE DISTRIBUCIÓN Y CONEXIONES DOMICILIARES DE AGUA POTABLE, EN LA ALDEA SIGÜILÁ, MUNICIPIO DE SAN JUAN OSTUNCALCO, DEPARTAMENTO DE QUETZALTENANGO, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

Ing. Sydney Alexander Samuels Milson



Guatemala, noviembre 2008.

/bbdeb.

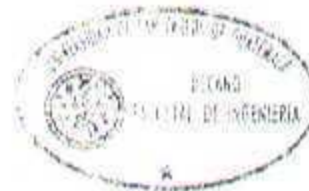


El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE RED DE DISTRIBUCIÓN Y CONEXIONES DOMICILIARES DE AGUA POTABLE, EN LA ALDEA SIGÜILÁ, MUNICIPIO DE SAN JUAN OSTUNCALCO, DEPARTAMENTO DE QUETZALTENANGO**, presentado por la estudiante universitaria **Norma Verónica Monroy Rodríguez**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRIMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
DECANO

Guatemala, noviembre de 2008



/gdech

DEDICATORIA A:

DIOS:

Por haberme dado el don de la vida, y por permitirme alcanzar con sabiduría todas las metas que me he trazado.

MIS PADRES:

Justiniano Monroy Franco y Juana Lucía Rodríguez de Monroy, por brindarme en cada momento de mi vida, su apoyo moral y económico.

MIS HERMANOS:

Wilfredo, Luis, Milvia, Estuardo, Erick, Rossmar, Alexander, Ottoniel y Bryan, por apoyarme y animarme siempre a salir adelante.

MI CUÑADA:

Ana Lucia, por ser como una hermana y por todo su apoyo brindado.

MI SOBRINITO:

Dilan Alejandro, porque con su llegada llenó de dicha y bendición a nuestra familia.

MIS ABUELITOS:

Nazario Monroy, Florinda Carias, Felipe Rodríguez y Engracia Soto, por su cariño y apoyo.

MIS AMIGOS:

A todos y a cada uno de ustedes les doy las gracias, por estar a mi lado siempre, dándome ánimo y apoyo, me siento bendecida por contar con su amistad.

AGRADECIMIENTOS A:

MI ASESORA:

Inga. Christa Classon de Pinto, por su colaboración y asesoramiento en este trabajo de graduación y en mi EPS.

ING. BYRON FIGUEROA:

Por su gran apoyo, amistad y asesoría incondicional en la elaboración de mi trabajo de graduación.

ING. DANIEL COLOCHO:

Por su asesoría y cooperación incondicional en mi trabajo de graduación y por todos sus sabios consejos y enseñanzas.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA:

En especial a la **FACULTAD DE INGENIERÍA**, por la formación académica que me brindó.

INFOM:

Por darme la oportunidad de desenvolverme con mis conocimientos en la institución y el apoyo del personal a lo largo de todo el período de E.P.S.

KIMBERLY LUCERO RUSTRIAN ZUÑIGA:

Mi niña ya no esta físicamente con nosotros y el vacío que hay es grande, pero con su alegría y su cariño, me llenó de bonitos momentos para recordarla.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS.....	VII
RESUMEN.....	IX
OBJETIVOS.....	XI
INTRODUCCIÓN.....	XIII

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Aspectos monográficos de la aldea Sigüilá, municipio de San Juan Ostuncalco, departamento de Quetzaltenango.

1.1.1. Descripción del lugar.....	1
1.1.2. Ubicación.....	1
1.1.3. Clima.....	2
1.1.4. Población e idioma.....	3
1.1.5. Actividad económica.....	3
1.1.6. Suelo y topografía.....	3
1.1.7. Ecología.....	4
1.1.8. Vías de acceso.....	4

1.1.	Investigación diagnóstica sobre las necesidades de servicios básicos y de infraestructura de los lugares de estudio.	
1.2.1.	Descripción de las necesidades.....	4
1.2.2.	Priorización de las necesidades.....	5
1.2.3.	Solución a las necesidades priorizadas.....	5

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO-PROFESIONAL

2.1.	Diseño de la red de distribución y conexiones domiciliars de agua potable por gravedad, para la aldea Sigüilá, municipio de San Juan Ostuncalco, departamento de Quetzaltenango.	
2.2.	Estudio topográfico.....	7
2.2.1.	Altimetría.....	7
2.2.2.	Planimetría.....	7
2.3.	Red de distribución.....	13
2.3.1	Presiones y velocidades.....	14
2.3.2.	Tipo de tuberías.....	15
2.3.3.	Tipo de accesorios.....	18
2.3.4.	Cálculo de la red de distribución.....	18
2.4.	Válvulas.....	36
2.5.	Descripción de lo existente en el proyecto de agua potable.....	36
2.6.	Sistema de desinfección.....	37
2.6.1.	Propósito de la desinfección.....	37
2.6.2.	Hipoclorador.....	37
2.6.3.	Dosis de cloro necesaria.....	37
2.6.4.	Calibración del hipoclorador.....	38

2.7.	Operación y mantenimiento del sistema.....	40
2.7.1	Red de distribución.....	40
2.8.	Costos de operación y mantenimiento.....	42
2.9.	Propuesta tarifaria.....	47
2.10.	Impacto ambiental del proyecto.....	49
2.11.	Planos.....	53
2.12.	Presupuesto.....	53
2.13.	Evaluación socioeconómica.....	56
2.13.1.	Valor presente neto (VPN).....	56
2.13.2.	Tasa interna de retorno (TIR).....	59
CONCLUSIONES.....		65
RECOMENDACIONES.....		67
BIBLIOGRAFÍA.....		69
ANEXOS.....		71

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Ubicación de la aldea Sigüilá, municipio de San Juan Ostuncalco, departamento de Quetzaltenango.....	2
2. Informe de análisis bacteriológico y fisicoquímico de agua.....	71

TABLAS

I. Libreta topográfica.....	8
II. Bases del diseño hidráulico de la red de distribución.....	19
III. Determinación del caudal máximo horario (QMH) en los nodos.....	27
IV. Cálculo de diseño hidráulico.....	32
V. Costo anual de mantenimiento y operación.....	42
VI. Costo de mano de obra.....	43
VII. Costo anual de demanda de cloración durante los 20 años.....	44
VIII. Costo anual de mano de obra y mantenimiento durante los 20 años...	46
IX. Estudio tarifario.....	48
X. Presupuesto del proyecto de agua potable.....	54
XI. Cálculo del valor presente neto con una tasa al 14.67%.....	58
XII. Cálculo de la tasa interna de retorno con una tasa al 14.67%.....	62

LISTA DE SÍMBOLOS

C	constante de la tubería
FDM	factor de día máximo
FHM	factor de hora máxima
FQM	factor de caudal medio
hab.	habitantes
Hf	pérdida de carga en las tuberías
L	longitud
lts/h/d	litros habitante día
lts/s	litros por segundo
m.c.a.	metro columna de agua
m/s	metros por segundo
Po	población inicial
Pf	población futura
UNEPAR	Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales
Qd	caudal de distribución
Qi	caudal instantáneo
Qv	caudal por vivienda

RESUMEN

En el proceso de saneamiento es muy importante que se tenga disponibilidad de agua potable de una manera continua, ya que con esto se asegura la salud de la población y también la reducción del riesgo de enfermedades endémicas y gastrointestinales.

El agua que se utilizará para abastecer a la comunidad en estudio será obtenida de un pozo, ubicado en la aldea Sigüilá del municipio de San Juan ostuncalco.

Como parte inicial del trabajo del Ejercicio Profesional Supervisado, se hizo un estudio monográfico del lugar y un diagnóstico de la comunidad, el cual está plasmado en el capítulo uno. Se recopiló la información de las necesidades prioritarias en beneficio de la comunidad, de donde se determinó que lo más recomendable sería la construcción de la red de distribución de agua potable y conexiones domiciliarias, ya que en la actualidad el servicio es muy deficiente, debido a que la mayoría de la tubería fue destruida por el paso de la tormenta tropical Stan.

La distribución de la red se realizará con una dotación de 100 litros/habitante/día, su período de diseño es de 20 años.

Con este proyecto se pretende suplir las necesidades de una población actual de 1,410 habitantes y una futura de 2,179.

OBJETIVOS

1. Diseñar la red de distribución y las conexiones domiciliarias de agua potable, que abastezca a la población de la aldea Sigüilá, municipio de San Juan Ostuncalco, departamento de Quetzaltenango.
2. Capacitar tanto al personal de mantenimiento de las municipalidades como a los pobladores de dicha comunidad, para tener una buena operación y funcionamiento del proyecto.

INTRODUCCIÓN

En Guatemala no es tan factible contar con una infraestructura de servicios básicos como el agua potable, drenajes, vivienda, carreteras etc; especialmente en las poblaciones rurales que se encuentran afectadas y en el total abandono; otro de los problemas que afecta la falta de estos servicios es la destrucción de los mismos por fenómenos climáticos que han azotado el país, como lo fue la tormenta tropical Stan, a finales de 2005.

Por esta razón, se plantea en el siguiente trabajo la solución al problema de la falta de agua potable, con el diseño de la red de distribución y conexiones domiciliarias en la aldea Sigüilá, municipio de San Juan Ostuncalco, departamento de Quetzaltenango, el diseño es indispensable para llevar el anhelado líquido a cada una de las viviendas de dicha población.

El nuevo sistema planteado en este trabajo estará beneficiando a 1,410 personas y consta de: una red de distribución de 6,354.44 metros lineales y 406 conexiones domiciliarias con su respectivo sistema de tratamiento de agua (clorador).

1. INVESTIGACIÓN

1.1. Aspectos monográficos de la aldea Sigüilá, municipio de San Juan Ostuncalco, departamento de Quetzaltenango.

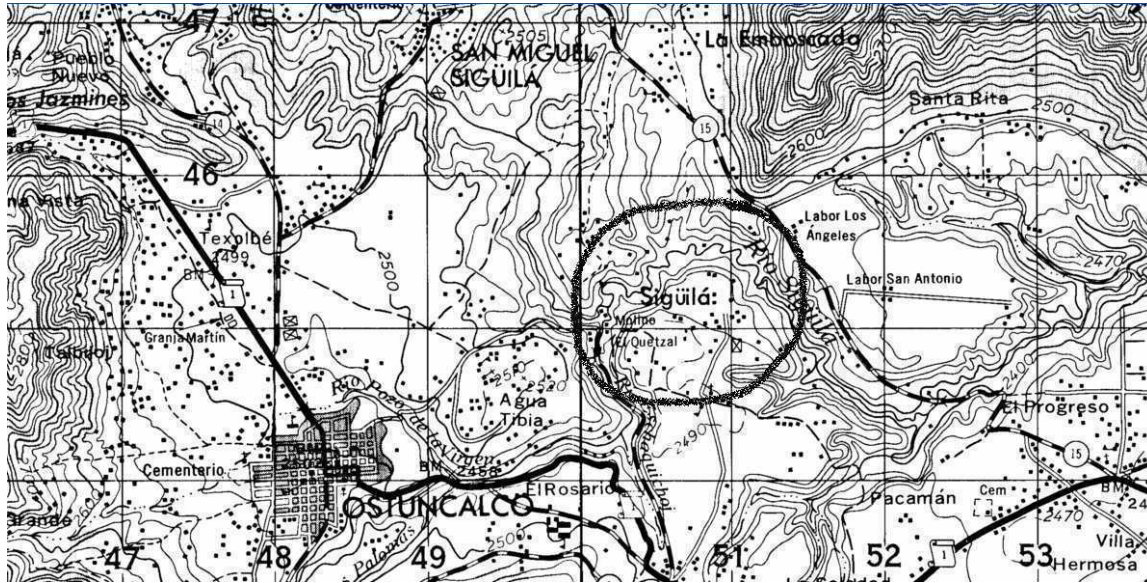
1.1.1. Descripción del lugar

La aldea Sigüilá se encuentra ubicada en el municipio de San Juan Ostuncalco, departamento de Quetzaltenango. Se encuentra dentro del territorio de la Sierra Madre, el relieve del suelo es predominantemente quebrado, los cursos de agua que atraviesan la aldea son drenados por la cuenca del río Samala, el cual fluye hacia la vertiente del pacífico.

1.1.2. Ubicación

La aldea Sigüilá se encuentra ubicada a una distancia de 4 kilómetros aproximadamente, al Este de la cabecera municipal. Colinda al norte con el municipio de San Miguel Sigüilá, al sur con el municipio de Concepción Chiquirichapa, al oeste con la cabecera municipal de San Juan Ostuncalco y al este con el municipio de San Mateo.

Figura 1. Ubicación de la aldea Sigüilá, municipio de San Juan Ostuncalco, departamento de Quetzaltenango.



1.1.3. Clima

Las montañas del altiplano del país definen mucha variabilidad con elevaciones mayores o iguales a 1,400 metros snm, generando diversidad de microclimas, conteniendo regiones densamente pobladas por lo que la acción humana se convierte en factor de variación apreciable. La aldea Sigüilá se encuentra a una altura de aproximadamente 2,380 metros sobre el nivel del mar, por lo que presenta sus características climatológicas como un clima que es frío, y el invierno se desarrolla en los meses de mayo a octubre. Según el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorológica e Hidrología (INSIVUMEH), la estación más cercana a la aldea Sigüilá, municipio de San Juan Ostuncalco registra los siguientes datos:

- a) Temperatura media anual de 21.5°C y temperatura mínima anual de 6°C.
- b) En el año 2003 la precipitación mínima se dio en el mes de junio, siendo de

- 5.50 mm, y la máxima, en el mes de septiembre, siendo de 842.5 mm.
- c) Temperatura máxima absoluta anual de 28.5°C y temperatura mínima absoluta 11.5°C.
 - d) Humedad relativa media anual de 86%, humedad relativa máxima anual de 95% y humedad relativa mínima anual de 76%.
 - e) Evaporación a la sombra en el año de 1994 de 3.5 mm.
 - f) Nubosidad de cuatro octas, en el año 2002.

1.1.4. Población e idioma

Según datos proporcionados por el INE (Instituto Nacional de Estadística), la aldea Sigüilá cuenta con 1,410 pobladores, de los cuales 760 son hombres y 650 mujeres; el idioma y grupo étnico que predomina es el español ya que el 78.42% de los pobladores no es indígena, mientras que solamente el 21.58% son indígenas .

1.1.5. Actividad económica

La economía de la aldea Sigüilá se encuentra formada fundamentalmente, por la agricultura (maíz, papa y un incipiente desarrollo en el cultivo de las hortalizas).

1.1.6. Suelo y topografía

La topografía del terreno de la aldea Sigüilá es bastante quebrado en su mayoría, debido a que se encuentra entre la zona montañosa de la Sierra Madre, el centro de la aldea se encuentra en una planicie, el suelo que predomina en esta zona es rico para la agricultura.

1.1.7. Ecología

Dentro de los bosques del lugar podemos encontrar una gran variedad de flora en la que predominan las siguientes especies: cedro, pino, ciprés, manzanillo; existen algunas especies de fauna tales como la rata común, ardillas, conejos, mapaches, tacuazines, cotuzas y la mayoría de fauna doméstica.

1.1.8. Vías de acceso

Para ingresar a la aldea Sigüilá se accesa por medio de la carretera asfaltada nacional No.1, que viene de la cabecera departamental de Quetzaltenango hacia el departamento de San Marcos, el desvío para ingresar a la aldea está al lado derecho, el cual es camino de terracería.

1.2. Investigación diagnóstica sobre las necesidades de servicios básicos y de infraestructura de los lugares en estudio.

1.2.1. Descripción de las necesidades

El Consejo de desarrollo de la aldea Sigüilá del municipio de San Juan Ostuncalco, planteó ante la corporación municipal, la existencia del pozo que contiene suficiente agua y también un tanque amplio en buen estado para abastecer a toda la comunidad del vital líquido; pero debido al fenómeno climático tormenta tropical Stan; el cual afectó a nuestro país en el mes de octubre del año 2005, fue destruido el único ramal con el que contaba la comunidad, como red de distribución y conexiones domiciliarias, es por eso que

es necesario el diseño de la red de distribución y conexiones domiciliarias que cubrirá toda la población de dicha Aldea.

1.2.2. Priorización de las necesidades

Tomando en cuenta las necesidades expuestas por los pobladores de la aldea Sigüilá, como lo expuesto por los funcionarios de la administración municipal y de los recursos disponibles, la priorización es el diseño de la red de distribución y conexiones domiciliarias de agua potable; ya que este es un servicio básico que apoyará al desarrollo de los pobladores, brindando así una mejor calidad de vida y evitando enfermedades entre toda la población.

1.2.3. Solución a las necesidades priorizadas

Se dará solución a la necesidad de la aldea Sigüilá, diseñándole la red de distribución y conexiones domiciliarias, para que la Municipalidad conjuntamente con los pobladores gestionen los recursos económicos en instituciones, para que se logre la realización del proyecto priorizado.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1 Diseño de la red de distribución y conexiones domiciliarias de agua potable para la aldea Sigüilá, municipio de San Juan Ostuncalco, departamento de Quetzaltenango.

2.2 Estudio topográfico

El estudio topográfico del siguiente trabajo, se realizó por medio del método taquimétrico, utilizando una estación total Leica T.1010.

2.2.1 Altimetría

Trata del estudio de la distancia vertical entre los puntos. Ayuda a representar la proyección del terreno en un plano horizontal imaginario.

2.2.2 Planimetría

Trata del estudio y posición relativa de los puntos, sobre el plano horizontal, prescindiendo de la relación en alturas.

La taquimetría es aquella que trata a la vez altimetría y planimetría, mediante la determinación polar de la posición de los puntos. Observando al mismo tiempo las distancias y ángulos.

Su aplicación más cercana es el desarrollo topográfico en el ámbito de la ingeniería civil y obra de construcción de arquitectura. Complementa a los trabajos topográficos de primer orden, alcanzando el detalle sensible preciso para el desarrollo del proceso constructivo.

La característica principal del sistema es el uso del aparato denominado **taquímetro**, este es un goniómetro de limbo horizontal y vertical y con capacidad de medir la distancia entre el eje de giro del anteojo y el punto observado. Esta medición de distancia se realiza bien por un procedimiento estadimétrico, infrarrojos o láser en el proceso indirecto, en el directo sería con el empleo de una cinta métrica.

Tabla I. Libreta topográfica

Topografía red de distribución aldea Sigüilá, San Juan Ostuncalco, Quetzaltenango

No. Orden	EST.	P.O	Azimut			Ang. Vertical			Altura del Instrumento	Distancia	Cota
			G	M	S	G	M	S			
1	E - 1	1.1	111	57	58	91	35	18	1.51	177.627	95.078
2	E - 1	1.2	111	49	56	91	37	35	1.51	167.455	95.248
3	E - 1	1.3	111	41	38	91	25	17	1.51	118.719	97.056
4	E - 1	1.4	112	20	0	91	29	55	1.51	80.753	97.889
5	E - 1	1.5	112	27	38	91	17	6	1.51	49.154	98.899
6	E - 1	1.6	117	22	11	91	55	51	1.51	12.723	99.572
7	E - 1	1.7	339	37	5	96	5	8	1.51	8.333	99.118
8	E - 1	1.8	0	52	2	95	26	15	1.51	15.374	98.544
9	E - 1	1.9	10	2	59	94	19	3	1.51	25.8	98.059
10	E - 1	1.10	291	7	9	89	42	32	1.51	131.368	100.668
11	E - 1	1.11	291	5	31	89	28	49	1.51	148.117	100.345
12	E - 1	1.12	291	45	46	89	48	22	1.51	120.823	100.410
13	E - 1	1.13	291	50	8	90	1	54	1.51	95.135	99.948
14	E - 1	1.14	292	7	44	89	34	25	1.51	71.588	100.534
15	E - 1	1.15	291	0	47	89	40	6	1.51	48.127	100.280
16	E - 1	1.16	290	17	2	89	43	55	1.51	23.014	100.109
17	E - 1	1.17	268	59	0	91	0	54	1.51	4.655	99.919
18	E - 1	1.18	219	49	5	88	46	34	1.51	11.032	100.237
19	E - 1	1.19	206	42	55	88	6	34	1.51	22.099	100.730
20	E - 1	1.20	208	11	41	86	49	40	1.51	47.015	102.603
21	E - 1	1.21	207	7	20	85	56	19	1.51	59.845	104.240
22	E - 1	1.22	203	43	11	85	7	17	1.51	71.332	106.067
23	E - 1	1.23	197	27	7	84	8	56	1.51	81.346	108.294
24	E - 1	1.24	191	29	48	83	12	31	1.51	90.529	110.706

25	E - 1	1.25	186	50	13	82	31	27	1.51	100.472	113.073
26	E - 1	1.26	184	0	46	82	2	14	1.51	111.189	115.446
27	E - 2	2.0	183	18	52	81	41	13	1.51	132.116	119.103
28	E - 2	2.1	5	42	50	100	18	49	1.44	7.491	117.686
29	E - 2	2.2	229	24	38	88	38	23	1.44	15.708	119.400
30	E - 2	2.3	223	3	49	88	45	32	1.44	45.807	120.020
31	E - 2	2.4	222	9	51	89	22	9	1.44	77.674	119.883
32	E - 2	2.5	221	36	56	89	29	35	1.44	93.749	119.857
33	E - 2	2.6	221	19	36	89	33	43	1.44	104.781	119.829
34	E - 2	2.7	219	58	37	89	41	1	1.44	136.786	119.783
35	E - 2	2.8	218	0	26	89	43	33	1.44	168.648	119.835
36	E - 2	2.9	216	33	6	89	45	17	1.44	201.157	119.889
37	E - 2	2.10	215	10	32	89	31	8	1.44	231.405	119.971
38	E - 3	3.0	206	29	11	89	28	7	1.44	437.549	123.086
39	E - 3	3.1	15	53	37	90	36	36	1.37	189.614	119.926
40	E - 3	3.2	14	24	49	90	56	51	1.37	162.377	120.259
41	E - 3	3.3	11	58	10	91	3	12	1.37	133.329	120.494
42	E - 3	3.4	8	21	4	90	56	48	1.37	102.861	121.245
43	E - 3	3.5	5	56	47	90	56	35	1.37	88.016	121.496
44	E - 3	3.6	351	13	51	90	50	8	1.37	45.446	122.282
45	E - 3	3.7	339	43	37	90	47	11	1.37	33.45	122.485
46	E - 3	3.8	281	6	29	90	8	21	1.37	18.37	122.900
47	E - 3	3.9	281	28	13	90	12	25	1.37	25.36	126.310
48	E - 3	3.10	281	15	25	90	15	25	1.37	254.5	126.310
49	E - 4	4.0	281	34	12	90	21	18	1.37	224.57	126.260
50	E - 4	4.1	259	39	53	90	26	52	1.37	6.254	122.896
51	E - 4	4.2	117	51	18	89	38	20	1.37	37.275	123.179
52	E - 4	4.3	92	57	34	94	48	9	1.45	15.495	121.820
53	E - 4	4.4	103	7	47	91	57	28	1.45	63.891	120.935
54	E - 4	4.5	103	34	54	91	22	41	1.45	101.461	120.677
55	E - 4	4.6	104	4	53	91	3	8	1.45	163.099	120.122
56	E - 4	4.7	104	28	43	90	57	19	1.45	193.152	119.897
57	E - 4	4.8	76	27	23	99	49	37	1.45	6.147	122.068
58	E - 4	4.9	163	6	59	92	52	39	1.45	16.059	122.311
59	E - 4	4.10	174	7	19	90	15	28	1.45	62.819	122.835
60	E - 4	4.11	175	8	59	90	0	51	1.45	93.929	123.094
61	E - 4	4.12	174	26	55	89	56	31	1.45	108.845	123.228
62	E - 4	4.13	173	30	52	89	50	31	1.45	140.219	123.504
63	E - 4	4.14	172	30	12	89	50	15	1.45	172.067	123.605
64	E - 4	4.15	172	31	4	89	49	38	1.45	187.318	123.682
65	E - 4	4.16	172	7	48	89	49	3	1.45	203.067	123.764
66	E - 4	4.17	171	51	5	89	49	38	1.45	234.148	123.824
67	E - 4	4.18	171	10	5	89	52	27	1.45	266.595	123.703
68	E - 4	4.19	170	57	50	89	55	22	1.45	297.869	123.519
69	E - 4	4.20	170	39	3	89	58	1	1.45	330.18	123.308

70	E - 5	5.0	170	25	32	90	1	35	1.45	439.312	122.915
71	E - 5	5.1	350	20	29	89	50	36	1.45	80.032	123.068
72	E - 5	5.2	350	0	17	89	49	37	1.45	65.295	123.046
73	E - 5	5.3	346	8	0	89	44	47	1.45	31.941	122.991
74	E - 5	5.4	312	36	16	89	5	46	1.45	4.826	122.925
75	E - 5	5.5	188	51	13	89	44	28	1.45	13.233	122.909
76	E - 5	5.6	193	53	25	90	3	59	1.45	28.889	122.816
77	E - 5	5.7	198	25	12	90	0	0	1.45	59.911	122.849
78	E - 5	5.8	199	4	48	89	59	48	1.45	106.714	122.855
79	E - 5	5.9	198	54	36	89	59	39	1.45	138.21	122.863
80	E - 5	5.10	198	51	40	89	57	27	1.45	153.496	122.963
81	E - 5	5.11	198	26	18	89	57	54	1.45	197.904	122.970
82	E - 5	5.12	198	15	14	89	56	8	1.45	227.901	123.105
83	E - 5	5.13	198	1	44	89	53	27	1.45	257.902	123.341
84	E - 5	5.14	197	54	0	89	52	49	1.45	272.746	123.419
85	E - 6	6.0	198	39	14	89	50	58	1.45	302.497	123.644
86	E - 6	6.1	37	8	34	89	56	21	1.38	12.679	123.522
87	E - 6	6.2	173	15	29	88	53	21	1.38	4.221	123.591
88	E - 6	6.3	205	30	16	89	13	37	1.38	31.989	123.941
89	E - 6	6.4	207	5	30	89	15	14	1.38	46.843	124.119
90	E - 6	6.5	207	57	24	89	15	18	1.38	62.25	124.318
91	E - 6	6.6	208	19	22	89	14	27	1.38	94.143	124.756
92	E - 6	6.7	208	34	40	89	16	16	1.38	109.199	124.898
93	E - 6	6.8	208	48	10	89	15	12	1.38	124.159	125.127
94	E - 6	6.9	208	56	10	89	14	54	1.38	154.494	125.536
95	E - 6	6.10	208	56	11	89	14	60	1.38	75.45	128.800
96	E - 6	6.11	208	56	13	89	14	65	1.38	142.06	128.8
97	E - 6	6.12	209	19	42	89	16	39	1.38	199.831	126.029
98	E - 7	7.0	209	2	23	89	14	3	1.38	248.55	126.831
99	E - 7	7.1	23	15	25	91	6	57	1.39	16.933	126.376
100	E - 7	7.2	217	59	15	89	51	24	1.39	26.203	126.772
101	E - 7	7.3	216	45	21	89	39	52	1.39	72.998	127.134
102	E - 7	7.4	217	27	10	89	37	21	1.39	104.399	127.394
103	E - 7	7.5	217	18	26	89	34	32	1.39	134.581	127.703
104	E - 7	7.6	216	43	24	89	24	57	1.39	195.964	128.704
105	E - 7	7.7	216	50	36	89	12	59	1.39	228.692	129.834
106	E - 7	7.8	216	54	51	89	5	20	1.39	241.699	130.549
107	E - 7	7.9	217	14	56	88	18	16	1.39	318.706	136.136
108	E - 7	7.10	37	59	32	94	16	40	1.42	55.075	131.937
109	E - 7	7.11	37	36	24	94	19	58	1.42	39.88	133.032
110	E - 7	7.12	40	41	19	95	2	58	1.42	25.185	133.829
111	E - 7	7.13	33	36	31	97	19	0	1.42	16.887	133.895
112	E - 7	7.14	312	55	9	91	8	29	1.42	76.218	134.527
113	E - 7	7.15	331	56	14	105	2	27	1.42	4.907	134.772
114	E - 7	7.16	11	5	24	93	32	1	1.42	31.614	134.097

115	E - 7	7.17	105	34	21	95	8	33	1.42	21.853	134.086
116	E - 7	7.18	243	35	30	85	24	49	1.60	36.527	126.317
117	E - 7	7.19	244	2	50	84	44	23	1.60	49.704	127.953
118	E - 8	8.0	243	35	17	84	12	3	1.60	55.423	128.996
119	E - 8	8.1	294	4	13	88	23	18	1.61	14.081	129.490
120	E - 8	8.2	296	40	49	87	55	47	1.61	69.671	131.611
121	E - 9	9.0	296	9	52	88	23	37	1.61	171.218	133.894
122	E - 9	9.1	356	42	43	93	27	15	1.51	205.446	121.509
123	E - 9	9.2	356	21	10	92	57	30	1.51	129.866	127.184
124	E - 9	9.3	357	55	49	93	56	28	1.51	35.781	131.428
125	E - 9	9.4	18	27	31	96	59	33	1.51	7.855	132.931
126	E - 10	10.0	309	18	20	91	0	17	1.51	238.427	129.706
127	E - 10	10.1	119	12	40	89	14	46	1.59	45.481	130.376
128	E - 10	10.2	318	24	49	88	43	8	1.59	68.51	131.310
129	E - 11	11.0	317	0	26	87	18	38	1.59	6.32	139.602
130	E - 11	11.1	223	38	4	97	0	52	1.48	5.937	138.844
131	E - 11	11.2	218	15	24	86	9	31	1.48	91.514	145.700
132	E - 12	12.0	105	7	19	91	28	31	1.51	36.547	124.224
133	E - 12	12.1	13	31	20	90	20	13	1.51	91.2	124.629
134	E - 13	13.0	25	21	15	90	53	59	1.49	141.935	120.784
135	E - 13	13.1	124	50	42	93	45	49	1.49	7.105	120.301
136	E - 13	13.2	124	15	46	91	27	49	1.49	26.618	120.087
137	E - 13	13.3	122	57	22	91	3	2	1.49	64.193	119.590
138	E - 13	13.4	123	0	41	90	35	29	1.49	122.113	119.507
139	E - 13	13.5	122	50	5	90	29	21	1.49	151.805	119.471
140	E - 13	13.6	122	23	35	90	23	30	1.49	180.023	119.537
141	E - 14	14.0	111	6	12	93	22	53	1.49	7.126	120.347
142	E - 14	14.1	38	1	23	90	23	44	1.45	51.639	119.929
143	E - 14	14.2	38	13	33	90	33	34	1.45	61.407	119.686
144	E - 14	14.3	38	1	23	90	23	44	1.45	51.639	119.929
145	E - 15	15.0	37	37	3	90	59	19	1.45	80.461	118.898
146	E - 15	15.1	100	58	16	95	14	46	1.49	7.871	118.898
147	E - 15	15.2	300	56	30	89	30	11	1.49	9.609	118.159
148	E - 15	15.3	299	11	3	89	12	51	1.49	26.385	118.962
149	E - 16	16.0	304	27	1	90	6	10	1.49	17.248	119.240
150	E - 16	16.1	148	50	4	88	23	41	1.49	1.768	118.876
151	E - 16	16.2	39	13	0	93	27	19	1.49	8.587	118.309
152	E - 16	16.3	36	55	23	97	6	36	1.49	18.978	116.478
153	E - 17	17.0	38	21	8	99	0	57	1.49	35.887	113.203
154	E - 17	17.1	25	32	15	110	5	46	1.48	17.063	107.305
155	E - 17	17.2	28	34	14	104	2	9	1.48	43.638	102.584
156	E - 17	17.3	29	41	13	101	19	49	1.48	61.339	101.117
157	E - 17	17.4	31	8	48	100	10	29	1.48	70.679	100.682
158	E - 17	17.5	29	25	24	98	53	51	1.48	79.269	99.908
159	E - 17	17.6	27	17	6	97	32	2	1.48	107.314	99.098

160	E - 17	17.7	26	18	42	96	28	34	1.48	129.301	98.584
161	E - 17	17.8	25	3	38	95	42	33	1.48	148.58	98.387
162	E - 17	17.9	24	3	30	95	5	4	1.48	167.885	98.289
163	E - 17	17.10	19	5	59	94	49	27	1.48	176.353	98.337
164	E - 17	17.11	17	43	18	94	16	47	1.48	184.677	98.386
165	E - 17	17.12	15	16	6	93	57	0	1.48	199.185	98.447
166	E - 17	17.13	13	39	43	93	45	38	1.48	216.092	98.995
167	E - 17	17.14	32	9	20	94	35	28	1.48	176.106	98.072
168	E - 17	17.15	35	21	59	94	30	27	1.48	178.945	98.105
169	E - 17	17.16	38	10	20	94	33	20	1.48	176.037	98.186
170	E - 17	17.17	40	20	50	94	42	49	1.48	168.604	98.313
171	E - 17	17.18	40	45	30	94	59	20	1.48	160.355	98.223
172	E - 17	17.19	42	6	22	95	14	47	1.48	151.999	98.269
173	E - 17	17.20	44	35	42	95	28	43	1.48	144.657	98.357
174	E - 17	17.21	51	34	52	96	20	51	1.48	122.015	98.678
175	E - 17	17.22	62	19	37	97	19	13	1.48	100.116	99.412
176	E - 17	17.23	70	23	6	96	14	7	1.48	111.199	100.090
177	E - 17	17.24	65	51	25	94	38	31	1.48	150.509	98.987
178	E - 17	17.25	54	34	48	93	38	13	1.48	245.857	95.572
179	E - 17	17.26	52	57	5	93	40	33	1.48	264.964	96.181
180	E - 17	17.27	42	8	47	93	2	56	1.48	285.253	96.496
181	E - 17	17.28	38	2	26	92	39	20	1.48	294.255	97.535
182	E - 17	17.29	61	11	8	94	26	3	1.48	190.171	97.465
183	E - 17	17.30	68	31	19	94	19	25	1.48	219.567	96.615
184	E - 17	17.31	148	23	9	91	11	13	1.46	15.328	123.631
185	E - 17	17.32	98	22	9	91	7	2	1.46	8.65	123.780
186	E - 17	17.33	86	52	34	90	54	50	1.46	17.78	123.665
187	E - 17	17.34	85	44	3	90	46	13	1.46	26.984	123.586
188	E - 18	18.0	84	26	29	91	6	59	1.46	108.36	121.838
189	E - 18	18.1	264	43	7	86	28	2	1.33	11.308	122.358
190	E - 18	18.2	104	36	38	92	28	19	1.33	14.073	121.054
191	E - 18	18.3	101	21	13	91	19	15	1.33	91.451	119.553
192	E - 18	18.4	101	11	45	91	12	55	1.33	99.444	119.552
193	E - 18	18.5	100	31	15	90	28	24	1.33	176.018	120.207
194	E - 19	19.0	100	43	20	90	29	24	1.33	183.546	120.091
195	E - 19	19.1	219	1	49	87	44	53	1.33	1.322	120.106
196	E - 19	19.2	139	14	57	90	48	24	1.47	58.591	119.229
197	E - 19	19.3	139	4	57	90	52	1	1.47	68.493	119.018
198	E - 19	19.4	139	1	52	90	50	50	1.47	78.728	118.890
199	E - 19	19.5	138	53	49	90	49	52	1.47	88.528	118.770
200	E - 19	19.6	138	47	12	90	52	24	1.47	97.771	118.564
201	E - 20	20.0	138	52	17	90	47	54	1.47	108.386	118.544
202	E - 20	20.1	319	35	22	89	4	59	1.43	12.72	118.667
203	E - 20	20.2	323	47	18	89	22	9	1.43	8.437	118.557
204	E - 20	20.3	20	10	43	90	32	16	1.43	6.604	118.402

205	E - 20	20.4	48	57	58	90	12	45	1.43	50.469	118.277
206	E - 20	20.5	49	21	0	90	6	32	1.43	169.213	118.142
207	E - 21	21.0	49	18	51	90	10	53	1.43	184.529	117.880
208	E - 21	21.1	141	6	49	90	38	57	1.42	34.476	117.395
209	E - 22	22.0	143	5	27	90	32	45	1.42	99.493	116.838
210	E - 22	22.1	41	1	3	89	37	44	1.39	10.454	116.790
211	E - 22	22.2	47	15	32	90	9	54	1.39	38.265	116.612
212	E - 22	22.3	45	58	29	90	37	9	1.39	55.107	116.126
213	E - 22	22.4	77	44	19	90	46	54	1.39	70.879	115.755
214	E - 22	22.5	99	43	15	91	22	7	1.39	10.91	116.471
215	E - 22	22.6	103	39	58	91	10	26	1.39	21.635	116.289
216	E - 22	22.7	105	27	43	91	2	41	1.39	30.869	116.169
217	E - 22	22.8	106	34	11	90	51	36	1.39	40.472	116.124
218	E - 22	22.9	106	28	0	90	42	12	1.39	49.368	116.126
219	E - 22	22.10	102	16	31	90	46	24	1.39	57.04	115.962
220	E - 22	22.11	95	43	9	90	43	29	1.39	63.192	115.933
221	E - 22	22.12	98	2	0	90	42	0	1.39	1.489	116.714
222	E - 22	22.13	196	59	8	89	7	33	1.39	1.769	116.759
223	E - 23	23.0	146	25	40	90	39	5	1.39	35.234	116.331
224	E - 23	23.1	218	23	44	90	3	0	1.49	97.407	116.226

2.3 Red de distribución

Es el sistema de tuberías, obras de arte y accesorios que se encargan de distribuir el caudal instantáneo o de hora máxima, desde el tanque de distribución hacia las tuberías de tomas domiciliarias.

En este sistema la red de distribución estará constituida por ramales abiertos y circuitos cerrados debido a la ubicación de las viviendas.

Red ramificada o abierta

Esta se construye en forma de árbol, es recomendable cuando las casas están dispersas o cuando no hay un diseño definido de la población que permita diseñar circuitos. En este tipo de red, los ramales principales se colocan en las rutas de mayor importancia, de tal manera que alimenten a otros secundarios.

Red en forma de malla o de circuito cerrado

En este tipo de diseño, las tuberías están en forma de circuitos cerrados intercomunicados entre sí. Aquí la fórmula de Hazen & Williams define la pérdida de carga, la cual es verificada por el método de Hardy Cross. Técnicamente este método funciona mejor, ya que elimina los extremos muertos y permite la circulación del agua.

Para el diseño de la red será necesario considerar los siguientes criterios.

- a. El buen funcionamiento del acueducto se debe garantizar para el período de diseño, de acuerdo con el caudal máximo horario.
- b. La distribución debe hacerse mediante criterios que estén de acuerdo con el consumo real de la comunidad.
- c. La red de distribución se debe dotar de accesorios y de obras hidráulicas necesarias, para garantizar el funcionamiento correcto del sistema, de acuerdo con las normas establecidas para facilitar así su mantenimiento.

2.3.1. Presiones y velocidades

Los límites aceptables para la presión del líquido dentro de las tuberías, no debe sobrepasar los 60 m.c.a. en algunas situaciones podrá permitirse una presión máxima de 70 m.c.a., ya que, después de alcanzar una presión de 64 m.c.a. se corre el riesgo que fallen los empaques de los chorros. En cuanto a la presión hidrodinámica en la red de distribución, ésta se debe mantener entre 60 y 10 m.c.a; aunque en muchas de las regiones donde se ubican las

comunidades, la topografía es irregular y se hace difícil mantener este rango, por lo que se podría considerar en casos extremos una presión dinámica de 6 m.c.a; partiendo del criterio que en una población rural es difícil que se construyan edificios de altura considerable.

En cuanto a las velocidades en la red, se recomiendan mantener como máximo 3 m/s y 0.3 m/s como mínimo. Aunque algunas veces se tendrá que sacrificar la velocidad por la presión.

2.3.2. Tipo de tuberías

Las tuberías son los conductos normales de sección circular usada para transportar fluidos. Para agua potable los tubos mantienen el líquido a presión. Por lo general, constituyen no menos del 60% del costo total de la obra, por lo que es muy importante su estudio profundo si se quiere hacer un buen proyecto. Es indispensable una adecuada selección de las mismas.

En conducciones de agua potable, se mantiene el líquido a presión no solo por la ventaja práctica, sino también porque la presión dentro de la tubería genera protección, evitando que se contamine el agua, las fallas regularmente suceden por:

- a. Falla en la calidad de la tubería
- b. Sobre presión interna (golpe de ariete)
- c. Acciones externas de golpes

Los materiales más frecuentes de tuberías son:

- Polietileno
- Policloruro de Vinilo (PVC)
- Hierro galvanizado
- Hierro fundido
- Hierro dúctil
- Acero

Las tuberías flexibles una vez instaladas en la zanja, están caracterizadas por una elevadísima resistencia a la tracción, lo que las hace sumamente resistentes a las fuerzas de la presión interna, requiriendo para ello pequeños espesores. Pero justamente esta propiedad es la que implica una baja resistencia a las cargas externas o de “aplastamiento”, puesto que frente a las mismas la tubería tiende a ovalizarse con facilidad, dando lugar a reacciones laterales que deben ser resistidas por la zanja con el correspondiente compactado.

Por otra parte, dos características distintivas y destacables de las tuberías plásticas en general son, su inercia química al ataque corrosivo de los suelos y que posibilitan un gran atenuamiento para las ondas positivas por golpe de ariete, debida a la baja celeridad de transmisión de las ondas de sobrepresión y depresión, que presentan como consecuencia de su elasticidad.

Una característica importante a tener en cuenta es que, para un diámetro nominal dado, el diámetro real de cálculo hidráulico de estas tuberías (PVC) es menor cuanto mayor es la resistencia de las mismas. Esto se debe a que,

debido al proceso de fabricación, el incremento de espesor de las paredes de la tubería, que se hace para aumentar su resistencia, se realiza hacia adentro y no hacia afuera como en el resto de los materiales del mercado. Por lo tanto, para las tuberías de PVC, el diámetro real dependerá de la "clase". Además, su bajo peso, y consecuente facilidad de transporte y manipuleo en obra, constituyen una importante propiedad a ser evaluada en los análisis de costos.

La tubería PVC (Cloruro de polivinilo) será para una presión de trabajo mínima; para tubo de 1/2" 315 psi, para tubo de 3/4" 250 psi, para tubo igual o mayor a 1" la presión que se indique en los planos.

La tubería de PVC es plástica, económica, fácil de transportar y de trabajar, pero es necesario protegerla de la intemperie. Para este proyecto se utiliza tubería de PVC con un coeficiente de fricción $C=150$.

Las tuberías con comportamiento rígido frente al suelo de apoyo, permiten un diseño de zanjas menos exigente, puesto que no deben evitar la ovalización con base a un compactado muy especial de los prismas laterales, si bien la celeridad de la onda de sobrepresiones es del orden de los 1000 m por segundo y, por lo tanto, sus magnitudes son mayores y más expuestas a las sobrepresiones, no presentan peligro de aplastamiento por depresiones sumadas a la acción de las cargas externas.

Obviamente, su resistencia elevada al aplastamiento les dará ventaja relativa en el rango de las bajas presiones, cuando se hace importante la acción de las cargas externas. Como puede observarse con algunas de las ventajas y desventajas relativas (a veces contradictorias) enunciadas, la selección del material requiere de un cuidadoso estudio comparativo. El mismo implica el

conocimiento profundo de las propiedades de las tuberías de los distintos materiales que se ofertan en el mercado.

2.3.3. Tipo de accesorios

Las uniones deben ser conectadas por medio de campana y espiga. Los accesorios serán de la misma clase, para una presión mínima de 250 libras/pulg², para tubos de diámetro mayor a 1" y 315 libras/pulg² para diámetros menores.

2.3.4. Cálculo de la red de distribución

Método de analizar la red de distribución

- La red fue analizada con el programa EPANET 2.0 VE.
- Definir los puntos de consumo con su respectivo consumo
- Establecer las distancias de cada tramo
- Asumir los diámetros de la tubería, considerando las presiones disponibles y la pérdida de carga toleradas en la red
- Para cada tramo se calculan las pérdidas de carga.
- En cada tramo se verifica si al final la presión no es menor a 10 m.c.a, ni mayor a 60 m.c.a.

Tabla II. Bases del diseño hidráulico de la red de distribución

Línea de distribución		
No. de viviendas en la comunidad	406	unidad
No. de habitantes de la comunidad	1,410	hab
Tasa de crecimiento poblacional	2.2	%
Dotación	100	lts/hab/día
Periodo de diseño	20	años
Población futura	2,179	hab
Caudal medio diario	2.522	lts/s
Factor máximo Diario	1.2	
Caudal máximo Diario	3.0262	lts/s
Factor máximo Horario	2	
Caudal máximo Horario	5.0437	lts/s
Caudal por vivienda	0.012423022	lts/s
Caudal de aforo	4	lts/s

Estimación de la población futura

Para determinar la cantidad de población inicial en este caso se determinó, con un censo que realizó la municipalidad de San Juan Ostuncalco conjuntamente con el COCODE de la comunidad; de esta manera se estableció el número real de viviendas y la cantidad de habitantes que existe en este momento en la localidad. La tasa de crecimiento poblacional, según el Instituto Nacional de Estadística (INE) es 2.2% = (0.022).

La fórmula a utilizar es, estimación por crecimiento geométrico:

$$P_f = p_a (r + 1)^{(n)}$$

En donde:

Pf = población futura

Pa = población actual

n = período del proyecto en años

r = tasa de crecimiento poblacional para la región en estudio

$$Pf = 1,410 (0.022 + 1)^{20}$$

$$Pf = 2,179 \text{ habitantes}$$

Dotación

La cantidad de agua designada para cada persona en este proyecto será de 100 lts/habitante/día.

Determinación de caudales

Para el proyecto de la aldea Sigüilá, se utilizó como factor máximo diario 1.2, y para el factor máximo horario 2; porque la población es mayor a los 1,000 habitantes esto lo recomienda la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (UNEPAR) y es un clima frío.

Caudal medio diario

La fórmula a utilizar es la siguiente:

$$Qm = (Pf * D) / 86,400$$

En donde:

Q_m = caudal medio diario

P_f = población futura

D = dotación a suministrar

86,400 = cantidad de segundos en un día

$$Q_m = [2,179 \text{ (hab)} * 100 \text{ (lts/hab/día)}] / 86,400 \text{ segundos}$$

$$Q_m = 2.522 \text{ lts/s}$$

El caudal máximo diario o consumo máximo diario es conocido también como **caudal de conducción**, es el consumo máximo de agua que puede haber en 24 horas.

Caudal máximo diario o caudal de conducción

La fórmula a utilizar es la siguiente:

$$Q_c = Q_m * F_{md}$$

En donde:

Q_c = caudal de conducción

Q_m = caudal medio diario

F_{md} = factor máximo diario

$$Q_c = 2.522 \text{ (lts/s)} * 1.2$$

$$Q_c = 3.0264 \text{ lts/s}$$

El caudal máximo horario es conocido también como **caudal de distribución**, es el consumo máximo en una hora del día.

Caudal máximo horario o caudal de distribución

La fórmula a utilizar es la siguiente:

$$Q_d = Q_c * F_{mh}$$

En donde:

Q_d = caudal de distribución

Q_m = caudal medio diario

F_{mh} = factor máximo horario

$$Q_d = 2.522 \text{ (lts/s)} * 2$$

$$Q_d = 5.044 \text{ lts/s}$$

El caudal por vivienda, conocido también como caudal de gasto, está definido como el consumo de agua que se da por vivienda. El caudal de hora máxima se puede distribuir en los tramos de tuberías que componen la línea de distribución, según el número de viviendas que comprenden la línea de distribución y los tramos del proyecto a diseñar.

Se determina con el caudal máximo horario y el núm. de viviendas actuales en la comunidad.

Caudal por vivienda

La fórmula a utilizar es la siguiente:

$$Q_v. = Q_d / \text{No. vdas.}$$

En donde:

Q_v = caudal de vivienda

Q_d = caudal de distribución

No.vdas. = número de viviendas

$$Q_v. = 5.044 \text{ lts/s} / 406 \text{ viviendas}$$

$$Q_v. = 0.01242302 \text{ lts/s}$$

Determinación del caudal de distribución para el nodo 2

Densidad poblacional

La densidad poblacional se determinará por medio de la cantidad de habitantes y el número de viviendas.

Para el nodo 2 se asignarán 25 viviendas

La fórmula a utilizar es la siguiente:

$$D_p = P_f / \text{No. vdas}$$

En donde:

Dp = densidad poblacional

Pf = población futura

No.vdas. = número de viviendas a futuro

$$Dp = 2,179 \text{ habitantes} / 627 \text{ viviendas}$$

$$Dp = 3.4729064 \text{ hab/ vivienda}$$

Población actual

La fórmula a utilizar es la siguiente:

$$Pa = Dp * \text{No. vdas}$$

En donde:

Pa = población actual

Dp = densidad poblacional

No.vdas. = número de viviendas en el tramo

$$Pa = 3.4729064 \text{ Hab/vivienda} * 25 \text{ viviendas}$$

$$Pa = 86.8226601 \text{ habitantes}$$

Población futura

La fórmula a utilizar es la siguiente:

$$Pf = Pa(r + 1)^{(n)}$$

En donde:

Pf = población futura

Pa = población actual

n = período del proyecto en años

r = tasa de crecimiento poblacional para la región en estudio

$$Pf = 86.82266 (0.022 + 1)^{20}$$

$$Pf = 134.168636 \text{ habitantes}$$

Caudal medio diario

La fórmula a utilizar es la siguiente:

$$Qm = (Pf * D) / 86,400$$

En donde:

Qm = caudal medio diario

Pf = población futura

D = dotación a suministrar

86,400 = cantidad de segundos en un día

$$Qm = [134.16864 \text{ (hab)} * 100 \text{ (lts/hab/día)}] / 86,400 \text{ segundos}$$

$$Qm = 0.155287773 \text{ lts/s}$$

Caudal máximo horario o caudal de distribución

La fórmula a utilizar es la siguiente:

$$Q_d = Q_m * F_{mh}$$

En donde:

Q_d = caudal de distribución

Q_m = caudal medio diario

F_{mh} = factor máximo horario

$$Q_d = 0.1552878 \text{ (lt/s)} * 2$$

$$Q_d = 0.310575546 \text{ (lt/s)}$$

Tabla III. Determinación del caudal máximo horario (QMH) en los nodos

EST	NODO	No. CASAS	POBLACIÓN ACTUAL	POBLACIÓN FUTURA	POBLACION FUTURA EN ENTEROS	DOTACIÓN	SEGUNDOS DEL DÍA	Qmd	FHM	QHM
E-7,7.15	2	25	86.8226601	134.1686357	135	100	86,400	0.155287773	2	0.310575546
E-7,7.18	4	20	69.45812808	107.3349086	108	100	86,400	0.124230218	2	0.248460437
E-9,9.1	3	18	62.51231527	96.60141772	97	100	86,400	0.111807196	2	0.223614393
E-6,6.10	5	33	114.6059113	177.1025992	178	100	86,400	0.20497986	2	0.40995972
E-6,6.11	6	10	34.72906404	53.66745429	54	100	86,400	0.062115109	2	0.124230218
E-6,6.1	7	21	72.93103448	112.701654	113	100	86,400	0.130441729	2	0.260883458
E-5,5.5	8	45	156.2807882	241.5035443	242	100	86,400	0.279517991	2	0.559035982
E-17,17.32	9	26	90.2955665	139.5353812	140	100	86,400	0.161499284	2	0.322998567
E-20,20.3	10	15	52.09359606	80.50118143	81	100	86,400	0.093172664	2	0.186345327
E-21,21.0	11	10	34.72906404	53.66745429	54	100	86,400	0.062115109	2	0.124230218
E-22,22.13	12	5	17.36453202	26.83372714	27	100	86,400	0.031057555	2	0.062115109
E-22,22.3	13	8	27.78325123	42.93396343	43	100	86,400	0.049692087	2	0.099384175
E-22,22.4	14	5	17.36453202	26.83372714	27	100	86,400	0.031057555	2	0.062115109
E-23,23.0	15	6	20.83743842	32.20047257	33	100	86,400	0.037269065	2	0.074538131
E-23,23.1	16	2	6.945812808	10.73349086	11	100	86,400	0.012423022	2	0.024846044
E-4,4.7	18	38	131.9704433	203.9363263	204	100	86,400	0.236037415	2	0.472074829
E-4,4.8	17	32	111.1330049	171.7358537	172	100	86,400	0.198768349	2	0.397536698
E-3,3.8	19	1	3.472906404	5.366745429	6	100	86,400	0.006211511	2	0.012423022
E-3,3.9	20	12	41.67487685	64.40094515	65	100	86,400	0.074538131	2	0.149076262
E-12,12.0	21	14	48.62068966	75.134436	76	100	86,400	0.086961153	2	0.173922306
E12,12.1	22	1	3.472906404	5.366745429	6	100	86,400	0.006211511	2	0.012423022
E-13,13.0	23	2	6.945812808	10.73349086	11	100	86,400	0.012423022	2	0.024846044
E-2,2.5	24	10	34.72906404	53.66745429	54	100	86,400	0.062115109	2	0.124230218
E-1,1.1	28	6	20.83743842	32.20047257	33	100	86,400	0.037269065	2	0.074538131
E-1,1.13	27	11	38.20197044	59.03419972	60	100	86,400	0.06832662	2	0.13665324
E-1,1.17	26	4	13.89162562	21.46698172	22	100	86,400	0.024846044	2	0.049692087
E-17,17.3	25	7	24.31034483	37.567218	38	100	86,400	0.043480576	2	0.086961153
E-17,17.9	31	3	10.41871921	16.10023629	17	100	86,400	0.018634533	2	0.037269065
E-17,17.13	32	6	20.83743842	32.20047257	33	100	86,400	0.037269065	2	0.074538131
E-17,17.28	30	5	17.36453202	26.83372714	27	100	86,400	0.031057555	2	0.062115109
E-17,17.30	29	5	17.36453202	26.83372714	27	100	86,400	0.031057555	2	0.062115109
TOTAL DE POBLACIÓN		406	1410	2178.898644	2194		TOTAL DE CAUDAL			5.043746861

Columna 1: corresponde a la estación donde está ubicado el nodo.

Columnas 2: corresponde al número del nodo analizado.

Columna 3: corresponde al número de casas en el tramo.

Columna 4: corresponde a la población actual en el tramo.

Columna 5: corresponde a la población futura en el tramo.

Columna 6: corresponde a la población futura en enteros.

Columna 9: Cantidad de dotación en lts/habitante/día.

Columna 10: Cantidad de segundos que tiene un día.

Columna 11: corresponde al caudal de conducción para cada tramo.

Columna 12: corresponde al factor de hora máxima ó factor máximo horario.

Columna 13: corresponde al caudal de distribución

Luego de haber obtenido el caudal de distribución o caudal máximo horario (QMH) para cada uno de los nodos se procede a hacer el análisis hidráulico en la tubería.

Análisis hidráulico de nodo 2 a nodo 4

Cota piezométrica nodo 2

La fórmula a utilizar es la siguiente:

En donde:

Cot piez = cota piezométrica

Cot tno = cota del terreno

P = presión

$$\text{Cot piez} = \text{Cot tno} + P$$

$$\text{Cot piez} = 134.77 + 9.26 = 144.03$$

Cota piezométrica nodo 4

$$\text{Cot piez} = 126.32 + 16.80 = 143.12$$

Presión nodo 2

$$P = \text{Cot piez} - \text{Cot tno}$$

$$P = 144.03 - 134.77 = 9.26 \text{ m.c.a}$$

Presión nodo 4

$$P = \text{Cot piez} - \text{Cot tno}$$

$$P = 143.12 - 126.32 = 16.80 \text{ m.c.a}$$

Pérdida de carga para tubería llena

La pérdida de carga se calculará con la siguiente fórmula:

$$hf = 10.64 * C^{-1.852} * D^{-4.87} * L * Q^{1.852}$$

En donde:

C = coeficiente de rugosidad de Hazen-Williams	150	150
D = diámetro interno de la tubería	30.35 m.m	0.03035 m
L = longitud de la tubería	175.4 m	175.4 m
Q = caudal	0.25 lt/s	0.00025 (m³/s)

$$hf = 10.64 * 150^{-1.852} * 0.03035^{-4.87} * 175.40 * 0.00025^{1.852}$$

$$hf = 0.91884m$$

Diámetro:

El diámetro se determinará con la siguiente fórmula:

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

En donde:

C = coeficiente de rugosidad de Hazen-Williams	150
Hf = pérdida de carga	0.91884 m
L = longitud de la tubería	175.4 m
Q = caudal	0.25 lt/s

$$D = \left(\frac{1743.811 * 175.4 * 0.25^{1.85}}{150^{1.85} * 0.91884} \right)^{1/4.87}$$

$$D = 1\text{pulgada}$$

Velocidad:

La velocidad se determinará con la siguiente fórmula:

Por continuidad sabemos que $V = \text{caudal} / \text{área del tubo}$

$$V = \left(\frac{Q}{1/4 * 3.1416 * D^2} \right)$$

En donde:

A = Área del tubo ($1/4 * \pi * D^2$)

D = diámetro interno de la tubería (m) 30.35 mm 0.03035 m

Q = caudal (m³/s) 0.25 lt/s 0.00025 m³/s

$$V = \left(\frac{0.00025}{1/4 * 3.1416 * 0.03035^2} \right)$$

$$V = 0.34556 \text{ m/s}$$

Tabla IV. Cálculo de diseño hidráulico

CÁLCULO DE DISEÑO HIDRÁULICO															
PTO INICIAL	PUNTO FINAL	COTA DE TERRENO INICIAL	COTA DE TERRENO FINAL	No. VIV. EN EL TRAMO	# DE NODO INICIAL - NODO FINAL	NODO	CAUDAL DE DISEÑO	LONGITUD	D. INT.	D. NOM.	COEF. RUG.	HF	COTA PIEZ.	PRESION m.c.a	VELOCIDAD m/s
RAMAL PRINCIPAL															
R,11.2	R,7.15	145.700	134.770	25	1-2	2	5.040	527.60	30.35	4	150	1.666	144.030	9.260	0.580
R,7.15	R,6.9	134.770	125.540	33	2-5	5	4.260	411.40	105.51	4	150	0.951	143.070	17.530	0.490
R,6.10	R,6.1	125.540	123.520	21	5-7	7	3.730	221.00	105.51	4	150	0.400	142.670	19.150	0.430
R,6.1	R,5.5	123.520	122.910	45	7-8	8	3.470	224.00	105.51	4	150	0.354	142.320	19.410	0.400
R,5.5	R,17.32	122.910	123.780	26	8-9	9	2.910	204.50	82.04	3	150	0.795	141.520	17.740	0.550
R,17.32	R,4.8	123.780	122.070	32	9-17	17	1.950	248.90	105.51	4	150	0.135	141.390	19.320	0.320
R,4.8	R,3.8	122.070	122.900	1	17-19	19	1.080	60.10	105.51	4	150	0.011	141.380	18.480	0.320
R,3.8	R,2.5	122.900	119.860	10	19-24	24	0.500	354.00	44.55	1.5	150	1.032	140.350	20.490	0.320
R,2.5	R,1.17	119.860	99.920	11	24-27	27	0.170	232.50	30.35	1	150	1.353	139.720	39.800	0.440
R,1.17	R,1.13	99.920	99.950	11	26-27	27	0.100	91.00	30.35	1	150	0.087	139.720	39.800	0.340
R,1.13	R,17.3	99.950	101.120	4	25-26	26	0.240	61.92	44.55	1.5	150	0.046	139.810	39.860	0.360
R,17.3	R,17.9	101.120	98.290	3	25-31	31	0.080	105.35	30.35	1	150	0.099	139.790	41.500	0.300
RAMAL No. 1															
R,7.15	R,9.1	134.770	121.510	18	2-3	3	0.220	201.04	30.35	1	150	0.725	143.170	21.660	0.310
RAMAL No. 2															
R,7.15	R,7.18	134.770	126.320	20	2-4	4	0.250	175.40	30.35	1	150	0.919	143.120	16.800	0.340
RAMAL No. 3															
R,6.9	R,6.11	125.540	128.800	10	5-6	6	0.120	142.06	30.35	1	150	0.191	142.870	14.070	0.300
RAMAL No. 4															
R,17.32	R,20.3	123.780	118.400	15	9-10	10	0.630	391.50	44.55	1.5	150	1.751	139.750	21.350	0.410
R,20.3	R,21.0	118.400	117.880	10	10-11	11	0.450	178.00	30.35	1	150	2.769	137.000	19.120	0.620
R,21.0	R,22.13	117.880	116.760	5	11-12	12	0.320	100.50	30.35	1	150	0.832	136.160	19.400	0.450

R,22.13	R,23.0	116.760	116.330	6	12-15	15	0.100	33.50	33.50	1	150	0.032	136.120	19.790	0.340
R,23.0	R,23.1	116.330	116.230	2	15-16	16	0.020	98.04	98.04	1	150	0.005	136.120	19.890	0.330
RAMAL No. 4.1															
R,22.13	R, 22.3	116.760	116.130	8	12-13	13	0.100	56.85	30.35	1	150	0.055	136.100	19.970	0.340
RAMAL No. 4.2															
R,22.13	R,22.4	116.760	115.760	5	12-14	14	0.060	89.93	30.35	1	150	0.034	136.120	20.360	0.300
RAMAL No. 5															
R,4.8	R,4.7	122.070	119.900	38	17-18	18	0.470	187.83	30.35	1	150	3.167	138.190	18.290	0.650
RAMAL No. 6															
R,4.8	R,3.8	122.070	122.900	1	17-19	19	1.080	60.10	105.51	4	150	0.011	141.380	18.480	0.320
R,3.8	R,3.9	122.900	126.310	12	19-20	20	0.570	254.50	105.51	4	150	0.014	141.360	15.050	0.370
R,3.9	R,12.0	126.310	124.220	14	20-21	21	0.420	224.57	82.04	3	150	0.024	141.340	17.120	0.380
RAMAL No. 7															
R,2.5	R,13.0	119.860	120.300	10	24-23	24	0.200	190.40	44.55	1.5	150	0.102	140.350	20.490	0.330
R,13.0	R,12.0	120.300	124.220	2	23-21	23	0.230	234.60	30.35	1	150	1.053	140.250	19.950	0.320
R,12.0	R,12.1	124.220	124.630	1	21-22	22	0.010	129.46	30.35	1	150	0.002	141.340	16.710	0.320
RAMAL No. 8															
R,13.0	R,17.3	120.300	101.120	7	23-25	25	0.410	195.02	44.55	1.5	150	0.394	139.850	38.730	0.360
RAMAL No. 9															
R,1.17	R,1.1	99.920	95.080	6	27-28	28	0.070	181.80	30.35	1	150	0.090	139.620	44.540	0.300
RAMAL No. 10															
R,1.13	R,17.9	99.950	98.290	3	26-31	31	0.030	167.27	30.35	1	150	0.044	139.790	41.500	0.310
R,17.9	R,17.13	98.290	99.000	6	31-32	32	0.070	54.56	30.35	1	150	0.027	139.760	40.760	0.320
RAMAL No. 11															
R,1.17	R,17.3	99.920	96.610	7	27-29	29	0.060	99.88	44.55	1.5	150	0.006	139.710	43.100	0.340
RAMAL No. 12															
R,1.13	R,17.28	99.950	97.530	5	26-30	30	0.060	265.46	30.35	1	150	0.099	139.700	42.170	0.310

Tabla IV. Cálculo hidráulico

Columna 1: corresponde a la ubicación inicial del nodo.

Columna 2: corresponde a la ubicación final del nodo.

Columna 3: corresponde a la cota inicial del terreno.

Columnas 4: corresponde a la cota final del terreno.

Columna 5: corresponde a la cantidad de viviendas del tramo.

Columna 6: corresponde a los números de nodo inicial al nodo final

Columna 7: corresponde al número de nodo analizado.

Columna 8: corresponde al caudal de diseño.

Columna 9: corresponde a la longitud de cada tramo, la cuál se utilizará para los cálculos hidráulicos y para la cuantificación de materiales.

Columna 10: diámetro interno, respecto de esto se debe mencionar que comercialmente las tuberías se asignan por un diámetro nominal, que difiere del diámetro interno del conducto.

Columna 11: corresponde al diámetro existente comercialmente que se ajusta al diámetro teórico. Se determina con la siguiente fórmula:

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

Columna 12: corresponde al coeficiente de rugosidad de la tubería.

Columna 13: corresponde a la pérdida de carga en la tubería, se calcula con la siguiente fórmula:

$$hf = 10.64 * C^{-1.852} * D^{-4.87} * L * Q^{1.852}$$

Columna 14: cota piezométrica, es la diferencia de alturas de un punto debido a la pérdida de carga en la tubería. La cota piezométrica en el punto B es igual a la cota piezométrica del punto A menos la pérdida de carga. Se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{COTA PIEZOMÉTRICA} = \text{COTA DEL TERRENO (m)} + \text{PRESIÓN (m.c.a)}$$

Columna 15: corresponde a la presión disponible, es la diferencia entre la cota piezométrica y la cota del terreno del punto.

$$\text{PRESIÓN} = \text{COTA PIEZOMÉTRICA} - \text{COTA DEL TERRENO}$$

Columna 16: corresponde a la velocidad existente en el tramo, ésta se calcula con la fórmula:

$$V = \left(\frac{Q}{1/4 * 3.1416 * D^2} \right)$$

2.4. Válvulas

Las obras hidráulicas son importantes en una línea de conducción y distribución de agua potable, ya que por medio de éstas se puede interrumpir el paso de un fluido o se puede liberar el aire que se queda atrapado en los puntos altos de la tubería; en los puntos bajos del circuito se acumulan sólidos que se pueden extraer por medio de estos accesorios.

2.5. Descripción de lo existente en el proyecto de agua potable

Actualmente el sistema por bombeo de agua potable de la aldea Sigüilá, cuenta con un pozo y con todo el sistema de bombeo instalado, este se encuentra ubicado a una distancia de 600 m del tanque de distribución, toda la línea de conducción también se encuentra en perfectas condiciones, el tanque de distribución es de concreto reforzado cuenta también con la construcción de un hipoclorador adecuado para el volumen de agua del tanque, únicamente le hacen falta algunos accesorios necesarios para su adecuado funcionamiento.

2.6 Sistema de desinfección

2.6.1 Propósito de la desinfección

El agua para el consumo humano tiene que llenar los requisitos de potabilidad, según normas COGUANOR NGO 29 001. Cuando no cumple con estas normas, deberá ser tratada mediante procesos adecuados, entre los que se pueden mencionar: el desarenamiento, sedimentación, filtración y desinfección. Este último proceso debe adoptarse en todos los sistemas públicos para asegurar la calidad del agua, principalmente si se determina que existe contaminación bacteriológica.

En acueductos rurales, el producto más utilizado para este proceso es el hipoclorito al 65%, el cual es derivado del cloro.

2.6.2. Hipoclorador

Se usará un solo hipoclorador que dosifique una solución de hipoclorito de calcio al 65%, diluido en agua en pequeñas dosis.

2.6.3. Dosis de cloro necesaria

La solución para aplicar en la entrada al tanque, es decir, el flujo de cloro (F_c) en gramos /hora, se calcula con la siguiente fórmula:

$$F_c = Q_e * D_c * 0.06$$

En donde:

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

$Q_e = 3.0262$ litros /segundos = 181.57 litros /minuto.

D_c = demanda de cloro en mg/litro (se estima una demanda de cloro de 1 mg/litro).

Al sustituir los datos en la fórmula se obtiene:

$$F_c = 181.57 * 1 * 0.06$$

$$F_c = 10.89 \text{ gramos /hora}$$

2.6.4. Calibración del hipoclorador

El clorador se extrapola y se determina el flujo de solución de cloro (Q_{cloro}). Regularmente este flujo es muy pequeño y debe obtenerse mediante la calibración de la válvula de compuerta que se coloca en el ingreso del clorador; por lo tanto, se debe calcular el tiempo necesario para llenar un recipiente de un litro, mediante la siguiente fórmula:

$$T = V / Q$$

En donde:

t = tiempo de llenado de un litro en segundos.

Q = flujo de solución de cloro en litros / segundo

VOLUMEN DE SOLUCIÓN AL 0.1% QUE TIENE QUE
INGRESAR AL TANQUE PARA DOSIFICAR 1 mg/lt

Caudal del sistema		Cantidad necesaria de cloro	
3	lts/s	10.80	lts/h
2	lts/s	X	lts/h
Qcloro		=	7.20 lts/h
Qcloro		=	2.00E-03 lts/s

Se debe de realizar la conversión de gr/h a lts/h, en la cantidad necesaria de cloro recordando que (1ml = 1mgr), (1gr = 1000mgr), (1lt = 1000 ml).

Con base al resultado anterior, se procede a la calibración del flujo de solución de cloro, con la fórmula siguiente:

Tiempo de llenado de un litro:

Q = caudal (lts/s)

V = volumen (lts)

T = tiempo (s)

$$Q = \text{volumen} / \text{tiempo} \quad T = \text{volumen} / \text{caudal}$$

$$T = 1 \text{ litro} / 2.00E-03$$

$$T = 500 \text{ segundos}$$

$$T = 8.33 \text{ minutos}$$

El resultado anterior indica la cantidad de tiempo necesario en que deberá llenarse completamente un recipiente de un litro.

El flujo de cloro de hipoclorito de calcio es $F_c = 10.89$ gramos /hora, entonces la cantidad de tabletas (Ct) que consumirá en un mes será de:

$$C_t = 10.89 \text{ gramos / hora} * 24 \text{ horas / 1 día} * 30 \text{ días / 1 mes}$$

$$C_t = 7,840.8 \text{ gramos / 1 mes} * 1 \text{ tableta / 300 gramos}$$

$$C_t = 26.15 \text{ aproximando son } 27 \text{ tabletas /mes.}$$

2.7. Operación y mantenimiento del sistema

2.7.1. Red de distribución

En la red de distribución se debe observar si hay fugas, deslizamientos o hundimientos de la tierra que puedan afectar la línea. Cualquier área húmeda sobre la red de distribución debe ser explorada por posible fuga de agua.

Cuando se necesite cambiar un tramo de tubería por problemas de fugas o destrucción del tubo, o si se quiere colocar un accesorio, se deben seguir los siguientes pasos:

- a. Cerrar la válvula de compuerta más próxima al lugar de trabajo, con el fin de trabajar sin molestias del agua;
- b. Excavar una longitud de zanja necesaria para trabajar con un ancho mínimo de 0.50 metros y una profundidad adecuada;

- c. Cortar el tramo de tubería PVC que produce problemas con sierra de metal, tratando de que el corte sea lo más recto posible, quitando la rebaba con lija;
- d. Revisar la tubería o accesorios que van a ensamblar para verificar que no estén atrapados, perforados, o quebrados;
- e. Limpiar con un trapo limpio o con lija el polvo o cualquier otra suciedad que tenga el tubo o accesorio. Verificar que el pegamento que se va a usar sea especial para PVC (Tangit);
- f. Untar el pegamento sobre el extremo del tubo y en el accesorio o niple con campana, girando $\frac{1}{4}$ de vuelta, se ajusta en la posición deseada y se sostiene durante 30 segundos. Limpiando el exceso de pegamento;
- g. Abrir la válvula de compuerta más próxima al lugar de trabajo y verificar si se trabajó correctamente;
- h. Rellenar la zanja terminados los trabajos, llenando primero con el suelo más fino, hasta 20 cm. por encima del tubo y compactar. Luego se continúa agregando capas de 20 cm., compactando hasta cubrir totalmente la zanja;

2.8. Costos de operación y mantenimiento

Para que el proyecto preste un buen servicio durante el período de diseño, es importante un plan de mantenimiento que contemple daños menores.

El mantenimiento es de mucha importancia ya que de éste depende el buen funcionamiento del proyecto, también permite que en el caso de daños al sistema de agua potable puedan ser reparados de una forma inmediata.

Tabla V. Costo anual de mantenimiento y operación

COSTO ANUAL DE MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN				
REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
Tubería PVC de 4" de 160 PSI	Tubos	2	Q336.00	Q672.00
Tubería PVC de 3" de 160 PSI	Tubos	2	Q205.00	Q410.00
Tubería PVC de 1 1/2" de 160 PSI	Tubos	3	Q65.00	Q195.00
Tubería PVC de 1 " de 160 PSI	Tubos	4	Q40.00	Q160.00
Tubería PVC de 3/4" de 160 PSI	Tubos	6	Q25.00	Q150.00
Tubería PVC de 1/2" de 315 PSI	Tubos	6	Q20.00	Q120.00
Accesorios PVC Tee red 4" a 3/4"	Unidades	2	Q95.00	Q190.00
Accesorios PVC Tee red 3" a 3/4"	Unidades	2	Q48.00	Q96.00
Accesorios PVC codo 90° 1 1/2"	Unidades	2	Q19.00	Q38.00
Accesorios PVC Tee red 1" a 1/2"	Unidades	2	Q7.00	Q14.00
Accesorios PVC codo 90° 1 "	Unidades	2	Q6.00	Q12.00
Accesorios PVC codo 45° 1"	Unidades	3	Q7.00	Q21.00
Accesorios PVC codo 90° 1/2 "	Unidades	3	Q1.50	Q4.50
Accesorios PVC adaptador macho 1/2"	Unidades	4	Q2.00	Q8.00
Pegamento para PVC	Galones	0.5	Q275.00	Q137.50
COSTO TOTAL				Q2,228.00

Columna 1: renglón de los materiales a utilizar.

Columna 2: corresponde a las unidades de los distintos materiales.

Columna 3: corresponde a la cantidad de materiales

Columna 4: corresponde al costo unitario de cada uno de los materiales

Columna 5: costo total de los materiales.

Tabla VI. Costo de mano de obra

COSTO DE MANO DE OBRA							
CARGO	SUELDO	BONO	BONO 14	AGUINALDO	VACACIONES	INDEMNIZACIÓN	TOTAL
Porcentaje			8.33	8.33	4.17	8.33	
FONTANERO - MENSAJERO	Q1,750.00	Q250.00	Q145.78	Q145.78	Q72.98	Q145.78	Q2,510.30
COSTO TOTAL DE MANO DE OBRA							Q2,510.30

Columna 1: persona encargada de mantenimiento y repartidor de recibos

Columna 2: sueldo a devengar en un mes

Columna 3: bono de incentivo

Columna 4: bono 14

Columna 5: aguinaldo

Columna 6: vacaciones

Columna 7: indemnización

Columna 8: costo total mensual de mano de obra

Tabla VII. Costo anual de demanda de cloración durante los 20 años

DEMANDA DE CLORACIÓN DURANTE LOS 20 AÑOS								
Con una tasa de inflación al 8%								
AÑO	POBLACIÓN FUTURA	CAUDAL EN LA ENTRADA DEL TANQUE lt/s	GRAMOS/HORA	GRAMOS/DÍA	TABLETAS MENSUALES	TABLETAS AL AÑO	COSTO UNITARIO POR TABLETA	COSTO ANUAL DE TABLETAS
1	1441.02	2.00	7.21	172.92	17.29	208	Q10.50	Q2,184.00
2	1472.72	2.05	7.36	176.73	17.67	212	Q11.34	Q2,404.08
3	1505.12	2.09	7.53	180.61	18.06	217	Q12.25	Q2,657.64
4	1538.24	2.14	7.69	184.59	18.46	222	Q13.23	Q2,936.39
5	1572.08	2.18	7.86	188.65	18.86	226	Q14.29	Q3,228.44
6	1606.66	2.23	8.03	192.80	19.28	231	Q15.43	Q3,563.86
7	1642.01	2.28	8.21	197.04	19.70	236	Q16.66	Q3,932.27
8	1678.13	2.33	8.39	201.38	20.14	242	Q18.00	Q4,354.83
9	1715.05	2.38	8.58	205.81	20.58	247	Q19.43	Q4,800.39
10	1752.78	2.43	8.76	210.33	21.03	252	Q20.99	Q5,289.37
11	1791.34	2.49	8.96	214.96	21.50	258	Q22.67	Q5,848.53
12	1830.75	2.54	9.15	219.69	21.97	264	Q24.48	Q6,463.30
13	1871.03	2.60	9.36	224.52	22.45	269	Q26.44	Q7,112.57
14	1912.19	2.66	9.56	229.46	22.95	275	Q28.56	Q7,852.91
15	1954.26	2.71	9.77	234.51	23.45	281	Q30.84	Q8,666.19
16	1997.25	2.77	9.99	239.67	23.97	288	Q33.31	Q9,592.64
17	2041.19	2.83	10.21	244.94	24.49	294	Q35.97	Q10,575.88
18	2086.10	2.90	10.43	250.33	25.03	300	Q38.85	Q11,655.06
19	2131.99	2.96	10.66	255.84	25.58	307	Q41.96	Q12,881.17
20	2178.90	3.03	10.89	261.47	26.15	314	Q45.31	Q14,228.87

Tabla VII. Costo anual de demanda de cloración durante los 20 años

Columna 1: año de diseño.

Columna 2: población futura.

Columna 3: caudal en la entrada del tanque para cada año de diseño (lts/m).

Columna 4: cantidad de gramos de hipoclorito de calcio consumidos en una hora.

Columna 5: cantidad de gramos de hipoclorito de calcio consumidos en un día.

Columna 6: cantidad de tabletas de hipoclorito de calcio consumidas en un mes.

Columna 7: precio unitario por tableta con un incremento de la tasa de interés del 8%.

Columna 8: costo total de las tabletas consumidas por año.

Tabla VIII. Costo anual de mano de obra y mantenimiento durante los 20 años

SALARIOS POR MANO DE OBRA ANUAL						
Tasa de inflación al 8%						
No.	REGLÓN	TIEMPO	COSTO ANUAL DE MANTENIMIENTO	COSTO DE MANO DE OBRA	COSTO ANUAL DE TABLETAS	TOTAL DE COSTOS
1	FONTANERO - MENSAJERO	AÑO 1	Q2,228.00	Q30,123.60	Q2,184.00	Q34,535.60
2	FONTANERO - MENSAJERO	AÑO 2	Q2,228.00	Q32,533.49	Q2,358.72	Q37,120.21
3	FONTANERO - MENSAJERO	AÑO 3	Q2,228.00	Q35,136.17	Q2,547.42	Q39,911.58
4	FONTANERO - MENSAJERO	AÑO 4	Q2,228.00	Q37,947.06	Q2,751.21	Q42,926.27
5	FONTANERO - MENSAJERO	AÑO 5	Q2,228.00	Q40,982.83	Q2,971.31	Q46,182.13
6	FONTANERO - MENSAJERO	AÑO 6	Q2,228.00	Q44,261.45	Q3,209.01	Q49,698.46
7	FONTANERO - MENSAJERO	AÑO 7	Q2,228.00	Q47,802.37	Q3,465.73	Q53,496.10
8	FONTANERO - MENSAJERO	AÑO 8	Q2,228.00	Q51,626.56	Q3,742.99	Q57,597.55
9	FONTANERO - MENSAJERO	AÑO 9	Q2,228.00	Q55,756.68	Q4,042.43	Q62,027.11
10	FONTANERO - MENSAJERO	AÑO 10	Q2,228.00	Q60,217.22	Q4,365.83	Q66,811.04
11	FONTANERO - MENSAJERO	AÑO 11	Q2,228.00	Q65,034.59	Q4,715.09	Q71,977.69
12	FONTANERO - MENSAJERO	AÑO 12	Q2,228.00	Q70,237.36	Q5,092.30	Q77,557.66
13	FONTANERO - MENSAJERO	AÑO 13	Q2,228.00	Q75,856.35	Q5,499.68	Q83,584.03
14	FONTANERO - MENSAJERO	AÑO 14	Q2,228.00	Q81,924.86	Q5,939.66	Q90,092.52
15	FONTANERO - MENSAJERO	AÑO 15	Q2,228.00	Q88,478.85	Q6,414.83	Q97,121.68
16	FONTANERO - MENSAJERO	AÑO 16	Q2,228.00	Q95,557.15	Q6,928.02	Q104,713.17
17	FONTANERO - MENSAJERO	AÑO 17	Q2,228.00	Q103,201.73	Q7,482.26	Q112,911.98
18	FONTANERO - MENSAJERO	AÑO 18	Q2,228.00	Q111,457.86	Q8,080.84	Q121,766.70
19	FONTANERO - MENSAJERO	AÑO 19	Q2,228.00	Q120,374.49	Q8,727.31	Q131,329.80
20	FONTANERO - MENSAJERO	AÑO 20	Q2,228.00	Q130,004.45	Q9,425.49	Q141,657.94
COSTO TOTAL						Q1,523,019.24

Columna 1: número de fila

Columna 2: persona encargada de mantenimiento y repartidor de recibos

Columna 3: período de tiempo en años del mantenimiento y operación.

Columna 4: costo de mantenimiento.

Columna 5: costo de la mano de obra durante un año, incrementado a cada año una tasa de inflación al 8 %.

Columna 6: costo total de las tabletas de cloración durante un año incrementado a cada año una tasa de inflación al 8 %.

Columna 7: costo total de operación y mantenimiento

2.9. Propuesta tarifaria

El propósito de ésta es rembolsar el costo del proyecto, al mismo tiempo recaudar el costo de su mantenimiento y así lograr un proyecto sostenible.

Para obtener la tasa de interés se calculó por medio de la fórmula siguiente:

$$i = PR + TI + PR * TI$$

$$i = 4.25\% + 10\% + 4.25\% * 10\%$$

$$i = 0.0425 + 0.10 + 0.0425 * 0.10$$

$$i = 0.1467 \quad i = 14.67\%$$

PR = Premio al riesgo, la tasa mínima de interés

TI = Tasa de inflación dato obtenido del Banco de Guatemala.

Tabla IX. Estudio tarifario

ESTUDIO TARIFARIO					
Tasa de interés al 14.67%					
PERÍODO ANUAL	REGLÓN	No. DE VIVIENDAS	PROPUESTA TARIFARIA	TARIFA MENSUAL	TARIFA ANUAL
AÑO 1	Tarifa anual por servicio de agua	415	Q25.00	Q10,375.00	Q124,500.00
AÑO 2	Tarifa anual por servicio de agua	425	Q25.00	Q10,625.00	Q127,500.00
AÑO 3	Tarifa anual por servicio de agua	434	Q25.00	Q10,850.00	Q130,200.00
AÑO 4	Tarifa anual por servicio de agua	443	Q25.00	Q11,075.00	Q132,900.00
AÑO 5	Tarifa anual por servicio de agua	453	Q25.00	Q11,325.00	Q135,900.00
AÑO 6	Tarifa anual por servicio de agua	463	Q28.67	Q13,273.05	Q159,276.63
AÑO 7	Tarifa anual por servicio de agua	473	Q28.67	Q13,560.91	Q162,730.92
AÑO 8	Tarifa anual por servicio de agua	484	Q28.67	Q13,876.28	Q166,515.36
AÑO 9	Tarifa anual por servicio de agua	494	Q28.67	Q14,162.98	Q169,955.76
AÑO 10	Tarifa anual por servicio de agua	505	Q28.67	Q14,478.35	Q173,740.20
AÑO 11	Tarifa anual por servicio de agua	516	Q32.87	Q16,962.48	Q203,549.75
AÑO 12	Tarifa anual por servicio de agua	528	Q32.87	Q17,355.36	Q208,264.32
AÑO 13	Tarifa anual por servicio de agua	539	Q32.87	Q17,716.93	Q212,603.16
AÑO 14	Tarifa anual por servicio de agua	551	Q32.87	Q18,111.37	Q217,336.44
AÑO 15	Tarifa anual por servicio de agua	563	Q32.87	Q18,505.81	Q222,069.72
AÑO 16	Tarifa anual por servicio de agua	576	Q37.70	Q21,712.60	Q260,551.26
AÑO 17	Tarifa anual por servicio de agua	588	Q37.70	Q22,167.60	Q266,011.20
AÑO 18	Tarifa anual por servicio de agua	601	Q37.70	Q22,657.70	Q271,892.40
AÑO 19	Tarifa anual por servicio de agua	614	Q37.70	Q23,147.80	Q277,773.60
AÑO 20	Tarifa anual por servicio de agua	628	Q37.70	Q23,675.60	Q284,107.20
COSTO TOTAL				Q325,614.83	Q3,907,377.92

Columna 1: período de mantenimiento en años

Columna 2: costo anual por derecho de servicio de agua potable

Columna 3: número de viviendas por cada año

Columna 4: propuesta tarifaria incrementada a cada 5 años con una tasa de interés al 14.67%

Columna 5: costo mensual acumulado.

Columna 6: costo anual acumulado

2.10. Impacto ambiental

En sentido estricto, la ecología ha definido al ambiente como el conjunto de factores externos que actúan sobre un organismo, una población o una comunidad. Estos factores son esenciales para la supervivencia, el crecimiento y la reproducción de los seres vivos e inciden directamente en la estructura y dinámica de las poblaciones y de las comunidades. Sin embargo, la naturaleza es la totalidad de lo que existe. Dentro de ella, también, entra lo que la sociedad construye a través de su accionar. Generalmente, esto es lo que se identifica como "ambiente".

Podría definirse el Impacto Ambiental (IA) como la alteración, modificación o cambio en el ambiente, o en alguno de sus componentes de cierta magnitud y complejidad originado o producido por los efectos de la acción o actividad humana. Esta acción puede ser un proyecto de ingeniería, un programa, un plan, o una disposición administrativo-jurídica con implicaciones ambientales. Debe quedar explícito, sin embargo, que el término impacto no implica negatividad, ya que éste puede ser tanto positivo como negativo. Se puede definir el Estudio de Impacto Ambiental como el estudio técnico, de carácter interdisciplinario, que incorporado en el procedimiento del EIA, está destinado a predecir, identificar, valorar y corregir, las consecuencias o efectos ambientales que determinadas acciones pueden causar sobre la calidad de vida del hombre y su entorno. Es un documento técnico que debe presentar el titular

del proyecto y sobre la base del cual se produce la Declaración o Estimación de Impacto Ambiental.

IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES QUE PUEDAN CAUSAR IMPACTO AL MEDIO AMBIENTE Y QUE PARTE ESTÁ AFECTANDO EN LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN.

Al analizar el diseño del proyecto, se determinó que los elementos bióticos, abióticos y socioeconómicos que serán impactados por el proyecto son.

El agua: debido a que existen fuentes superficiales pequeñas, que pueden contaminarse con el movimiento de tierra, al momento del zanjeo.

El suelo: se impactará negativamente el mismo si no se verifica la etapa de compactación, pudiendo sufrir el suelo hundimientos y provocar fisuras o quebraduras en la tubería.

Salud: hay un impacto relativamente pequeño en la salud en la etapa de construcción, debido al movimiento de tierras se producirá polvo en las sucesivas etapas del proyecto el impacto positivo.

Impactos negativos en la etapa de construcción

Los elementos más impactados negativamente en esta etapa son:

- el suelo
- el agua

Medidas de mitigación en la etapa de construcción:

Para evitar las polvaderas, será necesario programar adecuadamente el horario de las labores de zanjeo, las que deberán llevarse en el tiempo más corto posible, compactándose adecuadamente las mismas para evitar el arrastre de partículas por el viento. En el movimiento de tierra se deberá ubicar adecuadamente el material, con el fin de no dañar fuentes superficiales pequeñas.

Plan de contingencia en la etapa de construcción

En áreas planas, ríos y riachuelos cercanos, como en la aldea Sigüilá es común que en épocas de lluvia ocurran inundaciones con el consecuente arrastre de fango y otros materiales o cuerpos extraños que en un dado caso pudieran dañar las obras hidráulicas y tubería del proyecto. Por lo cual se deberán proteger adecuadamente las obras hidráulicas en construcción y no dejar tubería descubierta por largo tiempo.

Programa de monitoreo ambiental en construcción

Supervisar periódicamente, para verificar que todo el suelo removido al zanjeo alcance una buena compactación, y evitar así hundimientos en el mismo.

IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES QUE PUEDAN CAUSAR IMPACTO AL MEDIO AMBIENTE Y QUE PARTE ESTÁ AFECTANDO EN LA ETAPA DE OPERACIÓN.

Al analizar el diseño del proyecto, se determinó que los elementos bióticos, abióticos y socioeconómicos que serán impactados por el proyecto son.

El suelo: se impactará negativamente el mismo si no se verificó la etapa de compactación, pudiendo sufrir el suelo hundimientos y provocar fisuras o quebraduras en la tubería.

Salud: se impactara negativamente si existiera fugas de agua que no sean localizadas rápidamente, ocasionando contaminación de la misma.

Impactos negativos en la etapa de operación

Los elementos más impactados negativamente en esta etapa son:

- ❖ el suelo
- ❖ el agua

Medidas de mitigación en la etapa de operación

Capacitar al (o a los) comunitarios que se encargaran de darle mantenimiento al sistema, especialmente sobre aspectos de limpieza de obras hidráulicas, identificación de fugas y cualquier emergencia dada en el proyecto.

Plan de contingencia en la etapa de operación

En áreas planas, ríos y riachuelos cercanos, como en el la aldea Sigüilá es común que en épocas de lluvia ocurran inundaciones con el consecuente arrastre de fango y otros materiales o cuerpos extraños que en un dado caso pudieran dañar las obras hidráulicas y tubería del proyecto. Por lo cual se deberá proteger adecuadamente las obras hidráulicas y tener un constante monitoreo del proyecto.

Programa de monitoreo ambiental en operación

Supervisar periódicamente, si están siendo ejecutadas las medidas de mantenimiento.

2.11. Planos

Los planos elaborados para la construcción de la red de distribución y conexiones domiciliarias de agua potable aparecen en los anexos de este trabajo.

2.12. Presupuesto

El presupuesto presentado se trabajó con base en los precios unitarios, mientras que los materiales fueron cotizados en ventas de materiales de construcción de la cabecera municipal.

Tabla X. Presupuesto del proyecto de agua potable

PRESUPUESTO DE RED DE DISTRIBUCIÓN Y CONEXIONES DOMICILIARES, ALDEA SIGUILÁ, SAN JUAN OSTUNCALCO, QUETZALTENANGO					
No.	REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
MATERIALES					
1	TRAZO Y REPLANTEO (6354.44 ml)	ml	6,354.44	Q0.07	Q443.00
2	RED DE DISTRIBUCIÓN Ø=4" (160 P.S.I)	ml	2,040.00	Q55.40	Q113,010.81
3	RED DE DISTRIBUCIÓN Ø=3" (160 P.S.I)	ml	432.00	Q35.59	Q15,374.64
4	RED DE DISTRIBUCIÓN Ø=1 1/2" (160 P.S.I)	ml	1,326.00	Q11.22	Q14,876.58
5	RED DE DISTRIBUCIÓN Ø=1" (160 P.S.I)	ml	2,550.00	Q7.22	Q18,401.16
6	CONEXIONES DOMICILIARES	unidad	406	Q594.85	Q241,509.67
7	CAJAS DE VÁLVULAS	unidad	13	Q1,169.51	Q15,203.64
8	ACCESORIOS Y TUBERÍA PARA HIPOCLORADOR	global	1	Q749.42	Q749.42
COSTO DE MATERIALES					Q419,568.92
MANO DE OBRA					
9	Limpieza general	ml	6,354.44	Q2.00	Q12,708.88
	Trazo y replanteo	ml	6,354.44	Q10.00	Q63,544.40
	Movimiento de tierra	m3	5,083.55	Q12.00	Q61,002.60
	Colocación de tubería	ml	6,354.44	Q30.00	Q190,633.20
	Relleno compactado con capas de 15 cm.	m3	5,083.55	Q15.00	Q76,253.25
COSTO DE MANO DE OBRA					Q404,142.33
HERRAMIENTA, MAQUINARIA Y EQUIPO					
10	maquinaria y herramienta	1	global	Q8,470.00	Q8,470.00
COSTO DE HERRAMIENTA, MAQUINARIA Y EQUIPO					Q8,470.00
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS					Q832,181.25
COSTOS INDIRECTOS					
	Fianzas	2.50	%	Q832,181.25	Q20,804.53
	Impuestos	3.00	%	Q832,181.25	Q24,965.44
	Utilidades	10.00	%	Q832,181.25	Q83,218.13
	Gastos de Administración	3.00	%	Q832,181.25	Q24,965.44
	Imprevistos	2.50	%	Q832,181.25	Q20,804.53
	Supervisión	4.00	%	Q832,181.25	Q33,287.25
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS					Q208,045.31
COSTO TOTAL DEL PROYECTO					Q1,040,226.56

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

LIMPIA, CHAPEO Y DESTRONQUE

Deberá limpiarse o remover en el área de construcción todo el material que sea nocivo e interfiera la construcción, el ancho de la zanja será de 80 cm.

RELLENO DE ZANJA

El relleno se hará de la siguiente manera:

Abajo y a los lados de la tubería, se deberá rellenar en capas no mayores de 7 cm. perfectamente compactadas hasta media altura de la tubería, desde está altura se deberá rellenar con capas no mayores de 15 cm. Hasta llegar al nivel de la superficie. El material para rellenar las zanjas, hasta su nivel, deberá ser cuidadosamente escogido para que esté libre de pedruscos o piedras y permita una buena compactación.

CAJA DE VÁLVULAS

La estructura de la caja será de mampostería con concreto que alcance una resistencia de 3000 PSI, un grado estructural del acero de 2810 kg/cm², la tapadera será asegurada con un candado.

VÁLVULAS

El cuerpo, la sección desmontable y la válvula de compuerta deben ser de bronce, que llene los requisitos de norma ASTM B-62, relativas a la sección UNSC 83600, designación antigua 85-5-5-5. Las roscas deben estar hechas a perfección, sin orillas irregulares de acuerdo a especificaciones de la ASTP.

TUBERÍAS

La línea de distribución tiene 6,354.44 m de longitud, igualmente estarán incluidos los accesorios (tees, codos, etc.) que especifiquen los planos con la presión, indicada en los mismos.

CONEXIÓN DOMICILIAR

Incluye el suministro e instalación de la válvula de paso y su caja de protección y demás accesorios indicados en planos. La válvula del chorro será de bronce, boca lisa, de empaque asentado sobre una cuna del mismo material que el resto del cuerpo de la válvula, accionada por movimiento circular del volante.

2.13. Evaluación socioeconómica

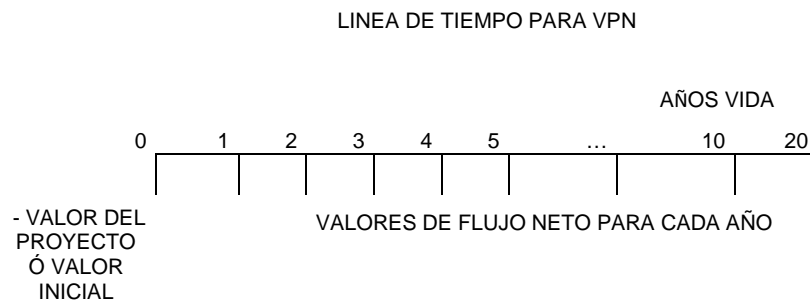
La evaluación socioeconómica trata del tiempo en el cual será rembolsado el costo del proyecto, el tiempo de reembolso debe ser el menor que se pueda para que empiece a generar ganancias. Por medio de este estudio se puede conocer la rentabilidad del proyecto, en este caso se analizó el valor presente neto y su comparación con la tasa interna de retorno.

2.13.1. Valor presente neto

EL valor presente neto (VPN) se define como el valor presente del flujo de ingresos (flujo positivo) menos el valor presente del flujo de egresos (flujo negativo). Esto es, la suma algebraica de los flujos de efectivo futuros (positivos y - negativos) al valor presente, incluyendo en esta suma el egreso inicial de la inversión.

Es importante tener en cuenta que el 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.

Los flujos netos de efectivo son aquellos flujos de efectivo que el proyecto debe generar después de poner en marcha el proyecto, cuando los flujos netos son positivos; esto quiere decir que en cada período los ingresos de efectivo son mayores a los egresos o salidas de efectivo.



Para obtener el valor presente neto se calcula por medio de la fórmula siguiente:

$$VPN = -INVERSION + \left(\frac{FE_1}{(1+K)^1} \right) + \left(\frac{FE_2}{(1+K)^2} \right) \dots + \left(\frac{FE_N}{(1+K)^N} \right)$$

VPN = valor presente neto

N = período de diseño

FE = flujos netos de efectivo

K = valor de la tasa de interés 14.67%

Utilizando la hoja electrónica del programa EXCEL encontramos el valor presente neto.

El Valor Presente neto arrojó un saldo negativo. Este valor es -374,418.31 sería el monto en que disminuiría el valor de la Municipalidad en caso de ejecutarse el proyecto. El proyecto no debe ejecutarse.

Tabla XI. Cálculo del VPN con una tasa al 14.67%

VALOR PRESENTE NETO						
VIDA AÑOS	INGRESOS TARIFA	EGRESOS			COSTO TOTAL	FLUJO NETO
		VALOR INICIAL	COSTO ANUAL DE TABLETAS	MANO DE OBRA	EGRESOS	
		1,040,226.56 MANTENIMIENTO				
1	Q124,500.00	Q2,228.00	Q2,184.00	Q30,123.60	Q34,535.60	89,964.40
2	Q127,500.00	Q2,228.00	Q2,404.08	Q32,533.49	Q37,120.21	90,379.79
3	Q130,200.00	Q2,228.00	Q2,657.64	Q35,136.17	Q39,911.58	90,288.42
4	Q132,900.00	Q2,228.00	Q2,936.39	Q37,947.06	Q42,926.27	89,973.73
5	Q135,900.00	Q2,228.00	Q3,228.44	Q40,982.83	Q46,182.13	89,717.87
6	Q159,276.63	Q2,228.00	Q3,563.86	Q44,261.45	Q49,698.46	109,578.17
7	Q162,730.92	Q2,228.00	Q3,932.27	Q47,802.37	Q53,496.10	109,234.82
8	Q166,515.36	Q2,228.00	Q4,354.83	Q51,626.56	Q57,597.55	108,917.81
9	Q169,955.76	Q2,228.00	Q4,800.39	Q55,756.68	Q62,027.11	107,928.65
10	Q173,740.20	Q2,228.00	Q5,289.37	Q60,217.22	Q66,811.04	106,929.16
11	Q203,549.75	Q2,228.00	Q5,848.53	Q65,034.59	Q71,977.69	131,572.07
12	Q208,264.32	Q2,228.00	Q6,463.30	Q70,237.36	Q77,557.66	130,706.66
13	Q212,603.16	Q2,228.00	Q7,112.57	Q75,856.35	Q83,584.03	129,019.13
14	Q217,336.44	Q2,228.00	Q7,852.91	Q81,924.86	Q90,092.52	127,243.92
15	Q222,069.72	Q2,228.00	Q8,666.19	Q88,478.85	Q97,121.68	124,948.04
16	Q260,551.26	Q2,228.00	Q9,592.64	Q95,557.15	Q104,713.17	155,838.09
17	Q266,011.20	Q2,228.00	Q10,575.88	Q103,201.73	Q112,911.98	153,099.22
18	Q271,892.40	Q2,228.00	Q11,655.06	Q111,457.86	Q121,766.70	150,125.70
19	Q277,773.60	Q2,228.00	Q12,881.17	Q120,374.49	Q131,329.80	146,443.80
20	Q284,107.20	Q2,228.00	Q14,228.87	Q130,004.45	Q141,657.94	142,449.26

Tabla XI. Cálculo del valor presente neto con una tasa al 14.67%

Columna 1: período de análisis en años

Columna 2: ingresos por tarifa propuesta por consumo de agua potable incrementada a una tasa de interés 14.67% a cada 5 años

Columna 3: egresos por mantenimiento y operación (Tabla V)

Columna 4: demanda de cloración (Tabla VII)

Columna 5: egresos por mano de obra (Tabla VI)

Columna 6: total de egresos

Columna 7: flujo neto (ingresos menos egresos)

2.13.2. Cálculo de la tasa interna de retorno

Se llama TIR al tipo de interés al que hay que descontar una serie de flujos en unas fechas determinadas para que tengan un valor actual neto (VAN) igual a cero. La tasa interna de retorno no maximiza la inversión pero sí maximiza la rentabilidad del proyecto.

Las reglas de la TIR y del VPN conducen a decisiones idénticas, siempre y cuando se cumplan las siguientes condiciones. La primera, los flujos de efectivo de el proyecto deben ser convencionales, por lo que el primer flujo de efectivo (inversión inicial) será negativo, después los demás serán positivos. La segunda, el proyecto debe ser independiente, lo que significa que la decisión de

aceptar o no este proyecto, no influya en la decisión que se vaya a tomar en cualquier otro proyecto.

Cuando la tasa interna de retorno es mayor que la tasa de interés, el rendimiento que se obtendrá será el mejor, siendo esta una inversión alternativa, por lo tanto, conviene realizarla.

Si la tasa interna de retorno es menor que la tasa de interés, el proyecto debe rechazarse.

Cuando la tasa interna de retorno es igual a la tasa de interés, este resultado es indiferente, ya que no se tiene claro, entre realizar la inversión o no.

Método prueba y error

Se colocan cada uno de los flujos netos de efectivo, los valores n y la cifra de la inversión inicial tal y como aparece en la ecuación. Luego se escogen diferentes valores para K hasta que el resultado de la operación de cero. Cuando esto suceda, el valor de K corresponderá a la tasa interna de retorno. Es un método lento cuando se desconoce que a mayor K menor será el valor presente neto y por el contrario, a menor K mayor valor presente neto.

Método de interpolación

Igual que el método anterior, se deben escoger dos K de tal manera que la primera arroje como resultado un valor presente neto positivo lo más cercano posible a cero y la segunda dé como resultado un valor presente neto negativo, también lo más cercano posible a cero. Con estos valores se pasa a interpolar de la siguiente manera:

Método de interpolación

K_1	VPN_1
?	0
K_2	VPN_2

Se toman las diferencias entre k_1 y k_2 . Este resultado se multiplica por VPN_1 y se divide por la diferencia entre VPN_1 y VPN_2 . La tasa obtenida se suma a k_1 y este nuevo valor dará como resultado la Tasa Interna de Retorno.

Un valor negativo de TIR no es un valor práctico a utilizar, significaría que los costos superan a los ingresos y el proyecto no tendría los recursos para la operación y mantenimiento.

Utilizando la hoja electrónica del programa EXCEL se calcula la tasa interna de retorno por medio de la siguiente fórmula:

$$VPN = -INVERSION + \left(\frac{FE_1}{(1+K)^1} \right) + \left(\frac{FE_2}{(1+K)^2} \right) \dots + \left(\frac{FE_N}{(1+K)^N} \right)$$

VPN = Valor Presente Neto

N = período de diseño

FE = flujos netos de efectivo

K = valor de la tasa de interés

Tabla XII. Cálculo de la tasa interna de retorno con una tasa al 14.67%

TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)								
VIDA AÑOS	INGRESOS TARIFA	EGRESOS			COSTO TOTAL	FLUJO NETO	TASA DE INTERÉS MAYOR 9% VPN	TASA DE INTERÉS MENOR 8% VPN
		VALOR INICIAL	COSTO ANUAL DE TABLETAS	MANO DE OBRA	EGRESOS			
		1,040,226.56						
		MANTENIMIENTO						
1	Q124,500.00	Q2,228.00	Q2,184.00	Q30,123.60	Q34,535.60	89,964.40	82,536.15	83,300.37
2	Q127,500.00	Q2,228.00	Q2,404.08	Q32,533.49	Q37,120.21	90,379.79	76,070.86	77,486.10
3	Q130,200.00	Q2,228.00	Q2,657.64	Q35,136.17	Q39,911.58	90,288.42	69,719.22	71,673.86
4	Q132,900.00	Q2,228.00	Q2,936.39	Q37,947.06	Q42,926.27	89,973.73	63,739.66	66,133.38
5	Q135,900.00	Q2,228.00	Q3,228.44	Q40,982.83	Q46,182.13	89,717.87	58,310.46	61,060.47
6	Q159,276.63	Q2,228.00	Q3,563.86	Q44,261.45	Q49,698.46	109,578.17	65,337.88	69,052.83
7	Q162,730.92	Q2,228.00	Q3,932.27	Q47,802.37	Q53,496.10	109,234.82	59,755.19	63,737.47
8	Q166,515.36	Q2,228.00	Q4,354.83	Q51,626.56	Q57,597.55	108,917.81	54,662.18	58,844.90
9	Q169,955.76	Q2,228.00	Q4,800.39	Q55,756.68	Q62,027.11	107,928.65	49,693.35	53,991.19
10	Q173,740.20	Q2,228.00	Q5,289.37	Q60,217.22	Q66,811.04	106,929.16	45,168.03	49,528.89
11	Q203,549.75	Q2,228.00	Q5,848.53	Q65,034.59	Q71,977.69	131,572.07	50,988.50	56,429.00
12	Q208,264.32	Q2,228.00	Q6,463.30	Q70,237.36	Q77,557.66	130,706.66	46,470.76	51,905.41
13	Q212,603.16	Q2,228.00	Q7,112.57	Q75,856.35	Q83,584.03	129,019.13	42,083.28	47,440.07
14	Q217,336.44	Q2,228.00	Q7,852.91	Q81,924.86	Q90,092.52	127,243.92	38,077.29	43,321.60
15	Q222,069.72	Q2,228.00	Q8,666.19	Q88,478.85	Q97,121.68	124,948.04	34,302.99	39,388.83
16	Q260,551.26	Q2,228.00	Q9,592.64	Q95,557.15	Q104,713.17	155,838.09	39,250.90	45,487.65
17	Q266,011.20	Q2,228.00	Q10,575.88	Q103,201.73	Q112,911.98	153,099.22	35,377.12	41,377.96
18	Q271,892.40	Q2,228.00	Q11,655.06	Q111,457.86	Q121,766.70	150,125.70	31,825.71	37,568.81
19	Q277,773.60	Q2,228.00	Q12,881.17	Q120,374.49	Q131,329.80	146,443.80	28,481.81	33,932.80
20	Q284,107.20	Q2,228.00	Q14,228.87	Q130,004.45	Q141,657.94	142,449.26	25,417.35	30,562.23
							997,268.68	1,082,223.84
VALORES DE VPN MAS CERCANOS A CERO UTILIZANDO LA TASA DE INTERÉS DE 9% Y 8%							-42,957.88	41,997.28

Tabla XII. Cálculo de la tasa interna de retorno con una tasa al 14.67%

Columna 1: período de análisis en años

Columna 2: ingresos por tarifa propuesta por consumo de agua potable incrementada a una tasa de interés 14.67% a cada 5 años.

Columna 3: egresos por mantenimiento y operación (Tabla V)

Columna 4: demanda de cloración (Tabla VII)

Columna 5: egresos por mano de obra (Tabla VI)

Columna 6: total de egresos

Columna 7: flujo neto (ingresos menos egresos)

Columna 8: tasa de interés mayor para determinar VPN negativo

Columna 9: tasa de interés menor para determinar VPN positivo

Determinación de la tasa interna de retorno por el método de interpolación

Tasa propuesta	valor presente neto
8%	41,997.28
?	0
9%	- 42,957.88

Diferencias de tasas = 9% - 8% = 1% ó 0.01

Diferencias de VPN = 41,997.28 - (-42,957.88) = 84,955.16

Se multiplica la diferencia de tasas (0.01) por el primer VPN (41,997.28).

Este resultado se divide por la diferencia de VPN (84,955.16).

$0.01 \times 41,997.28 \div 84,955.16 = 0.00494346$

Este dato se suma a la primera tasa (8%) y su resultado arrojará la Tasa Interna de Retorno.

$TIR = 0.08 + 0.00494346 = 0.08494346 = 8.4943464\%$

La tasa de interés calculada para el proyecto es de **8.4943464%** esto significa que de acuerdo al análisis, Si la tasa interna de retorno es menor que la tasa de interés, el proyecto debe rechazarse.

El proyecto no es rentable financieramente pero tratándose que el proyecto sea de beneficio social y una necesidad primordial para la comunidad puede ser viable su construcción y operación.

CONCLUSIONES

1. En la aldea Sigüilá, se diseñó una red de distribución tanto de ramales abiertos como de circuitos cerrados, por la ubicación de las viviendas. Éstas cuentan con 406 conexiones domiciliarias, y beneficiando así a 1,410 habitantes.
2. El presupuesto del proyecto se elaboró con base a precios unitarios, con el propósito de facilitar la calificación de las empresas que inviten a cotizar la ejecución de la obra, se consideró también la aplicación de criterios de precios de materiales que manejan en la región y salarios del lugar.
3. Se deberá capacitar, tanto al personal de mantenimiento de la municipalidad como a los pobladores de la comunidad beneficiada, para tener un buen funcionamiento y mantenimiento del proyecto.
4. El proyecto, desde el punto de vista financiero, no es rentable, pero tratándose de un proyecto de beneficio social y una necesidad primordial para la comunidad, puede ser viable su construcción, posterior operación y mantenimiento.

RECOMENDACIONES

A las autoridades municipales de la aldea Sigüilá:

1. Gestionar con entidades extranjeras o del gobierno central recursos para invertir en el proyecto de la red de distribución y conexiones domiciliarias, así toda la población de la aldea contará con un mejor servicio de agua potable.
2. Actualizar los precios presentados en los presupuestos, antes de su construcción, porque están sujetos a cambios ocasionados por variaciones en la economía.
3. Tomar en cuenta en la construcción del proyecto, la mano de obra no calificada aportada por la municipalidad, así como los materiales existentes en las mismas.
4. Se debe de verificar que pase el flujo correcto de hipoclorito de calcio, manipulando la válvula de compuerta del hipoclorador. Se debe de realizar un aforo a la salida de la solución del hipoclorito, evaluar el cloro residual en los puntos extremos de la red y verificar que cumpla con los límites recomendados por la Norma COGUANOR NGO 29001

Al comité comunitario de desarrollo de la comunidad (COCODE):


1. Organizarse para la gestión de la ejecución del proyecto; ésto les facilitará la adquisición de ayuda con instituciones nacionales e internacionales.
2. Efectuar una campaña informativa en las comunidades, con el objeto de educar a la población respecto al uso adecuado del proyecto.
3. Contemplar un fondo para el mantenimiento preventivo y correctivo, que sea necesario para que el proyecto se mantengan en buen estado.
4. Se sugiere utilizar la tarifa propuesta

BIBLIOGRAFÍA


1. Leland T. Blank Anthony J. Taruin. Ingeniería económica. Cuarta edición.
2. Aguilar Vásquez, Willian Abel A., Apuntes de ingeniería económica. Facultad de Ingeniería USAC. 2000.
3. J.M. de Azevedo, Netto. Manual de hidráulica. 6ª edición, México. Editora Edgard Blucher Ltda. 1975.
4. Instituto de Fomento Municipal (INFOM). Guía para el abastecimiento de agua en zonas rurales. Guatemala, junio de 1997. Diario Oficial de Centro América, Tipografía Nacional.
5. Guía para el diseño de abastecimientos de agua potable a zonas rurales (UNEPAR).1993.
6. Castillo Bautista, José Luis. Diseño de la distribución de agua potable para el caserío San Ramón y pavimentación de la aldea Santa Rita, municipio de San Antonio Sacatepéquez, departamento de San Marcos. Tesis de graduación de ingeniero civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, agosto de 2006.
7. Martínez Alzamora, Fernando. Epanet 2 Manual del usuario en español. Grupo IDMH. Departamento de Ingeniería Hidráulica y M.A. Universidad Politécnica de Valencia, España. Abril de 2001.

ANEXOS

Figura 2. Informe de análisis bacteriológico y fisicoquímico de agua



INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM-
LABORATORIO DE AGUA
11 Av. "A" 11-67, zona 7, La Verbena
Telefax: 2472-3499



Laboratorio de Agua
Un vital elemento de apoyo

INFORME DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO DE AGUA

MUESTRA No. 461-07

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA (1)

Interesado: NORMA VERÓNICA MONROY R.		Fecha de captación: 26-08-2007
Punto de muestreo: Salida de bomba		Hora de captación: 13:10
Fuente: Pozo	Municipio: San Juan Ostuncalco, Aldea Sigüilá	Fecha de recepción: 27-08-2007
Departamento: Quetzaltenango	Responsable de captación: Norma Verónica Monroy (Persona ajena al Laboratorio INFOM)	Hora de recepción: 08:00

(1) Los datos fueron copiados textualmente de la tarjeta de identificación de la muestra.


RESULTADOS

ITEM	PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS	UNIDADES	*LMA	*LMP	RESULTADO
1	Color aparente	Unidades Pt-Co	5.0	35.0	5.0
2	Hierro total	mg/L Fe	0.100	1.000	0.07
3	Manganeso total	mg/L Mn	0.050	0.500	ND
4	Nitrato	mg/L NO ₃ ⁻	Nsc	10	18
5	Nitrito	mg/L NO ₂ ⁻	Nsc	1	<0.01
6	Sulfato	mg/L SO ₄ ²⁻	100.000	250.000	14
7	Turbiedad	UNT	5.0	15.0	1.9
8	Cloruro	mg/L Cl ⁻	100.000	250.000	<10
9	Dureza total	mg/L CaCO ₃	100.000	500.000	66
10	Calcio	mg/L Ca	75.000	150.000	17
11	Magnesio	mg/L Mg	50.000	100.000	5.8
12	Conductividad	µS/cm	100	750	190
13	pH	Unidades pH	7.0 - 7.5	6.5 - 8.5	7.2
14	Temperatura	°C	15.0 - 25.0	34.0	22
15	Olor a temperatura ambiente	Organoléptico	No rechazable	No rechazable	No rechazable
ITEM	PARÁMETROS BACTERIOLÓGICOS	UNIDADES	LMA	LMP	RESULTADO
16	<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 mL	Nsc	Nsc	11
17	Coliformes totales	NMP/100 mL	Nsc	< 2	50
18	Conteo aeróbico en placa	UFC/mL	Nsc	Nsc	110


* LMA = límite máximo aceptable LMP = límite máximo permisible ND = No detectado Nsc = no se contempla en la norma

OBSERVACIONES



- Los límites máximos aceptables y permisibles corresponden a la Norma COGUANOR para agua potable NGO 29001 (Ac. Gubernativo No. 986-1999) publicada en el Diario de Centro América el 4 de febrero de 2000. Los parámetros analizados corresponden a los establecidos en el numeral E2, inciso 5.4 de dicha norma.
- El responsable de la captación no informó sobre los resultados de temperatura y pH in situ, por lo tanto, los resultados de dichos parámetros corresponden a los medidos en el laboratorio.
- De acuerdo con los resultados obtenidos, el Nitrato presente en la muestra NO CUMPLE con los requerimientos fisicoquímicos establecidos en la Norma COGUANOR 29001.
- De acuerdo con los resultados obtenidos, el agua de la muestra NO CUMPLE con los requerimientos bacteriológicos establecidos en la Norma COGUANOR 29001.



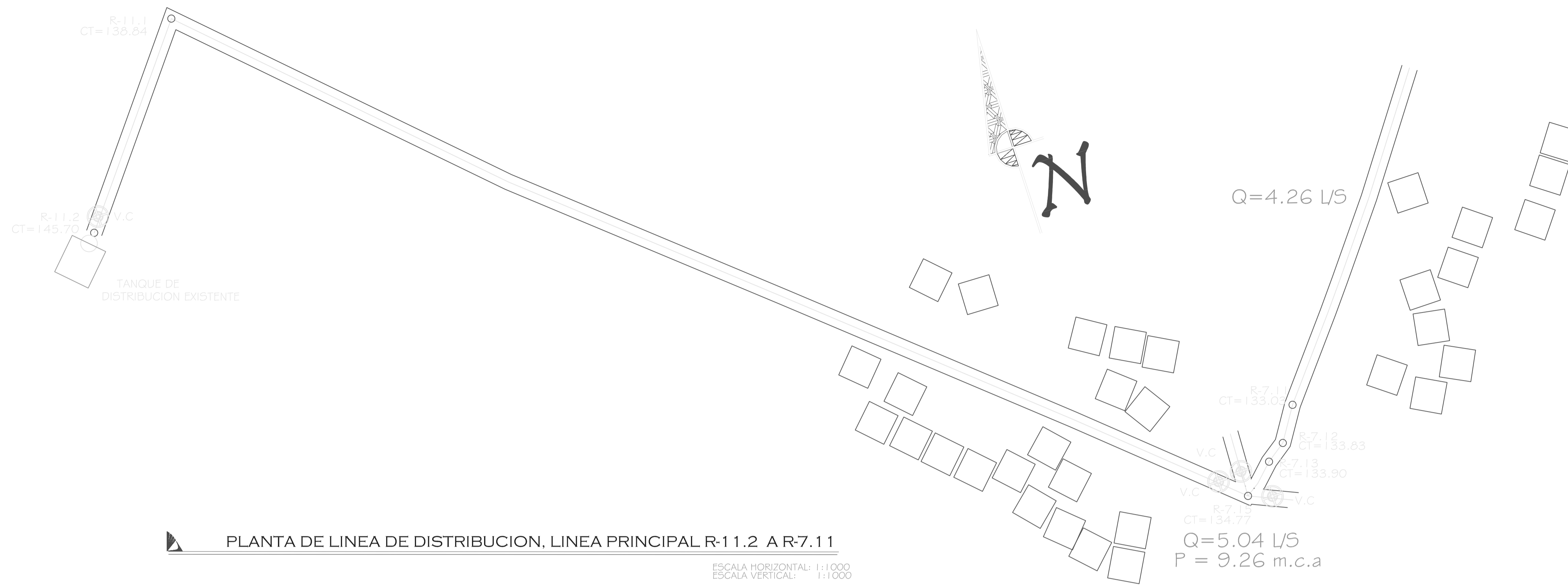
Mirna Gómez
Ingeniera Química, Col. 914
Supervisora de Físicoquímica



William Estrada Vargas
Químico Biólogo, Col. 2241
Supervisor de Bacteriología

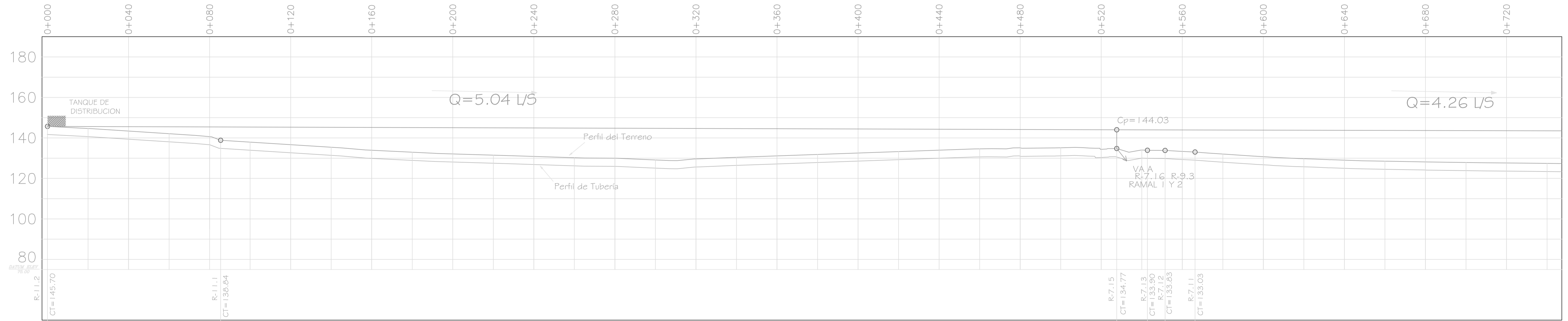
SIMBOLOGÍA			
	ESTACIÓN		LÍNEA PIEZOMÉTRICA
	CASA		VÁLVULAS
	CAMINO, CALLE		TANQUE DE DISTRIBUCIÓN
	TUBERÍA, Ø INDICADO		



PLANTA DE LINEA DE DISTRIBUCION, LINEA PRINCIPAL R-11.2 A R-7.11

ESCALA HORIZONTAL: 1:1000
ESCALA VERTICAL: 1:1000

VA A HOJA 3



120 TUBOS Ø 4" PVC 160 PSI

PERFIL DE LINEA DE DISTRIBUCION, LINEA PRINCIPAL R-11.2 A R-7.11

ESCALA HORIZONTAL: 1:1000
ESCALA VERTICAL: 1:1000



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

PROYECTO: DISEÑO DE RED DE DISTRIBUCION Y CONEXIONES DOMICILIARES DE AGUA POTABLE EN LA ALDEA SIGUILA, MUNICIPIO DE SAN JUAN OSTUNCALCO, DEPARTAMENTO DE QUETZALTENANGO.

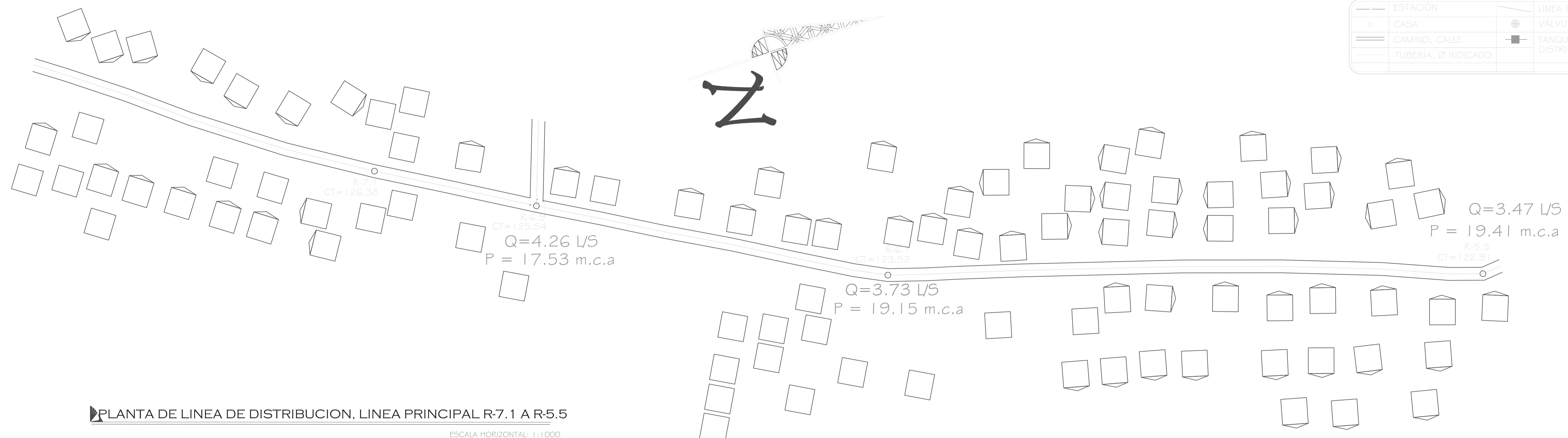
CONTIENE: PLANTA Y PERFIL DISTRIBUCION DE LINEA PRINCIPAL R-11.2 A R-7.11

CALCULO Y DISEÑO:	NORMA VERÓNICA MONROY RODRÍGUEZ	ESCALA:	INDICADA
-------------------	---------------------------------	---------	----------

DIBUJO:	NORMA VERÓNICA MONROY RODRÍGUEZ	FECHA:	Septiembre, 2008
---------	---------------------------------	--------	------------------

SUPERVISIÓN:	INGA. CHRISTA CLASSON DE PINTO	CARRET:	1998-11390
--------------	--------------------------------	---------	------------

SIMBOLOGÍA			
	ESTACIÓN		LÍNEA PIEZOMÉTRICA
	CASA		VÁLVULAS
	CAMINO, CALLE		TANQUE DE DISTRIBUCIÓN
	TUBERÍA, Ø INDICADO		

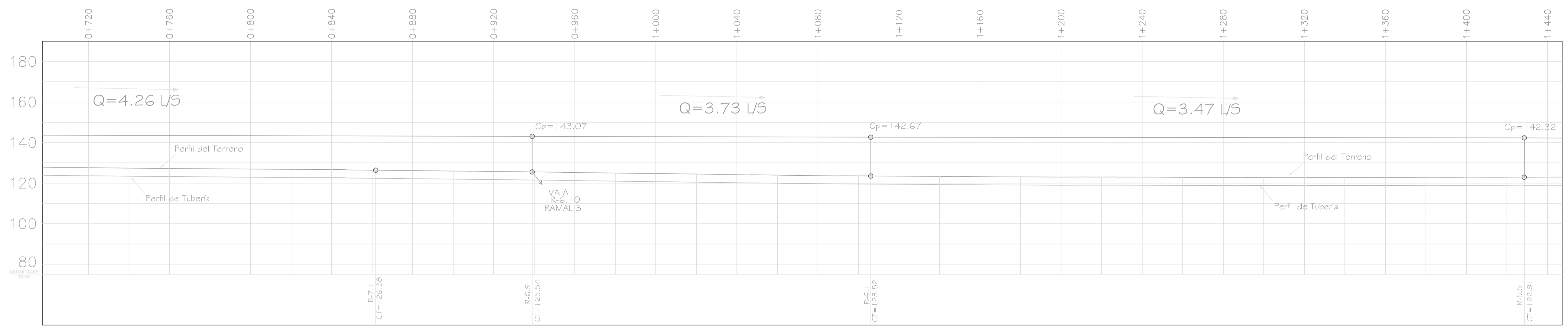


PLANTA DE LINEA DE DISTRIBUCION, LINEA PRINCIPAL R-7.1 A R-5.5

ESCALA HORIZONTAL: 1:1000
ESCALA VERTICAL: 1:1000

VIENE HOJA 2

VA A HOJA 4



119 TUBOS Ø 4" PVC 160 PSI

PERFIL DE LINEA DE DISTRIBUCION, LINEA PRINCIPAL R-7.1 A R-5.5

ESCALA HORIZONTAL: 1:1000
ESCALA VERTICAL: 1:1000



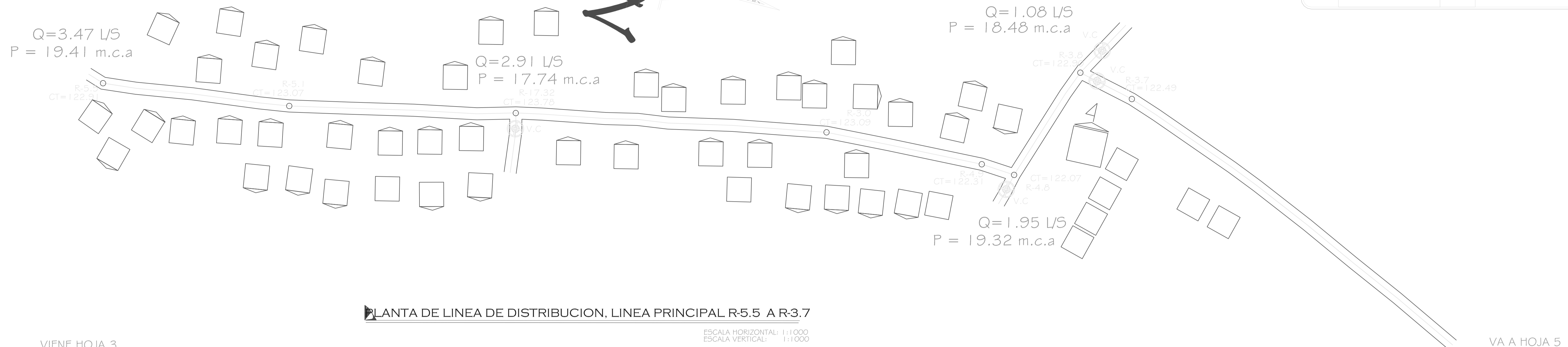
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DE RED DE DISTRIBUCION Y CONEXIONES DOMICILIARES DE AGUA POTABLE EN LA ALDEA SIGUILA, MUNICIPIO DE SAN JUAN OSTUNCALCO, DEPARTAMENTO DE QUETZALTENANGO.

CONTIENE: PLANTA Y PERFIL DISTRIBUCION DE LINEA PRINCIPAL R-7.1 A R-5.5

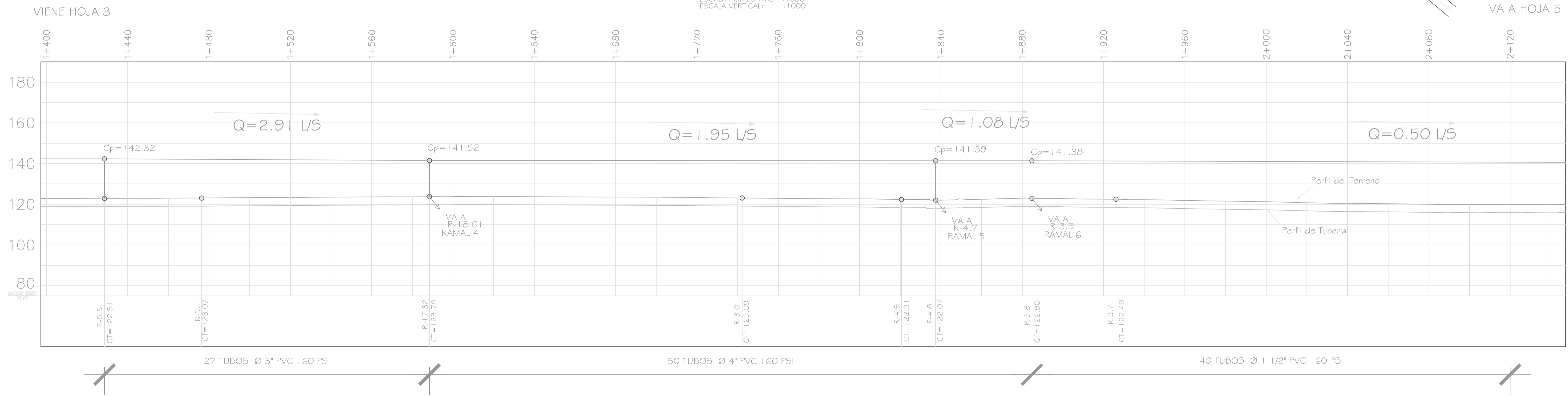
CALCULO Y DISEÑO:	NORMA VERÓNICA MONROY RODRÍGUEZ	ESCALA:	INDICADA
DIBUJO:	NORMA VERÓNICA MONROY RODRÍGUEZ	FECHA:	Septiembre, 2008
SUPERVISIÓN:	INGA. CHRISTA CLASSON DE PINTO	CARRET:	1998-11390

SIMBOLOGÍA			
	ESTACIÓN		LINEA PIEZOMÉTRICA
	CASA		VÁLVULAS
	CAMINO, CALLE		TANQUE DE DISTRIBUCIÓN
	TUBERÍA, Ø INDICADO		



PLANTA DE LINEA DE DISTRIBUCION, LINEA PRINCIPAL R-5.5 A R-3.7

ESCALA HORIZONTAL: 1:1000
ESCALA VERTICAL: 1:1000



PERFIL DE LINEA DE DISTRIBUCION, LINEA PRINCIPAL R-5.5 A R-3.7

ESCALA HORIZONTAL: 1:1000
ESCALA VERTICAL: 1:1000



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

PROYECTO: DISEÑO DE RED DE DISTRIBUCION Y CONEXIONES DOMICILIARES DE AGUA POTABLE EN LA ALDEA SIGUILA, MUNICIPIO DE SAN JUAN OSTUNCALCO, DEPARTAMENTO DE QUETZALTENANGO.

CONTIENE: PLANTA Y PERFIL DISTRIBUCION DE LINEA PRINCIPAL R-5.5 A R-3.7

CALCULO Y DISEÑO:	NORMA VERÓNICA MONROY RODRÍGUEZ	ESCALA:	INDICADA
-------------------	---------------------------------	---------	----------

DIBUJO:	NORMA VERÓNICA MONROY RODRÍGUEZ	FECHA:	Septiembre, 2008
---------	---------------------------------	--------	------------------

SUPERVISIÓN:	INGA. CHRISTA CLASSON DE PINTO	CARRET:	1998-11390
--------------	--------------------------------	---------	------------

SIMBOLOGÍA			
	ESTACIÓN		LINEA PIEZOMÉTRICA
	CASA		VÁLVULAS
	CAMINO, CALLE		TANQUE DE DISTRIBUCIÓN
	TUBERÍA, Ø INDICADO		



PLANTA GENERAL DE DISTRIBUCIÓN

ESCALA: 1:2500

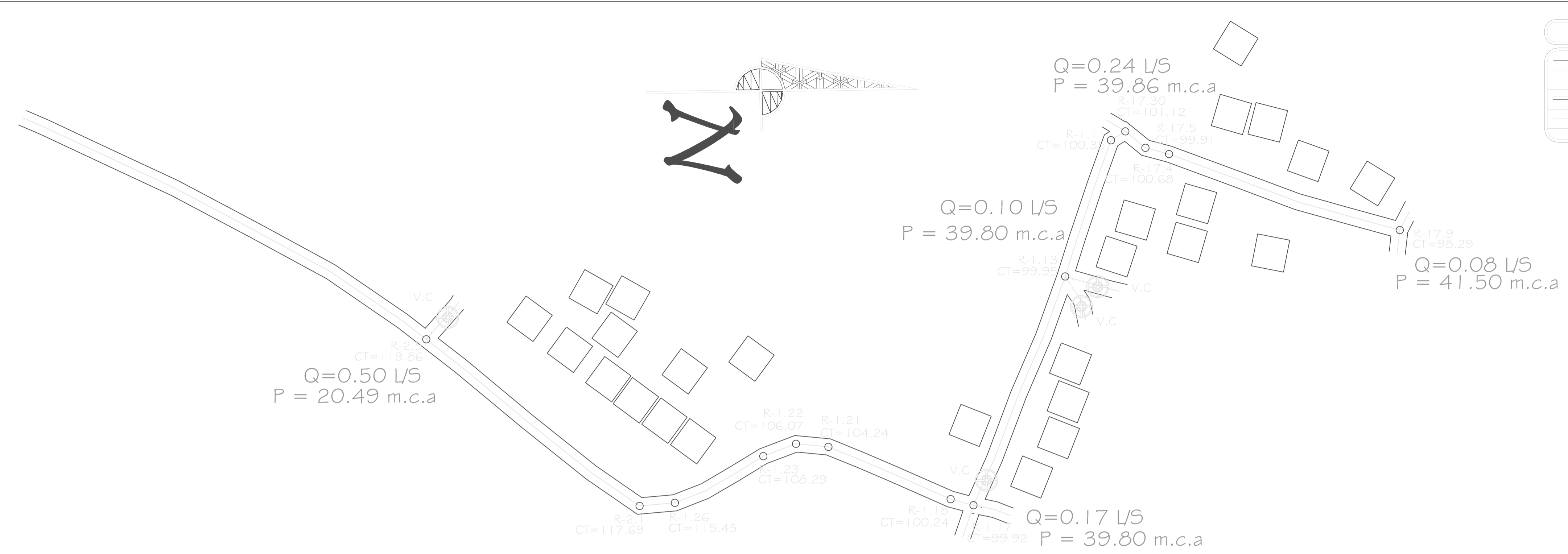


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DE RED DE DISTRIBUCIÓN Y CONEXIONES DOMICILIARES DE AGUA POTABLE EN LA ALDEA SIGUILA, MUNICIPIO DE SAN JUAN OSTUNCALCO, DEPARTAMENTO DE QUETZALTENANGO.

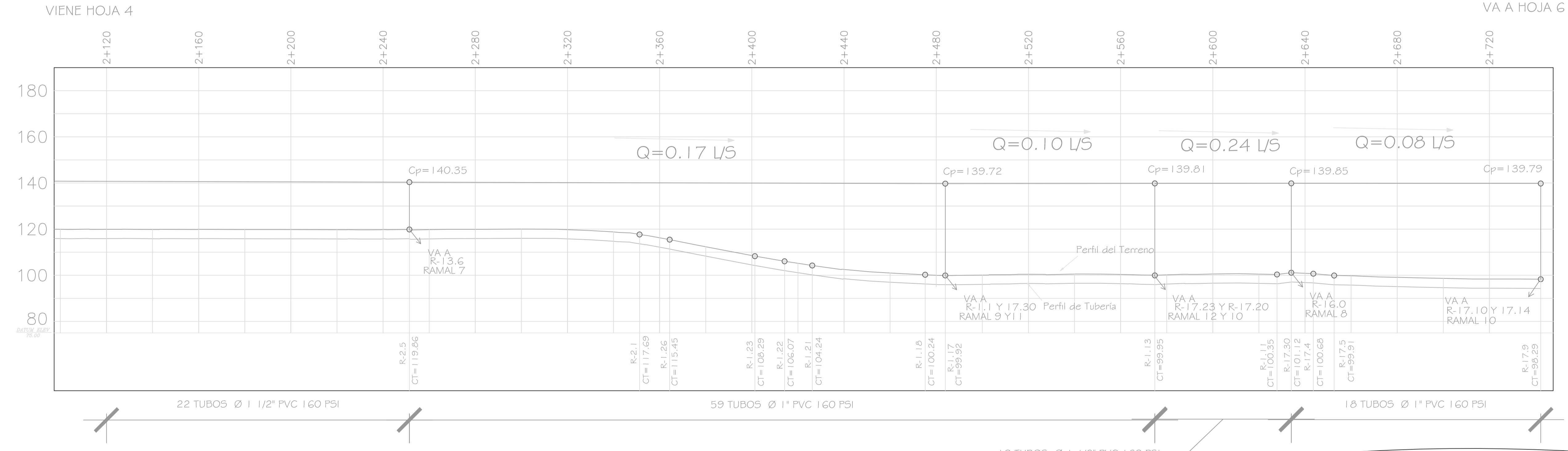
CONTIENE: PLANTA GENERAL DE DISTRIBUCION	
CALCULO Y DISEÑO: NORMA VERÓNICA MONROY RODRÍGUEZ	ESCALA: INDICADA
DIBUJO: NORMA VERÓNICA MONROY RODRÍGUEZ	FECHA: Septiembre, 2008
SUPERVISIÓN: INGA. CHRISTA CLASSON DE PINTO	CARRET: 1998-11390

SIMBOLOGÍA			
	ESTACIÓN		LÍNEA PIEZOMÉTRICA
	CASA		VÁLVULAS
	CAMINO, CALLE		TANQUE DE DISTRIBUCIÓN
	TUBERÍA, Ø INDICADO		



PLANTA DE LINEA DE DISTRIBUCION, LINEA PRINCIPAL R-2.5 A R-17.9

ESCALA HORIZONTAL: 1:1000
ESCALA VERTICAL: 1:1000



PERFIL DE LINEA DE DISTRIBUCION, LINEA PRINCIPAL R-2.5 A R-17.9

ESCALA HORIZONTAL: 1:1000
ESCALA VERTICAL: 1:1000



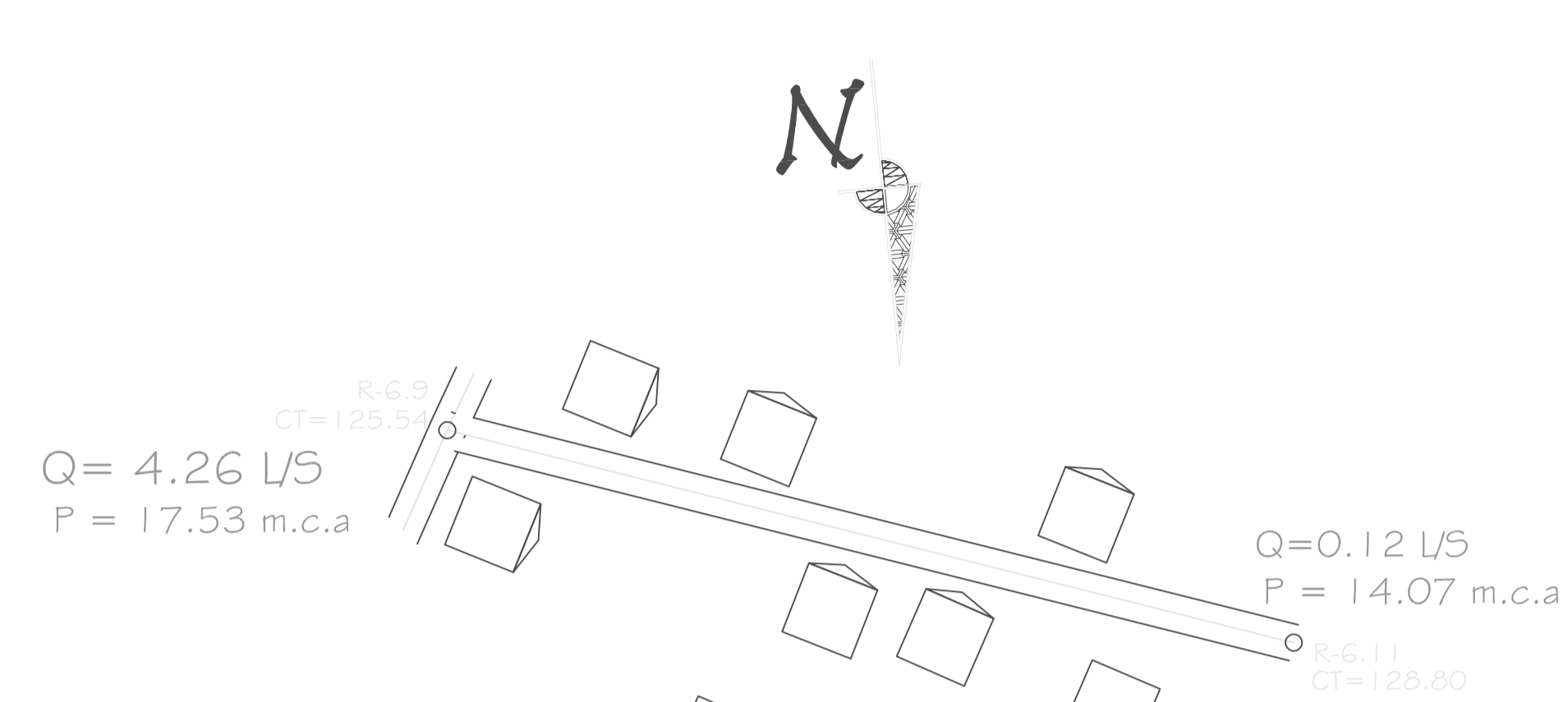
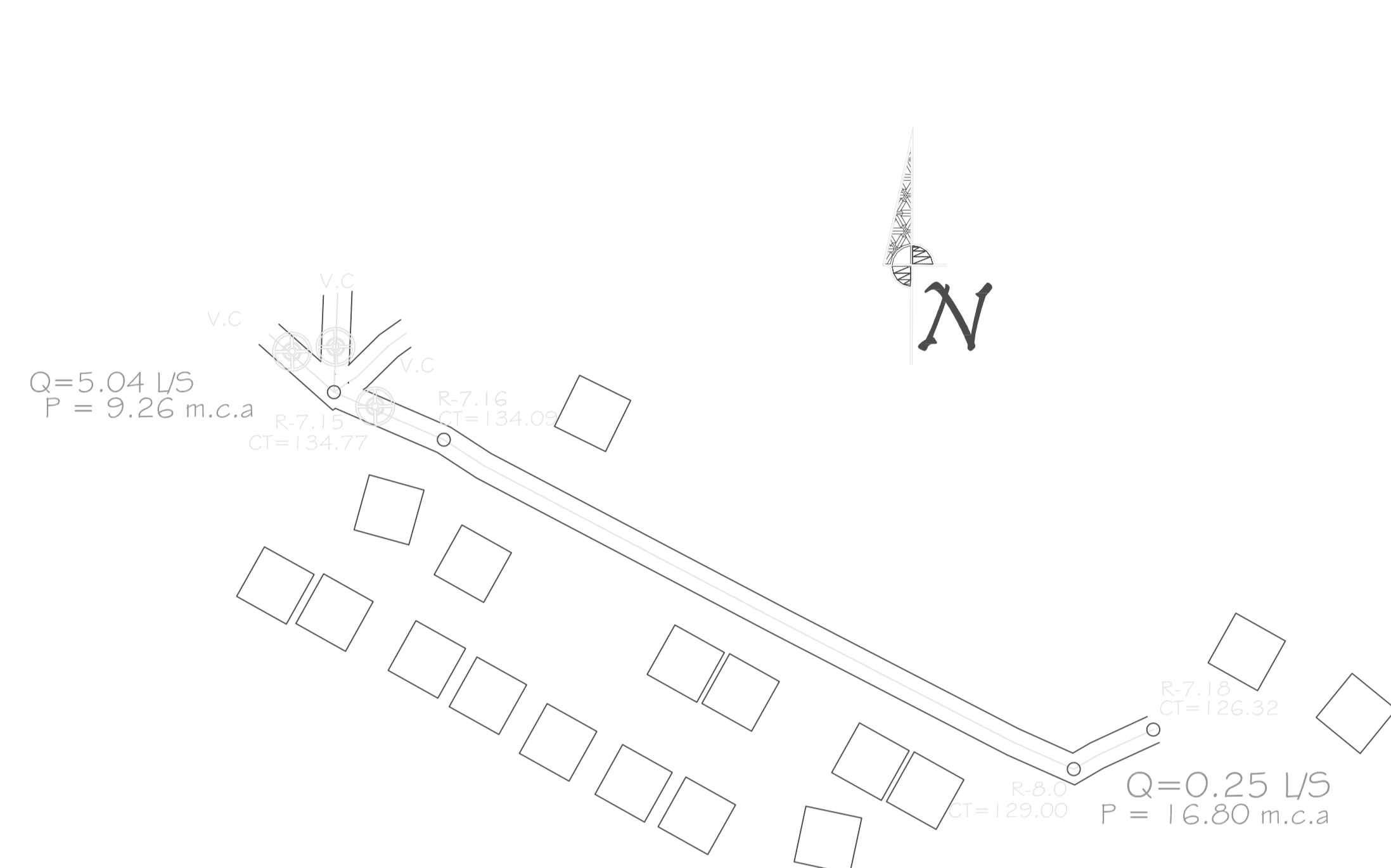
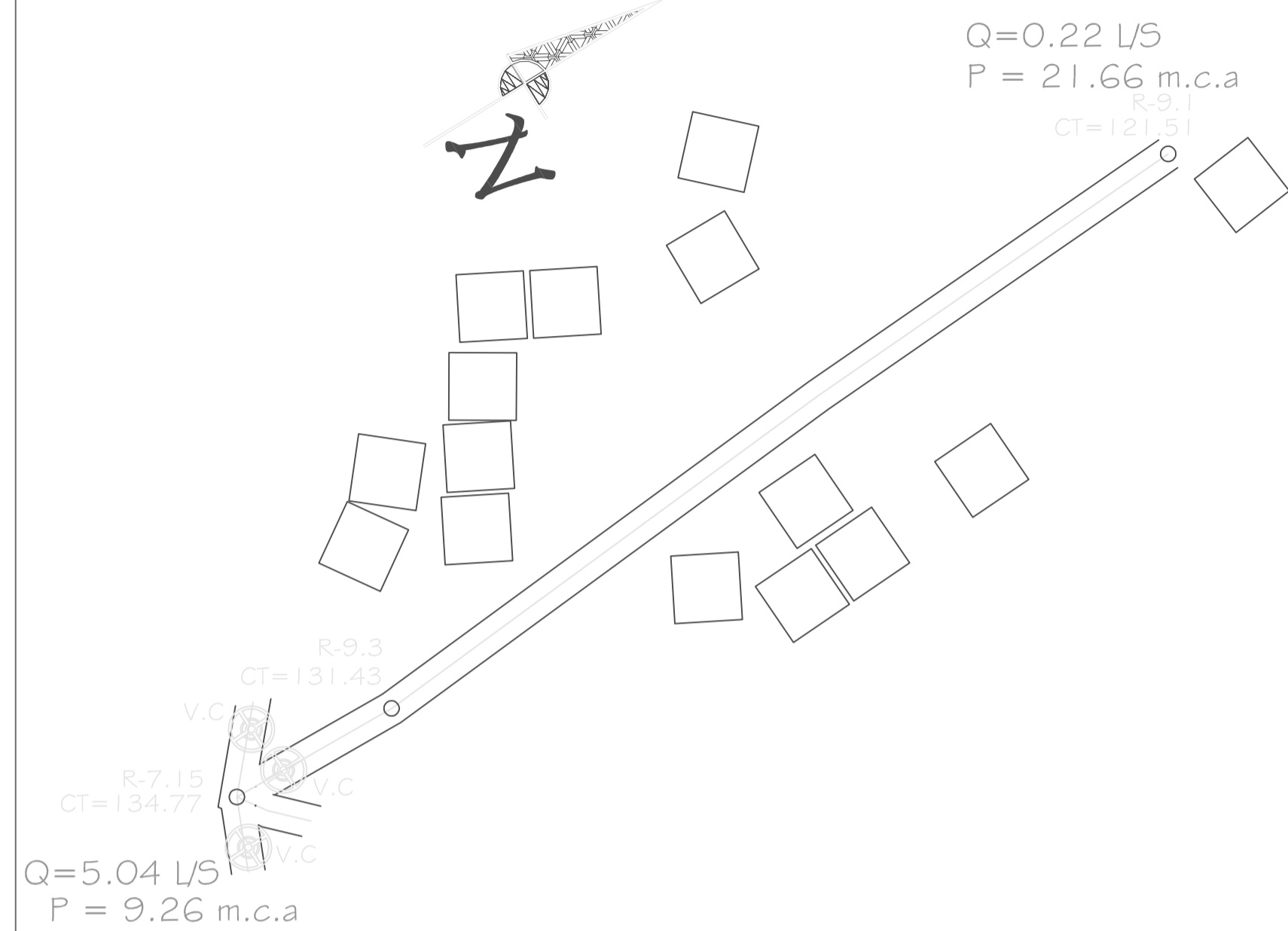
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DE RED DE DISTRIBUCION Y CONEXIONES DOMICILIARES DE AGUA POTABLE EN LA ALDEA SIGUILA, MUNICIPIO DE SAN JUAN OSTUNCALCO, DEPARTAMENTO DE QUETZALTENANGO.

CONTIENE: PLANTA Y PERFIL DISTRIBUCION DE LINEA PRINCIPAL R-2.5 A R-17.9

CALCULO Y DISEÑO:	NORMA VERÓNICA MONROY RODRÍGUEZ	ESCALA:	INDICADA
DIBUJO:	NORMA VERÓNICA MONROY RODRÍGUEZ	FECHA:	Septiembre, 2008
SUPERVISIÓN:	INGA. CHRISTA CLASSON DE PINTO	CARRET:	1998-11390

SIMBOLOGÍA			
	ESTACIÓN		LÍNEA PIEZOMÉTRICA
	CASA		VÁLVULAS
	CAMINO, CALLE		TANQUE DE DISTRIBUCIÓN
	TUBERÍA, Ø INDICADO		



PLANTA DE LINEA DE DISTRIBUCION RAMAL 1 R-7.15 A R-9.1

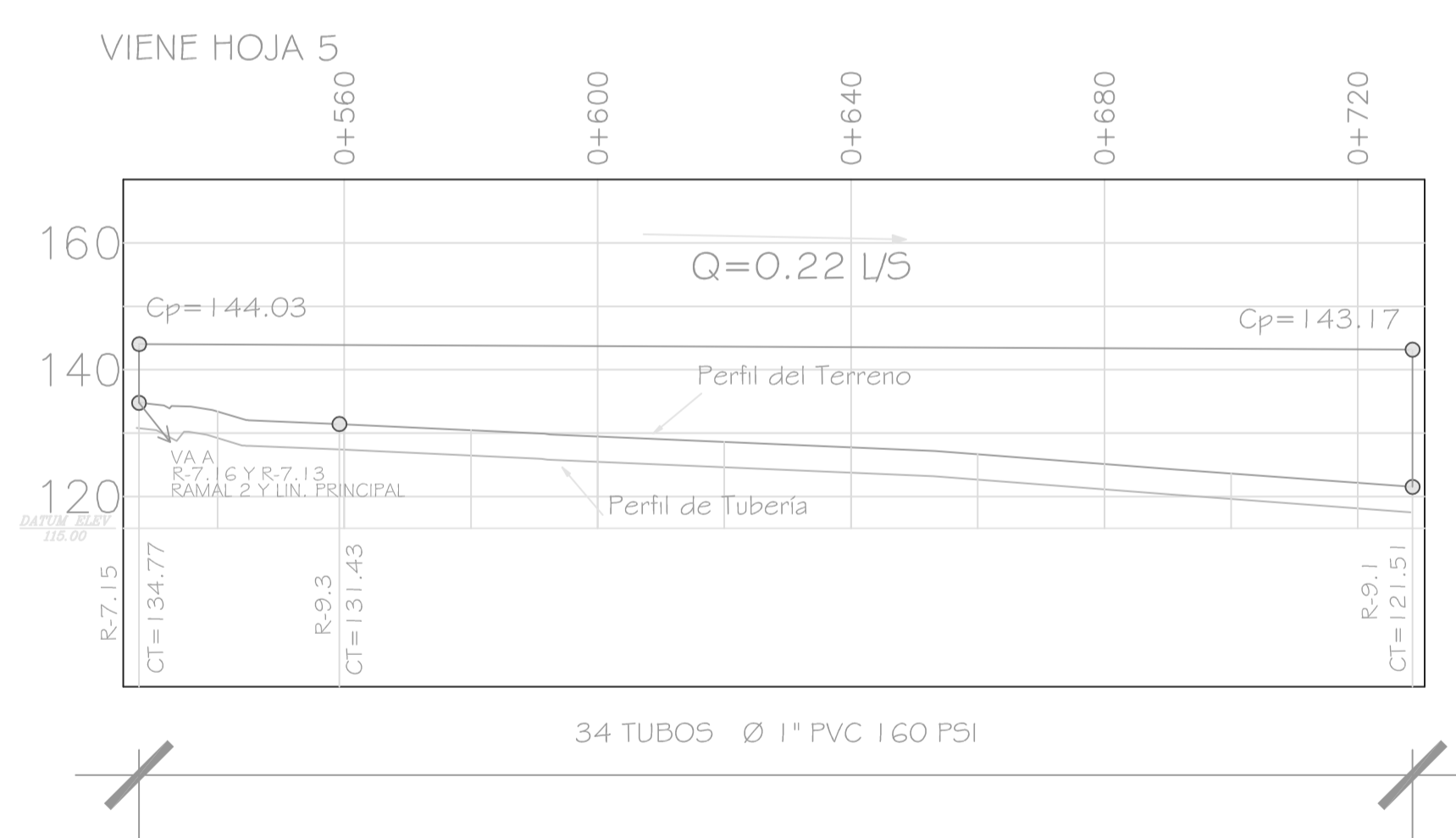
ESCALA HORIZONTAL: 1:1000
ESCALA VERTICAL: 1:1000

PLANTA DE LINEA DE DISTRIBUCION RAMAL 2 R-7.15 A R-7.18

ESCALA HORIZONTAL: 1:1000
ESCALA VERTICAL: 1:1000

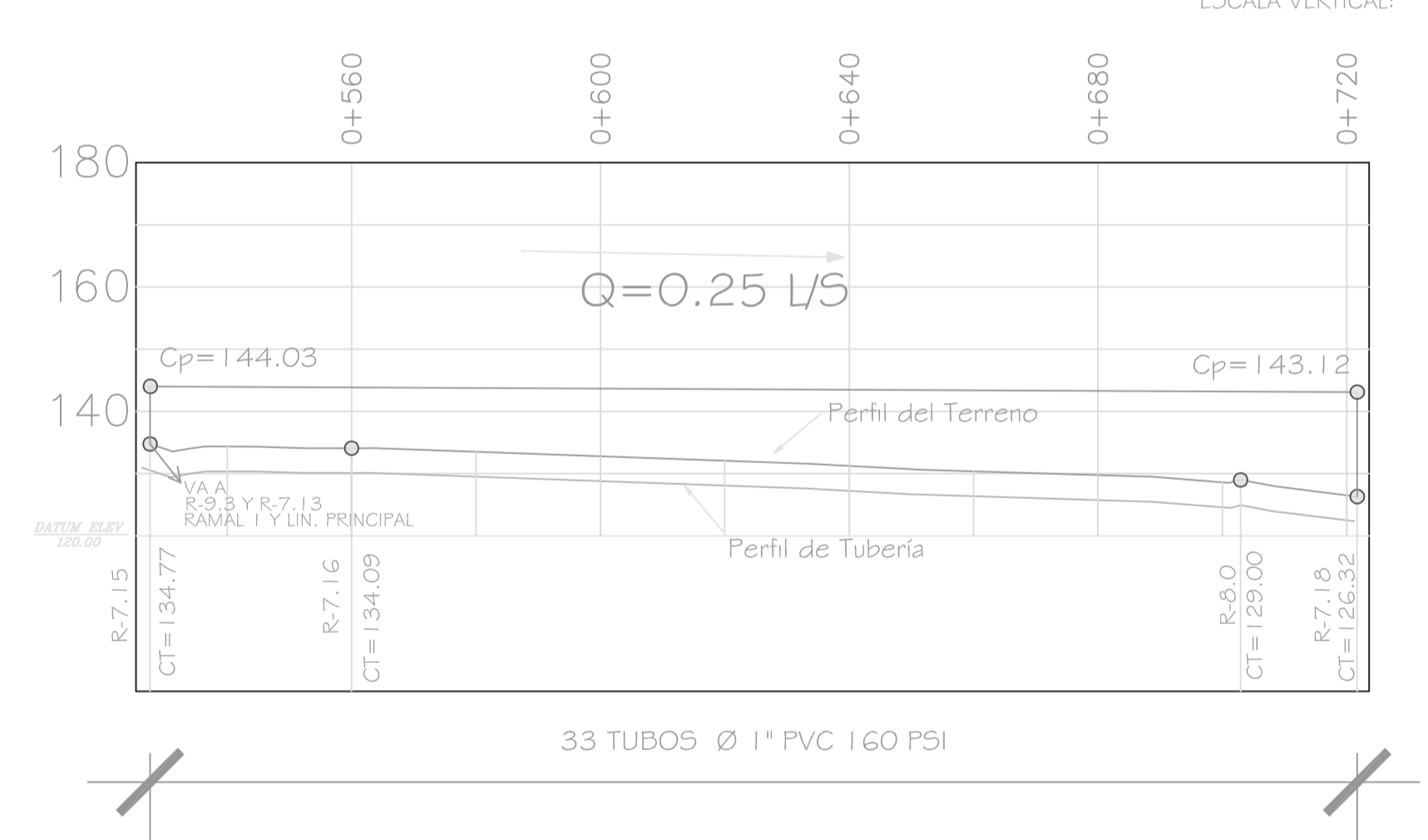
PLANTA DE LINEA DE DISTRIBUCION RAMAL 3 R-6.9 A R-6.10

ESCALA HORIZONTAL: 1:1000
ESCALA VERTICAL: 1:1000



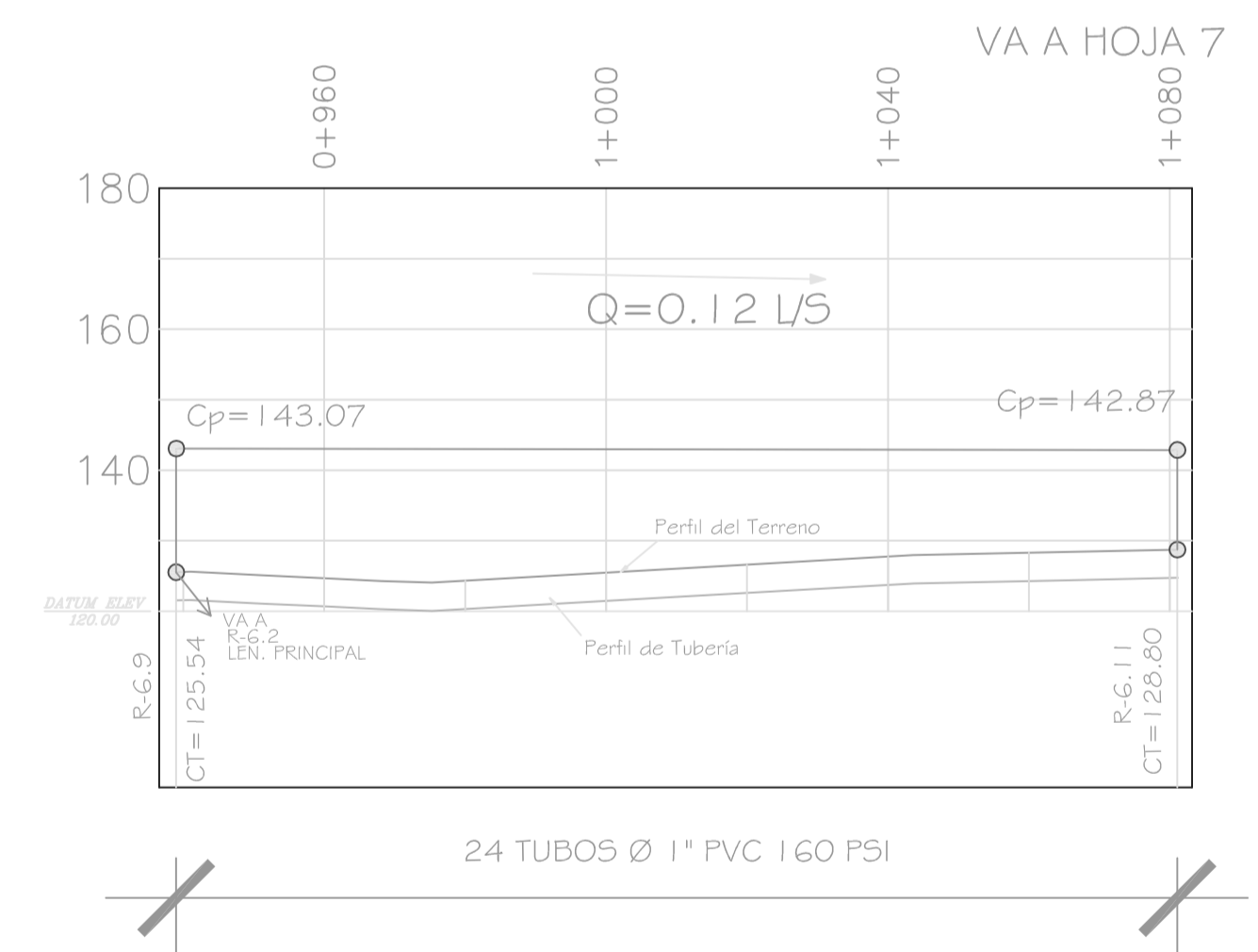
PERFIL DE LINEA DE DISTRIBUCION RAMAL 1 R-7.15 A R-9.1

ESCALA HORIZONTAL: 1:1000
ESCALA VERTICAL: 1:1000




PERFIL DE LINEA DE DISTRIBUCION RAMAL 2 R-7.15 A R-7.18

ESCALA HORIZONTAL: 1:1000
ESCALA VERTICAL: 1:1000



PERFIL DE LINEA DE DISTRIBUCION RAMAL 3 R-6.9 A R-6.10

ESCALA HORIZONTAL: 1:1000
ESCALA VERTICAL: 1:1000



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

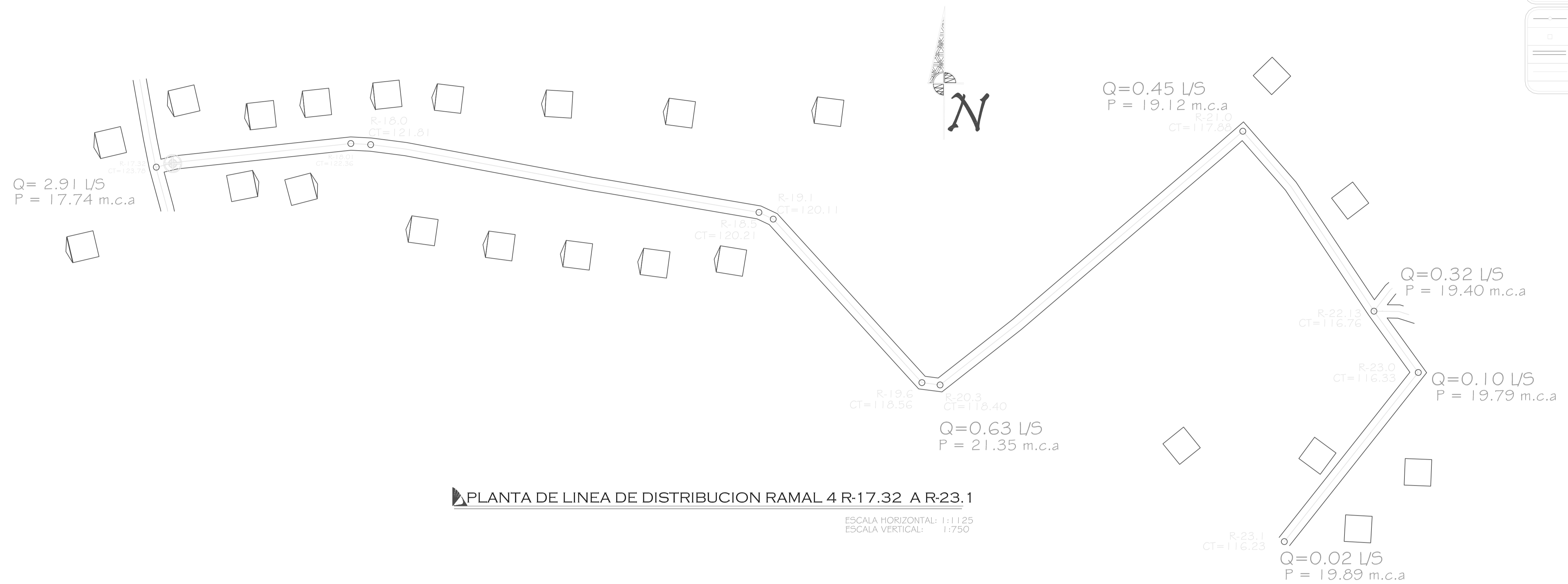
PROYECTO: DISEÑO DE RED DE DISTRIBUCION Y CONEXIONES DOMICILIARES DE AGUA POTABLE EN LA ALDEA SIGUILA, MUNICIPIO DE SAN JUAN OSTUNCALCO, DEPARTAMENTO DE QUETZALTENANGO.	
CONTIENE: PLANTA Y PERFIL DISTRIBUCION DE RAMAL 1-2-3 DE R-7.15 A R-9.1 - R-7.15 A 7.18 - R-6.9 A 6.10	
CALCULO Y DISEÑO: NORMA VERÓNICA MONROY RODRÍGUEZ	ESCALA: INDICADA
DIBUJO: NORMA VERÓNICA MONROY RODRÍGUEZ	FECHA: Septiembre, 2008
SUPERVISIÓN: INGA. CHRISTA CLASSON DE PINTO	CARRET: 1998-11390

HOJA

6

13

SIMBOLOGÍA			
	ESTACIÓN		LÍNEA PIEZOMÉTRICA
	CASA		VÁLVULAS
	CAMINO, CALLE		TANQUE DE DISTRIBUCIÓN
	TUBERÍA, Ø INDICADO		

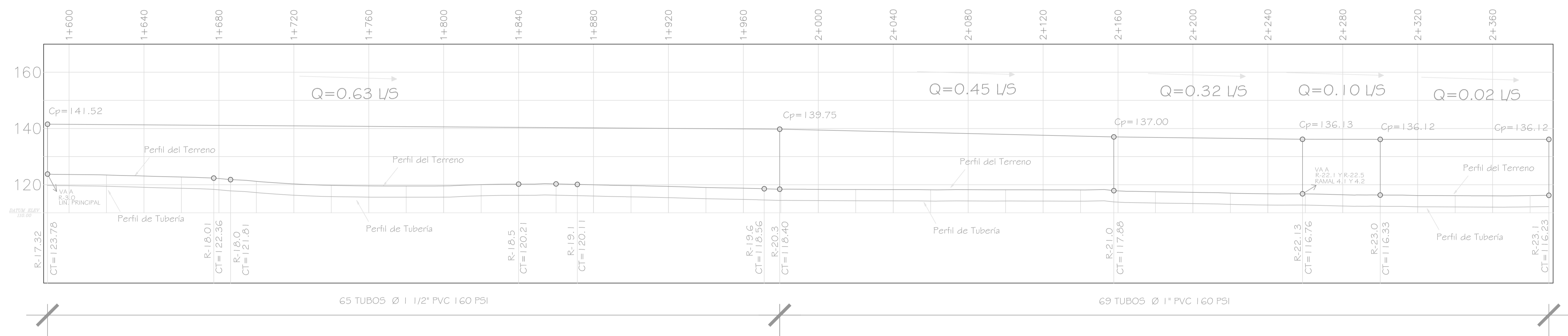


PLANTA DE LINEA DE DISTRIBUCION RAMAL 4 R-17.32 A R-23.1

ESCALA HORIZONTAL: 1:1125
ESCALA VERTICAL: 1:750

VIENE HOJA 6

VA A HOJA 8



PERFIL DE LINEA DE DISTRIBUCION RAMAL 4 R-17.32 A R-23.1

ESCALA HORIZONTAL: 1:1125
ESCALA VERTICAL: 1:750

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

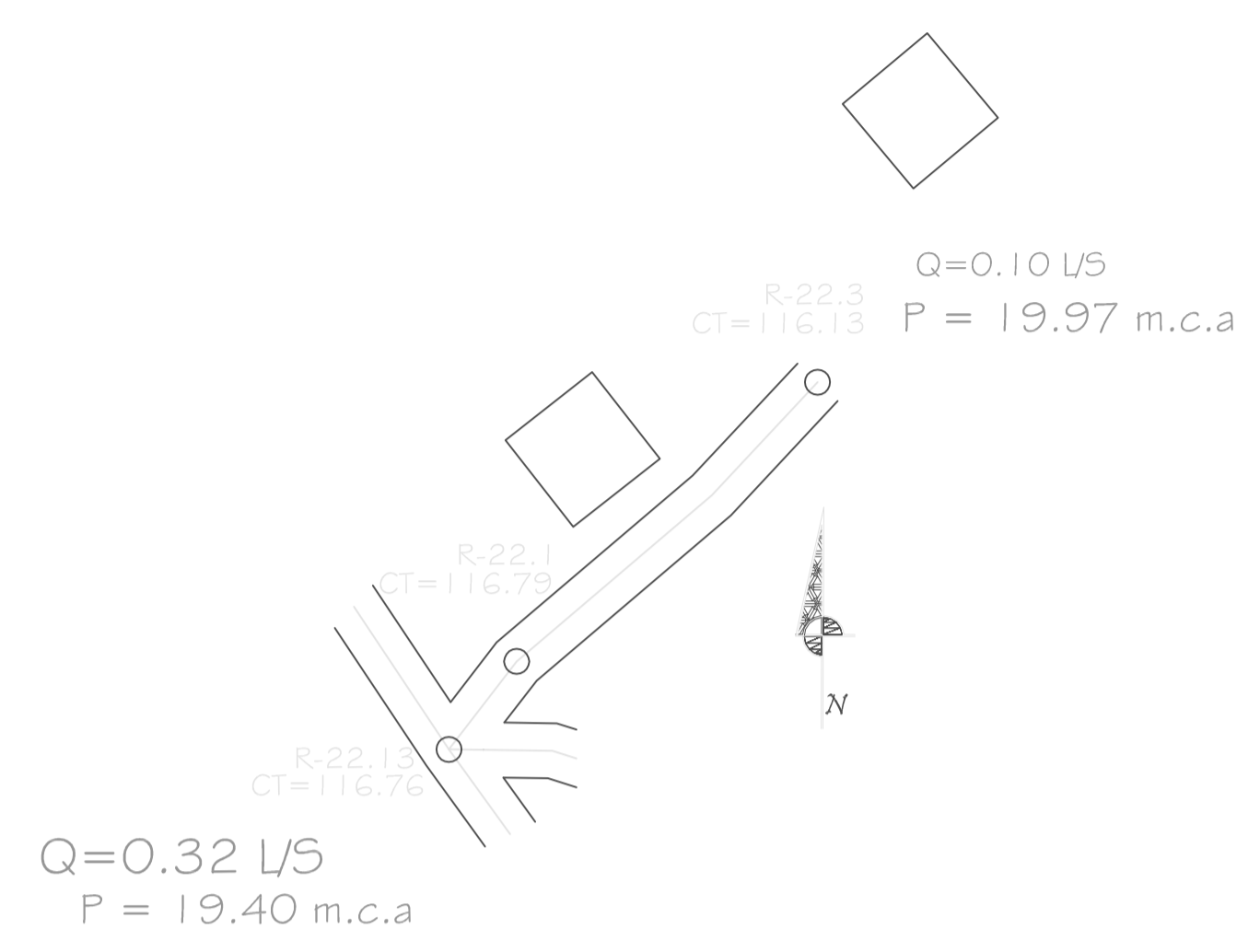
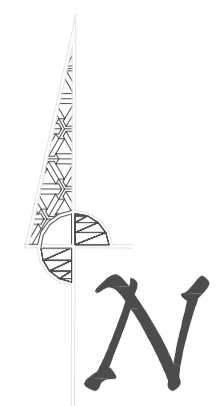
PROYECTO: DISEÑO DE RED DE DISTRIBUCION Y CONEXIONES DOMICILIARES DE AGUA POTABLE EN LA ALDEA SIGUILA, MUNICIPIO DE SAN JUAN OSTUNCALCO, DEPARTAMENTO DE QUETZALTENANGO.

CONTIENE: PLANTA Y PERFIL DISTRIBUCION DE RAMAL 4 DE R-17.32 A 23.1

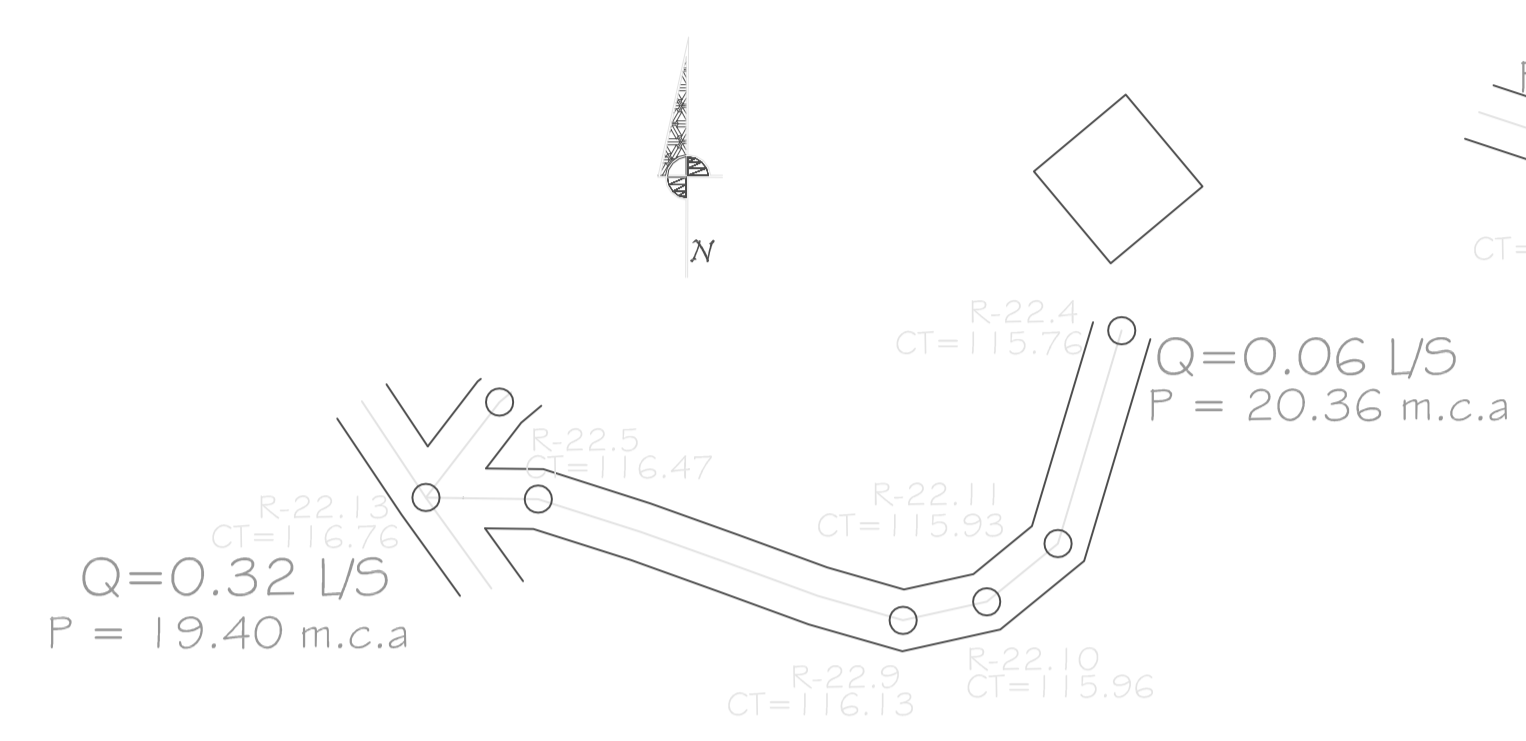
CALCULO Y DISEÑO:	NORMA VERÓNICA MONROY RODRÍGUEZ	ESCALA:	INDICADA
DIBUJO:	NORMA VERÓNICA MONROY RODRÍGUEZ	FECHA:	Septiembre, 2008
SUPERVISIÓN:	INGA. CHRISTA CLASSON DE PINTO	CARRET:	1998-11390

HOJA
7
13

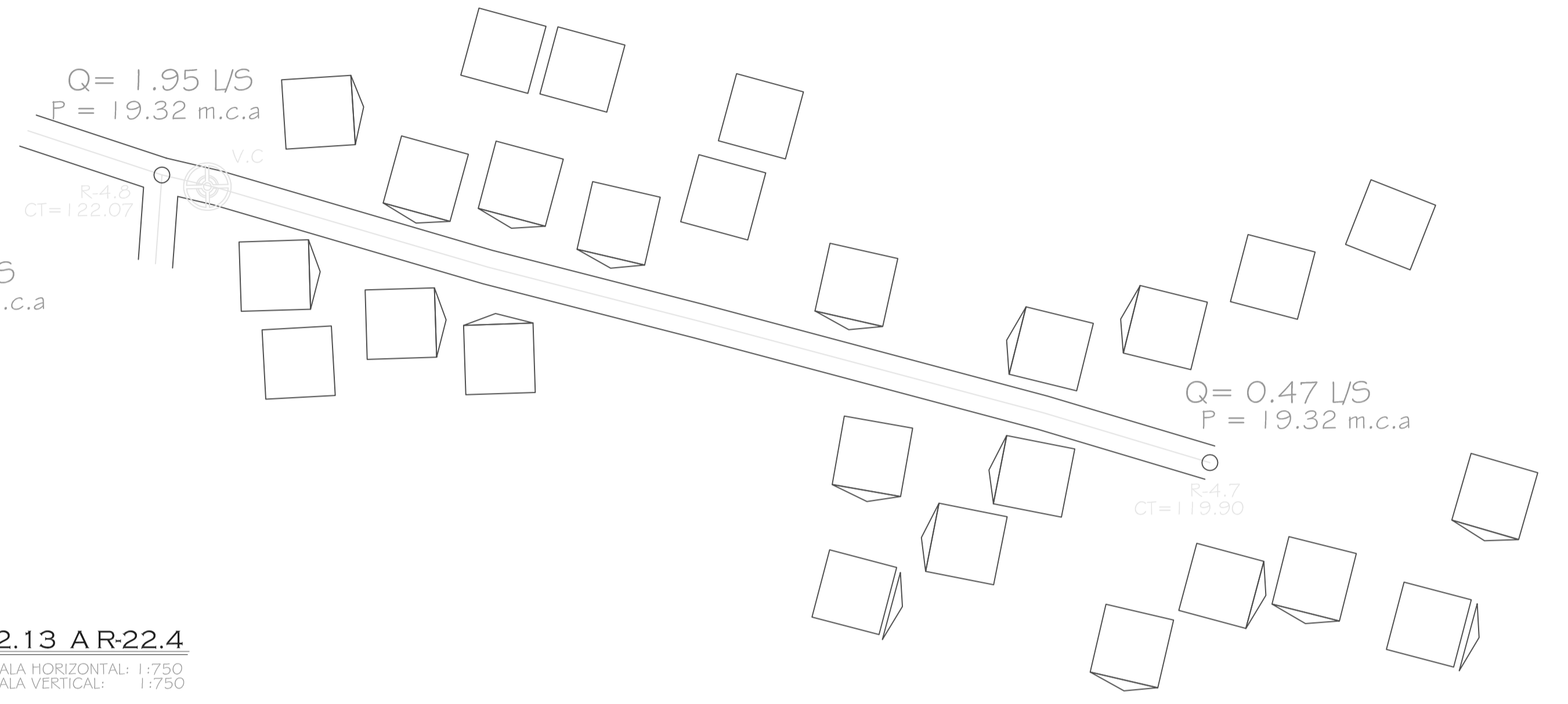
SIMBOLOGÍA			
	ESTACIÓN		LÍNEA PIEZOMÉTRICA
	CASA		VÁLVULAS
	CAMINO, CALLE		TANQUE DE DISTRIBUCIÓN
	TUBERÍA, Ø INDICADO		



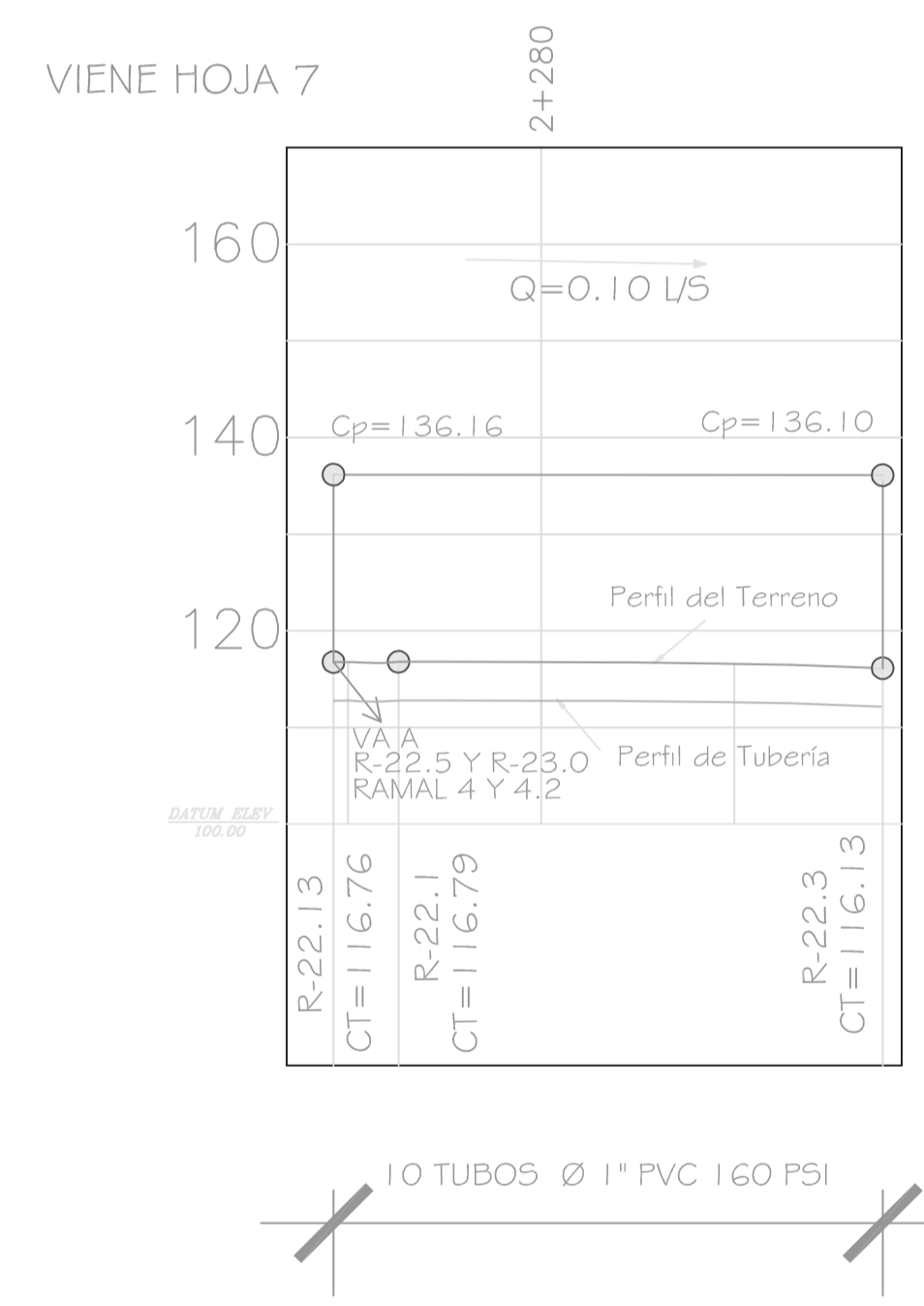
PLANTA DE LINEA DE DISTRIBUCION RAMAL 4.1 R-22.13 A R-22.3
 ESCALA HORIZONTAL: 1:750
 ESCALA VERTICAL: 1:750



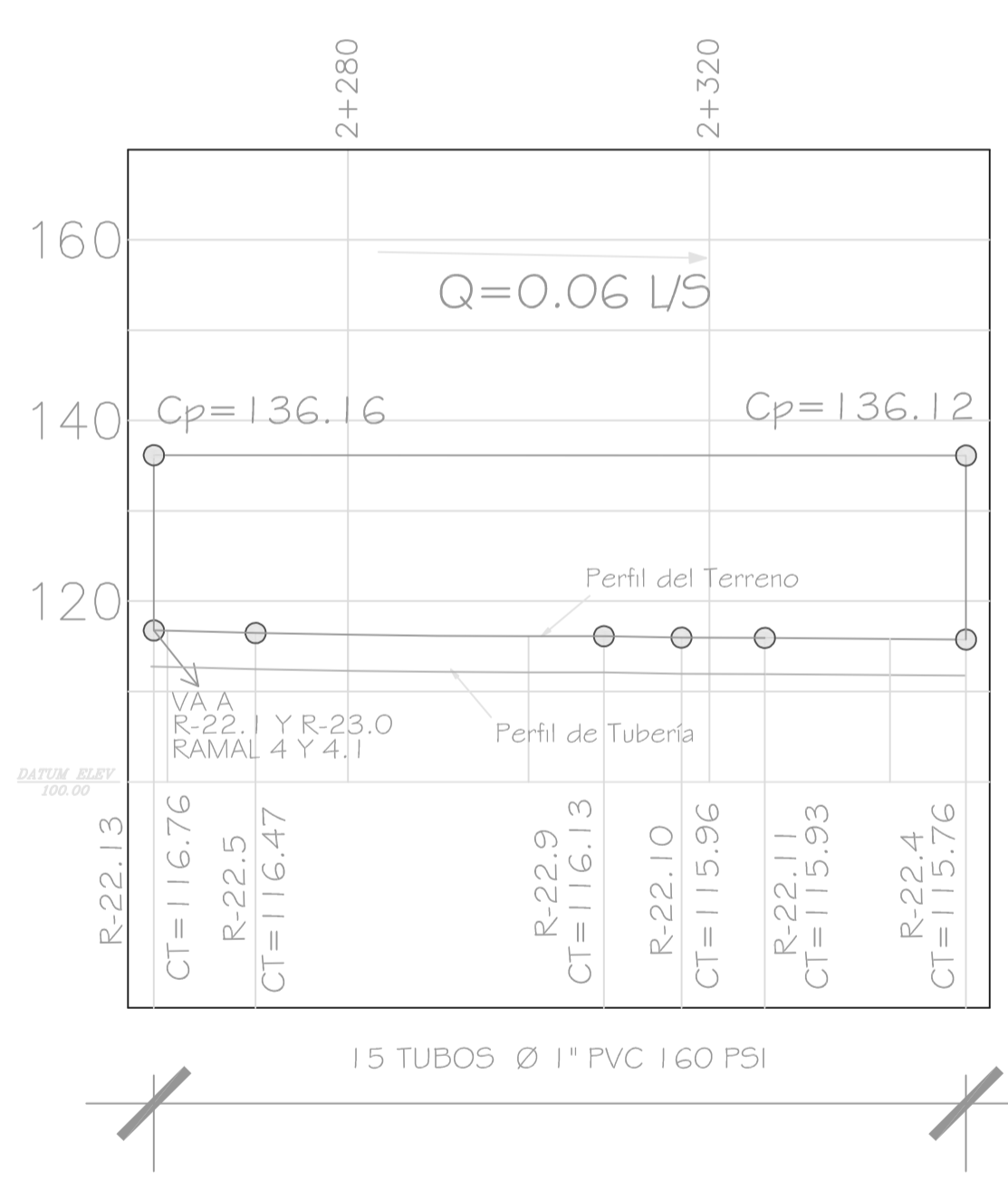
PLANTA DE LINEA DE DISTRIBUCION RAMAL 4.2 R-22.13 A R-22.4
 ESCALA HORIZONTAL: 1:750
 ESCALA VERTICAL: 1:750



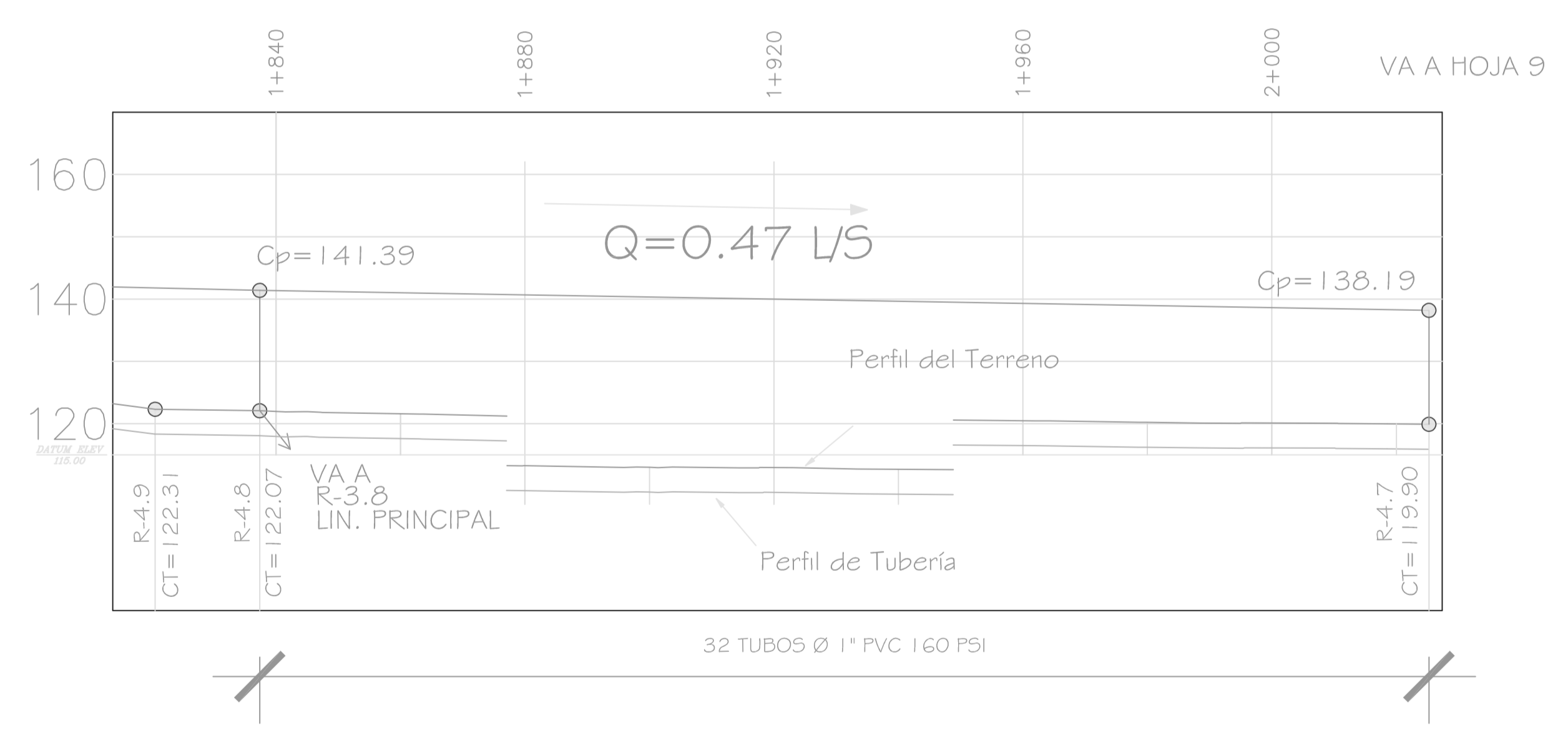
PLANTA DE LINEA DE DISTRIBUCION RAMAL 5 R-4.8 A R-4.7
 ESCALA HORIZONTAL: 1:750
 ESCALA VERTICAL: 1:750



PERFIL DE LINEA DE DISTRIBUCION RAMAL 4.1 R-22.13 A R-22.3
 ESCALA HORIZONTAL: 1:750
 ESCALA VERTICAL: 1:750



PERFIL DE LINEA DE DISTRIBUCION RAMAL 4.2 R-22.13 A R-22.4
 ESCALA HORIZONTAL: 1:750
 ESCALA VERTICAL: 1:750



PERFIL DE LINEA DE DISTRIBUCION RAMAL 5 R-4.8 A R-4.7
 ESCALA HORIZONTAL: 1:750
 ESCALA VERTICAL: 1:750

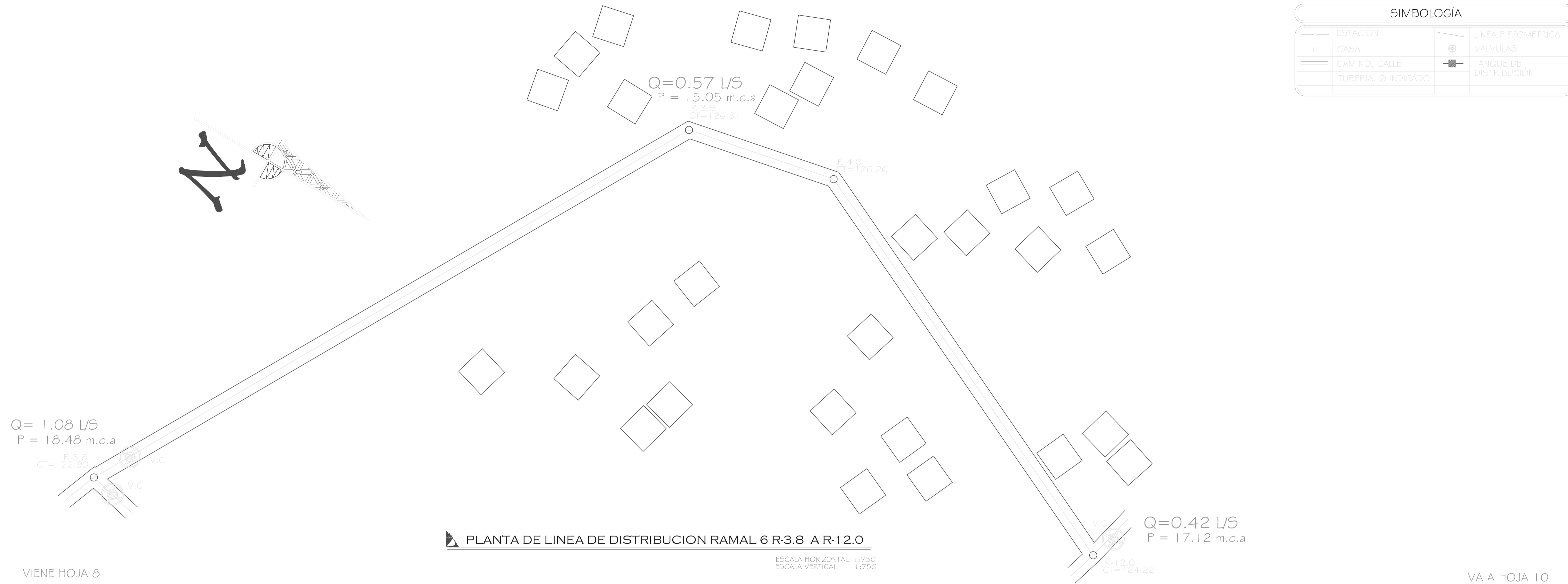


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DE RED DE DISTRIBUCION Y CONEXIONES DOMICILIARES DE AGUA POTABLE EN LA ALDEA SIGUILA, MUNICIPIO DE SAN JUAN OSTUNCALCO, DEPARTAMENTO DE QUETZALTENANGO.

CONTIENE:	PLANTA Y PERFIL DISTRIBUCION DE RAMAL 4.1-4.2-5 DE R-22.13 A R-22.3 - R-22.13 A R-22.4 - R-4.8 A 4.7	
CALCULO Y DISEÑO:	NORMA VERÓNICA MONROY RODRÍGUEZ	ESCALA: INDICADA
DIBUJO:	NORMA VERÓNICA MONROY RODRÍGUEZ	FECHA: Septiembre, 2008
SUPERVISIÓN:	INGA. CHRISTA CLASSON DE PINTO	CARET: 1998-11390

SIMBOLOGÍA			
	ESTACIÓN		LÍNEA PIEZOMÉTRICA
	CASA		VÁLVULAS
	CAMINO, CALLE		TANQUE DE DISTRIBUCIÓN
	TUBERÍA, Ø INDICADO		

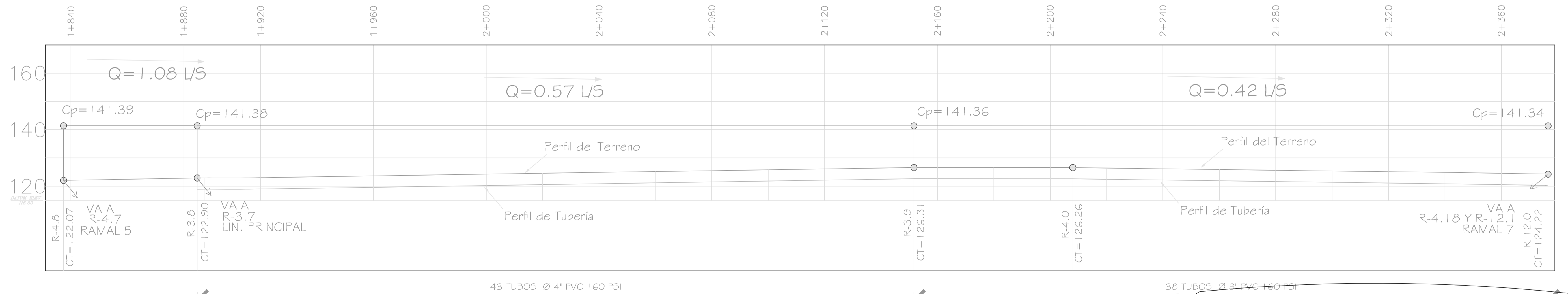


PLANTA DE LINEA DE DISTRIBUCION RAMAL 6 R-3.8 A R-12.0

ESCALA HORIZONTAL: 1:750
ESCALA VERTICAL: 1:750

VIENE HOJA 8

VA A HOJA 10



PERFIL DE LINEA DE DISTRIBUCION RAMAL 6 R-3.8 A R-12.0

ESCALA HORIZONTAL: 1:750
ESCALA VERTICAL: 1:750



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

PROYECTO: DISEÑO DE RED DE DISTRIBUCION Y CONEXIONES DOMICILIARES DE AGUA POTABLE EN LA ALDEA SIGUILA, MUNICIPIO DE SAN JUAN OSTUNCALCO, DEPARTAMENTO DE QUETZALTENANGO.

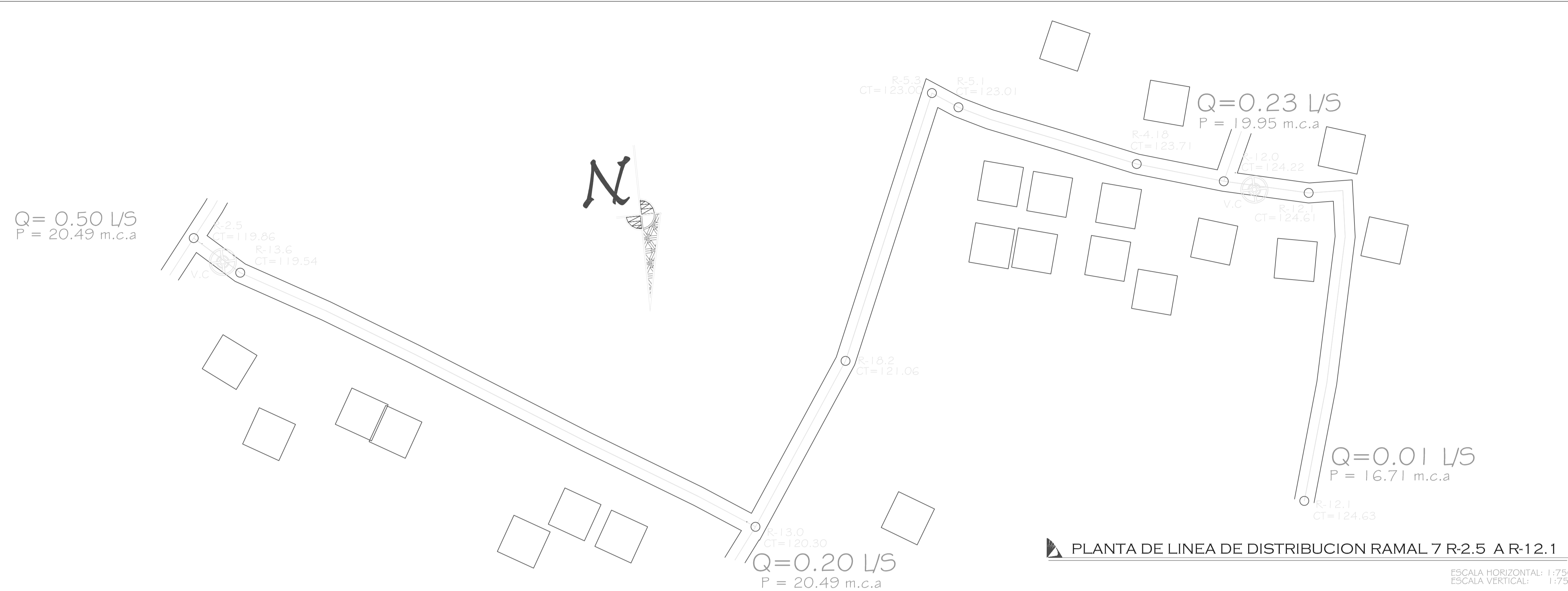
CONTIENE: PLANTA Y PERFIL DISTRIBUCION DE RAMAL 6 DE R-3.8 A 12.0

CALCULO Y DISEÑO: NORMA VERÓNICA MONROY RODRÍGUEZ ESCALA: INDICADA

DIBUJO: NORMA VERÓNICA MONROY RODRÍGUEZ FECHA: Septiembre, 2008

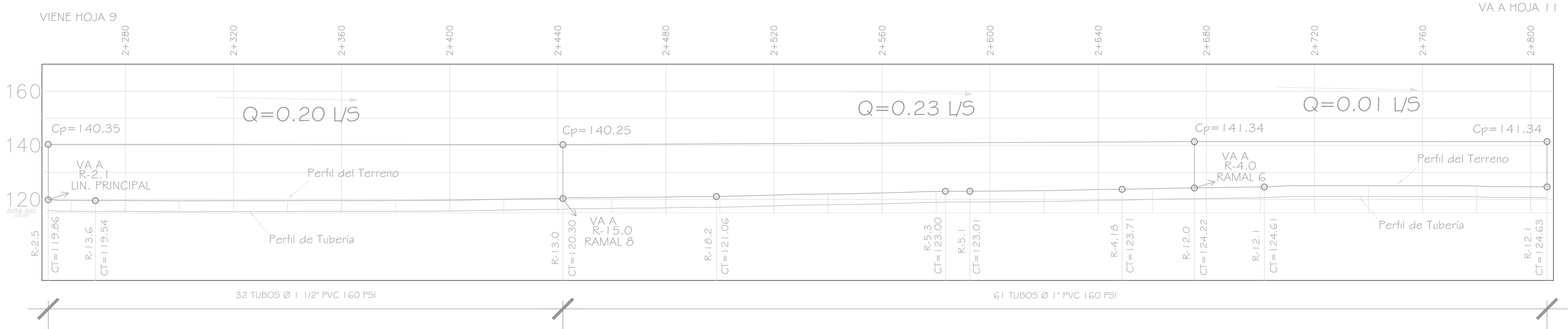
SUPERVISIÓN: INGA. CHRISTA CLASSON DE PINTO CARRET: 1998-11390

SIMBOLOGÍA			
	ESTACIÓN		LÍNEA PIEZOMÉTRICA
	CASA		VÁLVULAS
	CAMINO, CALLE		TANQUE DE DISTRIBUCIÓN
	TUBERÍA, Ø INDICADO		




PLANTA DE LINEA DE DISTRIBUCION RAMAL 7 R-2.5 A R-12.1

ESCALA HORIZONTAL: 1:750
ESCALA VERTICAL: 1:750



PERFIL DE LINEA DE DISTRIBUCION RAMAL 7 R-2.5 A R-12.1

ESCALA HORIZONTAL: 1:750
ESCALA VERTICAL: 1:750



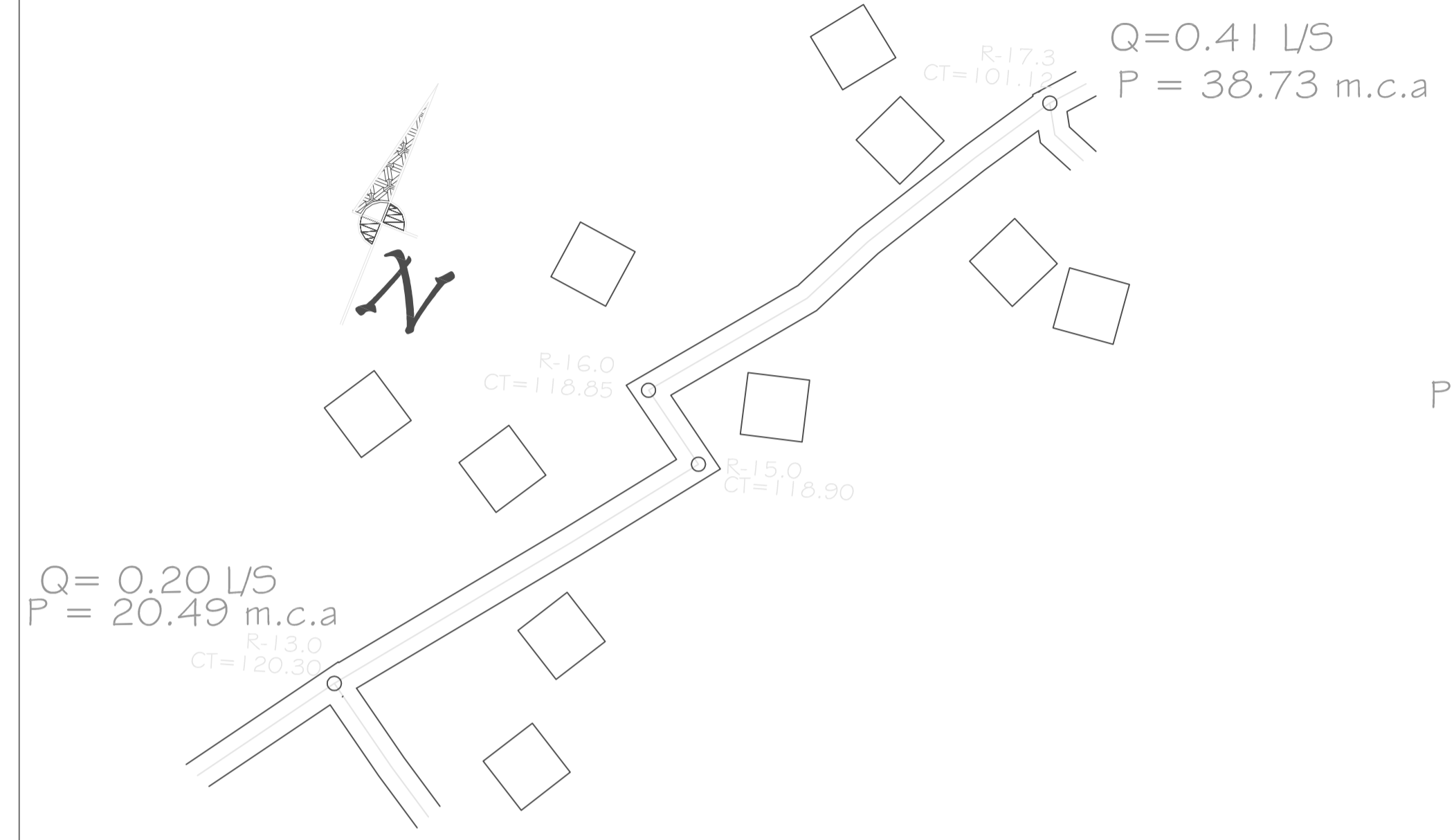
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DE RED DE DISTRIBUCION Y CONEXIONES DOMICILIARES DE AGUA POTABLE EN LA ALDEA SIGUILA, MUNICIPIO DE SAN JUAN OSTUNCALCO, DEPARTAMENTO DE QUETZALTENANGO.	
CONTIENE: PLANTA Y PERFIL DISTRIBUCION DE RAMAL 7 DE R-2.5 A 12.1	
CALCULO Y DISEÑO: NORMA VERÓNICA MONROY RODRÍGUEZ	ESCALA: INDICADA
DIBUJO: NORMA VERÓNICA MONROY RODRÍGUEZ	FECHA: Septiembre, 2008
SUPERVISIÓN: INGA. CHRISTA CLASSON DE PINTO	CARRET: 1998-11390

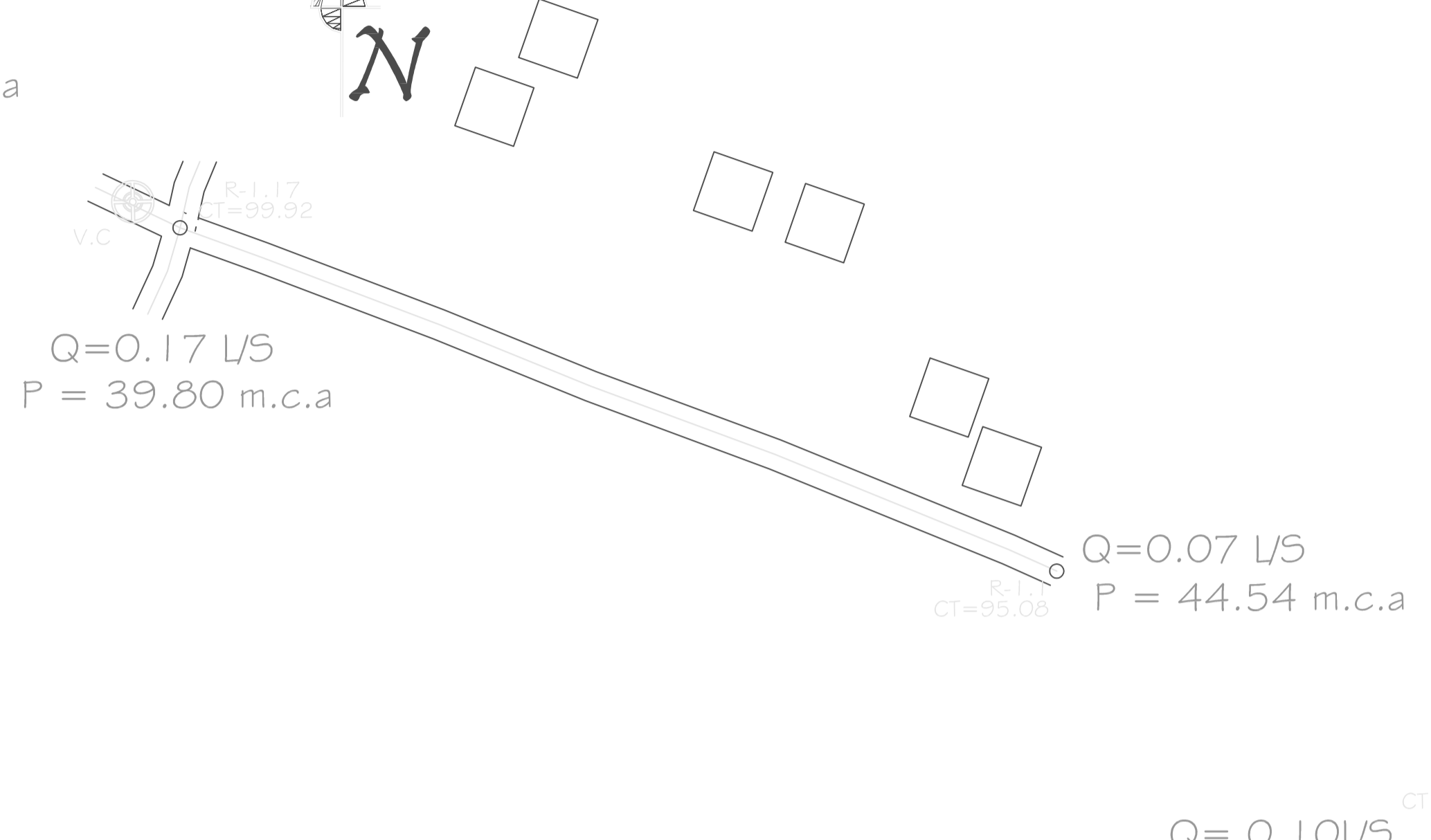
HOJA

10
13

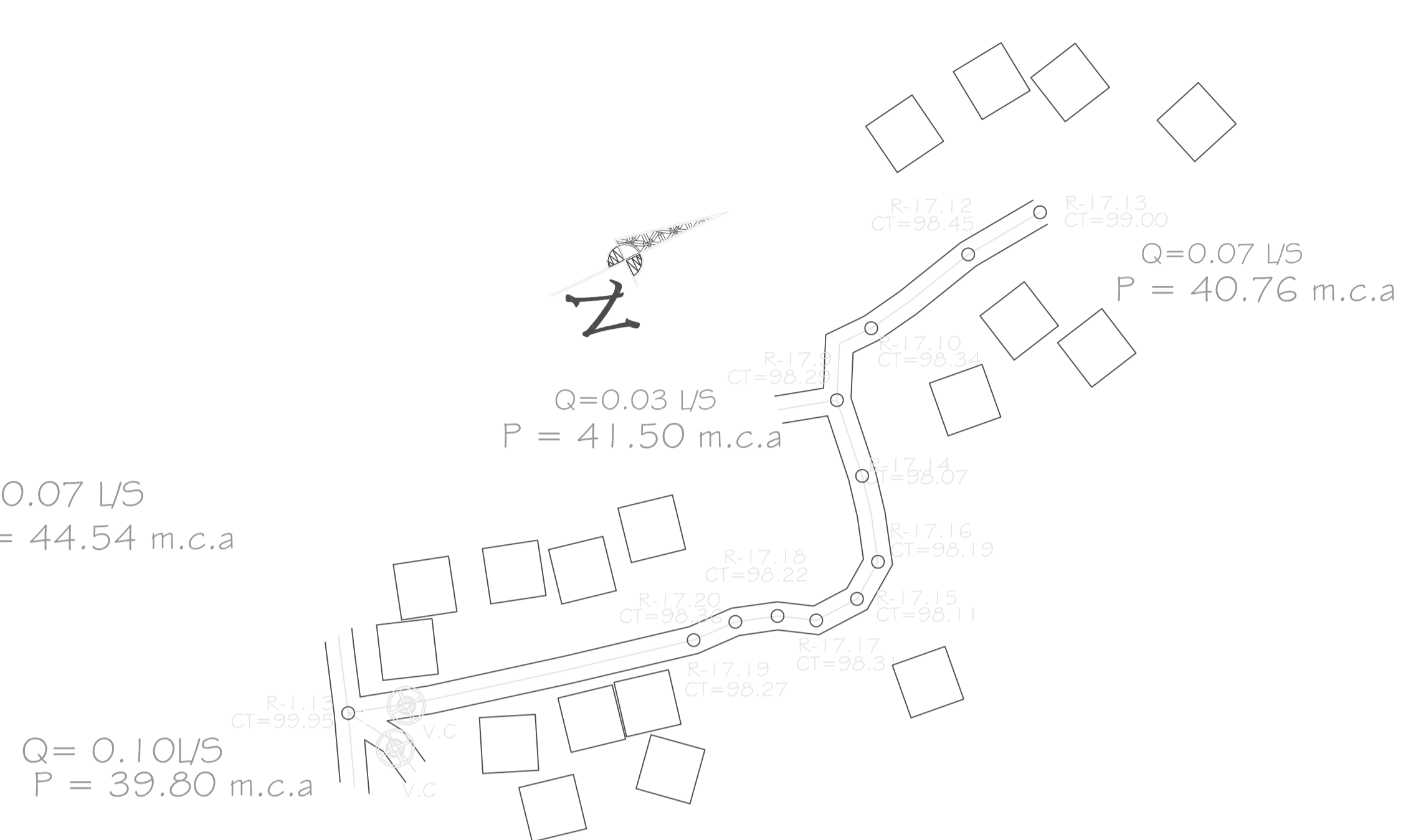
SIMBOLOGÍA			
	ESTACIÓN		LÍNEA PIEZOMÉTRICA
	CASA		VÁLVULAS
	CAMINO, CALLE		TANQUE DE DISTRIBUCIÓN
	TUBERÍA, Ø INDICADO		



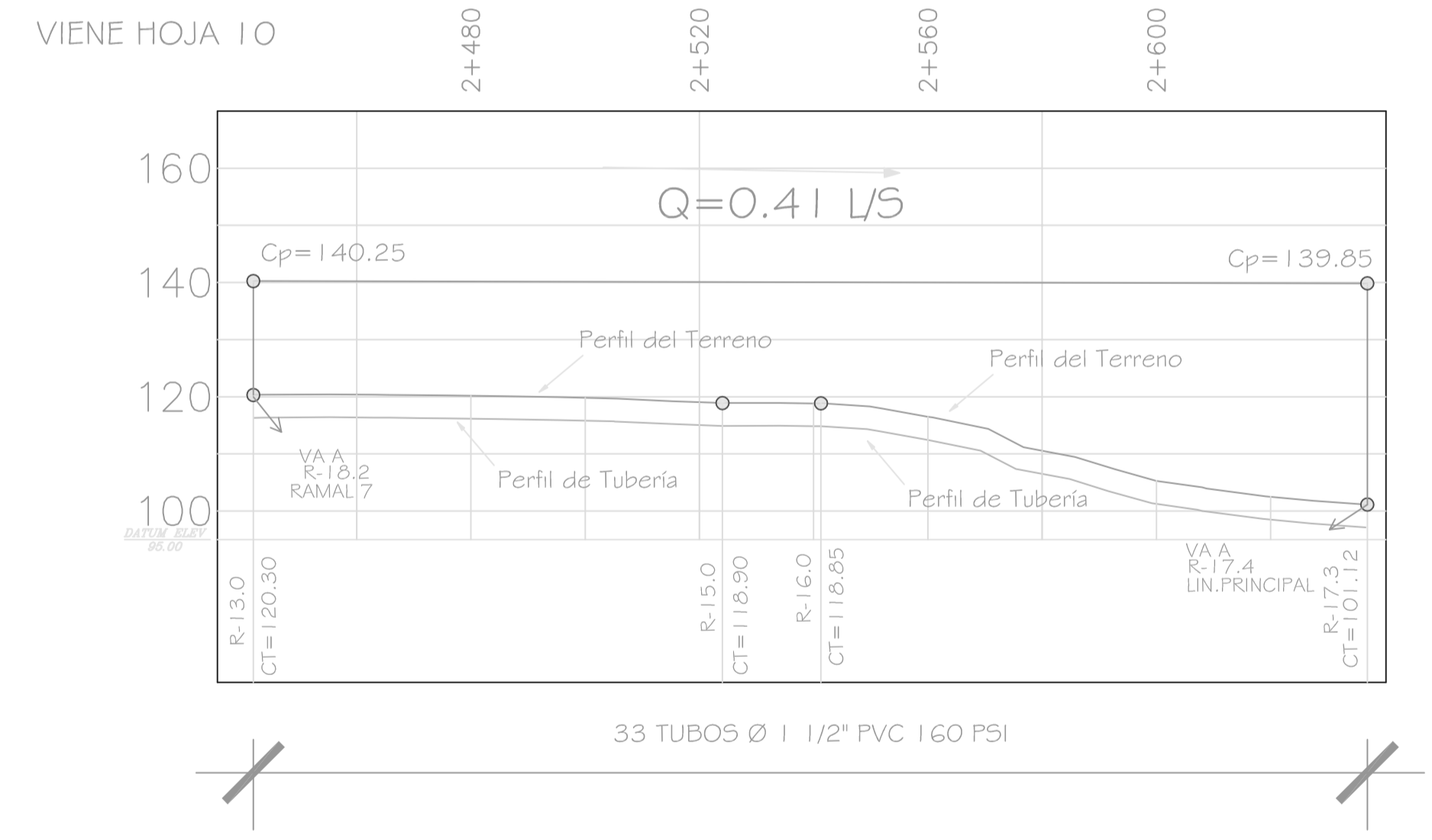
PLANTA DE LINEA DE DISTRIBUCION RAMAL 8 R-13.0 A R-17.30



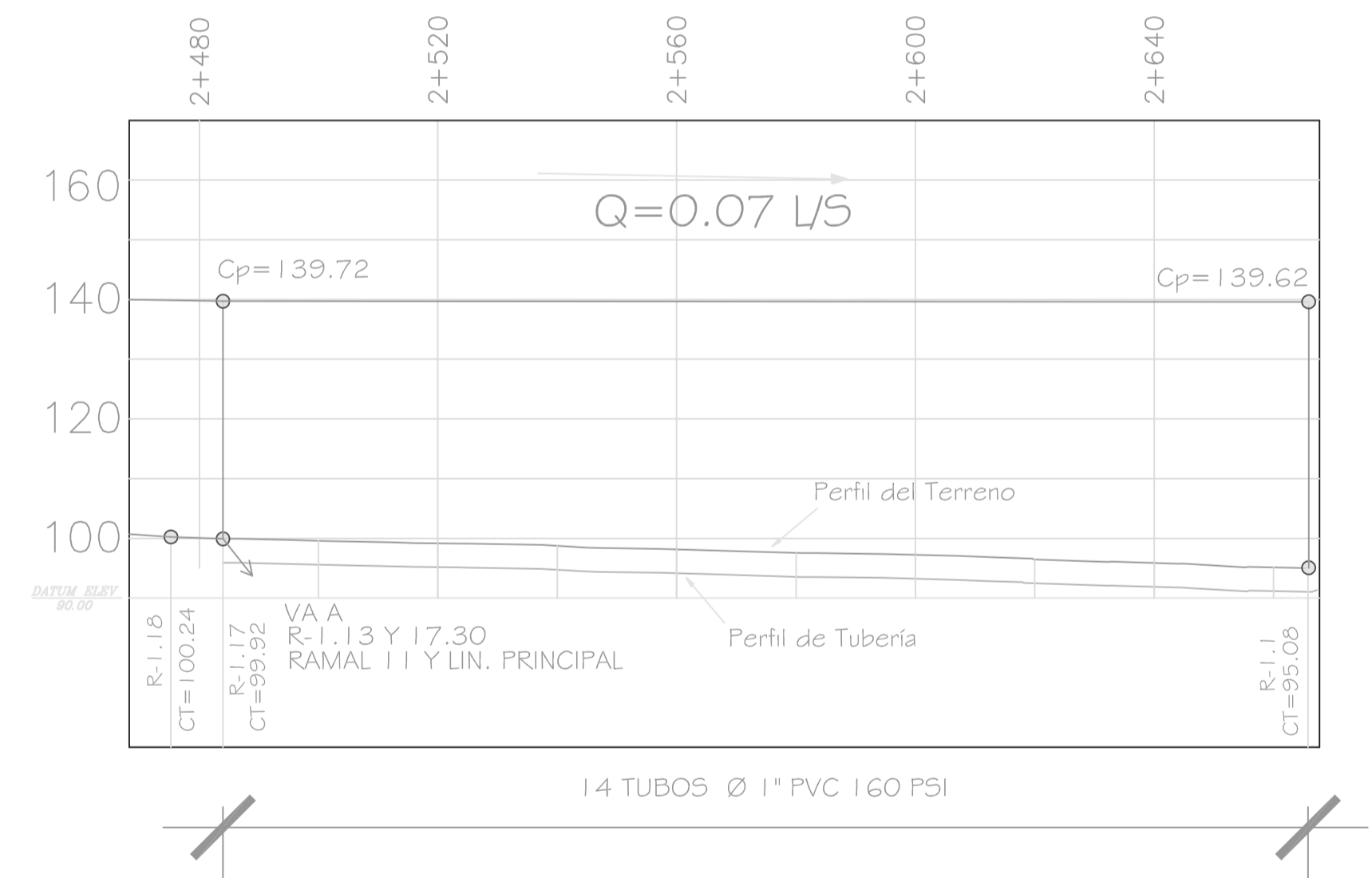
PLANTA DE LINEA DE DISTRIBUCION RAMAL 9 R-1.18 A R-1.1



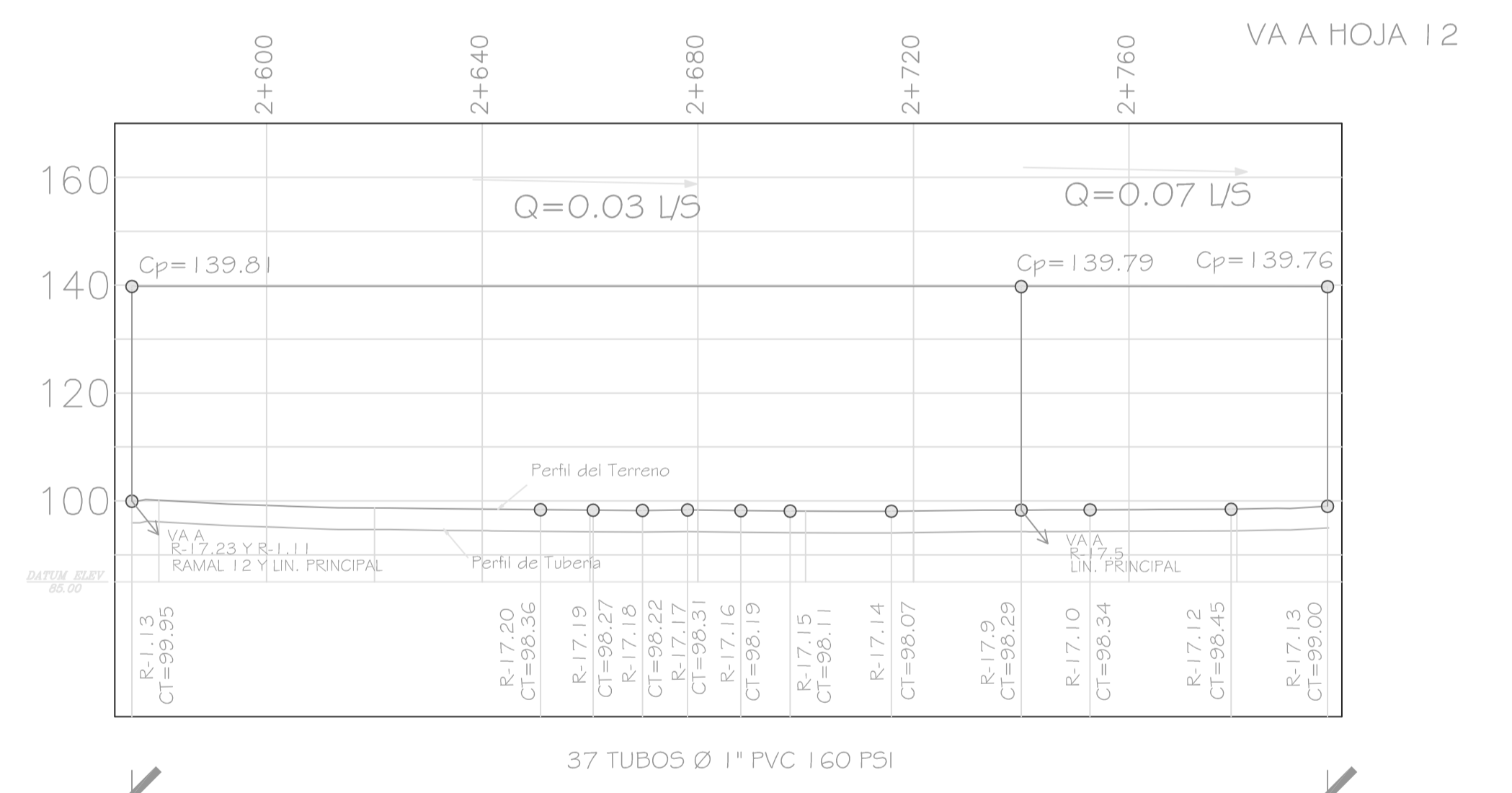
PLANTA DE LINEA DE DISTRIBUCION RAMAL 10 R-1.18 A R-17.13




PERFIL DE LINEA DE DISTRIBUCION RAMAL 8 R-13.0 A R-17.30



PERFIL DE LINEA DE DISTRIBUCION RAMAL 9 R-1.18 A R-1.1



PERFIL DE LINEA DE DISTRIBUCION RAMAL 10 R-1.18 A R-17.13



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

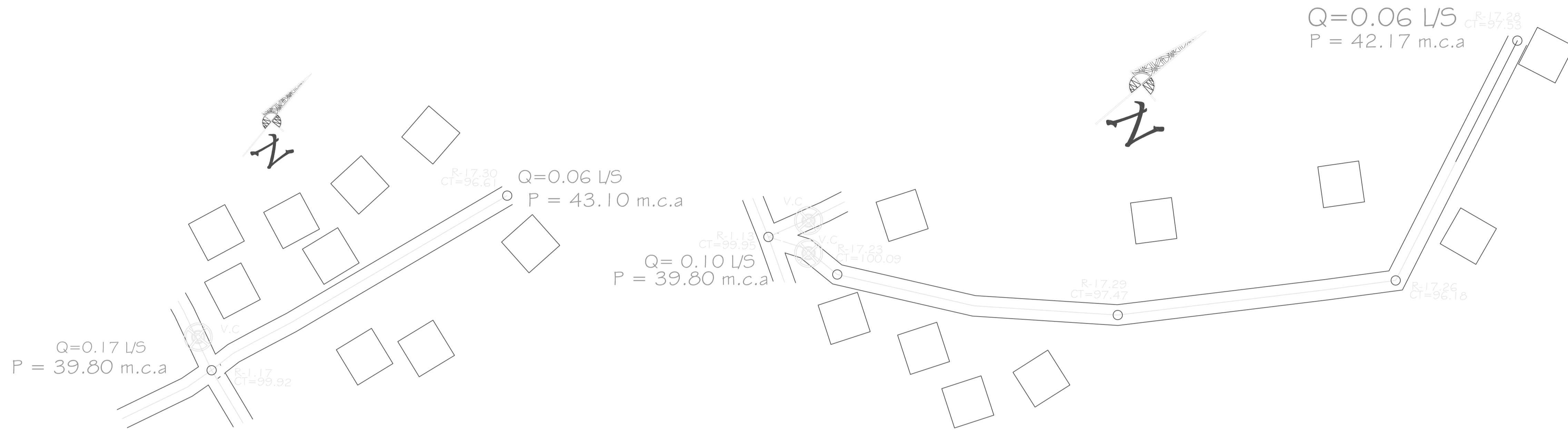
PROYECTO: DISEÑO DE RED DE DISTRIBUCION Y CONEXIONES DOMICILIARES DE AGUA POTABLE EN LA ALDEA SIGUILA, MUNICIPIO DE SAN JUAN OSTUNCALCO, DEPARTAMENTO DE QUETZALTENANGO.	
CONTIENE: PLANTA Y PERFIL DISTRIBUCION DE RAMAL 8-9-10 DE R-13.0 A R-17.30 - R-1.18 A R-1.1 - R-1.18 A R-17.13	
CALCULO Y DISEÑO: NORMA VERÓNICA MONROY RODRÍGUEZ	ESCALA: INDICADA
DIBUJO: NORMA VERÓNICA MONROY RODRÍGUEZ	FECHA: Septiembre, 2008
SUPERVISIÓN: INGA. CHRISTA CLASSON DE PINTO	CARET: 1998-11390

HOJA

11

13

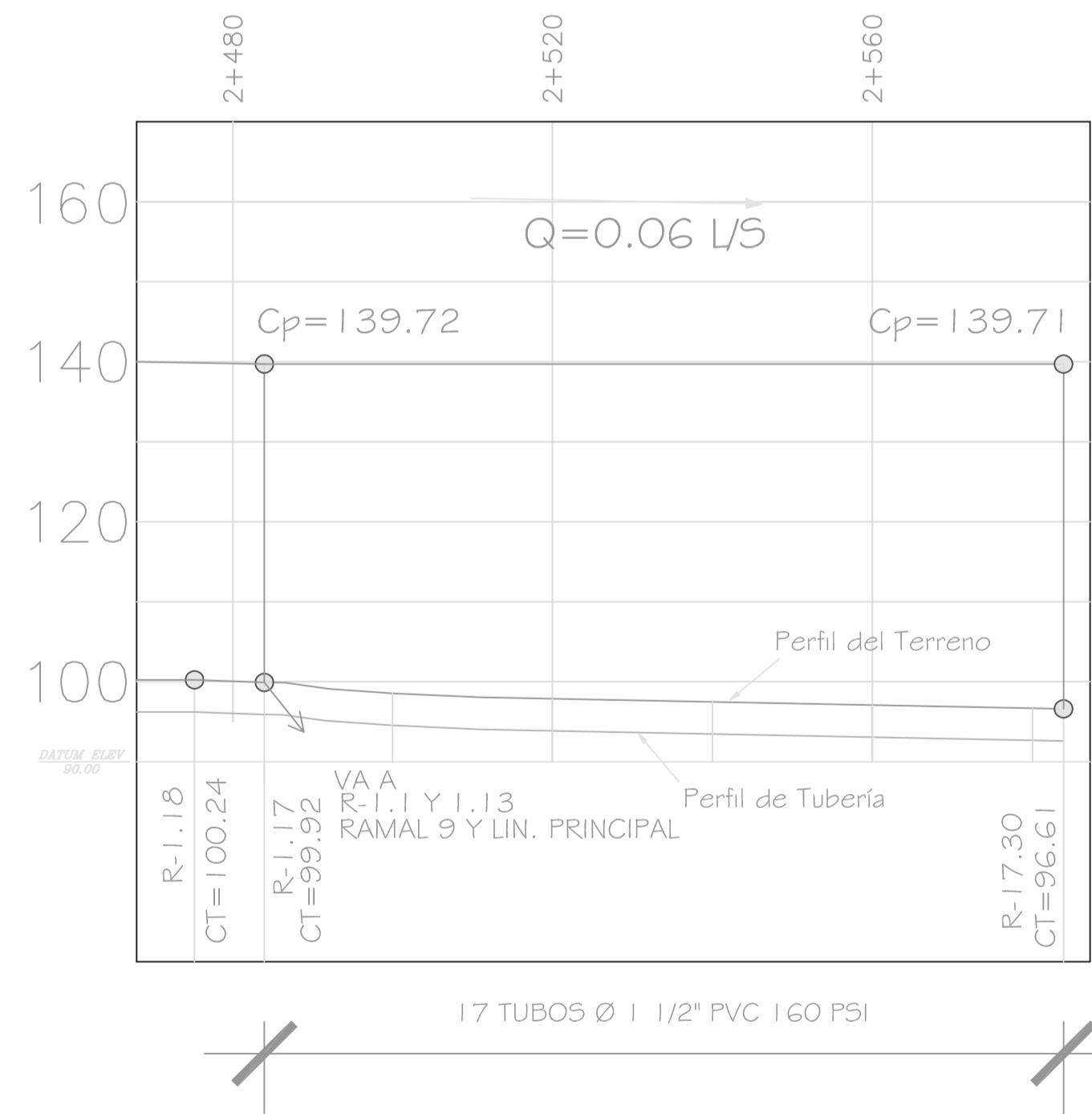
SIMBOLOGÍA			
	ESTACIÓN		LÍNEA PIEZOMÉTRICA
	CASA		VÁLVULAS
	CAMINO, CALLE		TANQUE DE DISTRIBUCIÓN
	TUBERÍA, Ø INDICADO		



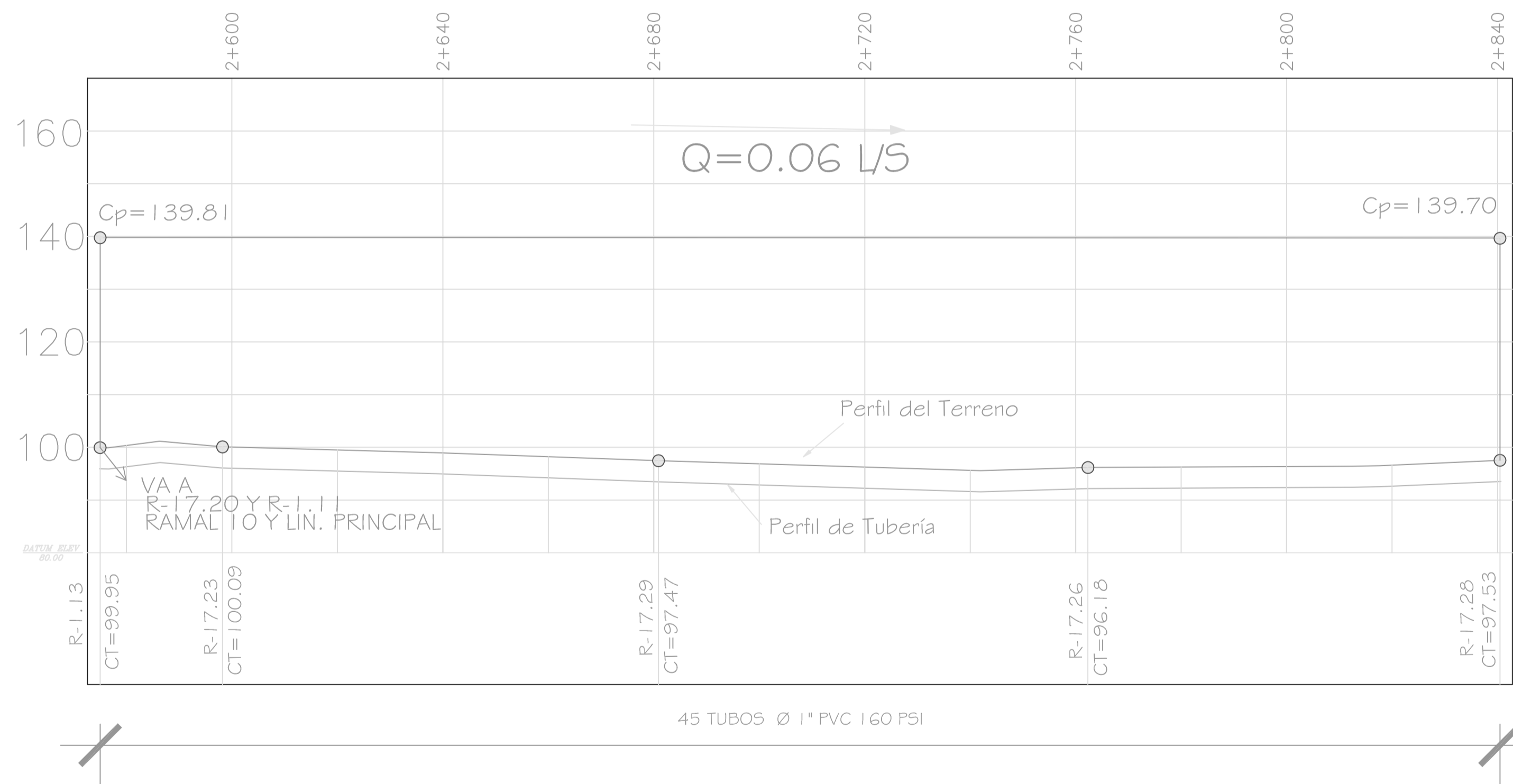
PLANTA DE LINEA DE DISTRIBUCION RAMAL 12 R-1.13 A R-17.28
 ESCALA HORIZONTAL: 1:750
 ESCALA VERTICAL: 1:750

PLANTA DE LINEA DE DISTRIBUCION RAMAL 11 R-1.17 A R-17.30
 ESCALA HORIZONTAL: 1:750
 ESCALA VERTICAL: 1:750

VIENE HOJA 11



PERFIL DE LINEA DE DISTRIBUCION RAMAL 11 R-1.17 A R-17.30
 ESCALA HORIZONTAL: 1:750
 ESCALA VERTICAL: 1:750



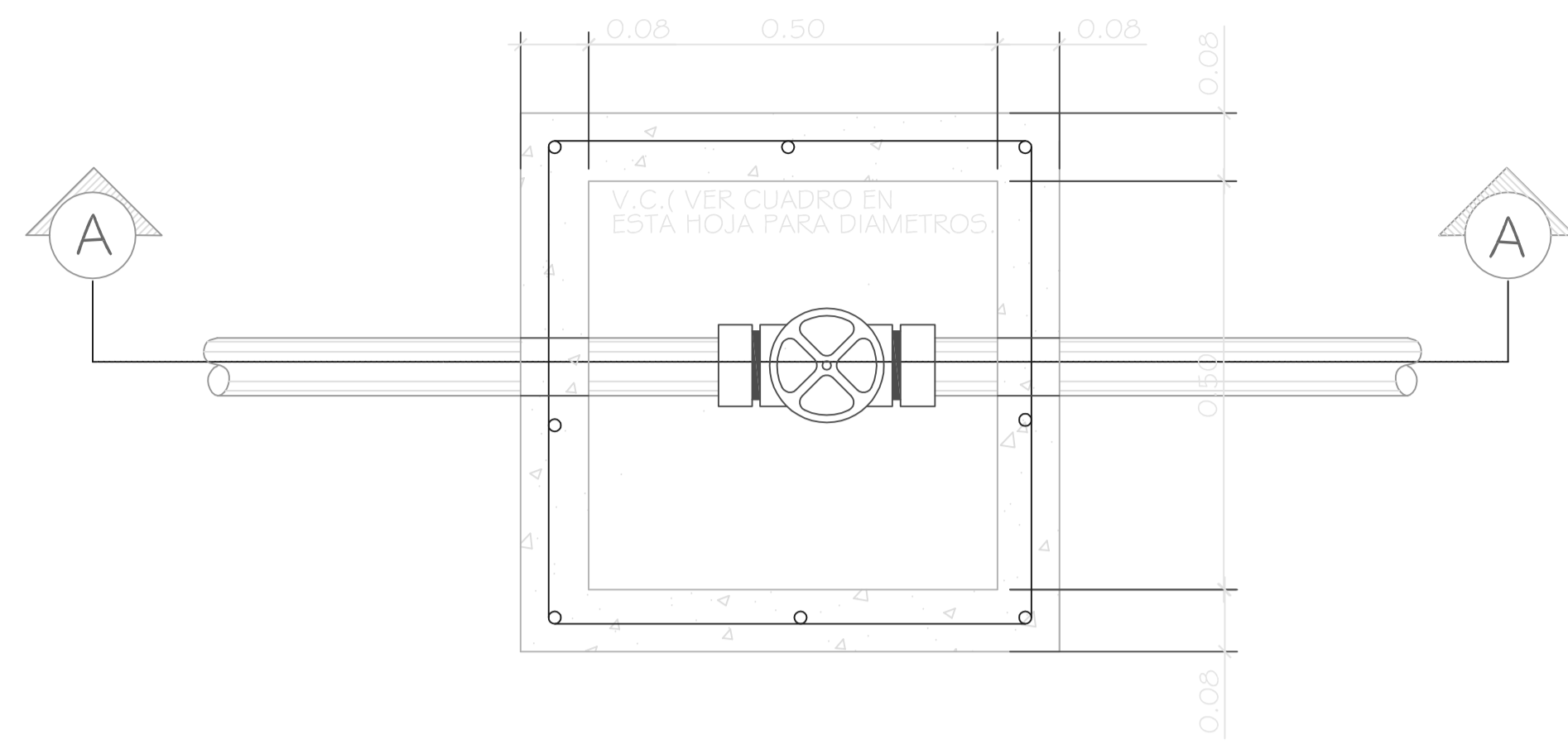
PERFIL DE LINEA DE DISTRIBUCION RAMAL 12 R-1.13 A R-17.28
 ESCALA HORIZONTAL: 1:750
 ESCALA VERTICAL: 1:750



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

PROYECTO: DISEÑO DE RED DE DISTRIBUCION Y CONEXIONES DOMICILIARES DE AGUA POTABLE EN LA ALDEA SIGUILA, MUNICIPIO DE SAN JUAN OSTUNCALCO, DEPARTAMENTO DE QUETZALTENANGO.

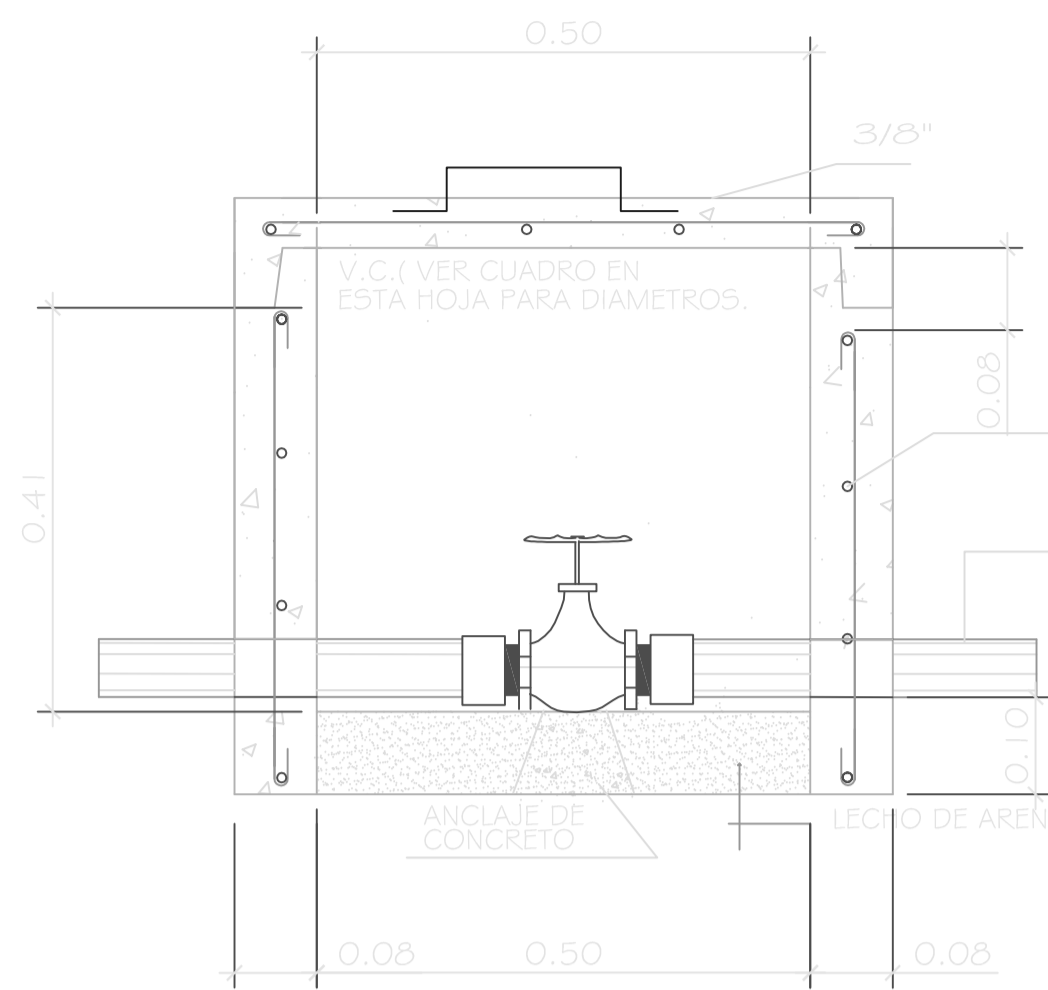
CONTIENE:	PLANTA Y PERFIL DISTRIBUCION DE RAMAL 11-12 DE R-1.17 A R-17.30 - R-1.13 A 17.28	
CALCULO Y DISEÑO:	NORMA VERÓNICA MONROY RODRÍGUEZ	ESCALA: INDICADA
DIBUJO:	NORMA VERÓNICA MONROY RODRÍGUEZ	FECHA: Septiembre, 2008
SUPERVISIÓN:	INGA. CHRISTA CLASSON DE PINTO	CARRET: 1998-11390



PLANTA

CAJA PARA VÁLVULAS

ESC.1:7.5

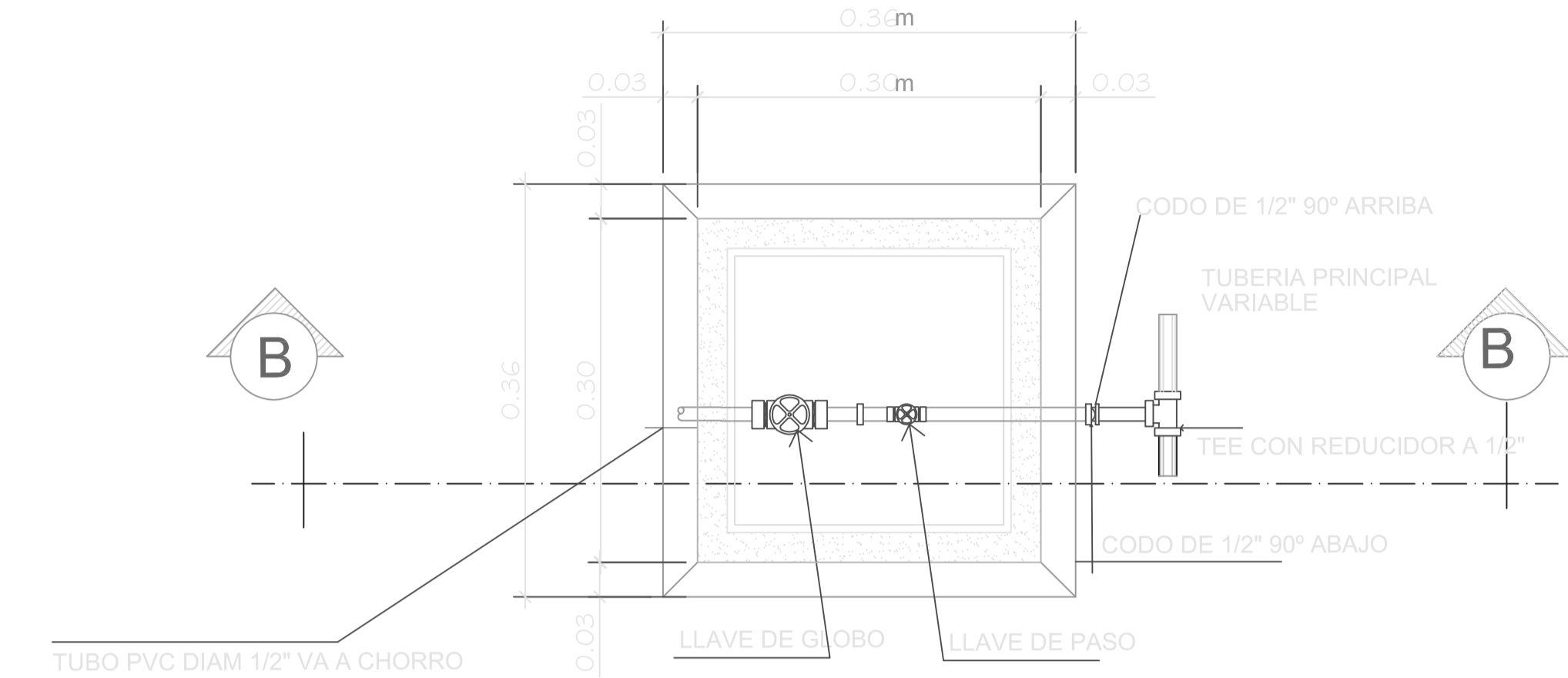


SECCION A - A DE VALVULA DE LIMPIEZA

NOTAS:

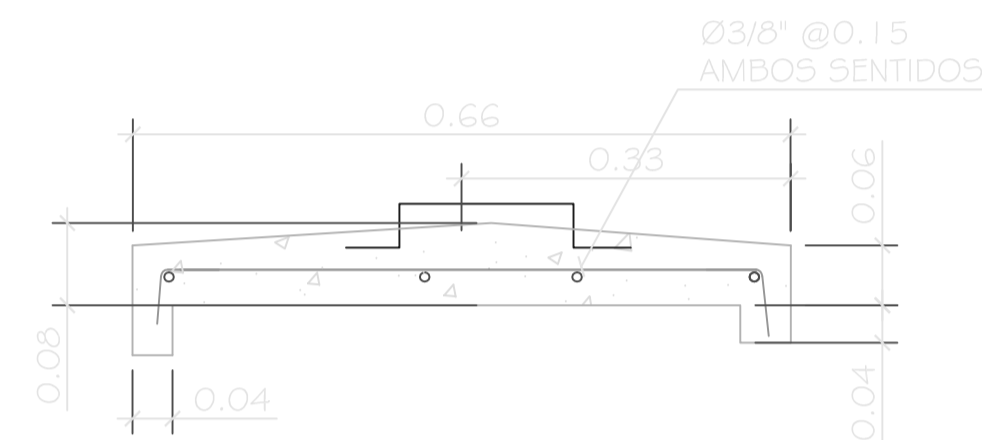
DEBE DE SER DEL DIAMETRO DEL
1) LA APERTURA EN LA ENTRADA
Y SALIDA DEL TUBO EN LA CAJA

TUBO PARA EVITAR EL INGRESO
DE AGUA Y/O ANIMALES.



PLANTA

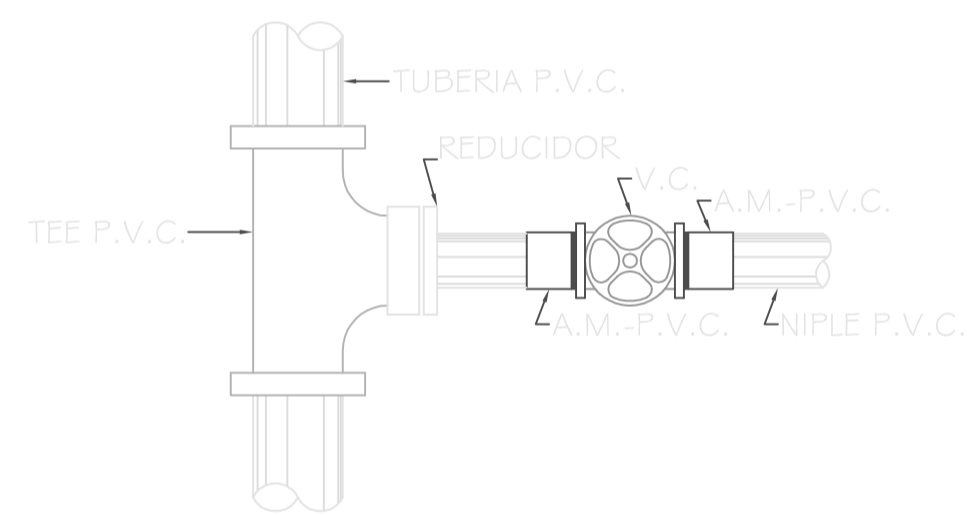
ESCALA: 1:5



SECCION

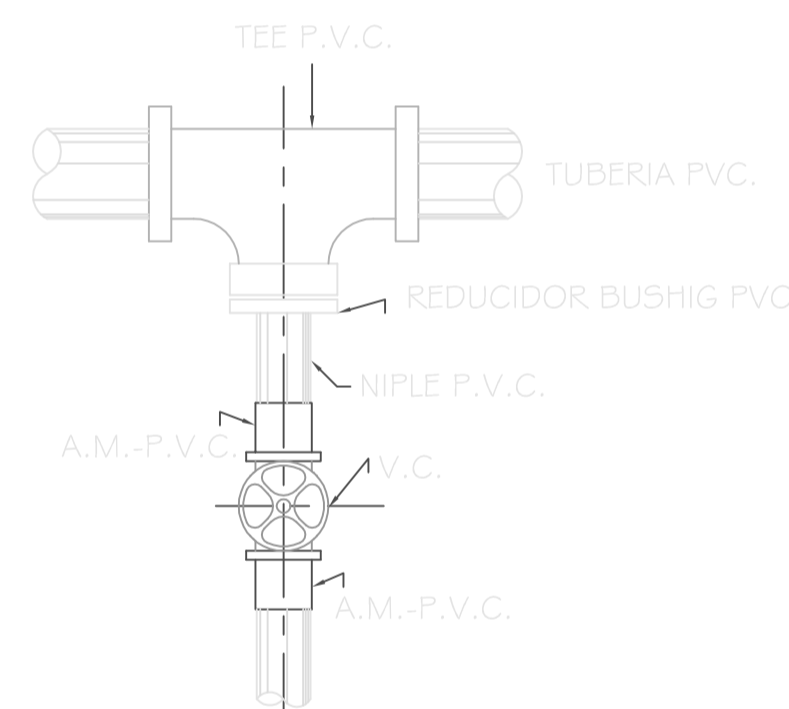
TAPADERA PARA CAJA DE VÁLVULAS

ESC.1:7.5



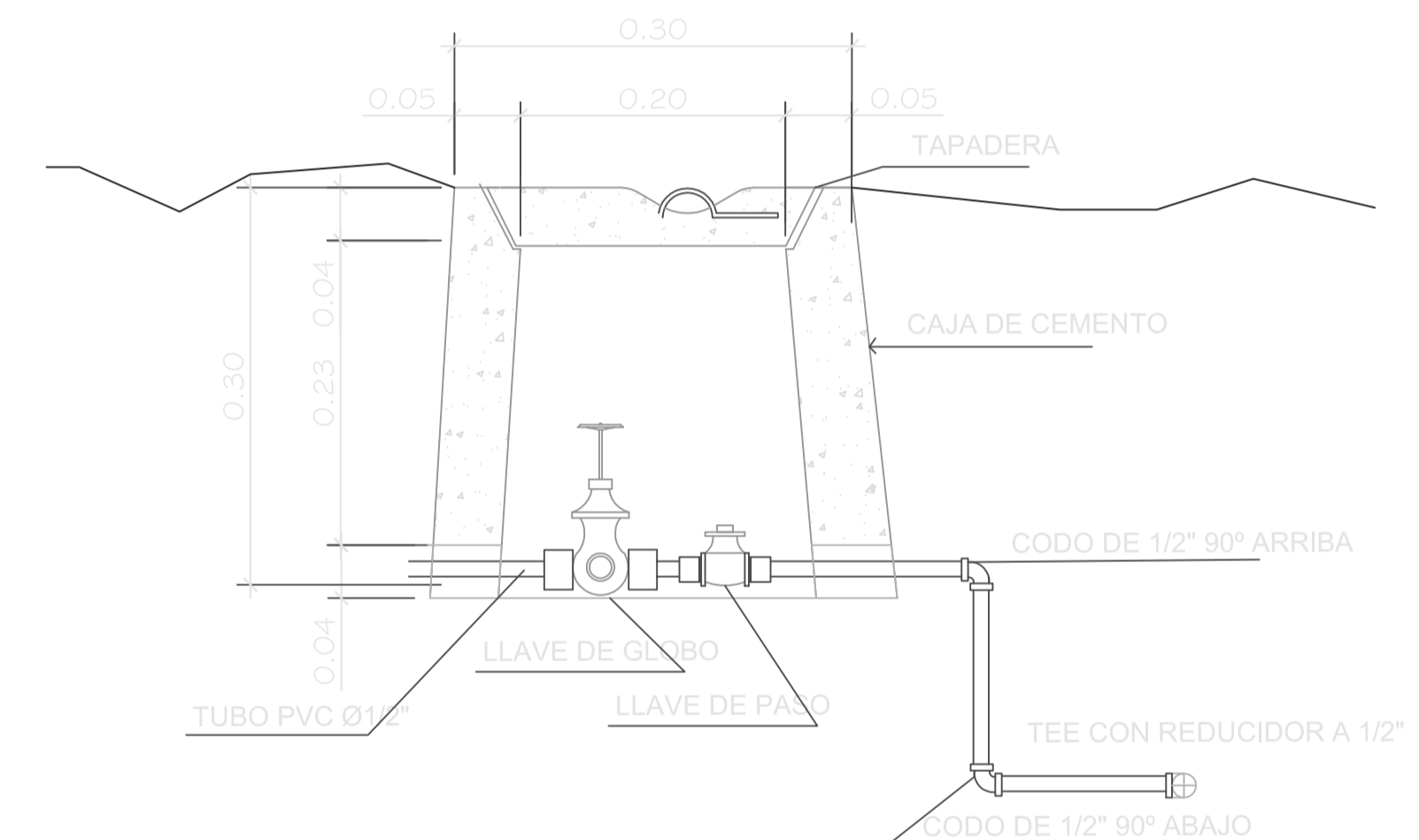
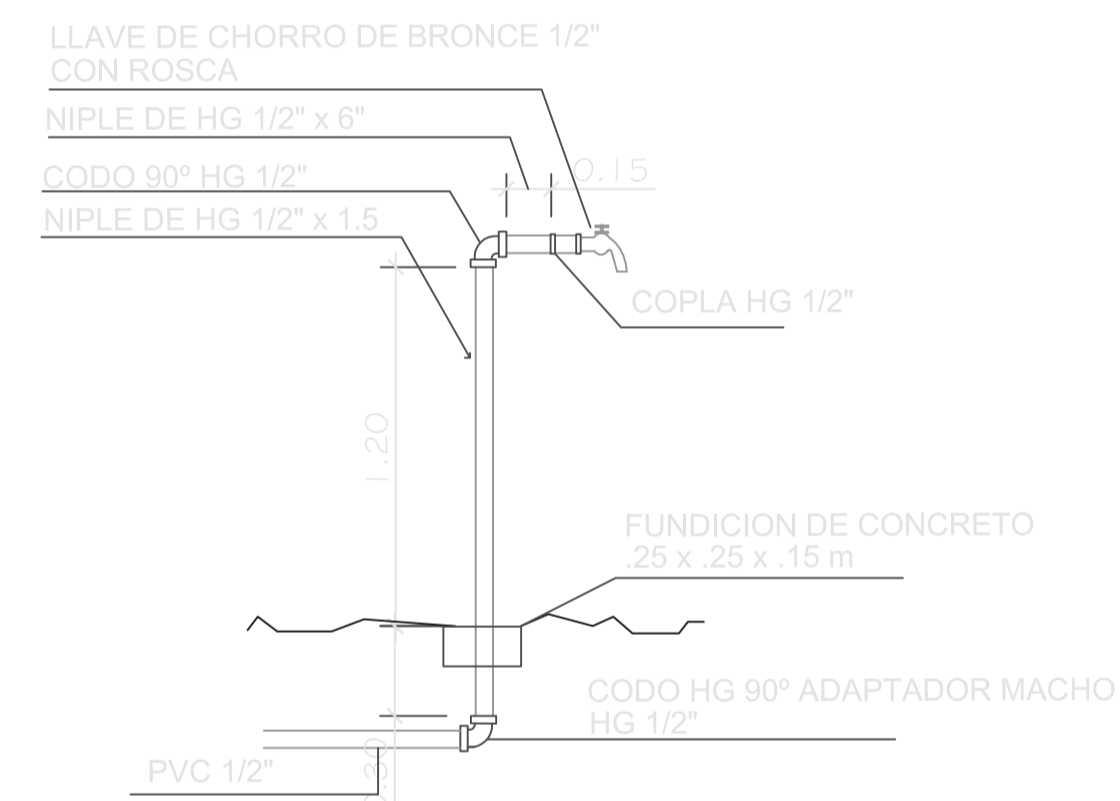
PLANTA VÁLVULA DE COMPUERTA

SIN ESCALA



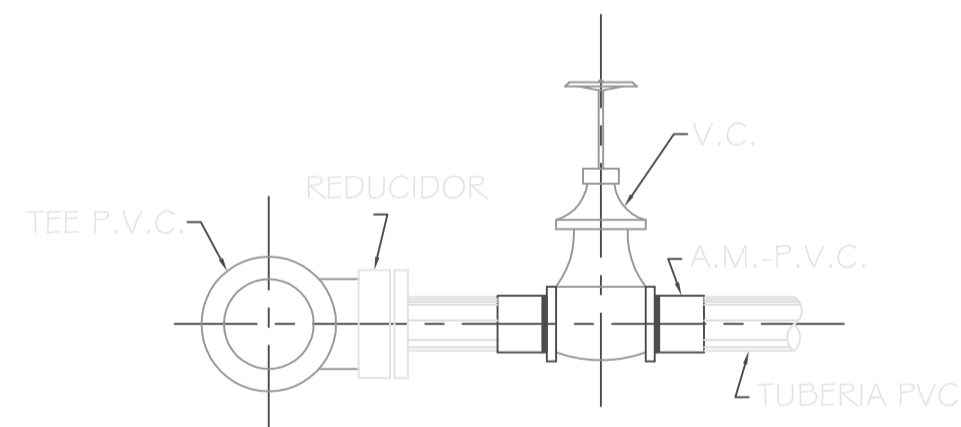
PLANTA VÁLVULA DE LIMPIEZA

SIN ESCALA



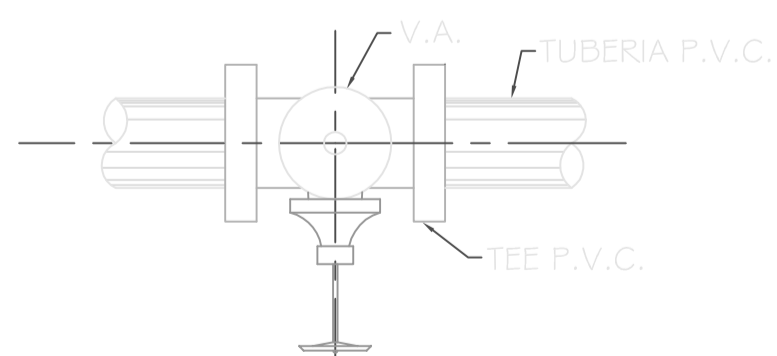
SECCION B - B

ESCALA: 1:5



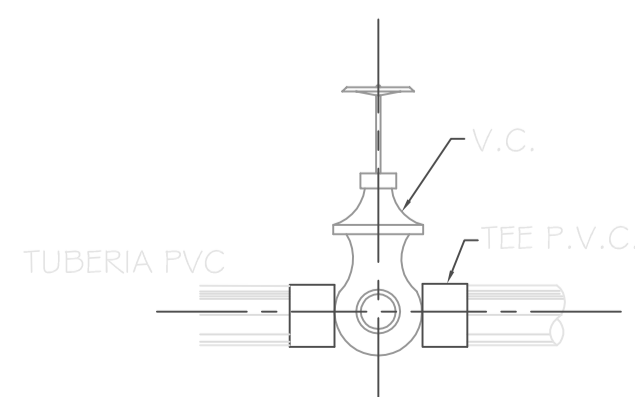
ELEVACION VÁLVULA DE COMPUERTA

SIN ESCALA



PLANTA VÁLVULA DE AIRE

SIN ESCALA



ELEVACION VÁLVULA DE LIMPIEZA

SIN ESCALA

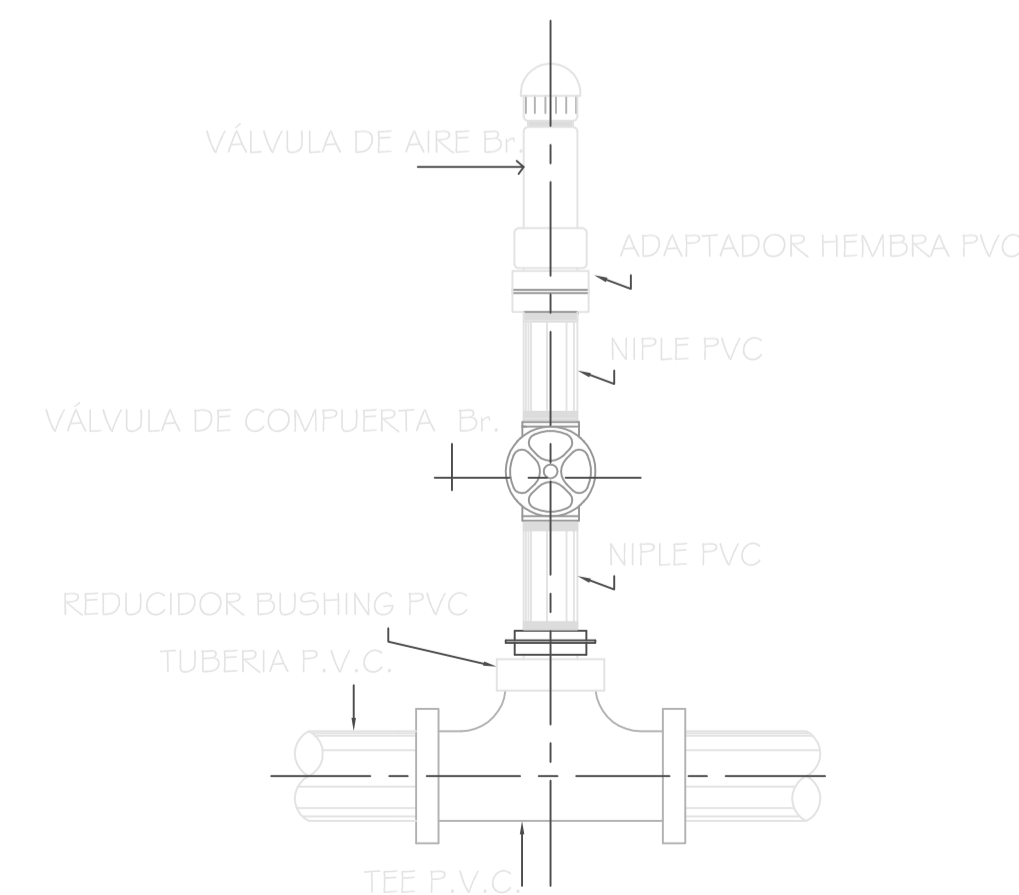
REFERENCIAS

P.V.C.	CLORURO DE POLVINILO
H.G.	HIERRO GALVANIZADO
V.C.	VÁLVULA DE COMPUERTA
A.M.	ADAPTADOR MACHO
V.A.	VÁLVULA DE AIRE
A.H.	ADAPTADOR HEMBRA

NOTA:
TODAS LAS VÁLVULAS DE LIMPIEZA SERAN VÁLVULAS DE COMPUERTA,
LAS CUALES SE PROTEGEN CON CAJAS DE CONCRETO.

DIAMETROS DE VÁLVULAS

VALVULA DE AIRE	DIAM. DE TUBO
1/2"	< = 3'
3/4"	> 4'
1"	6'
VALVULA DE LIMPIEZA	DIAM. DE TUBO
1 1/2"	< 3'
2"	> = 3'
2"	4'
3"	6'



ELEVACION VÁLVULA DE AIRE

SIN ESCALA

DETALLE DE CONEXION DOMCILIAR



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

PROYECTO: DISEÑO DE RED DE DISTRIBUCION Y CONEXIONES DOMICILIARES
DE AGUA POTABLE EN LA ALDEA SIGUILA, MUNICIPIO DE SAN JUAN
OSTUNCALCO, DEPARTAMENTO DE QUETZALTENANGO.

CONTIENE: DETALLES DE VÁLVULAS Y CONECCION DOMICILIAR

CALCULO Y DISEÑO: NORMA VERÓNICA MONROY RODRÍGUEZ ESCALA: INDICADA

DIBUJO: NORMA VERÓNICA MONROY RODRÍGUEZ FECHA: Septiembre, 2008

SUPERVISIÓN: INGA. CHRISTA CLASSON DE PINTO CARRET: 1998-11390

HOJA

3

13